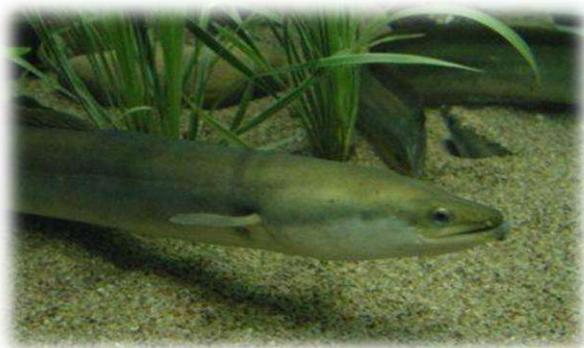


Suivi 2012 de la migration anadrome de l'Anguille européenne *Anguilla anguilla* dans le Marais poitevin

Bilan 2010-2012
Coefficients de marée et débits fluviaux



Morgane LECHEVALIER

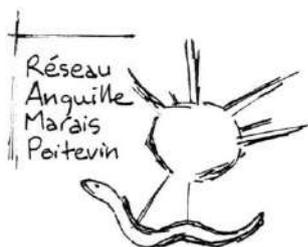
Master 1 – SPE
Sciences Pour l'Environnement
Université de La Rochelle



Sophie DER MIKAELIAN

Parc Interrégional du Marais poitevin
2 rue de l'église
79510 Coulon

AVRIL – AOUT 2012



Ensemble, développons un territoire exceptionnel

Sommaire

SOMMAIRE	2
Le Parc du Marais poitevin	3
Insertion de l'étudiant	4
INTRODUCTION	6
MATERIEL ET METHODES	8
Matériel biologique	8
Marais poitevin	9
Passes à anguille	9
Protocole	10
Courants de marée et débits	10
Traitement statistique	10
RESULTATS	11
Suivi 2012	11
Bilan 2010-2012	14
Débits fluviaux et coefficients de marée	14
DISCUSSION	15
BIBLIOGRAPHIE	18
ANNEXES	19

Le Parc du Marais poitevin

Le Parc Interrégional du Marais poitevin (PIMP) a été créé en 1979. A l'origine il s'agissait d'un Parc Naturel Régional (PNR) mais en 1991, le Ministre de l'environnement a décidé de ne pas renouveler ce statut au titre d'une politique de large mise en culture de la zone humide qui ne respectait plus les exigences de conservation. Depuis lors, le parc travaille pour regagner le statut de PNR tout en continuant d'œuvrer pour la restauration, la conservation et la valorisation du Marais. (PIMP, 2011)

Le PIMP est un syndicat mixte présidé par M. Yann Héлары et dirigé par M. Boris Sallaud. Cet établissement public, basé à Coulon (79), est régi pour son fonctionnement et son organisation selon le code général des collectivités territoriales et selon ses propres statuts. Cette structure, permettant à des collectivités de s'associer entre elles ou avec des établissements publics, offre une certaine souplesse pour la mise en place de plans de restauration tout en conservant un caractère formel public.

Les différents services du Parc travaillent à la protection du patrimoine naturel par la préservation des espaces et espèces remarquables, au développement économique et culturel du Marais, à l'aménagement du territoire afin de valoriser son patrimoine et à l'accueil, l'information et la communication dans un but de sensibilisation. (PIMP, 2011)

Afin de récupérer le statut de PNR un projet de charte a été élaboré en 2006. Celui-ci s'organise en 4 axes dont un concerne la préservation, l'exploitation et la restauration des ressources naturelles dans une perspective d'équilibre et de fonctionnalité. L'une de ses mesures est relative au développement d'opérations de gestion pour la protection des ressources halieutiques remarquables et vise à la préservation et la restauration de son patrimoine écologique (axe 1, orientation 2, mesure 6). (PIMP, 2006)

Le Réseau Anguille Marais poitevin animé par Sophie Der Mikaélian s'inscrit dans cette mesure. L'Anguille européenne fait en effet l'objet d'un programme de suivi spécifique à l'échelle du bassin de la Sèvre niortaise et des bassins versants associés. Ce réseau de surveillance, créé en 2001 en partenariat avec le Cemagref et l'Onema, permet le suivi de la population d'anguille. Son action se base sur la collaboration étroite entre les différents acteurs du milieu : pêcheurs, scientifiques et gestionnaires. (PIMP, 2003)

Le Parc assure la collecte et l'analyse des données récupérées afin d'une part de partager ces informations et d'autre part d'élaborer un plan de gestion pour l'espèce. Mon stage s'intègre dans cette démarche avec le suivi de la remontée de l'anguille à l'échelle de la Sèvre niortaise, du canal des 5 Abbés et de la rivière Vendée.

Insertion de l'étudiant

Dans le cadre de mon stage je suis responsable du suivi de la migration des anguilles sur 5 passes à anguille. Ce suivi, pour des raisons de cohérence scientifique et de respect de l'intégrité physiologique des animaux et afin de limiter les facteurs de stress, nécessite des relevés quotidiens. Ces exigences méthodologiques impliquent autonomie et responsabilité. Le traitement de données et son analyse sont également axés sur ces principes. La liberté d'organisation et de gestion du travail incite à la prise d'initiatives et à la réflexion quant-aux implications de mon travail dans ce suivi qui durent depuis maintenant plus de 20 ans. Je suis aussi amenée à travailler avec un étudiant de première pour lequel je m'applique à répéter ce schéma tout en lui transmettant mes connaissances.

Dès le premier jour, j'ai été mise en situation avec la visite de la passe à anguille des Enfreneaux à Marans (Figure 1). J'ai pu observer le protocole de suivi que j'ai expérimenté par moi-même dès le 3^{ème} jour. Je me suis également rendue au siège du Parc à Coulon afin de rencontrer l'équipe et son directeur. L'après-midi fut aussi l'occasion de visiter la passe à poisson située sur le barrage de « Marais Pin ». Cet ouvrage permet le suivi des poissons migrateurs de la Sèvre grâce à deux caméras positionnées en face d'une vitre.

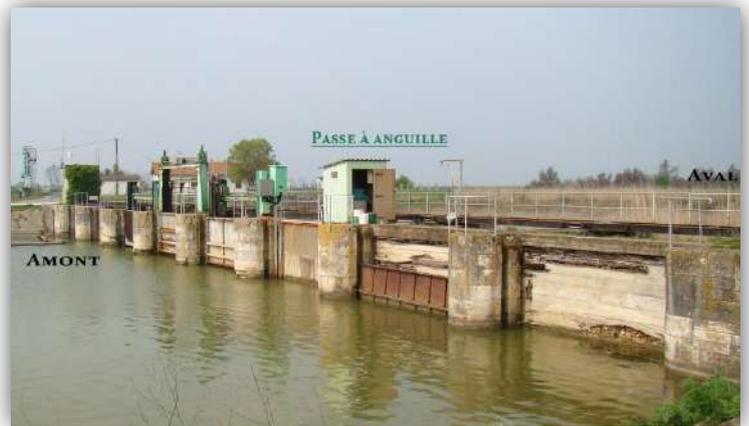


Figure 1 : Barrage des Enfreneaux (M. DUBOIS)

Le lendemain, il m'a été offert l'opportunité d'assister à un groupe de travail sur l'Anguille à Angers. J'ai ainsi pu très rapidement découvrir la réalité du travail au sein du Parc, les enjeux et les difficultés auxquelles sont confrontés les différents acteurs impliqués dans la préservation de l'espèce. Cette volonté de responsabilisation de l'étudiant et la confiance placée en moi m'ont permis de m'intégrer au sein de l'équipe.

Le Parc est un organisme qui relie divers domaines d'activité et qui offre donc la possibilité à nombreux étudiants de découvrir le travail au sein d'un syndicat mixte. J'ai ainsi pu suivre Marion Dubois dans quelques unes de ses prospections loutre (repérage d'épreintes et de coulées, fonctionnalité des aménagements). Cette expérience m'a permis d'appréhender les problématiques de conservation d'une autre espèce emblématique du Marais poitevin : la loutre



**Figure 2 : Loutre d'Europe en action de pêche
(P. DIEUDONNE)**

d'Europe (*Lutra lutra* ; Figure2) également sensible à l'évolution des populations d'anguilles puisque ces dernières représentent une proie de prédilection.

Le Parc est régulièrement amené à travailler avec différents organismes et notamment avec les fédérations de pêches des trois départements du Marais. Des pêches électriques (Figure 3) sont ainsi organisées chaque année, dans le cadre du RAMP, sur 9 des 27 sites établies par le responsable environnement / poissons migrateurs du PIMP en collaborations avec l'Onema et le Cemargref. Ces pêches se déroulent selon un protocole scientifique précis dans le but de suivre les populations d'anguille et la diversité piscicole du Marais. J'ai eu la chance de pouvoir assister et participer à ces pêches au cours desquelles j'ai été amenée à rencontrer d'autres étudiants travaillant sur l'espèce au niveau de différents bassins versants. J'ai particulièrement apprécié cette semaine de pêche car elle m'a permis de rencontrer des professionnels passionnés et désireux de partager leurs connaissances.



Figure 3 : Déroulement d'une pêche électrique : capture de l'ichtyofaune rivulaire en barque grâce à un courant électrique (300 à 600 volts) provoquant une nage forcée vers la surface et une étonnarcose des animaux (M. DUBOIS)

Introduction

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est une espèce ubiquiste capable de vivre aussi bien en milieu marin (zones côtières, estuaires) que dulçaquicole (rivières, marais). Ses capacités exceptionnelles font d'elle une espèce dominante et emblématique des peuplements piscicoles du Marais poitevin. Elle présente un intérêt patrimonial mais se révèle aussi d'une grande importance économique puisque son exploitation, quelque soit le stade biologique, constitue depuis longtemps une activité essentielle pour de nombreux habitants. En 1999, la valeur des captures en France s'élevait à près de 35 millions d'euros. Malgré la diminution des tonnages depuis 25 ans et l'existence de restrictions (Muchiut *et al.*, 2002), il résulte de cette exploitation une forte pression de pêche qui n'est pas sans conséquences.

L'intérêt écologique particulier pour l'Anguille européenne vient en effet d'un constat effectué depuis le début des années 80. Ce dernier a incité le Parc à engager des études sur la biologie et l'écologie de l'espèce (Gascuel, 1987 et Legault, 1987). La volonté de suivi des populations qui en résulte est à l'origine de la création du Réseau Anguille Marais poitevin.

Il est également apparu que la pêche intensive n'était pas la seule cause du classement de l'anguille sur la liste des espèces vulnérables (Keith *et al.*, 1992). Les pratiques agricoles ont amené au fil des siècles à la construction d'ouvrages hydrauliques le long de la Sèvre niortaise et de ses affluents ainsi qu'à la disparition des nombreux seuils au profit de barrages infranchissables. Ces obstacles s'opposent à la migration des anguilles. Les civelles (juvéniles) effectuant une migration anadrome sont plus particulièrement affectées (Legault, 1986). Ainsi, afin de faciliter voire de restaurer la circulation des individus, des passes ont été installées par le Parc du Marais poitevin puis par l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise sur ces aménagements.

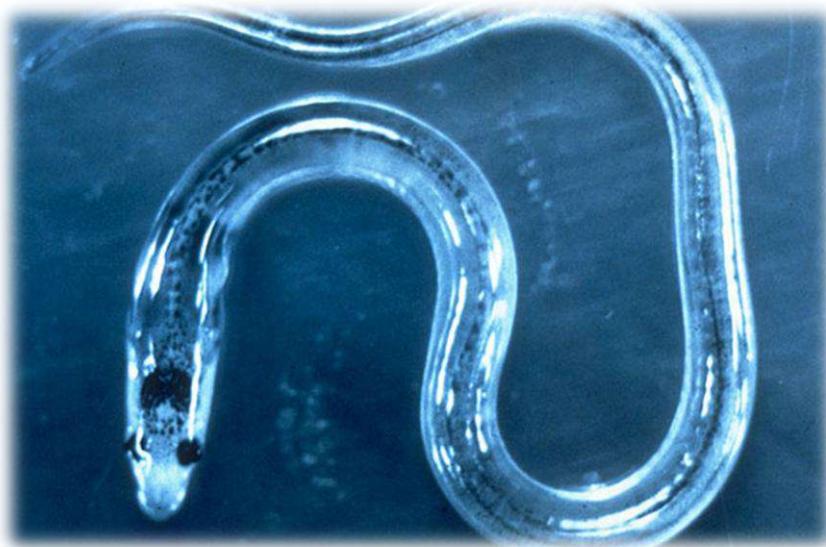
L'objectif principal de ce stage est donc l'évaluer la migration anadrome des civelles dans le Marais poitevin par le suivi de 5 passes à anguille. Ce suivi existant depuis 1984 permet de pouvoir comparer les données de 2012 avec les observations passées. L'objectif secondaire est aussi de faire un bilan des résultats depuis 2010 afin de s'inscrire dans la continuité d'un précédent rapport.

De nombreux facteurs influencent la remontée des civelles et notamment la traversée de l'estuaire. L'estuaire de la Sèvre se jette dans la baie de l'Anguillon et est long de 16 km. Il est sous l'influence de la marée et représente une zone de mélange où s'affrontent les eaux douces venues de l'amont et les eaux marines poussées par les courants de flot. Les mouvements de

masses d'eaux sont des phénomènes complexes liés aux coefficients de marée et aux débits fluviaux (Gascuel, 1987). La migration des civelles dans l'estuaire dépend ainsi à la fois de la marée dynamique et des décharges d'eaux douces libérées au niveau des ouvrages à la mer. Il apparait donc que les phénomènes hydrodynamiques ont une grande influence sur la répartition et le déplacement des civelles dans l'estuaire (Gascuel, 1987).

Le deuxième objectif de ce stage est d'établir, à partir de la base de données et des observations de 2012, l'existence d'un lien entre les coefficients de marée et les débits fluviaux sur le passage des civelles arrivées au pied du barrage des Enfreneaux.

La présentation et l'analyse des résultats préliminaires sera précédée d'une rapide description du sujet d'étude.



Civelle (P. ELIE)

Matériel et Méthodes

Matériel biologique

L'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) est un poisson amphihalain thalassotoque de la famille des Anguillidae (Annexe 1). Son cycle de vie comprend 2 parties : la reproduction et la naissance se déroule en mer des Sargasses au large des Antilles françaises (Schmidt, 1922) et la croissance a lieu dans les fleuves et cours d'eau d'Europe et d'Afrique du Nord. (Figure 4).

Cette espèce se caractérise par son cycle biologique en 5 stades (Figure 4 ; Annexe 2). En arrivant au niveau du plateau continental, les juvéniles deviennent civelles (Annexe 2a).

La migration anadrome des civelles depuis l'aval des estuaires jusqu'à l'amont des bassins versants

s'effectue entre octobre et mai. Les individus attirés par des phénomènes d'hydrotropisme et de rhéotropisme remontent les estuaires en se laissant porter par le courant de flot (migration portée) ou par migration à contre-courant lorsque le courant de jusant n'est pas trop puissant ; elles s'enfouissent dans la vase si celui-ci est trop violent (Gascuel, 1987). Les civelles et anguillettes (Annexe 2a et 2b) possèdent la capacité de se déplacer par reptation. Les passes à anguilles utilisent cette propriété afin de permettre aux animaux le franchissement des barrages et obstacles hydrauliques.

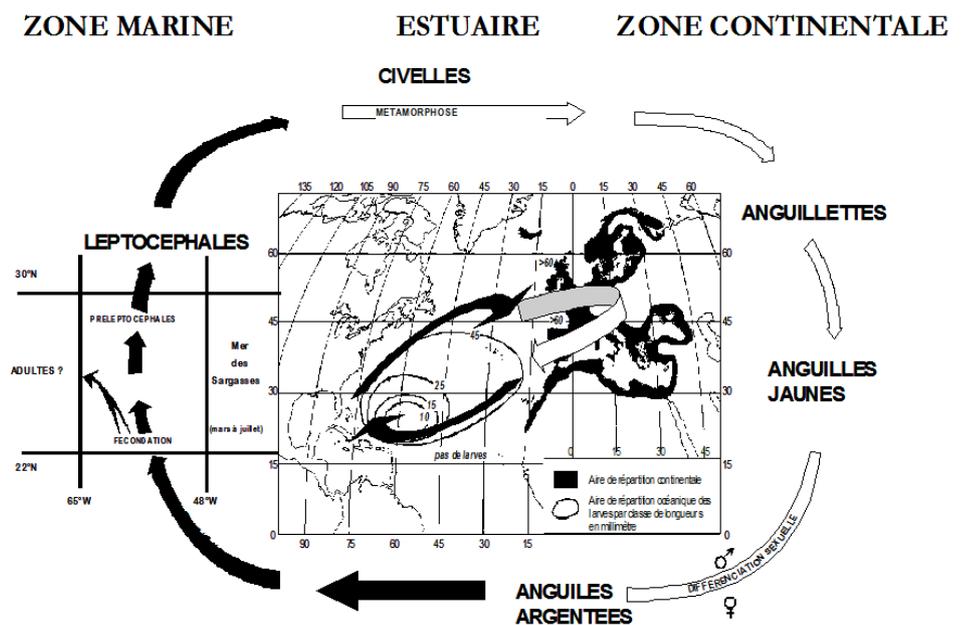


Figure 4 : Distribution et cycle biologique de l'Anguille européenne (www.migrateurs-loire.fr)

Marais poitevin

Le Marais poitevin, situé sur l'ancien golfe des Pictons, s'étale sur 3 départements : Deux-Sèvres, Charente-Maritime et Vendée (Annexe 3). Ce territoire est la deuxième zone humide de France, après la Camargue, avec ses 110 000 hectares. Il se partage en 3 grandes entités : le marais desséché, le marais mouillé et le littoral qui s'étendent respectivement sur 70 000 ha (64%), 30 000 ha (29%) et 10 000 ha (7%) (Cagnant, 2006). Le marais desséché se caractérise par de grandes parcelles agricoles drainées et consacrées majoritairement à l'agriculture intensive.

Passes à anguille

Les ouvrages hydrauliques du Marais poitevin constituent des obstacles à la migration des anguilles. Des passes à anguille (Fish-Pass ; Figure 5) ont été installés afin de permettre le passage des animaux. Un tapis de brosse humide est positionné à l'aval du barrage. Les civelles sont attirées par un débit d'attrait (eau douce) puis rampent sur le tapis et tombent dans un piège (vivier ou filet-poche) permettant le suivi des flux. Les civelles remontent avec la marée au niveau de l'estuaire et la nuit au niveau des passes fluviales (automatisme des pompes pour l'humidification et l'attrait).

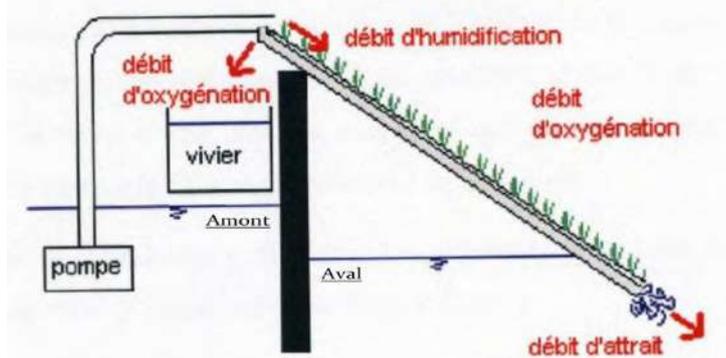


Figure 5 : Schéma de fonctionnement des passes à anguilles (PIMP)

Le Parc réalise le suivi scientifique de 11 des 29 passes du marais (Annexe 3). La localisation de celles contrôlées cette année sont présentées sur l'Annexe 4. Elles sont situées au niveau du bassin versant de la Sèvre niortaise sur la rivière Vendée et le canal des 5 Abbés. Le barrage de Boisse (à vannes levantes), le plus en amont, est directement sous l'influence du barrage d'eau potable de Mervent. 16 km en aval se trouve le barrage de Boule d'Or au niveau duquel les eaux sont dirigées soit vers la rivière Vendée soit vers le canal des 5 abbés. Les barrages (portes à flot) des Enfreneaux et 5 abbés sont situés 13 km en aval, au niveau de l'amont de l'estuaire.

Protocole

Chaque relevé commence par la mesure de la température de l'eau en amont et l'humidification du matériel afin de ne pas endommager les anguilles.

- ✓ Vidange du vivier ou du filet-poche
- ✓ Tri des individus à travers un tamis de maille 5 mm afin d'isoler les plus gros individus (taille > 150 mm)
- ✓ Pesée et comptage des gros individus
- ✓ Pesée des petits individus
- ✓ Estimation du nombre de petits individus par pesée de 150 individus (p) ; nombre total $N = (P * 150) / p$ (P : poids total)
- ✓ Etude biométrique hebdomadaire par mesure à l'aide d'un ichtyomètre de la taille de 150 individus préalablement endormis avec quelques gouttes d'eugénol (3-5 gouttes d'essence de clou de girofle dans 10 ml d'alcool) ; ils sont ensuite placés dans un bain de réveil avant d'être relâchés
- ✓ Remise à l'eau des animaux (à l'amont du barrage)
- ✓ Nettoyage du matériel et remise en fonctionnement de la passe

Le comptage des civelles (petits individus) permet d'observer l'évolution d'une fraction des civelles qui colonisent les cours d'eau. La biométrie renseigne sur l'âge des civelles (période d'arrivée et temps de remontée dans l'estuaire). Le protocole, établi dans le cadre du RAMP, est illustré en Annexe 5. Les modèles de feuilles de terrain utilisées sont présentées en Annexe 6 et Annexe 7.

Courants de marée et débits

Les coefficients de marée (SHOM, port de La Rochelle – La Pallice) et débits fluviaux journaliers au niveau du barrage des Enfreneaux ont été ajoutés à la base de données des suivis depuis 1984. Suite à des problèmes techniques et à l'absence de certaines données, seuls les suivis effectués en 1984, entre 1994 de 1996 et entre 2000 et 2012 seront utilisés pour l'étude de l'influence des courants de marée et des apports fluviaux.

Traitement statistique

Les données de relevés sont rassemblées dans la base de données sous Excel (Microsoft) afin de permettre le traitement statistique. Les représentations graphiques des statistiques descriptives sont effectuées sous Excel. La normalité des données de biométrie est vérifiée par un test de Shapiro-Wilk puis un test de Fisher est réalisé pour vérifier l'homoscédasticité. Des Anova (ANalyse Of Variance) sont effectuées pour étudier l'influence du temps et de la distance à l'estuaire sur la quantité de civelles.

Résultats

Suivi 2012

Le suivi des flux migratoires des animaux nécessite l'étude de données sur plusieurs mois. Les relevés des passes fluviales et de la passe des 5 abbés n'ayant commencé que depuis 2 semaines, les résultats ne sont pas exploitables pour le moment. Le suivi de la passe des Enfreneaux ayant commencé début avril, les premiers résultats sont disponibles.

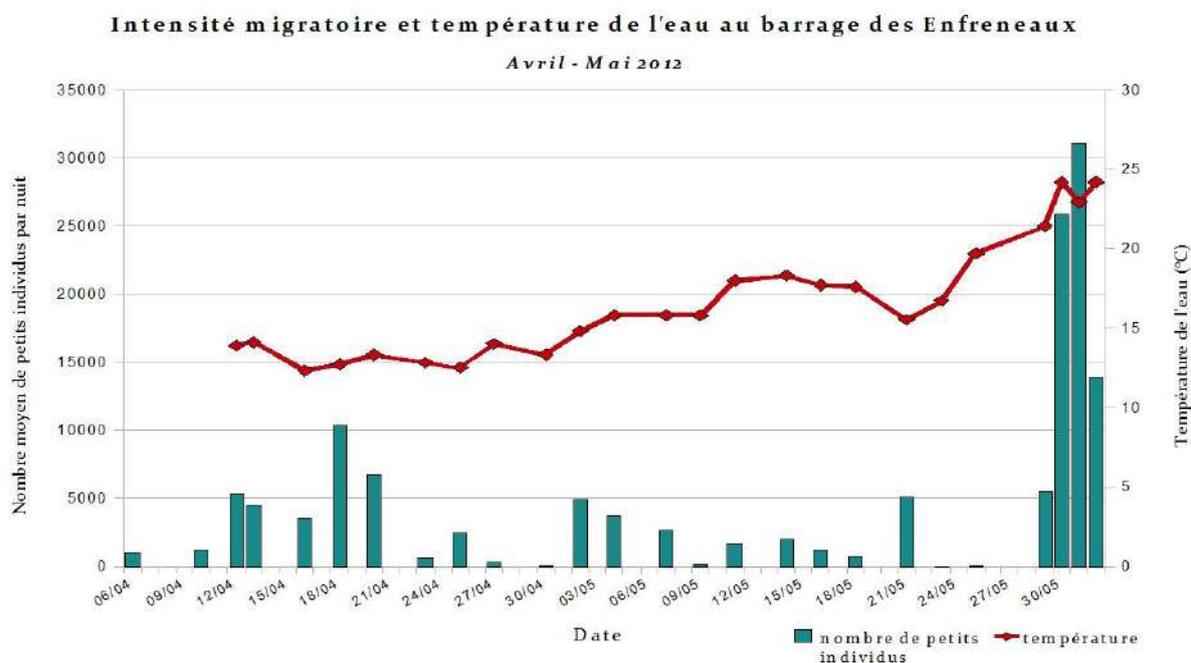
Synthèse préliminaire

**Tableau 1 : Résultats du suivi de la passe à anguille du barrage des Enfreneaux
Avril - Mai 2012**

Nombre d'individus			Poids total (g)	Nombre de nuits
Petits	Grands	Total		
216383	13542	229925	63068	56

Le Tableau 1 présente un récapitulatif des résultats du suivi entre le 6 avril et le 1^{er} juin 2012. Cette synthèse des observations permet la comparaison du recrutement estuarien avec celui d'autres bassins versants.

Intensité migratoire



**Figure 6 : Evolution journalière des piégeages au barrage des Enfreneaux et température de l'eau
Avril - Mai 2012**

La Figure 6 présente les premiers résultats obtenus lors du suivi de remontée des civelles au niveau de l'estuaire. La fréquence des relevés étant modulée en fonction des quantités observées, seuls les nombres moyens d'individus par nuit sont exploités. Les mois

d'avril et mai montrent un nombre moyen de civelles (petits individus) inférieur à 5 000 individus. Il est possible de distinguer 2 pics : le premier, faiblement marqué (environ 10 000 civelles), autour du 18 avril et le second, nettement observable (plus de 25 000 civelles), début juin. La Figure 6 montre également une augmentation de la température de l'eau (entre 13°C et 25°C) avec une rapide progression à partir du 21 avril : +10°C les 10 derniers jours de mai. Le deuxième pic de piégeage est observé lorsque l'eau est la plus chaude.

Distribution de la taille

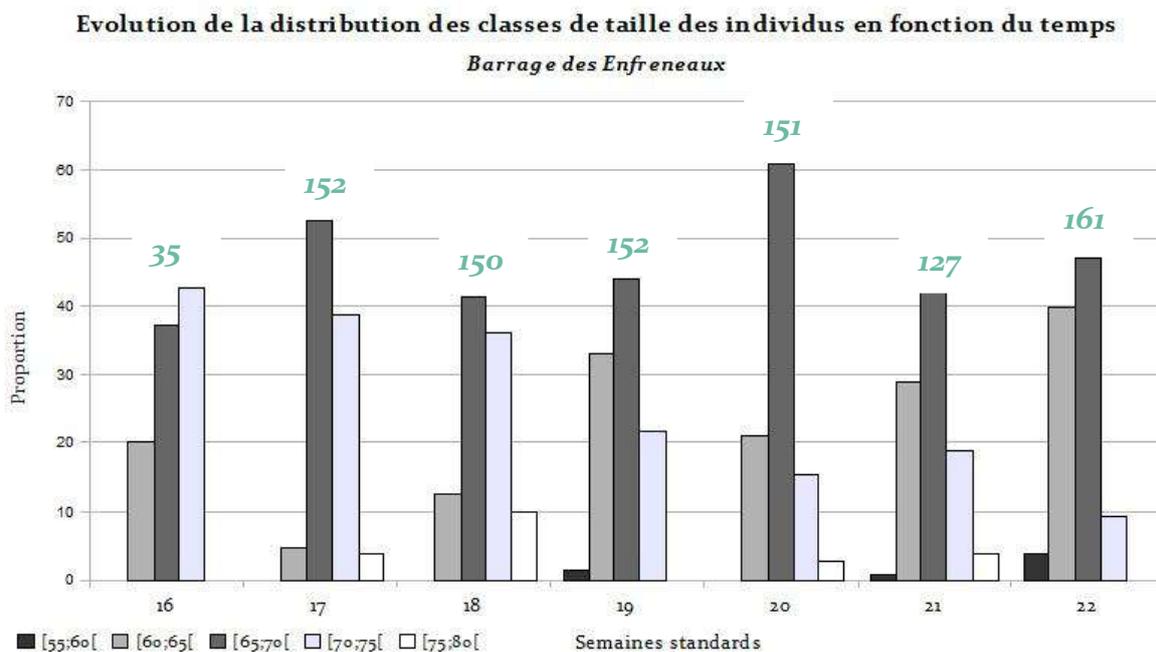


Figure 7 : Evolution de la distribution des individus par classe de tailles entre Avril et Mai 2012 au barrage des Enfreneaux ; effectif d'échantillonnage hebdomadaire en étiquette

Les résultats de biométrie préliminaires aux Enfreneaux permettent d'observer un schéma provisoire présenté en Figure 7. La distribution des classes de taille (mm) des civelles remontant à l'amont de l'estuaire entre les semaines 16 et 22 (semaines standards en Annexe 8) est présentée en pourcentage de chaque classe par rapport l'effectif d'échantillonnage total hebdomadaire. Les données de chaque semaine suivent une loi Normale sauf pour la semaine 22 (Annexe 9a).

Tableau 2: ANOVA à 1 facteur ; l'hypothèse H0 : aucune influence de la semaine est rejetée

Enfreneaux	SC	DDL	CM	Fcalc	Fcrit	Décision
Total	12803,02	927				
Groupe	2090,56	6	348,43	29,96	2,1	Ho rejetée
Erreur	10712,45	921	11,63			

A l'exception de la semaine 16, la classe de taille la plus abondante est [65;70[avec des proportions supérieures à 40%. Comme le confirme l'Anova (Tableau 2) : la taille moyenne

des individus varie en fonction du temps. Les classes [60;65[et [70;75[montrent des variations d'abondance au cours du temps. La proportion de civelles de moins de 65 mm semble augmenter passant de 5% à près de 40% en 6 semaines alors que les civelles supérieures à 70 mm semblent être moins abondantes avec à peine 10% en semaine 22 contre près de 40% en semaine 17.

Distance à l'estuaire

Le suivi des passes fluviales (Boisse et Boule d'Or) a commencé en semaine 22, l'étude des résultats n'est donc pas permise. Cependant la comparaison des mesures de biométrie de cette première semaine en fonction de l'éloignement à l'estuaire est possible.

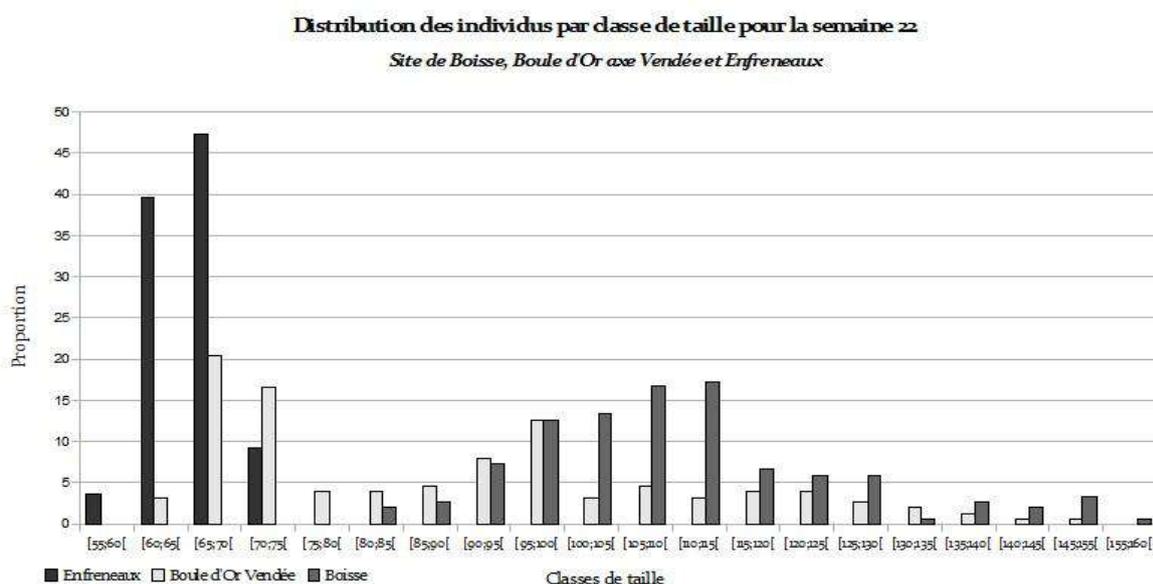


Figure 8 : Abondance de civelles par classe de taille pour la semaine 22 en fonction de la distance à l'estuaire : Enfreneaux (0 km), Boule d'Or (13 km) et Boisse (29 km)

Les données de chaque site suivent une loi Normale à l'exception des Enfreneaux (Annexe 9b).

Tableau 3 : ANOVA à 1 facteur ; H0 : aucune influence du site (distance à l'estuaire)

Semaine 22	SC	DDL	CM	Fcalc	Fcrit	Décision
Total	256677,55	461				
Groupe	156056,32	2	78028,16	355,94	2,6	Ho rejetée
Erreur	100621,24	459	219,22			

La Figure 8 présente la distribution des classes de taille (mm) sur les sites des Enfreneaux, de Boule d'Or axe Vendée et de Boisse. Les résultats de la semaine 22 montrent une différence de répartition des individus en fonction de la taille (Figure 8 ; Tableau 3). Au niveau de l'estuaire, les civelles mesurent en majorité entre 60 mm et 70 mm de longueur (plus

de 85%) ; aucun individu ne dépasse les 75 mm. Pour les sites fluviaux la distribution est plus étendue avec des individus entre 60 mm et 160 mm de longueur. Il apparaît que les classes de tailles supérieures à 80 mm sont plus abondantes lorsqu'on s'éloigne de l'estuaire. Les mesures effectuées à Boisse montrent une majorité d'animaux entre 95 mm et 115 mm (plus de 65%). Les résultats à Boule d'Or sont intermédiaires avec près de 40% des civelles de longueur entre 65 mm et 75 mm et une large distribution des individus qui peuvent mesurer moins de 65 mm et plus de 145 mm de longueur.

Bilan 2010-2012

Le bilan de 2010 à 2012 nécessite l'ensemble des données de la saison.

Débits fluviaux et coefficients de marée

En absence de données de débits pour le moment, l'étude de l'influence des mouvements de masses sur la migration anadrome des civelles n'est pas possible.

Discussion

La passe à anguille des Enfreneaux, installée en 1984, est la première de France. Elle se situe à la limite amont de l'estuaire de la Sèvre niortaise (Annexe 3 et 4). Cette année, le suivi de l'intensité migratoire au niveau de cette passe montre 2 pics de migration (Figure 6). Le premier (mi-avril) n'est que peu marqué ; les données de toute la saison seront nécessaires pour déterminer sa validité. Le deuxième, qui semble démarrer en semaine 22, est plus net et paraît corrélé à la variation de la température de l'eau. La migration et notamment le franchissement des barrages estuariens sont en effet sous l'influence de la température. Une température minimale entre 12°C (Gascuel, 1987) et 15°C (PIMP, 2003) est nécessaire au déclenchement de la migration et détermine l'intensité de colonisation (Elie, 1979). Il est raisonnable de supposer que les relevés de juin et juillet suivront cette tendance. Des tests statistiques sur l'ensemble des données seront cependant nécessaires afin de confirmer l'existence des pics et du rôle de la température.

Les relevés de biométrie aux Enfreneaux donnent également accès à des informations sur les différentes montées des civelles. Ces dernières n'arrivent pas en même temps au pied du barrage du fait d'une vitesse de déplacement dans l'estuaire différente et d'une arrivée à l'aval de celui-ci qui s'échelonne sur plusieurs mois (Gascuel, 1987). La Figure 7 montre une tendance à l'augmentation de la proportion d'individus inférieurs à 65 mm de longueur et à une diminution de celle des individus supérieurs à 70 mm ; tendance confirmée par une l'Anova (Tableau 2). Lors de la métamorphose leptocéphale-civelle, la taille des animaux diminuent (Gascuel, 1987). L'arrivée d'une nouvelle « vague » de migrants peut donc expliquer cette tendance. Démarrer le suivi plus tôt dans l'année fournirait des données pour évaluer ces différentes « vagues ». La période de démarrage de la migration anadrome se terminant, l'inversement de cette tendance dans la poursuite des relevés est à envisager.

Le recrutement estuarien implique majoritairement les anguilles au stade juvénile (Gascuel, 1987). Cette fraction est donc dominante dans la zone de marée dynamique. La Figure 8 et l'étude statistique (Tableau 3 ; Annexe 9b) montrent bien cette distribution. Elle révèle également une évolution de la taille des individus dans les cours d'eau puisque les 3 sites étudiés, distants entre eux de 13 à 16 km, sont situés sur le même bassin (Annexe 3 et 4). La distribution des anguilles dans le marais est en effet liée aux différents stades de développement (civelle, anguillette, anguille jaune). Les individus remontent les cours d'eau pour y poursuivre leur croissance. Les anguilletes et les anguilles jaunes sont ainsi majoritaires dans les zones les plus éloignées de l'estuaire (Legault, 1987). La tendance observée dans la

Figure 8 correspond aux données de biométrie sur une seule semaine. Le suivi des prochaines semaines devraient permettre d'affiner la distribution des classes de taille sur les différents sites.

Le début de la saison 2012 se caractérise par d'importantes différences de relevés sur les passes à anguilles. Le Tableau 1 révèle que, sur les mois d'avril et mai, un peu plus de 63 kg de civelles ont été pesés au niveau de la passe des Enfreneaux alors que sur l'estuaire de la Vie (au nord de la Vendée), sur le seul mois d'avril, plus de 700 kg ont été relevés (*Comm. Pers. P. Gauthier*)

Ses résultats moindres peuvent être dus à un décalage temporel dans la remontée. La période de migration des civelles dans l'estuaire dépend de la latitude. L'aire de répartition étendue de l'anguille amène l'arrivée de civelles sur les côtes européennes dès le mois de septembre dans le Golfe de Gascogne et de Gibraltar ; ce trajet est considéré comme le plus court (Tesch, 1979 in Gascuel, 1987). Les civelles atteignent ensuite les estuaires de la Gironde puis de la Loire début octobre (Elie, 1979). La migration est d'autant plus tardive que l'on remonte vers le Nord : novembre à décembre en Manche et janvier sur les côtes danoises (Tesch, 1977 & Lindquist, 1979 in Gascuel, 1987). Cette hypothèse reste cependant peu probable car ces variations d'abondance très marquées sont observées à moins de 100 km de distance.

L'explication la plus plausible est liée à la qualité des eaux. Les cultures céréalières et celle du maïs notamment représentent 19% du recouvrement des sols (ESRI) et sont à l'origine d'une pollution des sols et des cours d'eau par les engrais et pesticides. Les eaux de la Sèvre en aval de Niort et particulièrement à l'aval de la rivière Vendée et jusqu'à l'embouchure sont qualifiées de douteuses sur le plan organique et chimique (Gascuel, 1987 ; condamnation par l'Union Européenne en 2008). De la politique de production intensive sur le marais (PIMP, 2011) résulte une augmentation des teneurs en nitrates et phosphates dans les fossés et canaux secondaires responsable de l'accélération de l'envasement et de l'eutrophisation du milieu. Ces facteurs anthropiques de dégradation de la qualité du milieu peuvent impacter la distribution de l'espèce, sensible aux pesticides (Bruslé, 1994). Il convient toutefois de noter que l'influence de la pollution des eaux sur l'anguille reste mal connue même si l'obligation pour ces individus de traverser des secteurs de moindre qualité environnementale ne peut être sans conséquences.

De plus, la gestion des barrages constitue en enjeu majeur dans le suivi des populations d'anguille dans le Marais poitevin. Les écoulements d'eaux douces (potentiellement polluées) dans l'estuaire sont directement liés à la gestion hydraulique puisque seule l'ouverture des ouvrages imperméables permet la libération des eaux douces. Or cette eau est nécessaire à la

migration des anguilles et des poissons migrateurs de façon plus générale car elle crée un débit d'attrait. Les civelles qui arrivent sur le plateau continental remontent la côte en suivant le courant puis, grâce à un phénomène d'hydrotropisme, s'orientent vers l'embouchure des fleuves (Gascuel, 1987). Ces débits doivent cependant être modérés puisque les juvéniles d'anguilles ne peuvent remonter le courant que si celui-ci ne dépasse pas une vitesse de 30 cm/s (Clément, 1976 in Gascuel, 1987). La gestion hydraulique actuelle renforce ainsi l'influence contradictoire du débit fluvial. Les ouvrages à la mer sont en effet largement ouverts en période de crue ou de fortes précipitations. Les volumes d'eaux relâchés y sont trop importants, rendant plus difficile la remontée des individus.

La zone estuarienne est sous l'influence des marées et subit chaque année un phénomène d'envasement. C'est pourquoi une opération de dragage de la Sèvre a débuté à l'automne 2011, avant la réfection du barrage. Le barrage va être refait durant l'été et s'en suivra l'installation d'une nouvelle passe. Le remplacement du système de piégeage permettra l'amélioration du suivi. Différentes propositions sont à l'étude comme la mise en place systématique de bulleurs afin d'éviter les risques de mortalité lors des fortes remontées et/ou lorsqu'en pleine saison la température de l'eau dépasse les 20°C. L'agrandissement du bac, de la cabane ou la mise en place d'une caméra sont également envisagés pour faciliter le suivi mais aussi pour pouvoir intervenir rapidement lors des pics de migration et lutter contre le braconnage. Ce dernier, en constante augmentation depuis 20 ans, fausse les chiffres et rend plus difficile l'exploitation des données et la mise en place de plans de restauration.

Le Marais poitevin, avec son ouverture sur l'océan Atlantique et son positionnement au sein de l'aire de répartition de l'Anguille européenne, représente donc un espace privilégié pour l'arrivée des juvéniles d'anguille. Cependant depuis le début des années 80, la forte diminution des stocks de civelles dans l'estuaire a alerté les acteurs de ce milieu fragile. Les résultats préliminaires de 2012 semblent confirmer cette tendance. Pourtant la construction de passes à poissons sur les ouvrages hydrauliques qui fragmentent ce réseau a été décidée afin de rétablir la circulation des animaux tout en autorisant un meilleur suivi de l'espèce. Mais le cycle de vie et les capacités exceptionnelles de l'anguille rendent son étude plus compliquée. Si les facteurs de température, de salinité, les courants de marée et les apports d'eau douce influencent la remontée des individus, d'autres facteurs, d'origine anthropique, entrent en compte. En effet, la qualité et la gestion de l'eau doivent être à considérer afin de perfectionner les plans de conservation de cette espèce emblématique. Tant par son importance économique qu'écologique, l'Anguille européenne représente donc un enjeu majeur dans la préservation de la deuxième zone humide de France.

Bibliographie

Publications

- ◆ BESLOT E., 2005, L'anguille européenne dans le Marais poitevin : suivi de la migration anadrome et axe de réflexion pour l'amélioration de la colonisation, *Mémoire PIMP*, 79p.
- ◆ BRUSLE J., 1994, L'Anguille européenne *Anguilla anguilla*, un poisson sensible aux stress environnementaux et vulnérable à diverses atteintes pathogènes. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **335**, 237-260.
- ◆ CAGANT M., 2006, Migration anadrome des civelles et anguilles dans le Marais poitevin : suivi, analyses et propositions de gestion, *Mémoire PIMP*, 42p.
- ◆ ELIE P., 1979, Contribution à l'étude des remontées de civelles d'*Anguilla anguilla* L. dans l'estuaire de la Loire : Pêche, Ecologie, Ecophysiologie et Elevage, *Thèse de IIIème cycle*, Rennes, 381p.
- ◆ GASCUEL D., 1987, La civelle d'anguille dans l'estuaire de la sèvre niortaise : biologie, écologie, exploitation. Publications Halieutique ENSAR, Rennes, 4(1), 327p.
- ◆ KEITH P., ALLARDI J., et MOUTOU P., 1992, Le livre rouge des espèces menacées de France, *Min. Env. Paris.*, 111p.
- ◆ LEGAULT A., 1987, L'anguille dans le bassin de la sèvre niortaise : biologie, écologie, exploitation, *Publications Halieutique ENSAR*, Rennes, 6, 305p.
- ◆ MUCHIUT S., GALLET F., AUBIN D., BARANGER L., LE BIHAN V. et PERRAUDEAU Y., 2002, Principaux facteurs à prendre en compte pour une meilleure gestion de l'Anguille européenne *Anguilla anguilla*, *Observatoire des pêches et cultures marines du Golfe de Gascogne*, AGLIA, 82p.
- ◆ SCHMIDT J., 1922, The breeding places of the eel, *Phil. Trans. R. Soc.*, **211**, 179-208.

Rapports

- ◆ Parc Interrégional du Marais Poitevin, 2003, Réseau de suivi et de surveillance de la population d'anguille du bassin de la Sèvre Niotaise et des bassins versants associés, *Rapport détaillé*, PIMP, Cemagref, CSF, 56p.
- ◆ Parc Interrégional du Marais Poitevin, 2006, Projet de charte de Parc naturel régional du Marais poitevin, *Rapport PIMP*, 98p.
- ◆ Parc Interrégional du Marais Poitevin, 2011, 2004 > 2012 : Le Parc en action, *Rapport PIMP*, 83p.

Sites internet

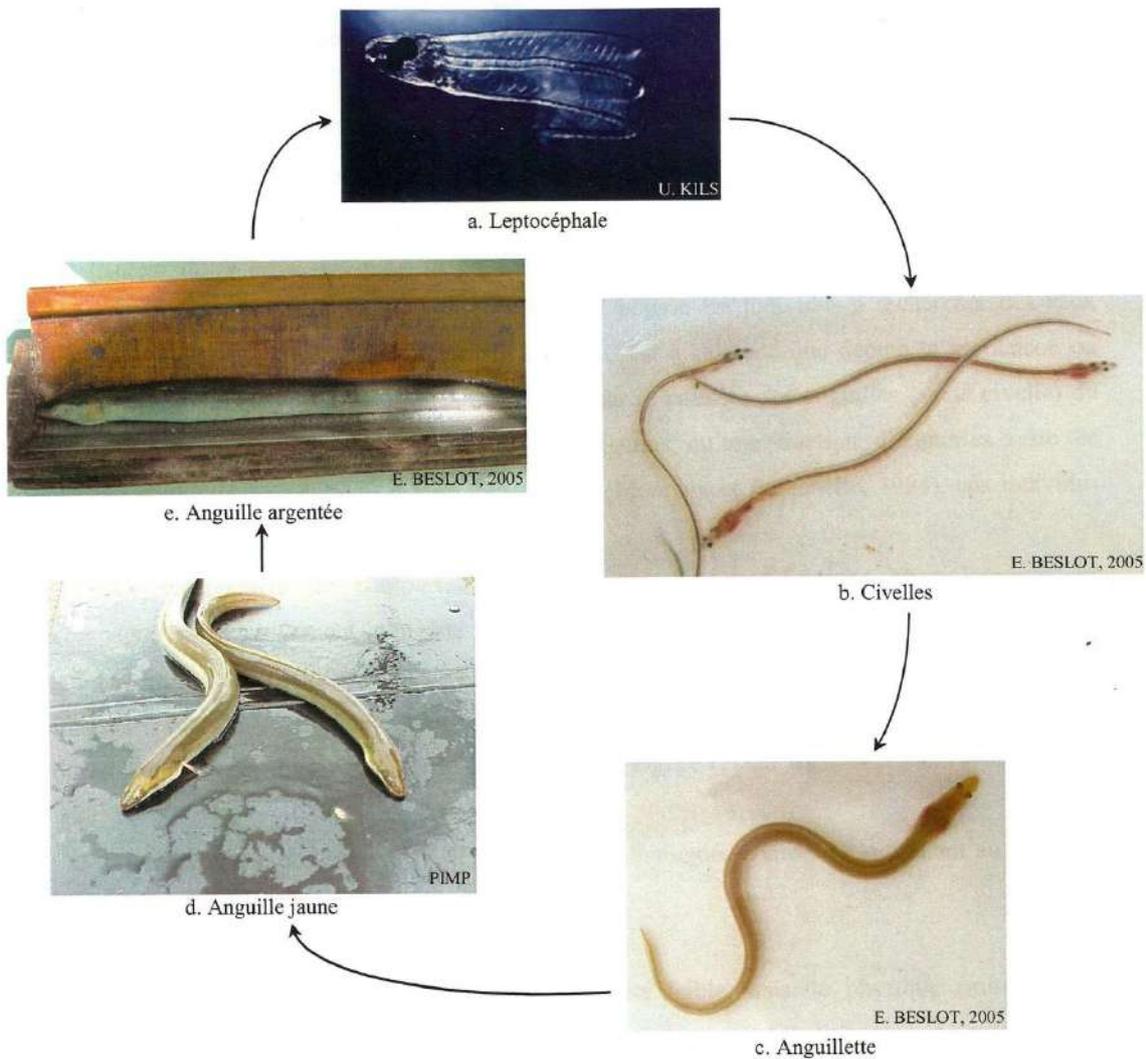
- ◆ SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) : www.shom.fr
- ◆ ESRI France : <http://www.esrifrance.fr/>
(http://www.esrifrance.fr/sig2003/Communication/maraispoit/maraispoit_esri.htm)

Annexes

Annexe 1 : Systématique de l'Anguille européenne (Linné, 1759)

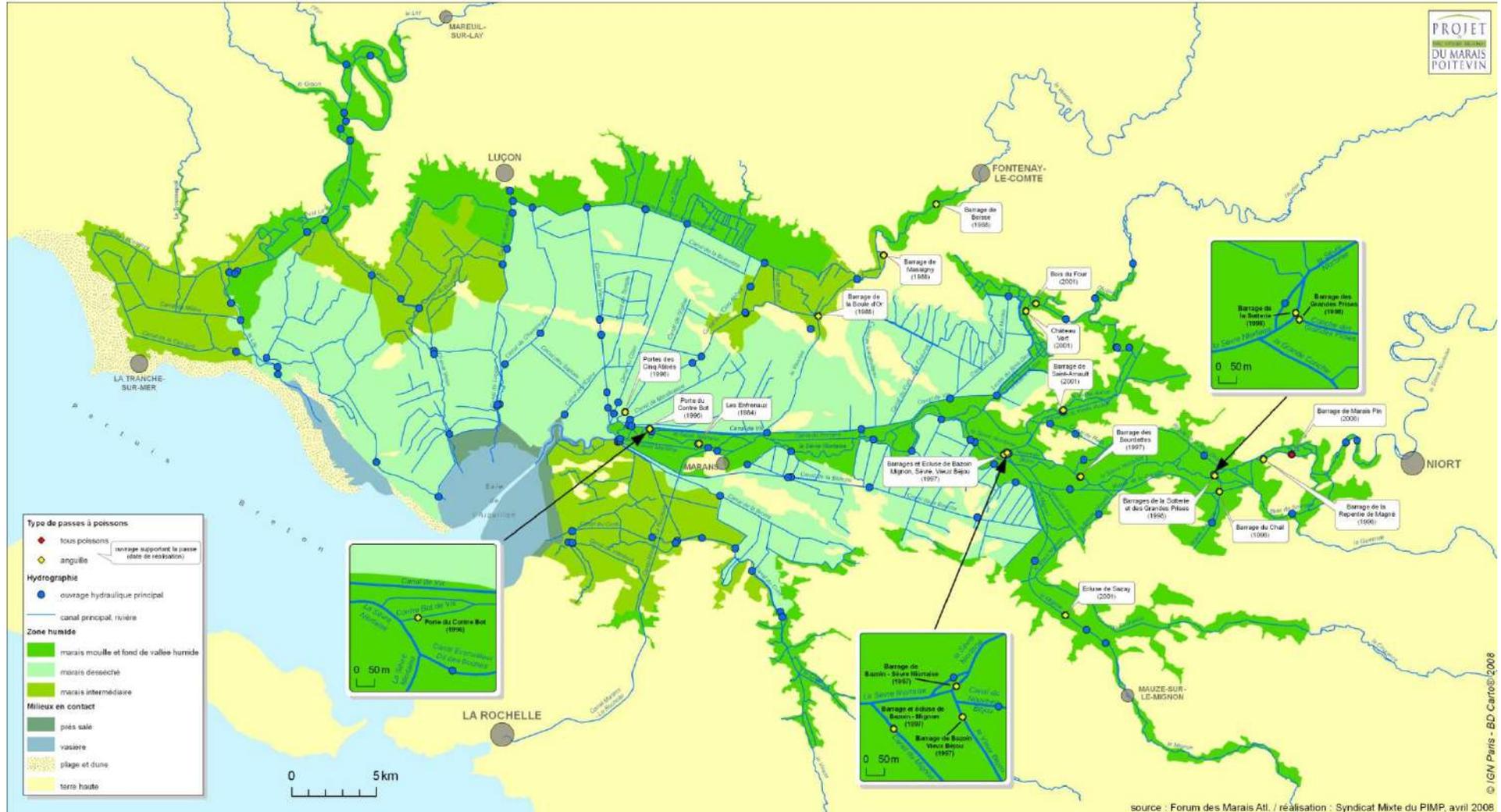
Embranchement : Vertébrés
Super classe : Poissons
Classe : Ostéichthyens
Sous classe : Actinoptérygiens
Super ordre : Téléostéens
Ordre : Anguilliformes
Famille : *Anguillidae*
Genre : *Anguilla*
Espèce : *anguilla*

Annexe 2 : Morphologies des stades biologiques de l'Anguille européenne (Beslot, 2005)

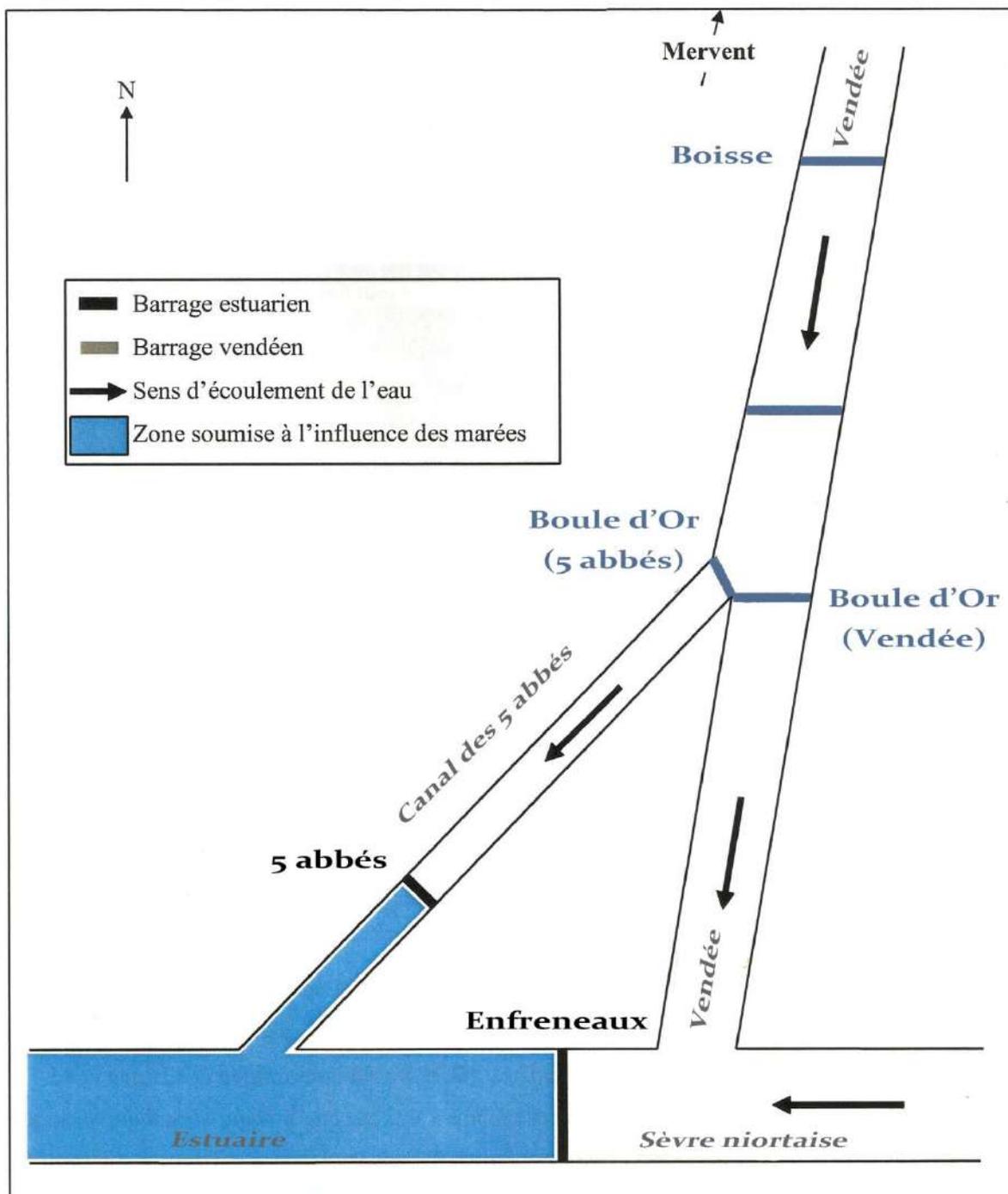


Annexe 3 : Carte du Marais poitevin : localisation, entité géographique de la zone humide, ouvrages hydrauliques et passes à anguille (PIMP)

Passes à poissons du Marais poitevin



Annexe 4 : Localisation des sites d'études (Beslot, 2005)



Annexe 5 : Etapes du protocole de relèves des passes à anguilles



① préparation du matériel



② collecte des individus



③ passage des individus sur un tamis (maille 5 mm)



④ pesée et dénombrement du refus du trieur (« grandes anguilles » >150mm)



⑤ pesée des anguilles <150 mm (« petites anguilles »)



⑥ pesée de 150 individus pour estimation du nombre total de petits individus



⑦ mesures biométriques d'un échantillon de « petites anguilles »



⑧ remise à l'eau de toutes les anguilles en amont du barrage

Annexe 7 : Modèle de feuille de terrain pour mesures biométriques

Barrage de ...												Date : /	
Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Rive :	
1		16		31		46		61		76		Indiv	Taille mm
2		17		32		47		62		77		91	
3		18		33		48		63		78		92	
4		19		34		49		64		79		93	
5		20		35		50		65		80		94	
6		21		36		51		66		81		95	
7		22		37		52		67		82		96	
8		23		38		53		68		83		97	
9		24		39		54		69		84		98	
10		25		40		55		70		85		99	
11		26		41		56		71		86		100	
12		27		42		57		72		87			
13		28		43		58		73		88			
14		29		44		59		74		89			
15		30		45		60		75		90			

Barrage de ...												Date : /	
Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Rive :	
1		16		31		46		61		76		Indiv	Taille mm
2		17		32		47		62		77		91	
3		18		33		48		63		78		92	
4		19		34		49		64		79		93	
5		20		35		50		65		80		94	
6		21		36		51		66		81		95	
7		22		37		52		67		82		96	
8		23		38		53		68		83		97	
9		24		39		54		69		84		98	
10		25		40		55		70		85		99	
11		26		41		56		71		86		100	
12		27		42		57		72		87			
13		28		43		58		73		88			
14		29		44		59		74		89			
15		30		45		60		75		90			

Barrage de ...												Date : /	
Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Indiv	Taille	Rive :	
1		16		31		46		61		76		Indiv	Taille mm
2		17		32		47		62		77		91	
3		18		33		48		63		78		92	
4		19		34		49		64		79		93	
5		20		35		50		65		80		94	
6		21		36		51		66		81		95	
7		22		37		52		67		82		96	
8		23		38		53		68		83		97	
9		24		39		54		69		84		98	
10		25		40		55		70		85		99	
11		26		41		56		71		86		100	
12		27		42		57		72		87			
13		28		43		58		73		88			
14		29		44		59		74		89			
15		30		45		60		75		90			

Annexe 8 : Calendrier 2012 avec semaines standards

janvier 2012		février 2012		mars 2012		avril 2012		mai 2012		juin 2012	
1 D		1 M		1 J		1 D		1 M		1 V	
2 L		2 J	5	2 V		2 L		2 M	18	2 S	
3 M		3 V		3 S		3 M		3 J		3 D	
4 M	1	4 S		4 D		4 M	14	4 V		4 L	
5 J		5 D		5 L		5 J		5 S		5 M	
6 V		6 L		6 M		6 V		6 D		6 M	23
7 S		7 M		7 M	10	7 S		7 L		7 J	
8 D		8 M	6	8 J		8 D		8 M		8 V	
9 L		9 J		9 V		9 L		9 M	19	9 S	
10 M		10 V		10 S		10 M		10 J		10 D	
11 M	2	11 S		11 D		11 M	15	11 V		11 L	
12 J		12 D		12 L		12 J		12 S		12 M	
13 V		13 L		13 M		13 V		13 D		13 M	24
14 S		14 M		14 M	11	14 S		14 L		14 J	
15 D		15 M	7	15 J		15 D		15 M		15 V	
16 L		16 J		16 V		16 L		16 M	20	16 S	
17 M		17 V		17 S		17 M		17 J		17 D	
18 M	3	18 S		18 D		18 M	16	18 V		18 L	
19 J		19 D		19 L		19 J		19 S		19 M	
20 V		20 L		20 M		20 V		20 D		20 M	
21 S		21 M		21 M	12	21 S		21 L		21 J	25
22 D		22 M	8	22 J		22 D		22 M		22 V	
23 L		23 J		23 V		23 L		23 M	21	23 S	
24 M		24 V		24 S		24 M		24 J		24 D	
25 M		25 S		25 D		25 M		25 V		25 L	
26 J	4	26 D		26 L		26 J	17	26 S		26 M	
27 V		27 L		27 M		27 V		27 D		27 M	26
28 S		28 M		28 M	13	28 S		28 L		28 J	
29 D		29 M	9	29 J		29 D		29 M		29 V	
30 L				30 V		30 L		30 M	22	30 S	
31 M				31 S				31 J			

juillet 2012		août 2012		septembre 2012		octobre 2012		novembre 2012		décembre 2012	
1 D		1 M		1 S		1 L		1 J		1 S	
2 L		2 J	31	2 D		2 M		2 V		2 D	
3 M		3 V		3 L		3 M		3 S		3 L	
4 M	27	4 S		4 M		4 J	40	4 D		4 M	
5 J		5 D		5 M	36	5 V		5 L		5 M	49
6 V		6 L		6 J		6 S		6 M		6 J	
7 S		7 M		7 V		7 D		7 M	45	7 V	
8 D		8 M	32	8 S		8 L		8 J		8 S	
9 L		9 J		9 D		9 M		9 V		9 D	
10 M		10 V		10 L		10 M		10 S		10 L	
11 M	28	11 S		11 M		11 J	41	11 D		11 M	
12 J		12 D		12 M		12 V		12 L		12 M	
13 V		13 L		13 J	37	13 S		13 M		13 J	50
14 S		14 M		14 V		14 D		14 M	46	14 V	
15 D		15 M	33	15 S		15 L		15 J		15 S	
16 L		16 J		16 D		16 M		16 V		16 D	
17 M		17 V		17 L		17 M		17 S		17 L	
18 M	29	18 S		18 M		18 J	42	18 D		18 M	
19 J		19 D		19 M		19 V		19 L		19 M	
20 V		20 L		20 J	38	20 S		20 M		20 J	51
21 S		21 M		21 V		21 D		21 M		21 V	
22 D		22 M	34	22 S		22 L		22 J	47	22 S	
23 L		23 J		23 D		23 M		23 V		23 D	
24 M		24 V		24 L		24 M		24 S		24 L	
25 M		25 S		25 M		25 J	43	25 D		25 M	
26 J	30	26 D		26 M		26 V		26 L		26 M	
27 V		27 L		27 J	39	27 S		27 M		27 J	52
28 S		28 M		28 V		28 D		28 M		28 V	
29 D		29 M	35	29 S		29 L		29 J	48	29 S	
30 L		30 J		30 D		30 M		30 V		30 D	
31 M		31 V				31 M	44			31 L	

Annexe 9 : Résultats des tests de Normalité effectués avec R

Annexe 9a : Test de normalité (Shapiro-Wilk) des données de taille en fonction de la semaine ; seule la semaine 22 ne suit pas la loi Normale (valeur supérieure au risque alpha de 5%)

Test Shapiro - Wilk						
S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
0.0212	0.0152	0.0809	0.0024	0.0104	0.0084	0.1035

Annexe 9b : Test de normalité (Shapiro-Wilk) des données de taille en fonction du site ; les données des Enfreneaux ne suivent pas la loi Normale (valeur supérieure au risque alpha de 5%)

Test Shapiro - Wilk		
Enfreneaux	Boule d'Or	Boisse
0.1035	3.563e-05	5.0567e-08