

SUIVI 2012 DE LA MIGRATION ANADROME DES CIVELLES DANS LE MARAIS POITEVIN

Bilan 2010-2012

Coefficients de marée et débits fluviaux

Morgane LECHEVALIER

Master 1 « Sciences Pour l'Environnement »

Université de La Rochelle

Sophie DER MIKAELIAN

Parc interrégional du Marais poitevin

2, rue de l'Eglise

79510 Coulon

AVRIL – AOUT 2012



REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord remercier M. Yann HELARY, président du Parc interrégional du Marais poitevin, de m'avoir permis d'effectuer mon stage au sein du Parc.

Je remercie également, Mme Sophie DER MIKAELIAN, ma maître de stage et chargée de mission environnement / Poissons migrateurs, de m'avoir fait confiance, d'avoir partagé avec moi sa passion et pour les corrections apportées à ce rapport.

M. Xavier BARON, chargé de mission environnement, pour sa bonne humeur et sa gentillesse.

M. Philippe GAUTHIER et toutes les personnes que je n'ai pas citées.

Enfin je remercie Marion DUBOIS, stagiaire et colocataire de bureau, pour sa bonne humeur, sa gentillesse et pour nos discussions à propos d'un peu tout et de beaucoup de rien.

Gauthier LAPEGUE, stagiaire et coéquipier, pour son enthousiasme, son aide précieuse et ses paquets de gâteaux en guise de dessert.

Anne-Sophie BASILE et Marion ARMENGOL , stagiaires et futures diplômées, pour m'avoir fait découvrir un peu de leur travail, pour leur gentillesse et leur bonne humeur.

Merci aux agents de la DDT 79 pour leur gentillesse et leur disponibilité.



SOMMAIRE

Sommaire	1
Introduction	3
Partie I : Contexte Général	5
<i>Réseau Anguille Marais poitevin</i>	5
<i>Anguille européenne</i>	5
Partie II : Matériel et Méthodes	7
<i>Suivi des passes-pièges</i>	7
Présentation des passes à anguilles	7
Localisation des passes sur le Marais	7
Protocole de suivi	8
<i>Bilan 2010-2012</i>	9
<i>Coefficients de marée et indice de débit fluvial</i>	10
<i>Traitement statistique</i>	11
Partie III : Etude du suivi 2012	12
<i>Les passes estuariennes</i>	12
Bilan	12
Intensité migratoire	12
Influence de la température	13
Evolution de la taille	15
<i>Les passes fluviales</i>	16
Bilan	16
Intensité migratoire	16
Influence de la température	17
Evolution de la taille	19
<i>La distance à l'estuaire</i>	20
<i>Synthèse</i>	21
Partie IV : Bilan des résultats 2010 – 2012	22
<i>Les passes estuariennes</i>	23
Les Enfreneaux	23
Les portes des Cinq Abbés	27
Les portes du Contreboth de Vix	29
Synthèse	29
<i>Les passes fluviales</i>	30
Boule d'Or axe Vendée	30
Boule d'Or axe Cinq Abbés	34
Boisse	37
Bazoin-Mignon	40
Synthèse	40
Partie V : Réflexion sur l'influence des coefficients de marée et débits fluviaux	41
<i>Débits fluviaux</i>	41

<i>Coefficients de marée</i>	43
<i>Discussion sur les données</i>	44
Conclusion	45
Bibliographie	46
Glossaire	48
Annexes	
Annexe 1 : Carte du Marais poitevin : localisation, entité géographique de la zone humide, ouvrages hydrauliques et passes à anguille (PIMP)	
Annexe 2 : Etapes du protocole de relèves des passes à anguilles	
Annexe 3 : Captures annuelles en civelles en fonction des facteurs hydrodynamiques	
Annexe 4 : Boxplot des captures annuelles en civelles en fonction des indices de débits	
Annexe 5 : Boxplot des captures annuelles en civelles en fonction des coefficients de marée	
Annexe 6 : Modèle de feuille de terrain pour mesures quantitatives	
Annexe 7 : Modèle de feuille de terrain pour mesures biométriques	
Annexe 8 : Calendrier 2012 avec semaines standard	

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 (Beslot, 2005). 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, 1987). 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.

L'objectif principal de ce stage est d'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 de faire un bilan des résultats depuis 2010 afin de s'inscrire dans la continuité d'un précédent rapport (Hyacinthe, 2009).

De nombreux facteurs influencent la remontée des civelles et notamment la traversée de l'estuaire. La Sèvre niortaise, dont l'estuaire est long de 16 km, se jette dans la Baie de l'Aiguillon. L'estuaire 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 apparaît 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 débits fluviaux et le passage des civelles arrivées au pied du barrage des Enfreneaux.

La discussion et l'analyse des résultats seront précédées d'une présentation du contexte général et d'une rapide présentation du protocole et du sujet d'étude.

PARTIE I : CONTEXTE GENERAL

Réseau Anguille Marais poitevin

Afin de récupérer le statut de Parc Naturel Régional perdu en 1991, le Parc interrégional du Marais poitevin a élaboré en 2006 un projet de charte. 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 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 l'Instea 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. Cette volonté de suivi (et gestion) des populations d'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) vient d'un constat effectué depuis le début des années 80 et incité le Parc à engager des études sur la biologie et l'écologie de l'espèce (Gascuel, 1987 et Legault, 1987). Une diminution avérée de l'espèce en France (Anonyme, 1984 ; Brusle, 1994 ; Chanceler, 1994) a également amené à son classement sur la liste des **espèces vulnérables** (Keith *et al.*, 1992). Des observations similaires à l'échelle de l'Europe ont conduit à considérer l'espèce en dehors de ses limites de sécurité biologique.

Anguille européenne

L'anguille européenne – *Anguilla anguilla* L. (1758) – est un poisson **amphihalin*** thalassotoque* de la famille des Anguillidae. Son cycle de vie comprend une phase de reproduction en mer des Sargasses (Schmidt, 1922), au large des Antilles françaises et une phase de croissance sur les côtes et dans les cours d'eau d'Europe ; depuis le Sahara occidental jusqu'aux Nord de la Norvège. Son aire de distribution (Figure 1) très vaste s'explique par les nombreuses migrations effectuées au cours de sa vie.

Les anguilles se distinguent par un **cycle biologique** passant par 5 stades (Figure 1). Les juvéniles appelés leptocéphales traversent l'Atlantique, portés par les courants marins, en 7 à 9 mois. Le Gulf Stream puis la dérive Nord Atlantique amènent les individus au niveau du plateau continental, à une centaine de mètres des côtes où ils subissent leur première métamorphose. Les individus devenus civelles se laissent entraîner passivement vers les côtes.

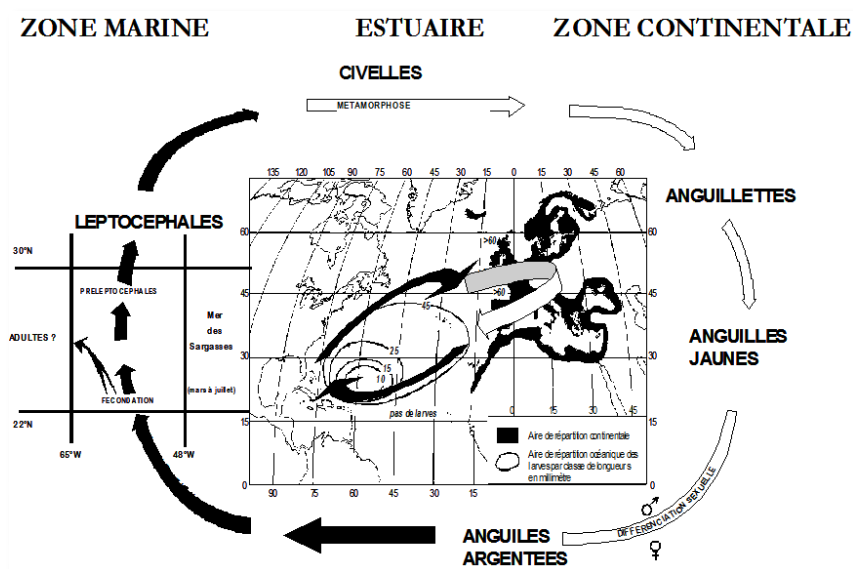


Figure 1 : Distribution et cycle biologique de l'Anguille européenne
(www.migrateurs-loire.fr)

A ce stade les civelles sont transparentes et mesurent environ 60 mm. Elles commencent à acquérir une plus grande sensibilité aux conditions du milieu mais ne peuvent pas encore se déplacer activement. La **migration passive** permet l'adaptation aux conditions du milieu et le rapprochement des côtes. Au niveau du talus continental les courants de marée commencent à se faire ressentir. L'influence des marées de même que des phénomènes d'hydrotropisme* et de rhéotropisme* vont déclencher la **migration active**. Un comportement rhéotactique (rhéotaxie positive) apparaît. Les civelles peuvent remonter les estuaires, en alternant les deux types de déplacement, jusqu'aux barrages situés en amont (Gascuel, 1987).

Les civelles peuvent rester plusieurs semaines dans l'estuaire. La migration des individus vers l'amont est influencée par divers facteurs. Les coefficients de marée sont les premiers **facteurs de migration**. Les civelles se laissent en effet pousser par les courants de flots. Lorsque le courant ne dépasse pas 30 cm/s elles peuvent nager à contre courant. Enfin lorsque le courant de jusant devient trop fort elles s'enfouissent dans la vase. (Gascuel, 1987).

La poursuite de métamorphose des civelles les amène à se pigmenter jusqu'à devenir des anguillettes. Cette transformation morphologique fait l'objet d'une codification en stades pigmentaires standardisés (Elie et al., 1982). Une fois arrivée dans les fleuves et rivières les anguillettes terminent leur métamorphose et deviennent des anguilles jaunes qui grossissent au fur et à mesure de leur remontée dans les bassins versants. La différenciation sexuelle a lieu à cette étape. Elle se caractérise par un fort dimorphisme (taille inférieure à 450mm chez les mâles et supérieure à 400mm chez les femelles). Leur séjour en eau douce varie de 3 à 14 ans pour les mâles et de 6 à 18 ans pour les femelles (Rigaud et Riqueplo, 2003 ; Elie, 1998).

PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

Suivi des passes-pièges

Présentation des passes à anguilles

Les ouvrages hydrauliques du Marais poitevin constituent des **obstacles à la migration** des anguilles. Des passes à anguille (Fish-Pass ; Figure 2) 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 permettant le suivi des flux.

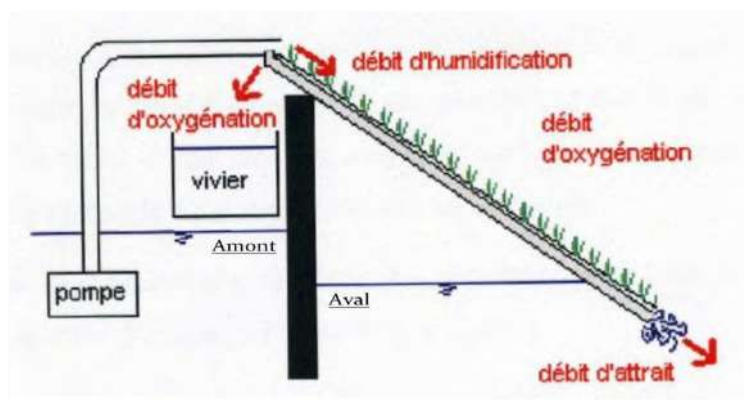


Figure 2 : Schéma de fonctionnement des passes à anguilles (PIMP)

Le débit d'attrait des passes estuariennes est alimenté par une pompe et les civelles remontent avec la marée avant de tomber dans un vivier. Au niveau des passes fluviales, le débit d'attrait est alimenté par le dénivelé du niveau d'eau entre l'amont et l'aval et les civelles sont piégées dans des filet-poches la nuit.

Localisation des passes sur le Marais

Le Parc réalise le suivi scientifique de 11 des 29 passes du marais (Annexe 1). La localisation de celles contrôlées en 2010, 2011 et 2012 est présentée sur la figure 3. Elles sont situées au niveau de la Sèvre niortaise, de la rivière Vendée et du Canal des Cinq Abbés.

Les passes fluviales sont situées sur des barrages à **vannes levantes**. Le barrage de Boisse, 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 Cinq Abbés. Le barrage de Bazoin-Mignon est situé sur le Canal du Mignon, à l'endroit où celui-ci se jette dans la Sèvre niortaise (23 km en amont des Enfreneaux).

Les passes estuariennes sont positionnées au niveau de **portes à flot** s'ouvrant et se fermant au rythme des marées. Les barrages des Enfreneaux et des Cinq Abbés sont situés à environ 13 km, en aval du barrage de Boule d'Or. Le barrage du Contreboth est situé à la confluence du Contreboth de Vix et de l'estuaire, à quelques kilomètres des Portes des Cinq Abbés.

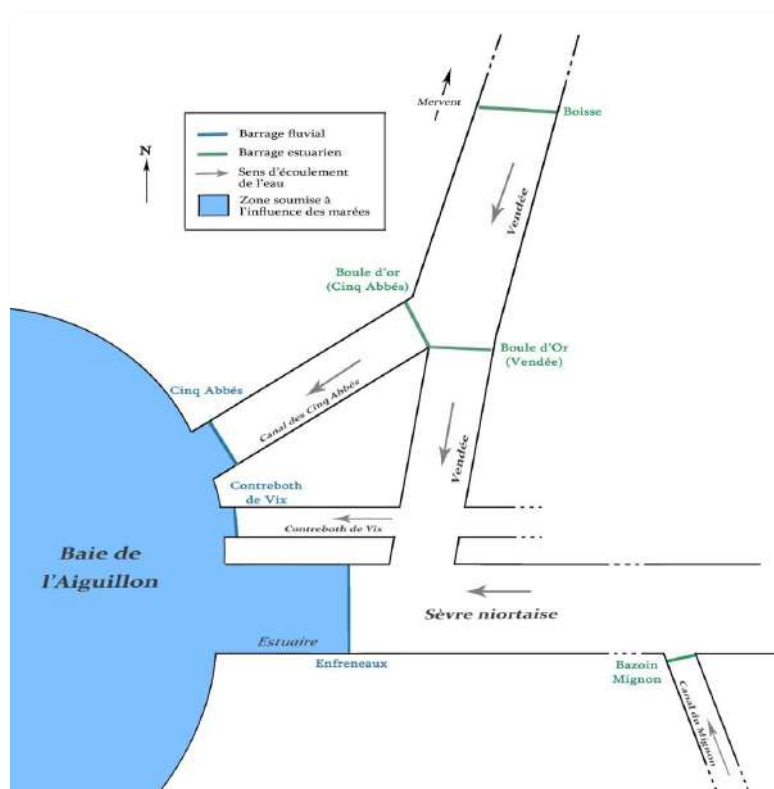


Figure 3 : Schéma de localisation des sites d'étude

Protocole de suivi

Le suivi 2012 a été effectué entre le 16 avril et le 27 juillet.

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 grands 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). A cet effet seule la biométrie des stations de Boisse, Boule d'Or axe Vendée et Enfreneaux est mesurée car elles sont situées sur un même axe de circulation potentiel. Le protocole, établi dans le cadre du RAMP, est illustré en Annexe 2. Les modèles de feuilles de terrain utilisées sont présentées en Annexe 6 et Annexe 7. Afin de pouvoir comparer les résultats de chaque année, les données sont regroupées en semaines standard (Annexe 8)

Bilan 2010-2012

Lors des 3 dernières années de suivis, 7 passes ont été étudiées parmi lesquelles 3 sont des passes dites pièges fonctionnant avec la marée (passes estuariennes) et 4 sont dites autonomes car fonctionnant uniquement la nuit grâce à un minuteur (passes fluviales). Les caractéristiques de ces passes sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Liste et caractéristiques des passes à anguilles suivies entre 2010 et 2012 ;
SICRV : Syndicat Intercommunal des Communes Riveraines de la Vendée
SMPP : Syndicat des Marais du Petit Poitou

Site	Cours d'eau	Date d'installation	Type	Propriétaire	Nombre de passes
Bazoin Migron	Canal du Mignon	1997 et 2006	Passe autonome	Etat	1
Boisse	Vendée	1988	Passe autonome	SICRV	2
Boule d'Or Cinq Abbés	Canal des Cinq Abbés	1988	Passe autonome	SICRV	1
Boule d'Or Vendée	Vendée	1988	Passe autonome	SICRV	2
Cinq Abbés	Canal des Cinq Abbés	1996	Passe piège	SMPP	1
Contreboth	Contreboth de Vix	1996	Passe piège	SICRV	1
Enfreneaux	Sèvre niortaise	1984	Passe piège	Etat	1

Le suivi ne s'étant pas déroulé au niveau des mêmes passes chaque année, le nom des opérateurs ainsi que la période et la durée des suivis sur chacune d'entre-elles sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Récapitulatif des dates et durées des suivis par site et année et noms des opérateurs des suivis

	2010 (N. GUILLEN)		2011 (M. THOMAS)		2012 (M. LECHEVALIER)	
	Dates du suivi	Nb de jours de suivi	Dates du suivi	Nb de jours de suivi	Dates du suivi	Nb de jours de suivi
Bazoin	16 juin	11	1 ^{er} juin	6	-	-
Mignon	1 ^{er} juillet		17 juin		-	-
Boisse	-	-	26 avril	23	30 mai	40
			13 juillet		6 juillet	
Boule d'Or Cinq Abbés	4 mai	37	27 mai	12	31 mai	39
	16 juillet		5 juillet		6 juillet	
Boule d'Or Vendée	4 mai	37	10 mai	18	3 mai	40
	16 juillet		29 juin		6 juillet	
Cinq Abbés	-	-	11 avril	27	25 mai	57
			14 juillet		27 juillet	
Contreboth	-	-	12 avril	3	-	-
			15 avril			
Enfreneaux	26 mars	73	8 avril	28	6 avril	110
	17 juillet		1 ^{er} juillet		27 juillet	

Coefficients de marée et indice de débit fluvial

L'étude des **facteurs hydrodynamiques** est concentrée sur la seule passe des Enfreneaux du fait de la présence d'une base de données conséquente et détaillée pour les 12 dernières années.

Les coefficients de marée (SHOM, port de La Rochelle – La Pallice) et débits fluviaux journaliers au niveau du barrage (M. Bruno NICOLAIZEAU, DDT79) ont été ajoutés à la base de données des suivis.

La Sèvre niortaise est divisée en deux bras qui se jettent dans l'estuaire à l'aval de la passe à anguille des Enfreneaux. Sur le bras de la Sèvre se trouve le barrage des Enfreneaux - Rivières des Moulins dont 3 portes sont fonctionnelles. Les volumes d'eaux évacués par ces portes ne sont pas accessibles cependant les durées et amplitudes d'ouverture des portes sont référencées par la DDT79.

Le barrage du Petit Enfreneaux, situé sur le 2^{ème} bras, sert essentiellement aux manœuvres de bacage. Depuis 2010, du fait de travaux, les portes du barrage Enfreneaux – Rivières des Moulins, habituellement utilisées pour la gestion hydraulique, n'ont pu être utilisées pleinement. Afin de compenser, le Petit Enfreneaux a été utilisé à cet effet. Les données 2010 à 2012 de ce dernier ont été réunies à celles des Enfreneaux.

Les données d'ouverture journalière moyenne ont été classées dans 7 niveaux d'importances relatives afin de pouvoir comparer les remontées de civelles ; chaque classe de niveau correspond à un **indice de débit** (numéroté de zéro à 6).

Traitement statistique

Les données 2012 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 est vérifiée par un test de Shapiro-Wilk puis un test de Fisher est réalisé pour vérifier l'homoscédasticité*. Les données quantitatives et biométriques ne respectent pas les conditions d'application des tests paramétriques. L'influence de la température et de la distance à l'estuaire sur la quantité de civelles sont donc étudiées à partir de graphiques extraits avec R.

Le suivi de 2012 est également étudié en comparaison des suivis de 2010 et 2011. La pertinence des observations est vérifiée par l'étude graphique des descriptions statistiques.

Une nouvelle base de données réunissant les informations de débits fluviaux et celles des suivis de remontée aux Enfreneaux depuis 2000 a été créée sous Excel. Suite au non respect des conditions d'applications de l'ANOVA, l'influence des coefficients de marée et débits fluviaux est également étudiée à partir de graphiques extraits avec R.

PARTIE III : ETUDE DU SUIVI 2012

Les passes estuariennes

Bilan

Tableau 3 : Synthèse des résultats du suivi 2012 des passes estuariennes

	Nombre d'individus			Poids total (g)	Nombre de nuit
	Petits	Grands	Total		
Enfreneaux	287 863	1 414	289 277	104 183	110
Cinq Abbés	13 352	591	13 943	14 533	57

Le récapitulatif du suivi des passes des Enfreneaux et Cinq Abbés (Tableau 3) montre une proportion de petits individus capturés largement supérieure à celles des grands. Pour mémoire les petits individus sont ceux mesurant moins de 150 mm capables de traverser le tamis ; les gros individus représentent ceux qui n'ont pu le traverser. Ces résultats semblent raisonnable au regard des connaissances sur la biologie de l'espèce. Les chiffres relativement importants confirment l'importance des passes estuariennes pour l'entrée de civelles dans les cours d'eau. Ces chiffres sont comparés avec ceux des années précédentes dans la suite de ce rapport.

Intensité migratoire

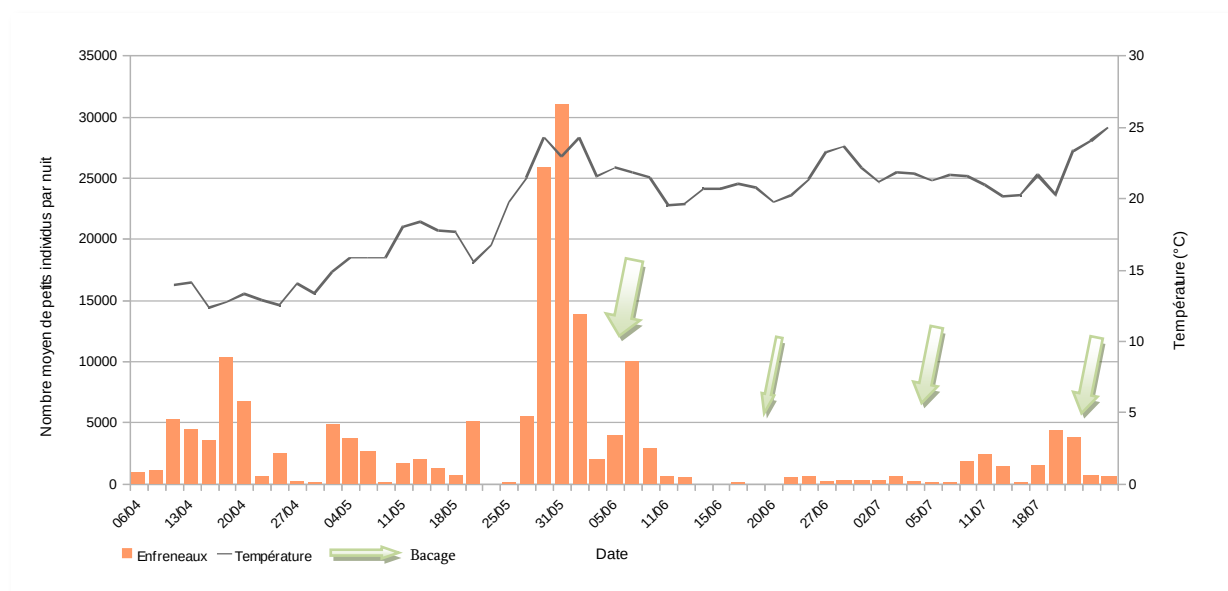


Figure 4 : Evolution journalière du piégeage au barrage des Enfreneaux et température de l'eau

Le suivi effectué entre le 6 avril et le 3 août montre un pic très important fin mai (30 et 31 mai) avec plus de 30 000 individus capturés (Figure 4). Deux pics plus modérés sont constatés mi-avril (le 18) et début juin (le 6) pour lesquels plus de 10 000 civelles ont été

dénombrées. Le reste des données indiquent des remontées très irrégulières. Cela suggère l'influence de différents facteurs.

Le pic majeur semble corrélé à l'augmentation de la température de l'eau en aval du barrage puisque qu'il suit une augmentation brutale de celle-ci (9°C en 5 jours). La température serait donc un facteur possible.

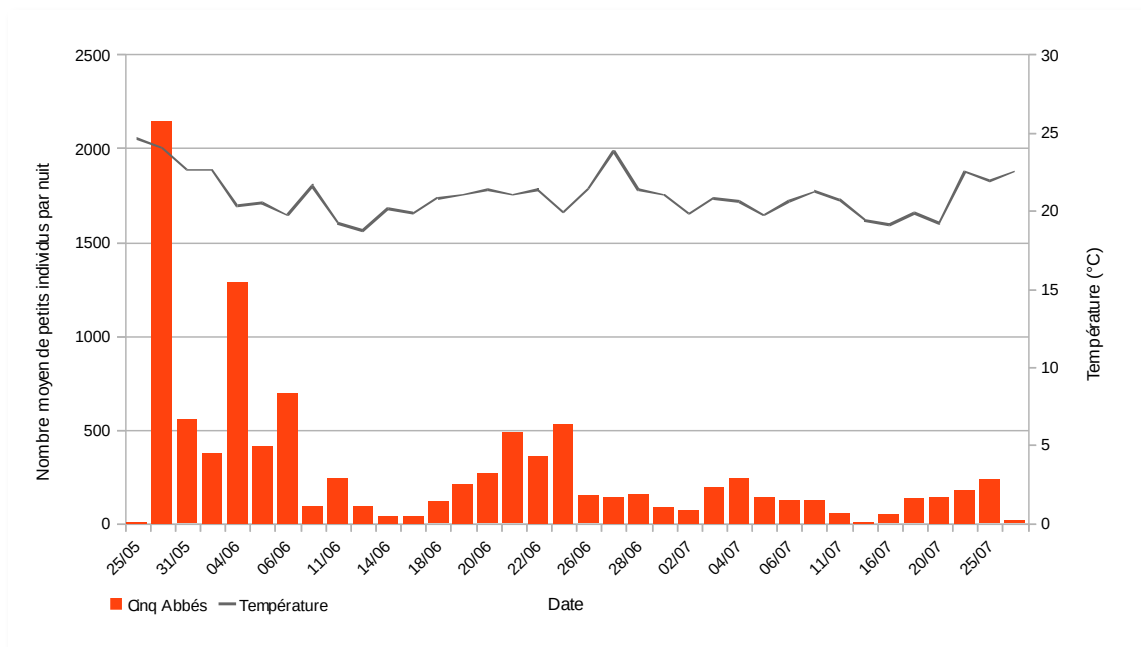


Figure 5 : Evolution journalière du piégeage au barrage des Cinq Abbés et température de l'eau

Le suivi a eu lieu entre le 25 avril et le 3 août. La figure 5 montre également un pic de capture fin mai avec 2 144 individus recensés et un 2^{ème} plus modéré début juin avec de 1 289 individus recensés. Ces chiffres apparaissent globalement irréguliers. Lors du pic de fin mai la température de l'eau atteint les 24°C. Sur le reste de la saison ce facteur ne semble pas avoir d'influence sur la remontée des animaux.

Les résultats des Enfreneaux et Cinq Abbés montrent des relevés importants pour les mêmes dates et laissent penser à une possible influence de la température. Afin de vérifier cette hypothèse une étude graphique a été effectuée avec R.

Influence de la température

La figure 6 présente les résultats de l'étude de l'influence de température. Il ne montre pas de tendance bien définie cependant il est possible de remarquer que les plus fortes remontées (supérieures à 20 000 civelles) ont eu lieu lorsque la température de l'eau dépassait les 22°C.

Une absence d'influence est constatée pour la 2^{ème} passe estuarienne (Figure 7). La plus forte remontée a eu lieu lorsque la température était de 24 °C et la 2^{ème} plus forte lorsqu'elle était 20,3°C. Le reste des données ne présentent pas de résultats significatifs.

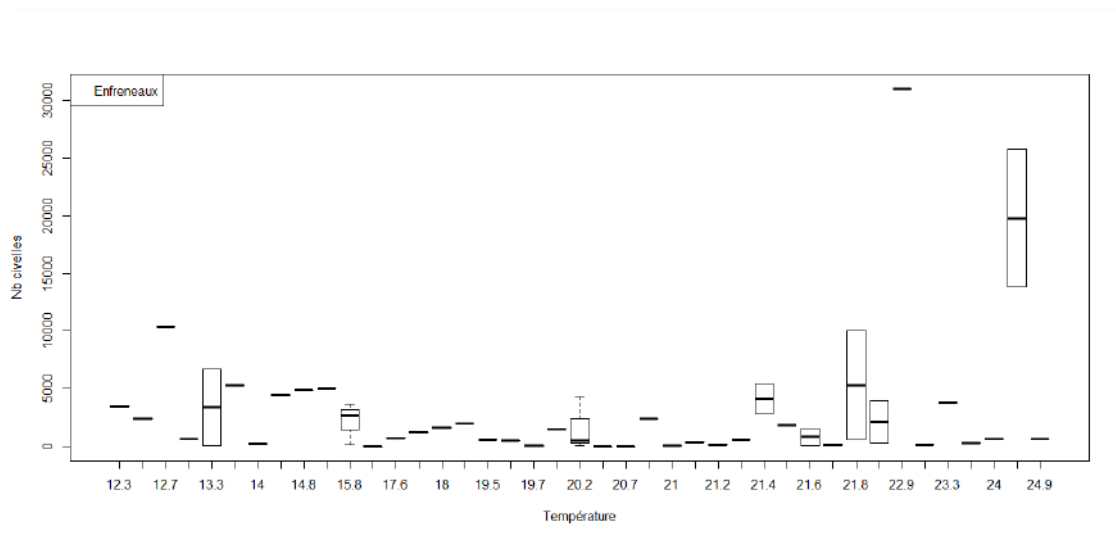


Figure 6 : Nombre de civelles recensées aux Enfreneaux en fonction de la température

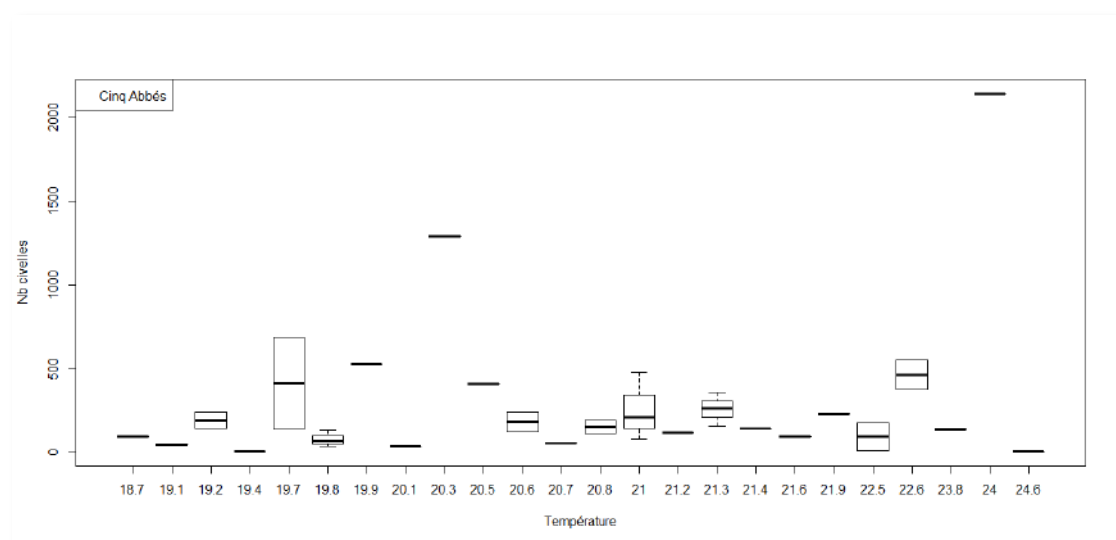


Figure 7 : Nombre de civelles recensées aux Cinq Abbés en fonction de la température

Les résultats 2012 ne permettent donc pas de mettre en évidence le rôle de la température sur les remontées d'individus. Pourtant selon Gascuel, (1987), la migration anadrome des civelles est sous l'influence de facteurs abiotiques tels que la salinité, la luminosité et la température de l'eau. Cette dernière est un facteur clef bien que son rôle reste controversé. En effet, Tesch (1977, in Gascuel 1987) défend l'existence d'un seuil (2° à 8°C) en dessous duquel la migration est stoppée. La température serait également responsable du déclenchement et de l'intensité de colonisation anadrome (Elie 1979 in Gascuel, 1987).

Evolution de la taille

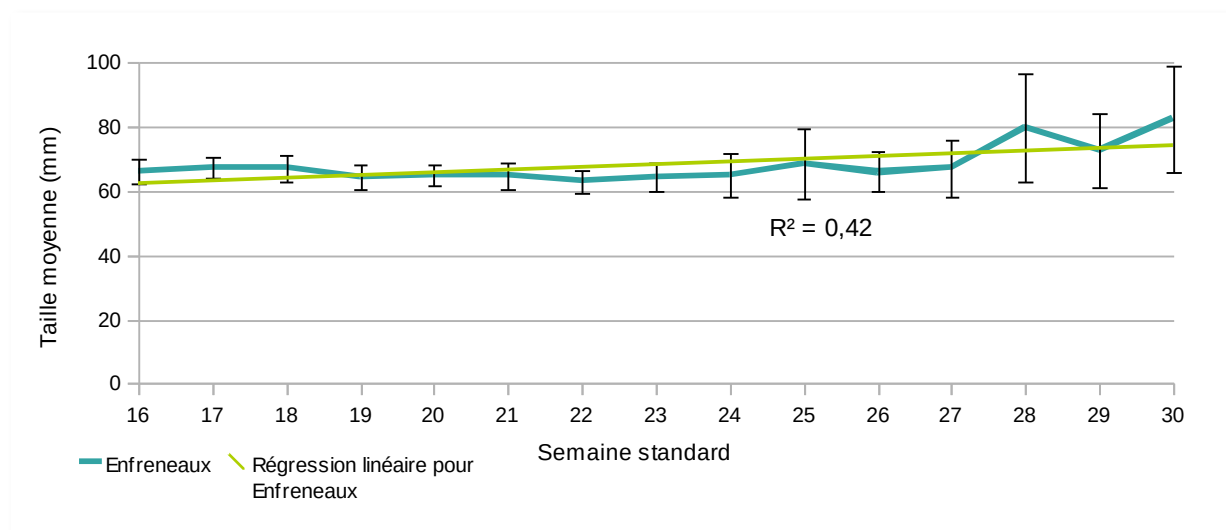


Figure 8 : Evolution saisonnière de la taille moyenne des civelles aux Enfreneaux

Des mesures biométriques ont été effectuées aux Enfreneaux. La figure 8 présente les résultats de la taille moyenne relevée pour chaque semaine de suivi. Les individus mesurent entre 60 et 80 mm. L'évolution de la taille, quant-à elle, n'apparaît pas significative. Si la régression semble indiquer une légère augmentation de taille moyenne, les écart-types ne permettent pas de conclure. Il est toutefois possible de remarquer que ces écart-types deviennent plus importants en fin de saison.

Les données biométriques des passes estuariennes viennent confirmer les connaissances sur la biologie de l'espèce. En effet, la majorité des civelles présentent dans l'estuaire le sont depuis moins d'un an. Les civelles capturées au printemps représentent une fraction relativement homogène avec des tailles très proches de la moyenne. En fin de saison les individus piégés présentent alors des tailles beaucoup plus diversifiées. La croissance des civelles dans l'estuaire ainsi que les conditions environnementales en été sont à l'origine de cette hétérogénéité. La période de suivi ne permet en revanche pas de distinguer les individus arrivés dans l'estuaire en début d'hiver de ceux arrivés plus tardivement. Démarrer les relevés plus tôt dans la saison (fin d'hiver, début de printemps) pourrait permettre de distinguer les vagues successives de migration démontrées par Gascuel (1987).

Les passes fluviales

Bilan

Tableau 4 : Synthèse des résultats du suivi 2012 des passes fluviales

	Nombre d'individus			Poids total (g)	Nombre de nuit
	Petits	Grands	Total		
Boisse	14 084	513	14 597	26 803	20
Boule d'Or axe Vendée	2 156	202	2 358	6 212	19
Boule d'Or axe Cinq Abbés	3 370	126	3 496	5 372	20

Le tableau récapitulatif (Tableau 4) montre des différences de remontées marquées entre les 2 barrages. On constate en effet un nombre de captures beaucoup plus important à Boisse par rapport à ceux des passes de Boule d'Or. En comparaison des résultats des passes estuariennes les effectifs apparaissent bien moindres. La migration des civelles semble donc plus faible dans les cours d'eau. La durée du suivi étant moins longue il est cependant bon de modérer ces différences.

Intensité migratoire

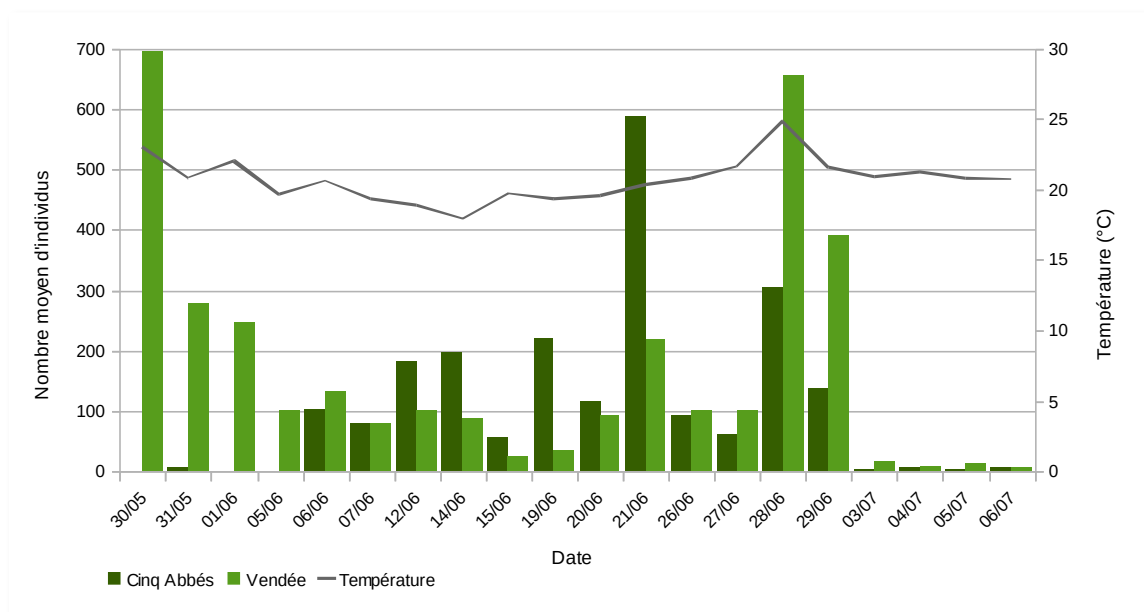


Figure 9 : Evolution journalière du piégeage aux barrages de Boule d'Or axe Vendée et Cinq Abbés et température de l'eau

Le suivi des passes de Boule d'Or a été effectué entre le 30 mai et le 6 juillet (Figure 9). Sur l'axe Vendée, 2 grands pics sont observés fin mai (le 30) et fin juin (le 28) avec plus de 650 individus capturés. Sur l'axe Cinq Abbés un seul pic est constaté le 21 juin avec 588 individus recensés. Les remontées restent irrégulières ; 200 à moins de 10 individus piégés selon les nuits.

Les remontées des 2 axes ne sont pas forcément corrélées. Si l'on observe uniquement les pics du mois de Juin il est possible de penser qu'un décalage entre l'axe Cinq Abbés et l'axe Vendée existe avec un retard d'environ une semaine sur la Vendée.

La température apparaît à son maximum lors des pics sur la Vendée mais ces observations ne sont pas applicables aux résultats de l'axe Cinq Abbés

Les conditions de migration peuvent être à l'origine des décalages. Ainsi, la transparence des barrages du Gouffre (Vendée) et de la Perle (canal des Cinq Abbés) ainsi que la disponibilité des ressources sont à considérer. Cependant les remontées en milieu dulçaquicole ne concernent pas uniquement les individus présents depuis 1 an. Certains individus peuvent rester au même endroit plusieurs années avant de reprendre leur migration (Gascuel, 1987 ; Rigaud et Riqueplo, 2003), il est donc difficile de conclure.

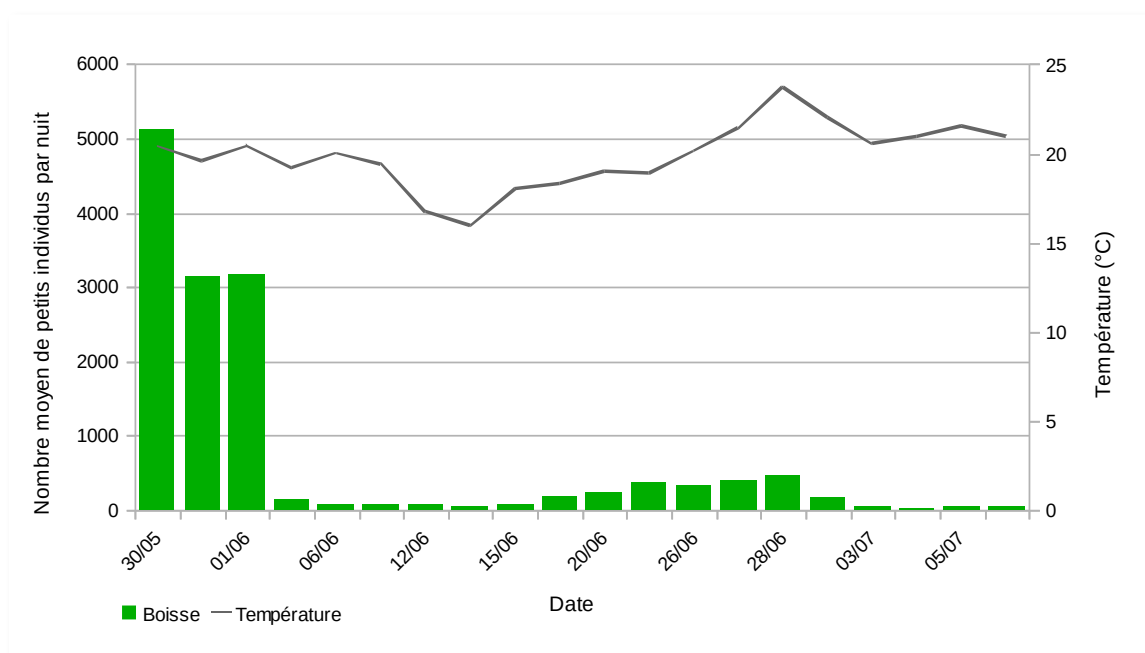


Figure 10 : Evolution journalière du piégeage au barrage de Boisse et température de l'eau

Le suivi des passes à anguille a eu lieu entre le 30 mai et le 6 juillet. La figure 10 montre un pic fin mai avec la 1^{ère} nuit plus de 5 000 individus capturés puis les 2 nuits suivantes plus de 3 000 individus piégés. Le reste de la saison est marquée par des chiffres très inférieurs avec moins de 500 captures chaque nuit. Ce pic suggère l'influence d'un ou plusieurs facteurs déclencheurs de la migration ; la température ne semble pas intervenir.

Influence de la température

La figure 11 ne montre pas de schéma bien défini cependant les remarques précédentes semblent confirmée. Il apparaît en effet que 4 des 5 plus fortes remontées sont liées à des températures supérieures à 21°C. La température semble donc un facteur possible.

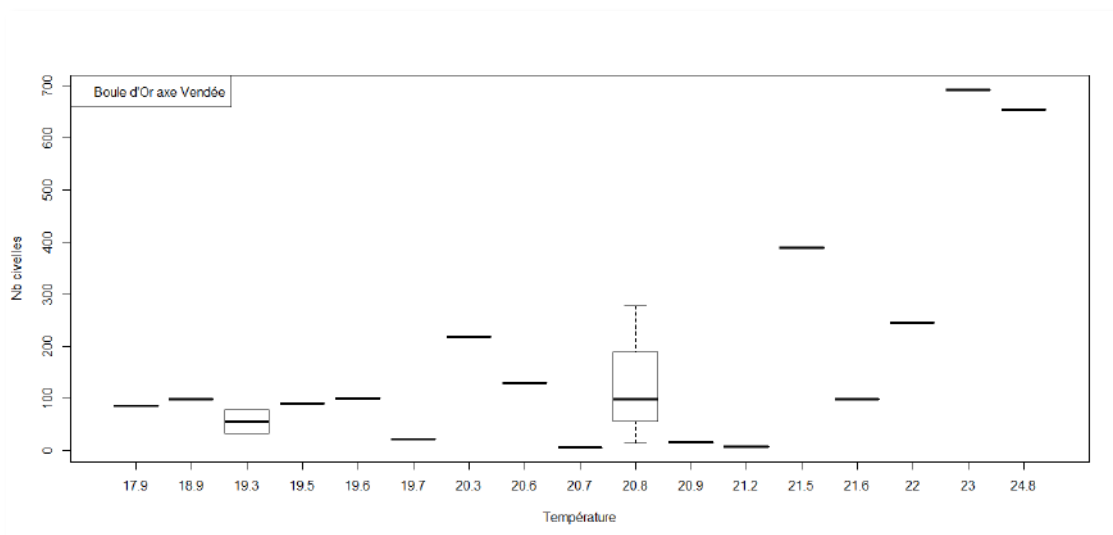


Figure 11 : Nombre de civalles recensées à Boule d'Or axe Vendée en fonction de la température

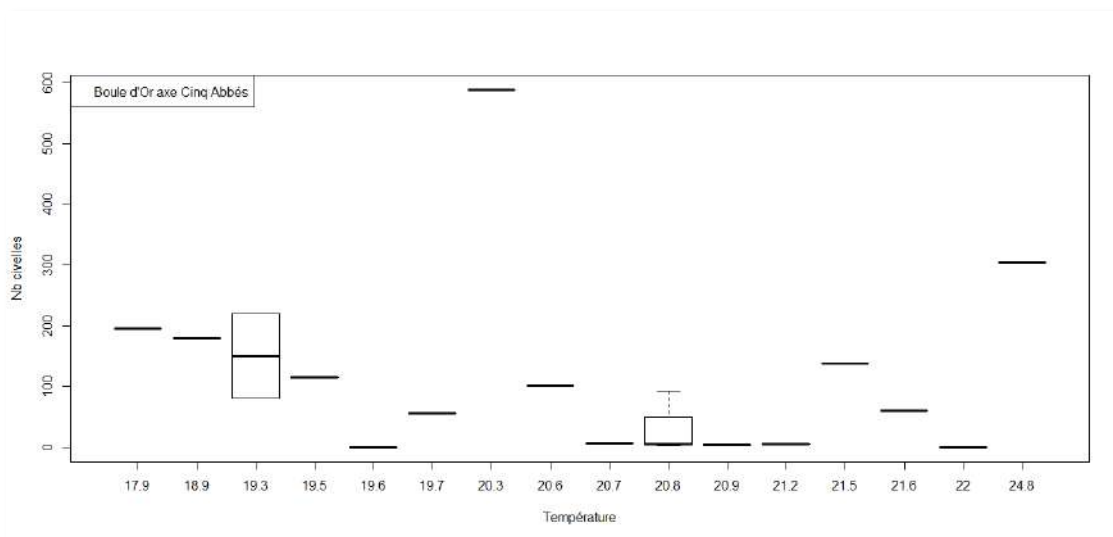


Figure 12 : Nombre de civalles recensées à Boule d'Or axe Cinq Abbés en fonction de la température

La figure 12 montre que la plus forte remontée (autour de 600 individus) est associée à une température supérieure à 20°C et alors que la 2^{ème} plus forte (plus de 300 individus) est liée à une température de 24,8°C. Enfin certaines remontées modérées (environ 200 individus) ont eu lieu lorsque la température de l'eau avoisinait les 18°C. Cela suggère l'influence d'autres facteurs que la température.

L'observation de ces 2 graphes est corrélable à celle des graphiques des Enfreneaux et des portes des Cinq Abbés. On peut en effet remarquer une forme générale des graphes similaire pour les Enfreneaux et Boule d'Or axe Vendée et pour les Cinq Abbés et Boule d'Or axe Cinq Abbés. Ces constatations semblent raisonnables au vu de la localisation des barrages sur le Marais (Figure 3) ; ces couples de barrages représentent des voies de circulation possibles pour les animaux.

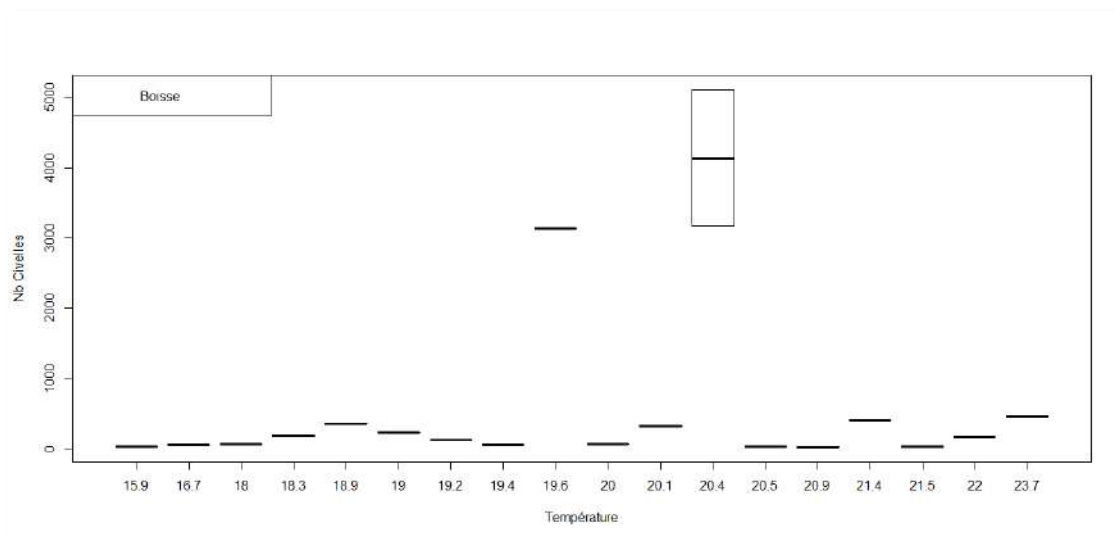


Figure 13 : Nombre de civalles recensées à Boisse en fonction de la température

L'étude de la figure 13 confirme l'hypothèse selon laquelle la température ne serait pas le facteur le plus déterminant dans le déclenchement de la migration. Aucune tendance n'apparaît comme significative. Il est cependant possible d'observer que les pics ont eu lieu lorsque la température était autour de 20°C.

Le positionnement de ces passes en aval du barrage de Mervent pourrait permettre d'expliquer ces résultats. En effet celui-ci relâche ponctuellement d'importantes quantités d'eau douce qui peuvent être à l'origine d'un attrait des individus.

Evolution de la taille

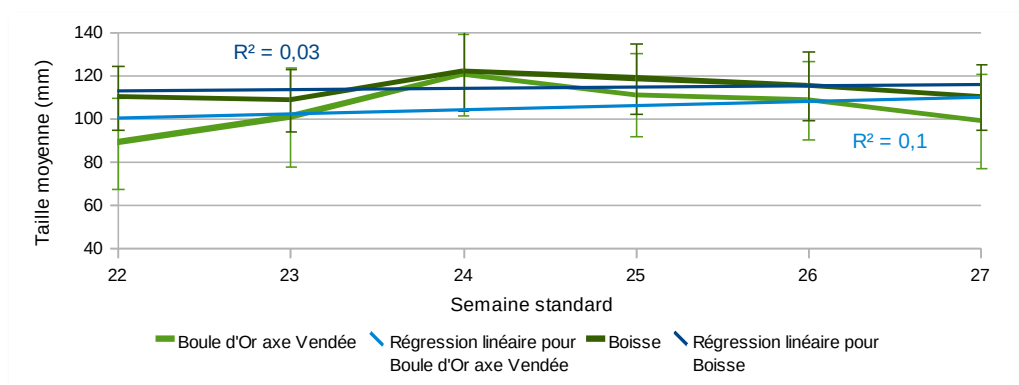


Figure 14 : Evolution saisonnière de la taille moyenne des civalles à Boule d'Or et Boisse

Les résultats du suivi biométrique effectuée au niveau des passes de Boule d'Or axe Vendée et de Boisse sont présentés dans la figure 14. Les données ne permettent pas de confirmer une tendance concernant la taille moyenne des individus capturés. Malgré des irrégularités entre les semaines, il semble que la taille moyenne soit constante. Les écart-types ne permettent cependant pas de confirmer les observations. La variabilité des tailles échantillonnées renseigne sur l'hétérogénéité des individus.

La distance à l'estuaire

L'étude biométrique au niveau des passes fluviales a été effectuée entre les semaines 22 et 27 uniquement. Afin de pouvoir comparer les différents sites seuls les relevés de ces semaines ont été utilisés.

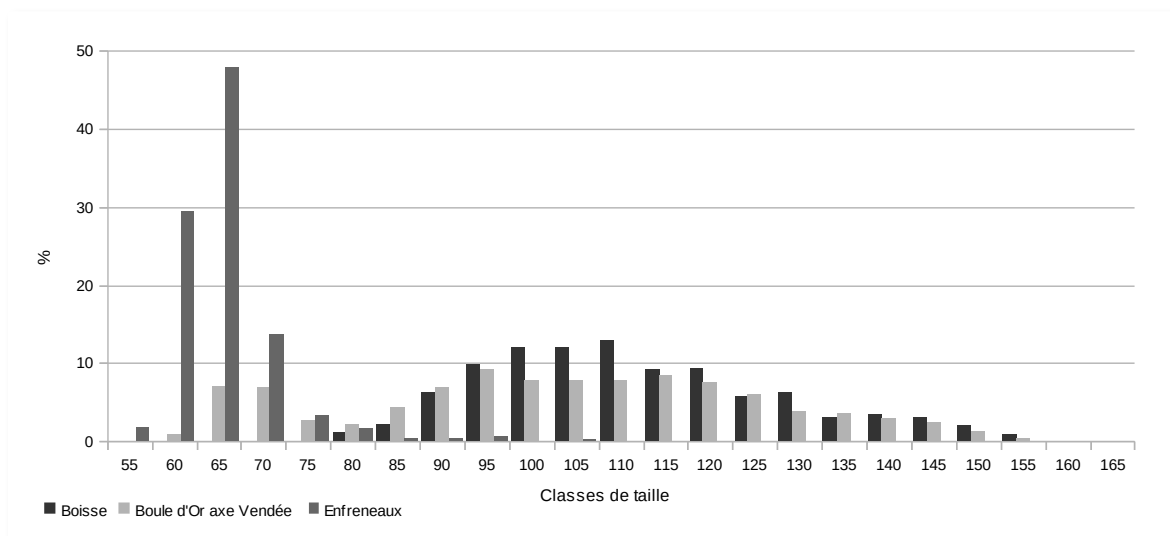


Figure 15 : Distribution des abondances en civelles par classes de taille en fonction de la distance à l'estuaire ; Enfreneaux (0km), Boule d'Or (13 km) et Boisse (29km)

Une nette différence apparaît entre les classes de tailles des Enfreneaux et celles des passes fluviales (Figure 15). Au niveau de l'estuaire, la distribution semble plus concentrée autour de 2 classes de tailles majoritaires : celle des [60 ; 65[qui représente presque 30% des individus et celles des [65 ; 70[avec près de 50% des individus. Pour les passes fluviales la distribution des classes de taille apparaît plus aplatie avec au niveau de Boisse des individus qui mesurent entre 80 à 155 mm et entre 60 et 155 mm au niveau de Boule d'Or axe Vendée.

Ces observations associées aux précédentes concernant la taille des animaux (figure 8 et 14) viennent étayer l'hypothèse de diversité de taille importante entre les individus qui empreinte les passes de Boule d'Or. Cette station représenterait également un état intermédiaire entre les Enfreneaux et Boisse ce qui semble raisonnable aux vues du positionnement et des distances séparant ces 3 sites.

La figure 16 permet de confirmer les observations précédentes. Il apparaît clairement que les sites fluviaux et estuariens permettent le passage de fractions de population différentes. Les individus capturés aux Enfreneaux mesurent en moyenne 70 mm contre 105 mm et 112 mm pour Boule d'Or et Boisse. Les intervalles de confiance (pointillés) ne permettent cependant pas de démontrer la significativité des différences entre les passes fluviales. Bien que les résultats et les observations sur le terrain suggèrent une différence, il convient d'envisager d'éventuels biais d'échantillonnage.

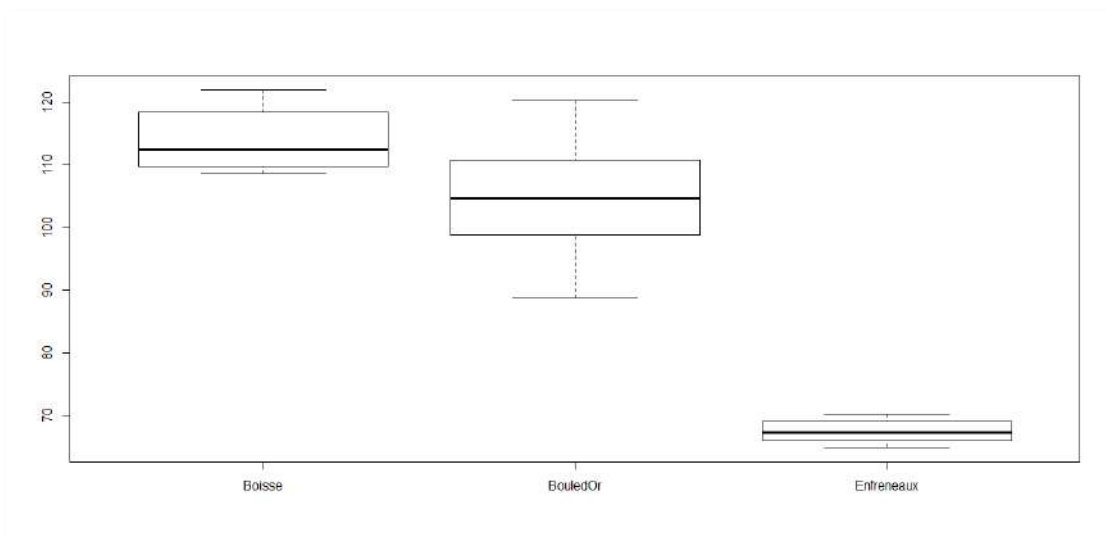


Figure 16 : Taille moyenne des individus en fonction de la distance à l'estuaire

Synthèse

Le suivi 2012 des passes à anguilles présente des résultats variables au cours de la saison mais **encourageants** confirmant l'importance de ces installations pour la circulation des individus. Les passes estuariennes renseignent sur le recrutement* des civelles et donnent accès à des données sur l'entrée de nouveaux individus dans le Marais. Pouvoir rassembler chaque année ces informations doit permettre de suivre les populations et à terme de rendre compte de l'efficacité du plan de gestion de l'espèce.

Des difficultés apparaissent cependant lors des relevés. En effet des problèmes de braconnage, au pied des tapis, sont à l'origine de chiffres erronés concernant l'**intensité migratoire**. Des problèmes techniques ponctuels ont également impactés sur les relevés. La réfection du barrage des Enfreneaux qui aura lieu cet automne sera suivit par l'installation d'une nouvelle passe qui devrait permettre d'améliorer le suivi. La mise en place d'une webcam est également envisagée afin de pouvoir détecter les pics de migration et ainsi pouvoir intervenir si nécessaire.

PARTIE IV : BILAN DES RESULTATS 2010 – 2012

Des discontinuités dans les relevés ne permettent pas une étude exhaustive depuis 2010. A titre informatif les tableaux 5 et 6 présentent l'ensemble des résultats.

Tableau 5 : Synthèse des résultats de 2010 à 2012 concernant les captures de civelles

<i>Civelles</i>	2010		2011		2012		Total	
	Poids	Nombre	Poids	Nombre	Poids	Nombre	Poids	Nombre
Bazoin Mignon	15	15	3	4	-	-	18	19
Boisse	-	-	2 085	841	22 152	14 084	24 237	14 925
Boule d'Or Cinq Abbés	9 679	4 791	670	313	4 490	2 156	14 839	7 260
Boule d'Or Vendée	10 043	4 599	3 842	1 971	4 384	3 370	18 269	9 940
Cinq Abbés	-	-	2 097	3 583	6 346	13 352	8 443	16 935
Contreboth	-	-	98	48	-	-	98	48
Enfreneaux	60 698	156 679	31 626	57 369	96 474	287 863	188 798	510 911

Tableau 6 : Synthèse des résultats de 2010 à 2012 concernant la capture d'anguilles, toutes tailles confondues

<i>Total</i>	2010		2011		2012		Total	
	Poids	Nombre	Poids	Nombre	Poids	Nombre	Poids	Nombre
Bazoin Mignon	25	16	3	4	-	-	28	20
Boisse	-	-	4 164	1 063	26 803	14 597	30 967	15 660
Boule d'Or Cinq Abbés	13 6470	5 154	1 180	352	6 212	2 358	21 039	7 864
Boule d'Or Vendée	11 982	4 892	4 539	2 094	5 372	3 496	21 893	10 482
Cinq Abbés	-	-	6 752	3 835	14 533	13 943	21 285	17 778
Contreboth	-	-	181	56	-	-	181	56
Enfreneaux	78 011	158 396	36 168	58 095	104 183	289 277	218 362	505 768

Les petits individus, de taille inférieure à 150 mm, représentent les juvéniles présents dans la baie de l'Aiguillon depuis moins d'un an. L'étude de cette fraction des colonisateurs renseigne sur le recrutement estuarien et fluvial qui s'effectuent dans l'estuaire puis au niveau des barrages, à l'aval des cours d'eau.

Les analyses suivantes portent essentiellement sur cette fraction de la population migrante. Dans la suite du rapport nous regrouperont ces individus sous le terme de civelles.

Les passes estuariennes

Les Enfreneaux

La passe à anguille des Enfreneaux a été mise en place en 1984. Première passe de France, elle contribue à restaurer la circulation de l'anguille. Le barrage des Enfreneaux – Rivière des Moulins représentent en effet l'un des premiers obstacles à la circulation de l'ichtyofaune de part sa localisation 16 km en amont de l'embouchure de l'estuaire de la Sèvre niortaise (Figure 3, Annexe 1). Le suivi de la population d'anguille à l'aval des cours d'eaux renseigne sur le recrutement fluvial et permet d'étudier les facteurs déclencheurs de la migration.

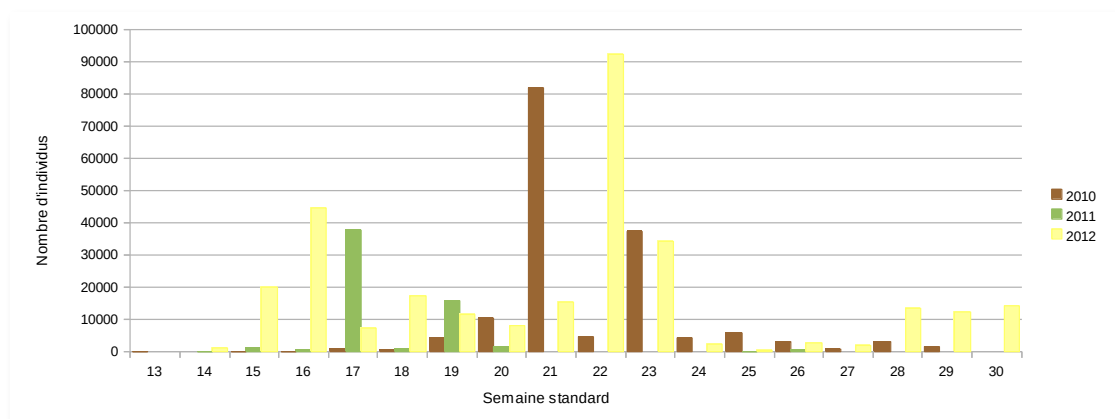


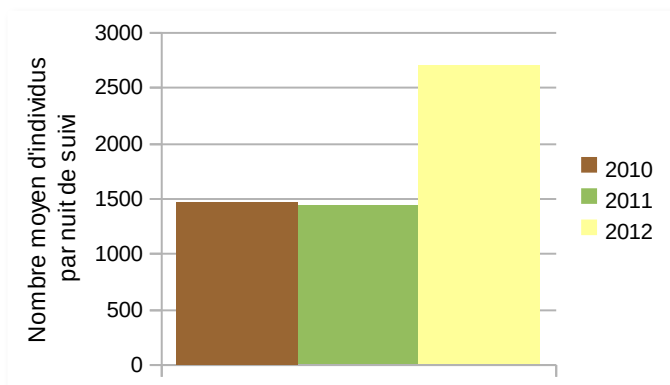
Figure 17 : Abondance hebdomadaire en civelles au barrage des Enfreneaux de 2010 à 2012

La figure 17 permet d'avoir une idée globale des flux migratoires au cours du printemps et de l'été (semaine 19 à 30). Bien que les périodes de suivi diffèrent, il est possible de distinguer 1 à 2 pics. En 2010 ceux-ci apparaissent très rapprochés, entre fin mai et début juin, représentant respectivement plus ou moins de 81 000 et 37 000 civelles sur une semaine standard. En 2011 et 2012, un premier pic est observé plus tôt dans la saison : mi-avril (semaine 17 et 16). Celui-ci correspond respectivement à environ 37 000 et 44 000 individus. Il semble qu'un 2^{ème} pic, très modéré, soit observable 2 semaines plus tard (semaine 19) avec 15 000 juvéniles recensés. En 2012, une remontée record est observée en semaine 22 et se termine en semaine 23 (début juin) avec au total plus de 160 000 civelles dénombrées.

Le suivi de 2011 étant marqué par un arrêt des relevés de 4 semaines (21 à 24), il est donc difficile de comparer ces 3 années. Malgré cela il apparaît que 2012 représente une bonne année concernant les flux migratoires liés au recrutement fluvial.

Une forte variabilité interannuelle apparaît au regard des résultats. Les conditions environnementales étant très différentes d'une année sur l'autre, les pics de remontées ne peuvent être prévus à l'avance mais seulement supposés en fonction des facteurs abiotiques annuels. Les 4 semaines sans suivi en 2011 sont liées à des problèmes d'envasement des passes. Le climat très chaud au printemps a entraîné un étiage* tôt dans la saison. Il est possible de penser que la remontée de civelles à cette période n'a été que très modérée.

L'absence de données ne serait donc que peu préjudiciable sur l'interprétation des résultats. Il est cependant important de rester prudent concernant le bilan interannuel.



La figure 18 confirme cette tendance avec une augmentation des quantités migratoires entre 2010 et 2012 : 297 000 civelles ont été piégées dans le vivier cette année contre seulement 156 000 en 2010 sur la même période soit une moyenne d'environ 2 700 civelles par nuit contre près de 1 400 en 2010 et 2011.

Figure 18 : Bilan des captures de civelles par nuit de suivi aux Enfreneaux de 2010 à 2012

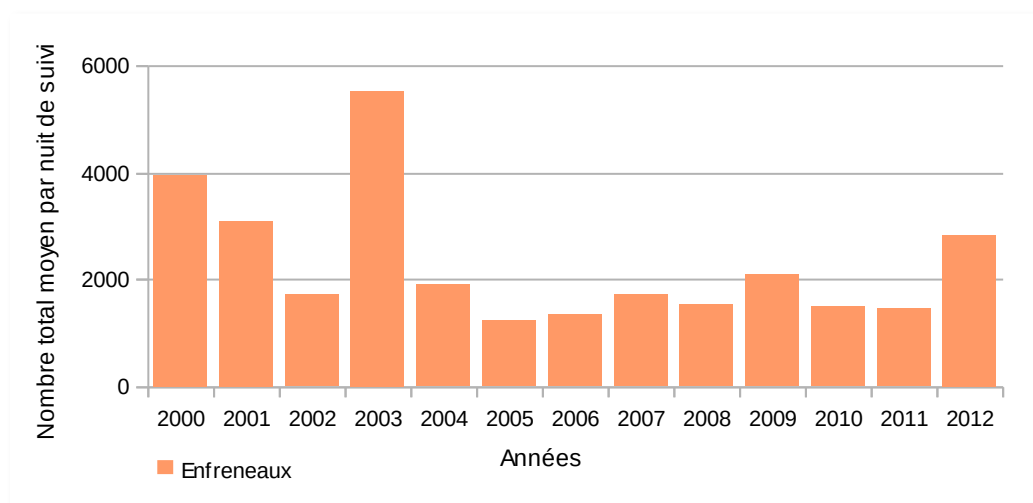
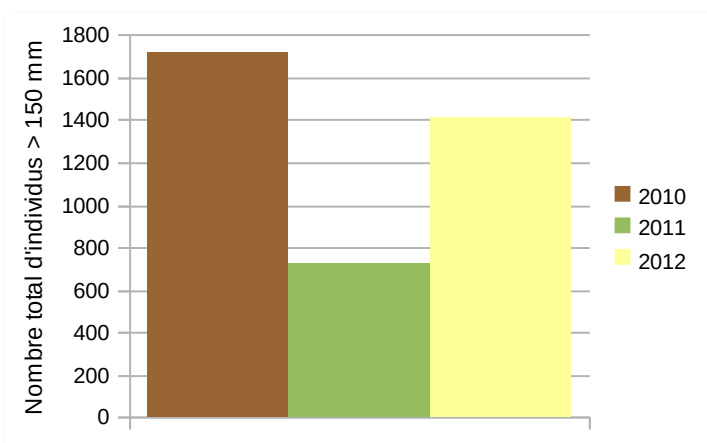


Figure 19 : Résultats des captures de civelles par nuit de suivi aux Enfreneaux entre 2000 et 2012

Les résultats des 3 dernières années sont comparés aux relevés depuis 2000. Il apparait que l'année 2012 montre une augmentation du nombre moyen d'individus capturés par nuit de suivi (Figure 19). En effet, cette valeur ramène aux résultats du début des années 2000 ; un peu moins de 3 000 civelles par nuit en 2012 contre 3 000 à 4 000 en 2001 et 2000.

Les résultats présentés dans les figures précédentes viennent donc confirmer les bons chiffres de l'année 2012. Si ces chiffres sont encourageants il convient de les interpréter avec prudence. En effet le cycle biologique de l'espèce étant très long, cette amélioration des captures devra persister avant de pouvoir juger de l'efficacité des programmes de restauration et de l'effective recolonisation du marais par les anguilles. Il convient également de prendre en compte la porosité du barrage et le positionnement de la passe. Les civelles qui quittent le milieu marin au niveau des Enfreneaux ne représentent qu'une fraction de la population des migrants.



L'observation des données concernant les individus de grande taille (> 150 mm) montre des chiffres très variables d'une année à l'autre. La figure 20 illustre cette variabilité. En 2010 le nombre total d'anguillettes recensé est supérieur à celui de 2012 (environ 1700 contre 1400) alors que les données sur les civelles (Figure 18) montrent l'inverse.

Figure 20 : Bilan des captures des gros individus aux Enfreneaux de 2010 à 2012

La fraction d'individus de grande taille renseigne essentiellement sur la fuite de l'estuaire. En effet, selon Gascuel (1987) et Mounaix et Fontenelle (1994), une partie de la population peut se sédentariser dans l'estuaire pendant plusieurs années. Certains individus ne migreront jamais en milieu dulçaquicole et resteront en eaux saumâtres. La migration des individus qui grandissent en eau salée est imprévisible. L'interprétation des chiffres de capture des gros individus est donc d'autant plus difficile que les facteurs pouvant influencer leur remontée sont nombreux (températures élevées, envasement).

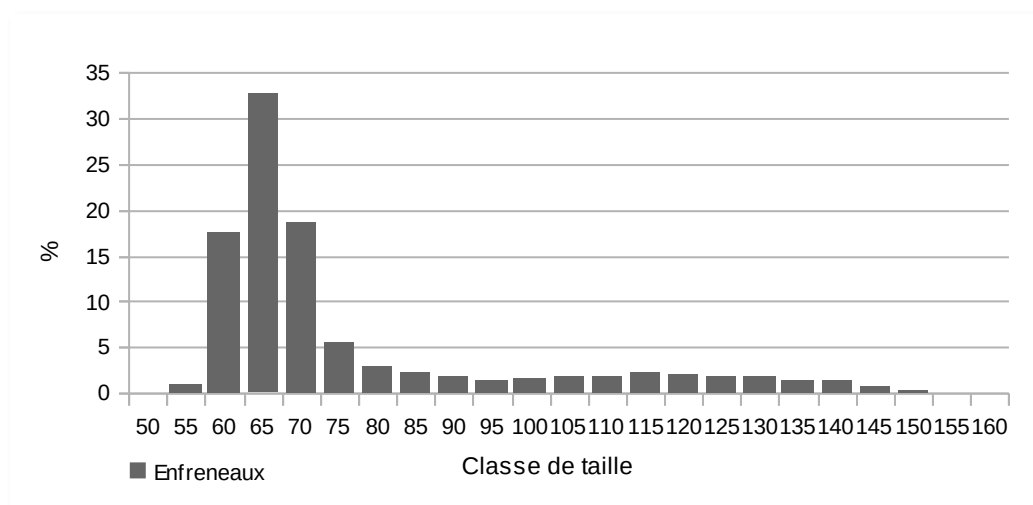


Figure 21 : Distribution des abondances en civelles par classes de taille aux Enfreneaux de 2010 à 2012

Le barrage des Enfreneaux est l'un des passages obligés pour les anguilles qui effectuent leur migration. Les données de biométrie présentées dans la figure 21 renseignent sur la taille moyenne des individus capturés depuis 2010. Il apparaît que la majorité d'entre eux (70%) ont des tailles situées entre 60 et 74 mm.

Ce graphique confirme donc le passage majoritaire de civelles au niveau de ce barrage. De plus la petite taille moyenne des individus permet d'évaluer l'âge des individus. En effet, lors de la métamorphose leptocéphale-civelle les juvéniles voient leur taille

diminuer. Les civelles qui arrivent dans l'estuaire en début d'année mesurent donc environ 60 mm. La présence majoritaire d'animaux de petite taille indique donc que ceux-ci sont présents dans l'estuaire depuis moins d'un an. Indirectement, ces chiffres renseignent sur l'état de santé de la population des géniteurs.

Disposer de données concernant la reproduction en mer des Sargasses permettrait, en recoupant avec les données de colonisation du milieu par les civelles, d'évaluer le succès de la traversée transatlantique.

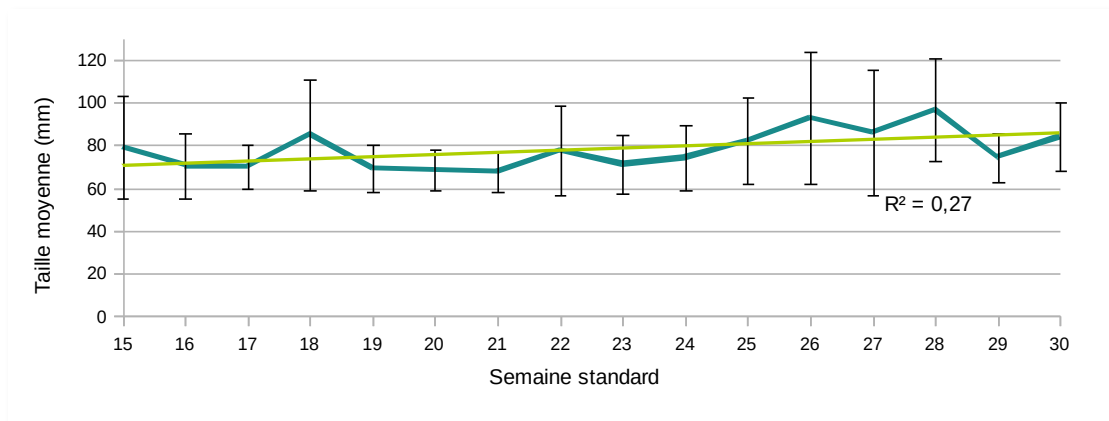


Figure 22 : Evolution saisonnière de la taille moyenne des civelles aux Enfreneaux de 2010 à 2012

La figure 22 montre l'évolution de la taille moyenne des civelles. Bien qu'il semble que la taille moyenne augmente d'environ 10 mm au cours de la saison, le coefficient de régression linéaire (R^2) et les intervalles de confiance ne permettent pas de confirmer cette tendance.

L'évolution de la taille moyenne des individus dépend du temps passé dans l'estuaire. Ainsi, les animaux capturés dans le vivier au printemps sont globalement plus petits que ceux capturés en été. Si cette tendance a été observée par de nombreux scientifiques (Gascuel, 1987 ; Legault, 1987), les données croisées de 2010, 2011 et 2012 ne permettent d'arriver aux mêmes conclusions. L'influence des facteurs physico-chimiques et anthropiques sur la migration anadrome des civelles modifie en effet la circulation et la remontée des juvéniles dans l'estuaire. Il est donc difficile de pouvoir déterminer des tendances en croisant les données de 3 années. De plus, au cours de la saison plusieurs vagues de migrants se succèdent (Gascuel, 1987). L'étude de l'évolution de la taille moyenne des civelles peut permettre d'observer ses vagues.

Les chiffres de captures aux Enfreneaux entre 2010 et 2012 montrent bien l'importance et l'efficacité de cette passe pour la circulation des civelles. Ces 3 dernières années, plus de 501 000 individus ont été capturés toute taille comprise soit 204 kg. Ajoutés aux chiffres depuis 1984, c'est près de 5 000 000 d'anguilles qui ont emprunté la passe-piège.

Les portes des Cinq Abbés

Installée en 1996, la passe piège des portes des Cinq Abbés est la 2^{ème} passe estuarienne gérée par le Parc interrégional du Marais poitevin. Localisée à 8km de l'embouchure de la Sèvre niortaise et à 14km en aval du barrage de Boule d'Or (Figure 3, Annexe 1), cette passe subit régulièrement des phénomènes d'envasement qui limitent le suivi. La passe n'a été suivie qu'en 2011 et 2010. Face aux faibles données biométriques réunies seuls les résultats quantitatifs sont étudiés dans ce rapport.

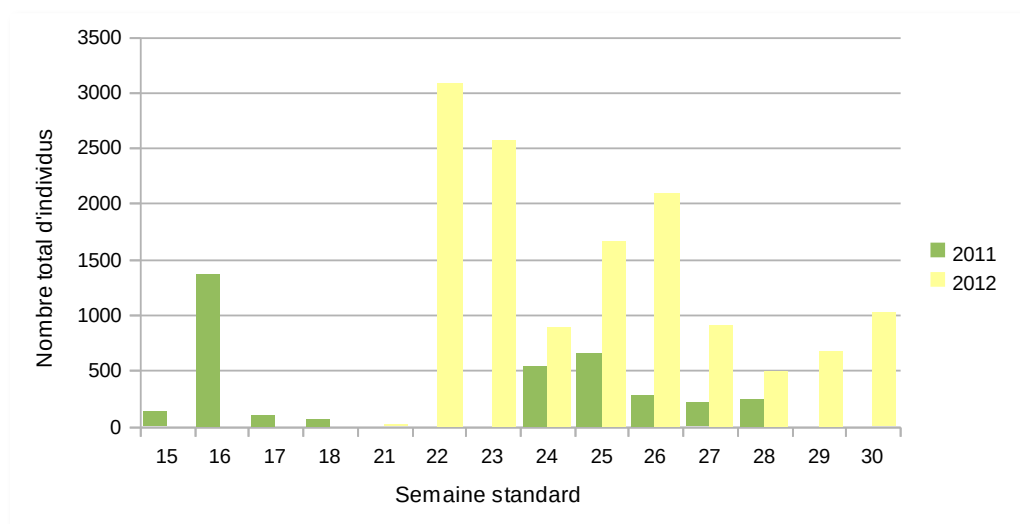


Figure 23 : Abondance hebdomadaire en civelles au barrage des Cinq Abbés en 2011 et 2012

La figure 23 montre les résultats des suivis entre 2011 et 2012. Les observations des remontées de civelles montrent une forte disparité entre les années ainsi qu'une variation saisonnière importante. Cependant il semble que les individus aient emprunté la passe en plus grand nombre cette année.

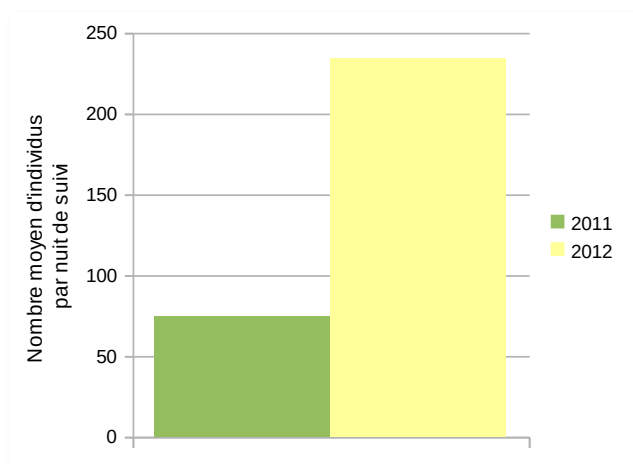


Figure 24 : Bilan des captures de civelles par nuit de suivi aux Cinq Abbés en 2011 et 2012

La figure 24 confirme bien cette tendance : par nuit de suivi, 3 fois plus d'individus ont été capturés en 2012 par rapport à 2011 soit un nombre moyen de 234 au lieu de 75.

La migration anadrome au niveau de la passe piège des portes des Cinq Abbés varie d'une année sur l'autre. Tout comme aux Enfreneaux, les facteurs physico-chimiques et anthropiques influencent la remontée. Dans

une moindre mesure les remarques faites pour les Cinq Abbés sont équivalentes à celles faites pour les Enfreneaux. La migration des civelles semblent avoir démarré plus précocément en 2011 qu'en 2012. De plus les chiffres de cette année

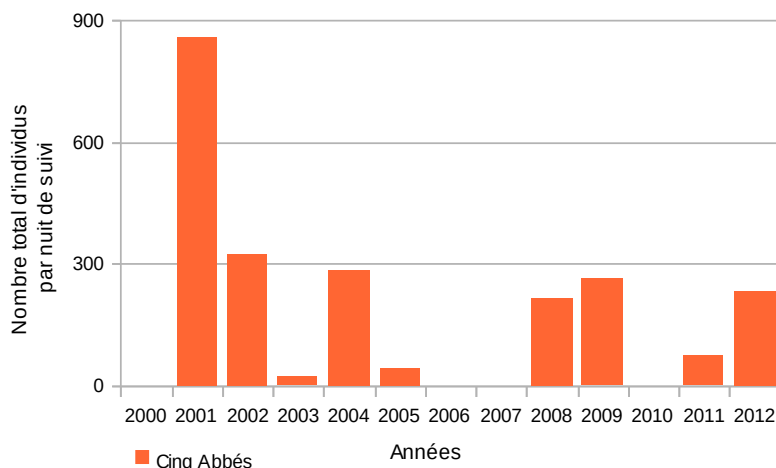


Figure 25 : Résultats des captures de civelles par nuit de suivi aux Cinq Abbés entre 2000 et 2012

semblent encourageants pour ce qui est de la colonisation du milieu par les juvéniles d'anguilles.

L'étude des résultats depuis 2000 permettent de mettre en perspective les observations. La figure 25 montre le total des captures de civelles depuis 2001. En 2000, 2006, 2007 et 2010 aucun suivi n'a été effectué. A part en 2003, 2005 et 2011, il semble que le

nombre moyen d'individus capturés par nuit de suivi soit autour de 300.

Ces chiffres pourraient indiquer une stabilisation de la population migrante. Seule 2001 apparait comme une année exceptionnelle.

Si les résultats de 2012 semblent positifs, les études précédentes ne montrent pas d'amélioration nette. Il est donc, à l'heure actuelle, difficile d'évaluer l'efficacité de recolonisation du marais. Le suivi dans les années à venir permettra de déterminer s'il y a stabilisation des chiffres.

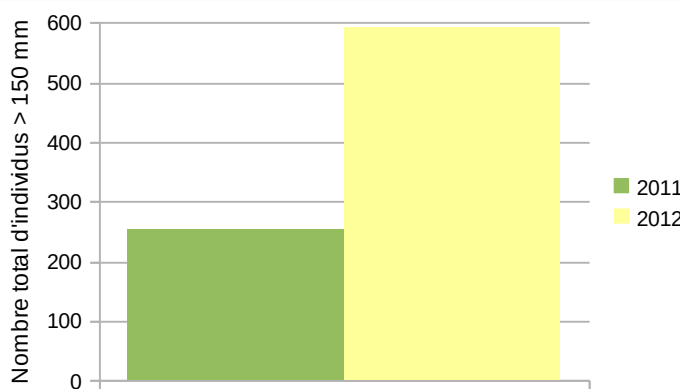


Figure 26 : Bilan des captures de gros individus aux Cinq Abbés en 2011 et 2012

La figure 26 montre également que le nombre total de gros individus capturés en 2012 est plus de 2 fois supérieur à celui de 2011.

La présence de gros voire très gros individus dans la passe montre bien qu'une petite partie de la population estuarienne ne migre pas dès la première année, préférant grandir en milieu saumâtre. Ces observations témoignent également

de la gestion hydraulique en amont. En effet, au niveau du barrage de Boule d'Or, la majorité des eaux sont relâchées vers le canal des Cinq Abbés. Cela entraîne un important attrait au niveau de la passe estuarienne, amenant de gros individus à l'emprunter.

Au total, plus 16 000 individus, toutes tailles comprises, ont été capturés entre 2011 et 2012 soit 19 kg. Ajoutés aux années précédentes c'est 136 000 anguilles qui ont pu coloniser le marais, pour un poids total de 112 kg. Cette passe démontre donc son efficacité.

Les portes du Contreboth de Vix

La passe à anguille des portes du Contreboth de Vix a été installée en 1996. Située à 12 km de l'embouchure de l'estuaire, son suivi est souvent interrompu à cause d'un envasement fréquent ; de faibles débits fluviaux sont responsables de cet envasement. Depuis 2004, cette passe n'est donc plus suivie. Seuls quelques mesures ponctuelles permettent de vérifier le fonctionnement de la passe comme en avril 2011.

L'absence de données ne permet pas une étude de cette passe. Pourtant il serait intéressant de pouvoir suivre les remontées de civelles dans le marais mouillé. Cette installation relie en effet une partie du marais mouillé à l'estuaire de la Baie de l'Aiguillon via le canal du Contreboth de Vix (Figure 3, Annexe 1).

Synthèse

Les barrages situés en amont de l'estuaire de la Sèvre niortaise représentent des obstacles à la circulation des juvéniles d'anguille venus grandir en milieu dulçaquicole. L'installation de passes à anguille à leur niveau permet de favoriser la migration anadrome mais aussi d'étudier chaque année la fraction migrante de la population estuarienne. Les suivis doivent être poursuivis car ils renseignent sur l'un des premiers indicateurs de présence de l'espèce. En effet la gestion et la restauration de l'espèce dans le marais poitevin passe d'abord par une meilleure colonisation du milieu par les civelles.

Les résultats obtenus au niveau des 2 principales passes estuariennes gérées par le Parc confirment donc leur importance et leur efficacité et montrent également une amélioration des captures, notamment en 2012. Cependant ils révèlent aussi une grande variabilité interannuelle et saisonnière. Le cycle de vie long de l'espèce oblige à évaluer ces changements sur le long terme. Il convient donc de pondérer ces conclusions et de poursuivre les suivis.

Enfin aux vues des difficultés techniques principalement liées au phénomène d'envasement, il apparaît important d'engager des réflexions sur la gestion hydraulique. Ainsi repenser la circulation de l'eau au niveau des barrages favoriserait la remontée des civelles d'anguilles. Cette sortie régulière d'eau contribuerait à retarder et limiter l'envasement et accentuerait l'attrait autorisant du même temps un meilleur suivi.

Les passes fluviales

Boule d'Or axe Vendée

Le barrage de Boule d'Or est situé sur la rivière Vendée, 13 km en amont de l'estuaire (Figure 3, Annexe 1). Cette installation installée en 1988 possède 2 axes. Sur le premier axe, 2 portes dirigent les eaux vers la Vendée avant quelles ne se jettent dans la Sèvre niortaise au niveau du barrage du Gouffre 7 km plus bas. Une passe est installée sur chaque porte permettant le suivi de la rive droite et gauche.

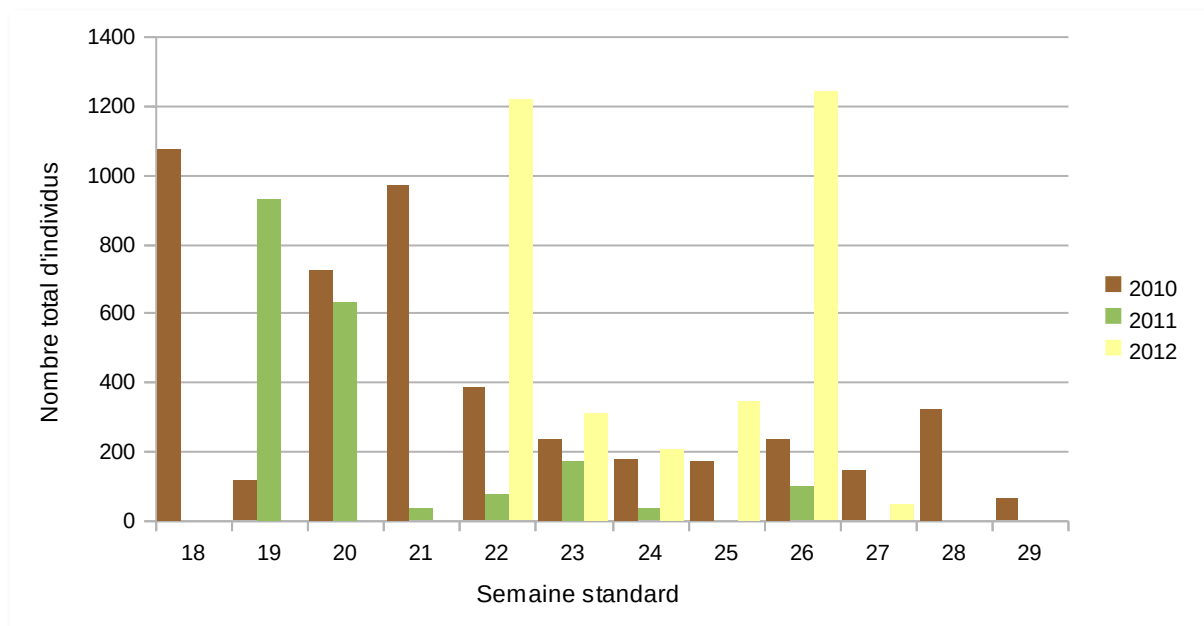
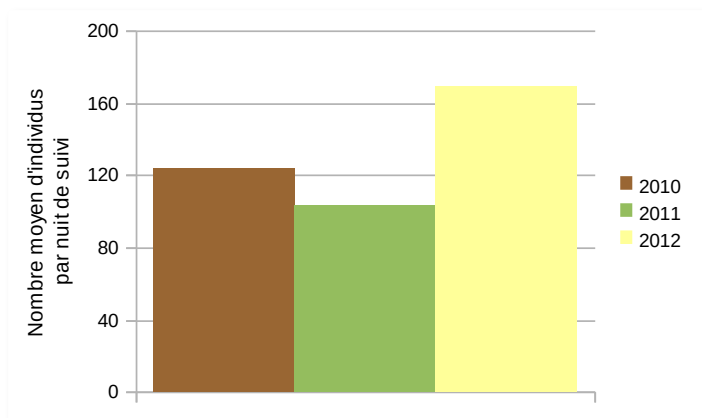


Figure 27 : Abondance hebdomadaire en civelles au barrage de Boule d'Or axe Vendée de 2010 à 2012

Les résultats des suivis effectués depuis 2010 sont présentés dans la figure 27. Les relevés présentent d'importantes variations saisonnières et interannuelles. Les données de 2010 et 2011 semblent indiquer des remontées plus importantes en mai (semaines 18 à 21). Le suivi de 2012 ayant commencé tardivement, il est difficile de confirmer ces observations. En revanche, deux pics bien marqués apparaissent, début et fin juin (semaines 22 et 26).

Les anguilles présentent dans les cours d'eau ne sont pas influencées de la même manière que les civelles pour ce qui est de leur migration. En effet, si les civelles sont fortement tributaires de la marée pour remonter l'estuaire, les animaux vivant en eau dulçaquicole migrent principalement en fonction des facteurs physico-chimiques tels que la température (Gascuel, 1987). Néanmoins, il reste difficile de déterminer quels individus vont migrer. En effet, les anguilles grandissent dans les cours d'eau à des rythmes différents, restant parfois plusieurs années dans les mêmes canaux. Legault (1987) a également montré qu'il existait une hétérogénéité de distribution de l'espèce, les femelles devenant plus nombreuses que les mâles plus on remonte en amont des rivières. Enfin l'abondance des ressources et les afflux d'eaux douces semblent aussi impacter leur déplacement.



Ramené au nombre de nuit de suivi, le total des captures indique des prises moyennes entre 100 et 160 individus par nuit (Figure 28). Comme précédemment l'année 2012 montre des chiffres plus importants que pour les années précédentes mais dans une moindre mesure.

Figure 28 : Bilan des captures de civelles par nuit de suivi à Boule d'Or Vendée de 2010 à 2012

Les observations montrent qu'un plus grand nombre d'individus a été mesuré au niveau de ces passes en 2012 sans toutefois que l'ampleur de cette différence soit comparable à celle des passes estuariennes. Cette nuance peut permettre d'envisager des explications pour les bons chiffres de cette année. Ainsi, si ces différences étaient équivalentes il serait possible de supposer l'influence majoritaire des facteurs climatiques puisque très variables d'une année sur l'autre. D'autres facteurs entrent donc en compte sans qu'il soit pour le moment possible de savoir s'ils sont liés à un changement des conditions environnementales ou anthropiques.

Il serait intéressant de pouvoir déterminer avec plus de précision les différences interannuelles de conditions environnementales. Le comportement de la population d'anguille du Marais poitevin étant sous l'influence de très nombreux facteurs, avoir accès à un plus grand nombre de données (salinité, turbidité, oxygène, pollution, profondeur de l'eau) autoriserait un meilleur suivi de l'espèce et ainsi une meilleure évaluation de l'efficacité des plans de gestion.

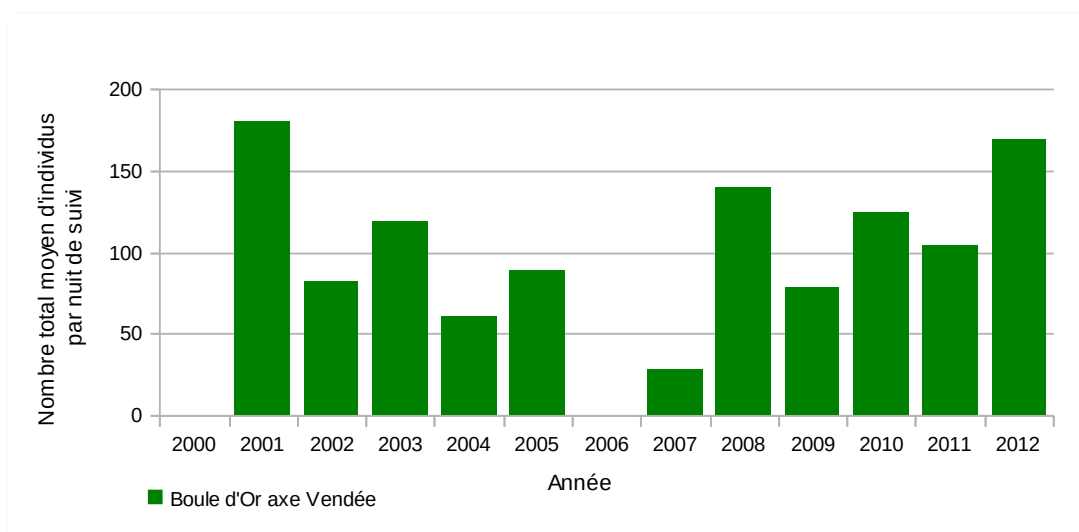


Figure 29 : Résultats des captures de civelles par nuit de suivi à Boule d'Or Vendée de 2000 à 2012

La figure 29 montre les résultats des relevés effectués depuis 2000. Il semble que les observations des dernières années s'inscrivent dans une tendance à l'augmentation des remontées au niveau des passes de Boule d'Or. Les chiffres de 2012 se rapprochent de ceux de 2001 avec en moyenne plus de 150 individus capturés chaque nuit.

Ces résultats positifs laissent envisager une amélioration plus durable des remontées au niveau de la Vendée. Cependant comparés aux données de la fin des années 1990, ils restent très inférieurs (facteur 1/3).

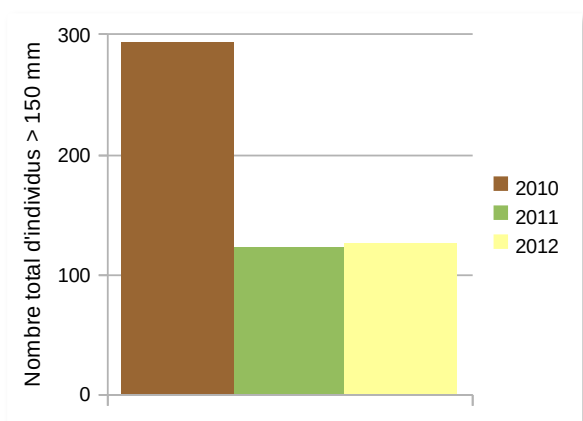


Figure 30 : Bilan des captures de gros individus à Boule d'Or Vendée de 2010 à 2012

Les données de présence de gros individus dans les filet-poches permettent de constater les proportions de chaque stade biologique (Figure 30). En 2010 il y avait presque 3 fois plus de gros animaux que de civelle alors qu'en 2011 et 2012 on retrouve environ 50% de chaque.

Les différences de comportement des individus dans les cours d'eau explique la présence dans des proportions plus ou moins équivalentes de petits et gros individus. Les différences constatées en 2010 peuvent s'expliquer par une remontée moins importante

de civelles et petites anguilletles l'année précédente. Il convient cependant de considérer les biais d'échantillonnages liés aux changements d'opérateurs et au matériel (temps pour traverser le tamis).

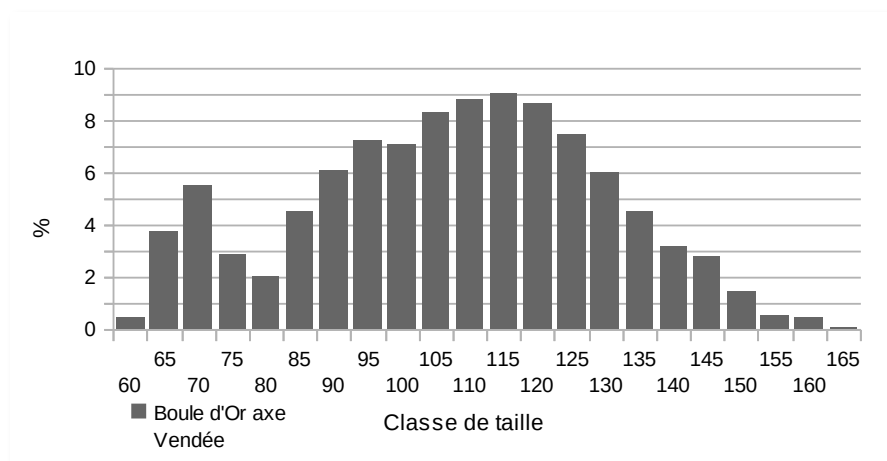


Figure 31 : Distribution des abondances en civelles par classes de taille à Boule d'Or Vendée de 2010 à 2012

La figure 31 montre une forte disparité des classes de tailles autour de la moyenne (111 mm) confirmant l'importante hétérogénéité de distribution des individus capturés. Il apparait une deuxième distribution moindre autour de 70 mm.

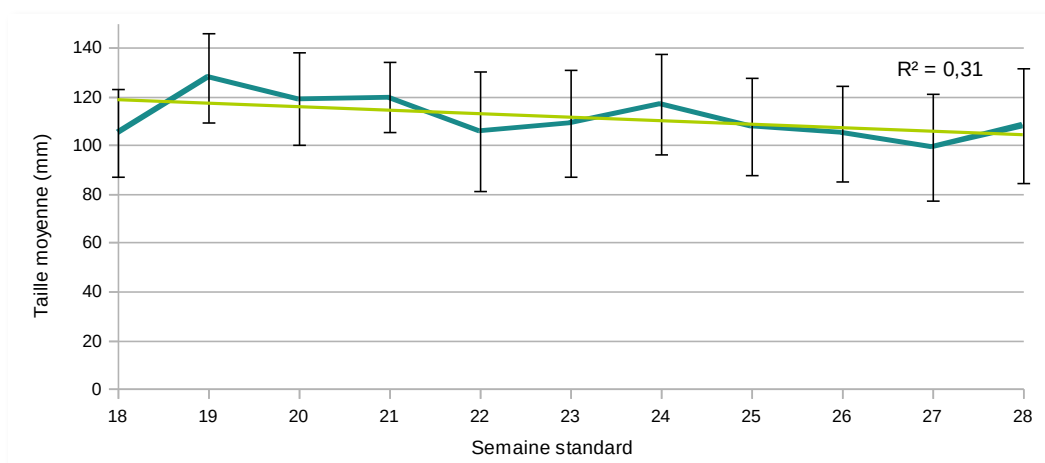


Figure 32 : Evolution saisonnière de la taille moyenne des civelles à Boule d'Or Vendée de 2010 à 2012

La figure 32 ne permet pas d'observer une évolution biométrique au cours de la saison. La courbe de régression semble indiquer une diminution de la taille moyenne cependant les écart-types n'autorise pas à conclure. La grande diversité des tailles des civelles est confirmée par l'étendue des écart-types.

La distribution des classes de tailles vient appuyer les remarques faites précédemment concernant les comportements migrateurs de l'espèce dans les rivières. Il semble également bon de remarquer que deux cohortes d'individus migrent simultanément. En effet on constate qu'une fraction des animaux piégés présente une taille moyenne autour de 70 mm. Cette fraction correspond aux migrants entrés dans le Marais depuis moins d'un an ; la fraction principale représentant tous les individus de plus d'un an. Ces observations peuvent être faites du fait d'une distance à l'estuaire relativement faible de l'ordre de la dizaine de km.

Entre 2010 et 2012, près de 10 500 individus ont été relevés dans les passes à anguille du barrage de Boule d'Or axe Vendée soit 21,9 kg. Depuis son installation 190 000 anguilles de toutes tailles ont emprunté la passe représentant 253 kg.

Boule d'Or axe Cinq Abbés

Le deuxième axe du barrage de Boule d'Or possède 1 porte qui redirige les eaux vers le canal des Cinq Abbés. Une seule passe y a été installée en 1988.

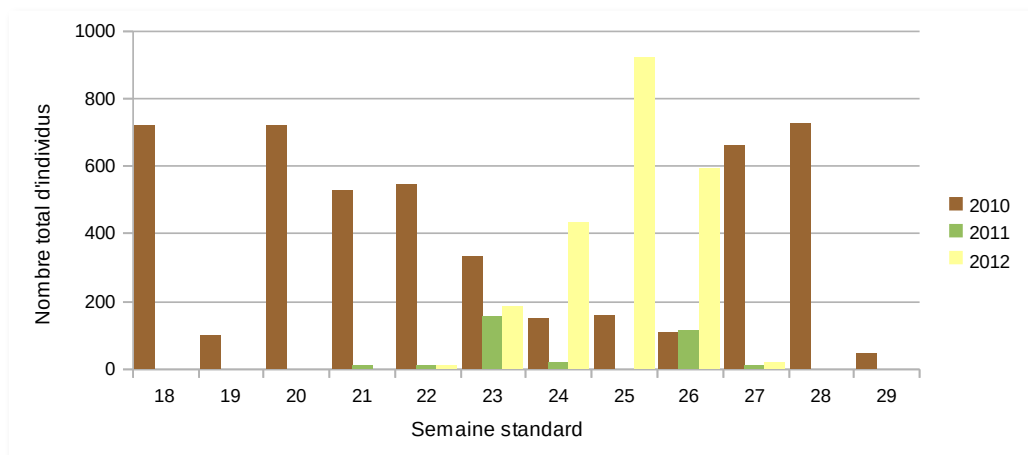
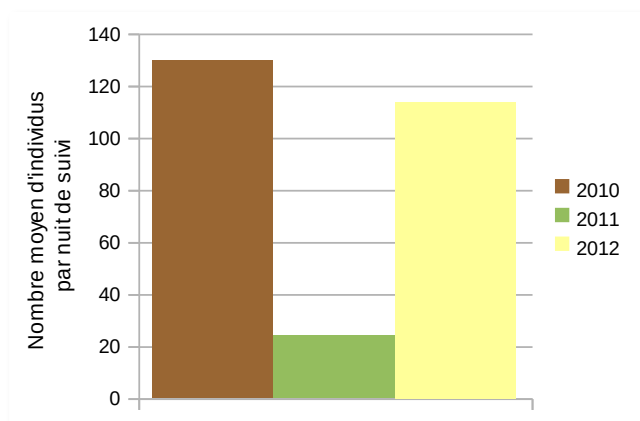


Figure 33 : Abondance hebdomadaire en civelles au barrage de Boule d'Or axe Cinq Abbés de 2010 à 2012

Les données de suivi sont présentées dans la figure 33. Une forte variabilité saisonnière est observée. L'année 2011 se démarque par de très faibles résultats.



La figure 34 confirme ces observations. En 2010 et 2012 entre 129 et 113 individus ont été capturés en moyenne par nuit pour seulement 24 en 2011.

Figure 34 : Bilan des captures de civelles par nuit de suivi à Boule d'Or Cinq Abbés de 2010 à 2012

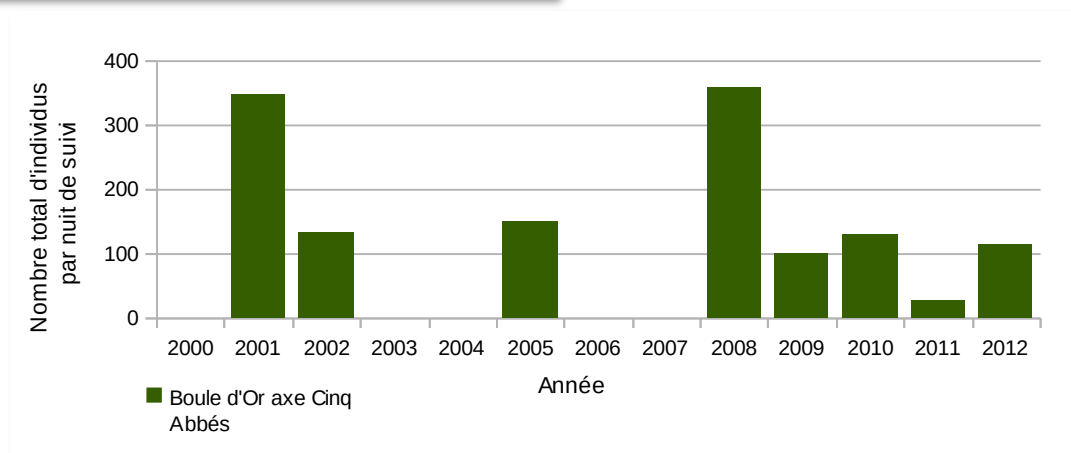
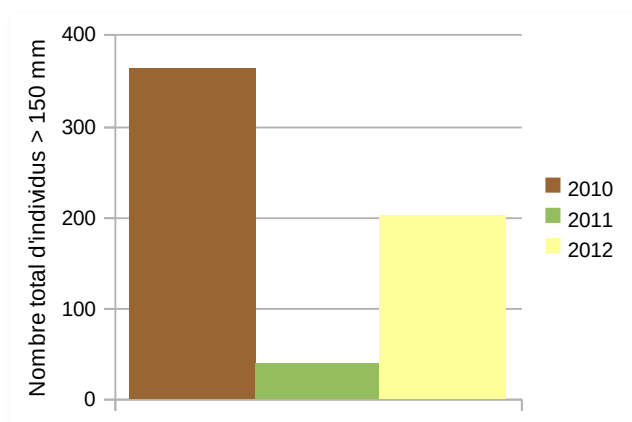


Figure 35 : Résultats des captures de civelles par nuit de suivi à Boule d'Or Cinq Abbés de 2000 à 2012

Depuis le début des années 2000 le suivi de cette passe n'a pas été régulier. Il est cependant possible de constater une forte variabilité d'abondance (Figure 35). Les résultats des 3 dernières années s'inscrivent dans la continuité de 2009 avec des chiffres autour de 100 individus par nuit. Seules 2001 et 2008 montrent des moyennes nettement supérieures.



La figure 36 montre le nombre total de gros individus capturés au niveau de la passe. Comme précédemment les résultats de 2011 sont très faibles par rapport à 2010 et 2012. Les relevés de 2010 semblent presque 2 fois supérieurs à ceux de cette année.

Figure 36 : Bilan des captures de gros individus à Boule d'Or Cinq Abbés de 2010 à 2012

Sur cet axe aussi on constate une hétérogénéité de distribution des individus avec des proportions plus ou moins équivalentes de petits et gros individus. Les conditions météorologiques exceptionnelles (étiage tôt dans la saison) ainsi que de nombreux actes de braconnage sont à l'origine des résultats 2011.

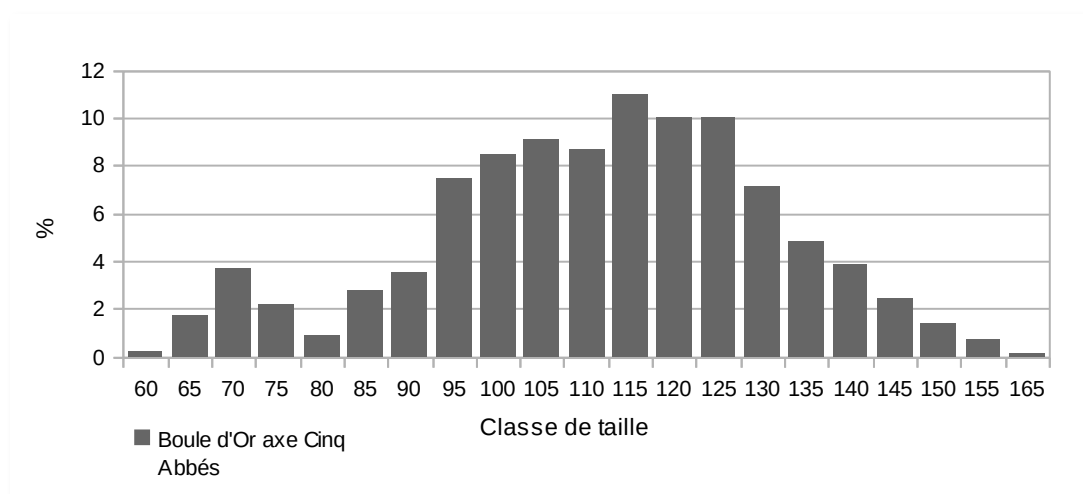


Figure 37 : Distribution des abondances en civelles par classes de taille à Boule d'Or Cinq Abbés en 2011

La distribution des classes de taille est très similaire à celle de l'axe Vendée avec une taille moyenne également autour de 111 mm et une deuxième distribution plus modérée autour de 70 mm (Figure 37).

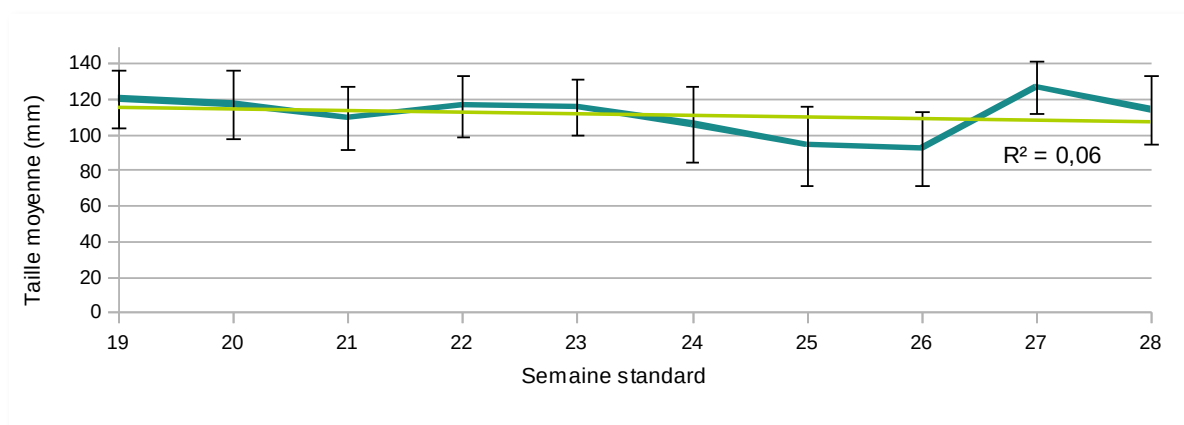


Figure 38 : Evolution saisonnière de la taille moyenne des civelles à Boule d'Or Cinq Abbés en 2011

Les données ne permettent pas d'observer une évolution biométrique (Figure 38).

Le suivi biométrique sur l'axe Cinq Abbés n'étant pas effectué chaque année il est difficile d'observer une tendance dans la taille moyenne des individus capturés. Seules les données de 2011 étaient disponibles pour ce rapport.

La passe à anguille du barrage de Boule d'Or axe Cinq Abbés a permis la capture de plus de 7 800 individus soit 21 kg. Depuis 1988, près de 128 000 animaux ont été relevés toutes tailles comprises (soit 167 kg).

Boisse

Le barrage de Boisse est situé 16 km en amont du barrage de Boule d'Or (Figure 3, Annexe 1). Il possède 2 portes avec sur chacune d'entre-elles une passe à anguille installée en 1988. Le suivi des passes y est plus difficile car les remontés d'anguilles ont principalement lieu lors de pics. Les relevés ne pouvant avoir lieu que 4 nuits par semaine certaines remontées ne sont pas mesurées. Seuls 2011 et 2012 ont donné lieu à du suivi.

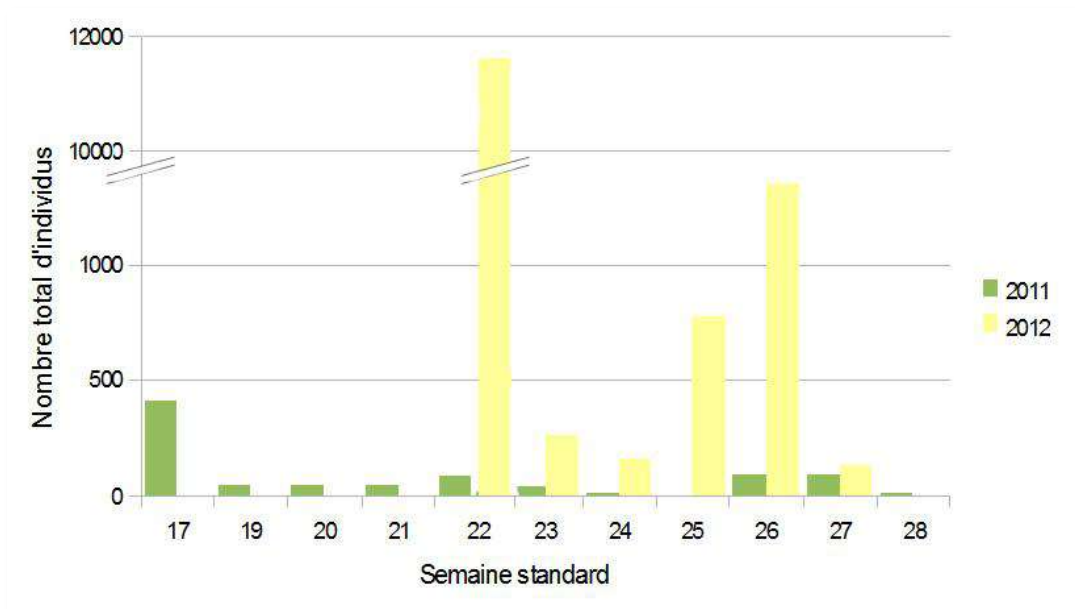
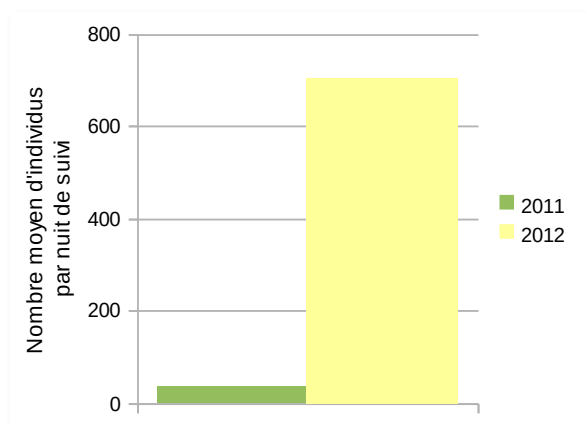


Figure 39 : Abondance hebdomadaire en civelles au barrage de Boisse en 2011 et 2012

Les résultats de ces suivis sont présentés dans la figure 39. L'année 2011 montre des relevés très faibles en comparaison des observations de 2012. On constate également qu'un pic de migration a eu lieu au début de juin 2012. Ce pic correspond aux pics mesurés aux barrages de Boule d'Or et des Enfreneaux.

Les résultats de 2012 illustrent bien la problématique de suivi de ces passes avec la présence de pics difficilement prévisibles car très liés aux conditions environnementales. Les données récupérées cette année confirment les bons chiffres observés sur autres passes suivies.



La figure 40 montre bien la différence de résultats entre 2011 et 2012. Le nombre moyen d'individus capturé par nuit à Boisse apparaît très supérieur à ceux observés à Boule d'Or.

Figure 40 : Bilan des captures de civelles à Boisse en 2011 et 2012

La proximité du barrage du Mervent qui relâche régulièrement d'importantes quantités d'eau douce est à l'origine des pics de migrations. L'attrait provoqué entraîne la remontée simultanée de nombreux individus. Ce phénomène permet donc d'expliquer la différence avec les chiffres mesurés à Boule d'Or. De plus au niveau de ce dernier, 2 axes fluviaux sont réunis, augmentant d'autant les nombres d'anguilles dans cette partie de la Vendée.

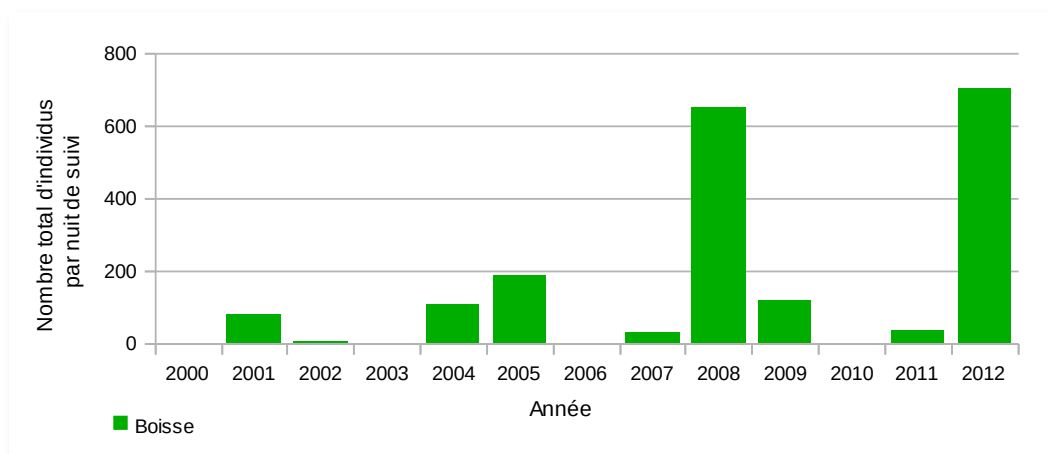
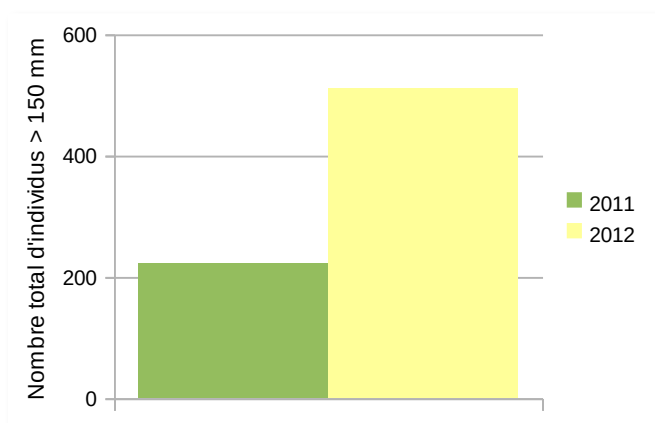


Figure 41 : Résultats des captures de civelles par nuit de suivi à Boisse de 2000 à 2012

Les résultats depuis 2001 montre des remontées très irrégulières d'une année à l'autre (Figure 41).

Les pics de migrations permettent là encore d'expliquer en partie les résultats constatés.



L'observation des résultats concernant les gros individus (Figure 42) montre une forte proportion d'anguilles et anguillettes en 2011 par rapport aux civelles (80%). En 2012 il y avait en moyenne un peu plus de civelles que de gros individus capturés chaque nuit (704 contre 513).

Figure 42 : Bilan des captures de gros individus à Boisse en 2011 et 2012

La figure 43 présente l'évolution biométrique 2012 des civelles. Elle montre une distribution en cloche des données autour de la moyenne (113 mm). Ce graphique semble indiquer une relative homogénéisation des individus remontant au niveau de la passe avec l'absence d'une deuxième cohorte. Bien que la taille moyenne soit supérieure à celle mesurée à Boule d'Or il n'est pas possible de confirmer la significativité de différence.

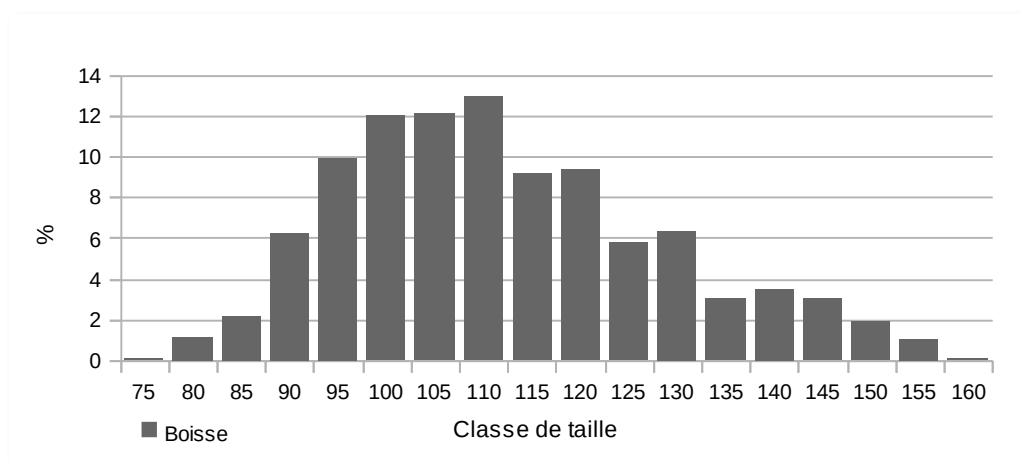


Figure 43 : Distribution des abondances en civelles par classes de taille à Boisse en 2012

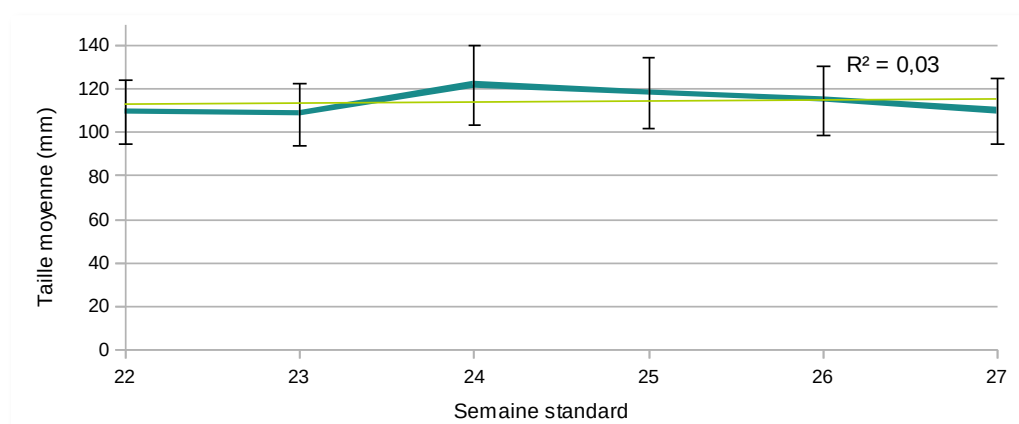


Figure 44 : Evolution saisonnière de la taille moyenne des civelles à Boisse en 2012

La courbe de régression et les écart-types semblent indiquer une absence d'évolution de la taille moyenne des individus au cours de la saison et une distribution toujours variée des individus (Figure 44).

Les passes à anguille du barrage de Boisse permettent la remontée de nombreux individus de toutes tailles sans distinctions particulière. L'hétérogénéité de taille des civelles et anguillettes témoignent des différences de comportement des individus présents dans les cours d'eau. Il est toutefois possible de remarquer que les très gros individus de type anguilles adultes ne sont que peu présents. Cela laisse donc penser que soit les futurs géniteurs n'atteignent leur taille maximale que plus haut dans le Marais soit que certains individus stoppent leur migration en aval.

La difficulté de remonter sur le tapis des passes et les obstacles physiques à la migration peuvent en être la cause. Les pêches électriques effectuées ont permis de constater depuis 2010 la présence d'anguilles adultes sur 27 des 28 sites réparties sur tout le Marais poitevin. Ces anguilles ont été retrouvées au niveau de biefs très en aval des bassins versants ce qui amène à la deuxième hypothèse. Une sédentarisation des individus est possible sur tout le réseau hydraulique du Marais lorsque les conditions de favorables de croissance sont disponibles.

Outres les problèmes de circulation un autre phénomène permet d'expliquer cette présence : la migration différentielle liée au sexe. La colonisation préférentielle des zones amont par les femelles a en effet été démontrée (Legault, 1987).

La passe à anguille de Boisse a permis de relever entre 2010 et 2012 15 660 individus toutes tailles confondues soit environ 31 kg. Depuis son installation, plus de 94 700 animaux ont été recensés, représentant près de 250 kg.

Bazoin-Mignon

La passe à anguille de Bazoin Mignon a été installée en 1997 et reconstruite en 2006 après 4 ans d'inactivité. Le barrage de Bazoin se situe au niveau du nœud de Bazoin, au croisement de la Sèvre niortaise et du Canal du Mignon. L'absence de données suffisantes ne permet pas d'effectuer une étude.

Synthèse

Le suivi des passes fluviales permet de constater l'importance des passes. L'année 2012 se caractérise par une **remontée plus importante** des anguilles par rapport aux années précédentes. Les chiffres restent toutefois très variables selon le barrage considérés.

La **distribution** des animaux au niveau des différents sites et entre ceux-ci est impactée par la fragmentation des cours d'eau. Ce phénomène accentue l'hétérogénéité des classes de tailles et, dans une moindre mesure, la distribution sexuelle. Cette **fragmentation**, due essentiellement à la présence d'ouvrage de gestion hydraulique, ralentit également la migration favorisant le mélange des cohortes. Toutefois il est important de souligner que les anguilles ne suivent que rarement le schéma de migration théorique. En effet, de nombreux individus stoppent leur migration ou redescendent les cours d'eau avant de remonter, et ce, tout au long de leur vie.

Rallonger les périodes de suivi permettrait d'avoir une meilleure évaluation de la migration anadrome dans le Marais poitevin.

PARTIE V : REFLEXION SUR L'INFLUENCE DES COEFFICIENTS DE MAREE ET DEBITS FLUVIAUX

L'étude des débits fluviaux et des coefficients de marée sur les années 2000 à 2012 a été effectuée à partir de la base de données. Seuls les débits entre les mois de mars et septembre ont été utilisés et couplés aux données de l'année. L'irrégularité des suivis anguilles n'autorise pas toujours un suivi sur plusieurs mois. Les comparaisons entre les années sont également difficiles.

Le printemps et l'été se caractérisent par un fort recrutement des civelles au pied des barrages, entraînant leur remontée dans les cours d'eau douce. L'étude des facteurs hydrodynamiques peut permettre d'évaluer leur importance vis-à-vis des flux migratoires et ainsi pourvoir mieux les anticiper.

L'ouverture du barrage des Enfreneaux a lieu théoriquement à marée basse (portes à flots). Les débits n'influencent pas directement la remontée des civelles mais entraînent seulement un attrait.

Débits fluviaux

Afin de simplifier l'étude un indice a été attribué à chaque classe (Tableau 7).

Tableau 7 : Classification des ouvertures moyennes du barrage des Enfreneaux ;
dénomination des classes et indices de débit

Ouverture moyenne	Classe	Indice de débit
= 0	fermé	0
] 0 ; 0,8]	minimum	1
] 0,8 ; 2,95]	faible	2
] 2,95 ; 4,9]	moyen	3
] 4,9 ; 6,95]	fort	4
] 6,95 ; 9]	maximum	5
➤ 9	exceptionnel	6

De façon générale, les résultats obtenus par l'étude graphique ne permettent pas de déduire une tendance significative concernant l'influence des débits sur la remontée des civelles. Les graphiques annuels du nombre de civelles capturées en fonction du coefficient de marée et des débits ne renseignent pas sur un éventuel lien entre les facteurs hydrodynamiques et les flux de migrations (Figures 45 à 57 ; Annexe 3).

Les données d'ouverture montrent une forte variabilité des indices entre les années du fait des conditions climatiques et des durées des suivis (Tableau 8). Les indices qualifiés de faibles (0, 1 et 2) restent constant chaque année, ce qui est raisonnable au vu des dates de suivi ; l'été est souvent associé à des périodes d'étiage durant lesquels les barrages restent fermés.

Tableau 8 : Synthèse annuelle des indices de débits et périodes de suivi

Année	Indice 0	Indice 1	Indice 2	Indice 3	Indice 4	Indice 5	Indice 6	Période d'étude	
2000	✓	✓	✓					15 juin	28 juillet
2001	✓	✓	✓	✓	✓			23 avril	28 septembre
2002	✓	✓	✓					24 avril	30 septembre
2003	✓	✓	✓	✓				07 mai	5 juillet
2004	✓	✓	✓	✓	✓	✓		20 avril	30 juillet
2005	✓	✓	✓					24 mars	11 juillet
2006	✓	✓	✓			✓		10 avril	28 septembre
2007	✓	✓	✓	✓				27 avril	27 juillet
2008		✓	✓	✓	✓	✓		11 mai	18 juillet
2009	✓	✓	✓					21 avril	19 août
2010	✓	✓	✓	✓	✓		✓	26 mars	19 juillet
2011	✓	✓	✓					08 avril	1 juillet
2012	✓	✓	✓		✓	✓	✓	06 avril	2 août

Afin de mieux évaluer l'impact du facteur « débit fluvial » sur les relevés, des boxplots du nombre de civelles recensées par indice de débits ont été effectués (Figures 58 à 70 ; Annexe 4). Les intervalles de confiance ne permettent pas de déterminer des différences dans la moyenne des captures pour chaque indice.

Cependant ces graphiques relèvent que les pics de migrations (données ponctuelles sortant des boxplots) sont associés à des ouvertures de type « fermé » ou « minimum » (indice 0 et 1). Ainsi en 2000, 2001, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012, les plus grosses remontées ont eu lieu lors d'une ouverture minimale des barrages. Et entre 2002 et 2006 ces mêmes remontées ont eu lieu soit lors des fermetures et soit lors des ouvertures minimales des barrages.

Ces observations sont confirmées par les connaissances concernant le comportement des civelles. En effet, il apparait que les juvéniles présents dans l'estuaire ne peuvent se déplacer à contre-courant que lorsque le courant de jusant est inférieur à 30 cm/s. L'ouverture des vannes accentuent le courant de jusant.

Tableau 9 : Moyennes de captures annuelles en civelles par indices de débits

Année	Indice 0	Indice 1	Indice 2	Indice 3	Indice 4	Indice 5	Indice 6
2000	3951	4606	825				
2001	3940	6270	4445	730	72		
2002	2238	3280	584				
2003	4733	7222	3382	2092			
2004	1654	6549	56	0	7	18	
2005	1383	2065	470				
2006	2174	4346	1071			0	
2007	5357	2350	463	891			
2008		5980	104	85	125	30	
2009	551	4622	835				
2010	750	2853	483	6	13		1
2011	236	2449	13				
2012	635	4677	5293		2558	1863	3689

D'autre part, le tableau 9 montre que lors d'ouvertures fortes, maximales ou exceptionnelles le nombre moyen de civelles capturées est très inférieur à celui mesuré pour des débits moindres. Ainsi en 2001, 2008 et 2010 moins de 1% des civelles sont remontées lors de gros débits et seulement 2,6% en 2004.

Les données confirment donc le fait que seuls de faibles relâchés d'eau douce autorisent une forte migration des civelles.

Si les graphiques 58 à 70 (Annexe 4) et le tableau 9 montrent bien d'importants flux migratoires essentiellement lors de débits faibles (indices 0 à 2), les données ne permettent pas de préciser ses observations.

Coefficients de marée

L'étude des courants de marée ne permet pas non plus de tirer de conclusions sur l'influence des coefficients. Il est néanmoins possible de remarquer que les plus forts pics de migrations ont lieu préférentiellement lorsque les coefficients sont modérés (entre 50 et 90) comme le montre les graphiques 71 à 75 et 80 à 83 (Annexe 5) ou faibles (inférieurs à 50) comme en 2005, 2006, 2007 et 2008 (Figure 76 à 79 ; Annexe 5).

Les pics, remarquables sur ces graphiques par leur présence hors des quartiles (25% - 75%) des boxplots, sont dépendants des données de chaque saison. En effet certaines années se caractérisent par des pics correspondant à 30 000 ou plus d'individus comme en 2000, 2001, 2002, 2004, 2008, 2009 et 2010 alors que pour d'autres ces mêmes pics correspondent à moins de 15 000 civelles (2005, 2007 et 2011). Il convient donc de modérer les affirmations et de prendre en compte les différences d'abondance totale en anguilles entre les années. De plus quelques « pics » ont aussi eu lieu pour des coefficients faibles (>50) ou forts (>90). La fréquence plus faible de ces coefficients peut être à l'origine de ces différences.

Il serait intéressant de pouvoir différencier les périodes de revif (coefficients de marée montants) et de déchet (coefficients descendants) afin d'évaluer leur influence sur les remontées de civelles. En effet, selon Gascuel (1987), les flux migratoire s'avèrent plus importants lorsque les coefficients augmentent.

De manière globale l'étude des coefficients de marée et des débits fluviaux ne montre **pas de différences significatives** permettant de déterminer une tendance dans les remontées pour la période étudiée (2000 à 2012). L'étude croisée de l'influence de ces facteurs ne permet pas d'apporter un complément d'information sur l'impact des mouvements de masses d'eau sur la migration anadrome des civelles.

Discussion sur les données

Pour certaines catégories de débits et coefficients seules quelques données sont disponibles. Cela s'explique par le caractère rare et exceptionnel de ces phénomènes rendant plus difficile leur étude croisée. En effet la **robustesse** et donc la véracité des constatations sont liées à l'abondance des données. Plus celles-ci sont importantes moins le risque d'erreur est important.

Il est également raisonnable de penser que l'impact de ces facteurs dynamiques ne peut être réfléchi comme simultanés aux remontées de civelles. En effet, les mouvements d'eaux qu'ils provoquent auront un **impact décalé** sur la migration de la majorité des individus. Lors des grands coefficients de marée et en période de revif, le courant de flot croissant permet aux civelles de remonter dans l'estuaire et donc d'arriver plus facilement au pied des barrages (Gascuel, 1987). Les fortes remontées apparaissent donc logiquement plus importantes pendant ces périodes.

De la même façon, des débits fluviaux modérés à forts libèrent des quantités d'eaux douces dans l'estuaire plus conséquentes ce qui provoque un attrait des civelles vers l'amont. Cet attrait ne se fait instantanément que pour les individus présents à proximité du barrage. Pour ceux plus en aval un temps de remontée est à prendre en compte. Cela s'avère d'autant plus justifié que les courants d'attrait ont un **effet antagoniste**. En effet en renforçant le courant de jusant ils ralentissent la migration à contre-courant (Legault, 1993).

La **dimension temporelle** est donc à considérer lors de l'étude de l'influence des mouvements de masses d'eau sur la migration anadrome. La difficulté relève aussi dans l'appréhension du décalage engendré. Il reste pour le moment difficile de savoir si ce décalage se mesure en heures, en marée ou en jours. Cela est d'autant plus compliqué qu'il dépend aussi largement des densités en civelles et de leur localisation par rapport au barrage. En effet, Gascuel (1987) et Legault (1987) ont montré que les civelles avaient tendance à se regrouper lors de la remontée de l'estuaire.

Cette année, l'ouverture très fréquente et sur plusieurs heures à chaque marée du barrage des Enfreneaux aux mois d'avril, mai et juin a pu entraîner des retards dans le passage des civelles. En effet, l'attrait provoqué par ces débits, alors même que l'eau est suffisamment haute pour permettre d'emprunter la passe, a pu désorienter les civelles qui n'ont pas été en mesure de trouver l'entrée de la passe.

En conclusion, il semblerait que les civelles privilégient les coefficients moyens (50 à 90) et les débits faibles (indices 0 à 2). Toutefois, l'accès à des données plus précises pourrait permettre d'affiner les résultats. Les débits exacts sont actuellement inaccessibles. Or un barrage faiblement ouvert pendant plusieurs heures et un autre fortement ouvert pendant quelques minutes seulement peuvent donner des indices de débits identiques. L'impact de chacun des cas de figure est pourtant très différent.

CONCLUSION

Le suivi 2012 de la migration anadrome des civelles dans le Marais poitevin montre des **résultats encourageants**. Ces résultats bien que variables au cours de la saison confirment l'importance des installations mises en place pour restaurer la circulation de l'Anguille européenne. Les observations positives faites au niveau des estuaires de la Vie, de la Seudre et de la Vilaine amènent appuyer celles de l'estuaire de la Sèvre niortaise. L'année 2012 se caractérise donc par de bons résultats.

Le bilan des résultats de 2010 à 2012 atteste de l'**amélioration des remontées** des juvéniles d'anguille au niveau des passes estuariennes. Il révèle une tendance similaire à l'intérieur du Marais avec des mesures fluviales en augmentation par rapport à 2010 et 2011.

Il convient cependant d'être prudent quant-aux résultats de 2012. En effet, l'étude de ces résultats à la lumière des données depuis 2000 indique une diminution globale des remontées malgré une amélioration cette année.

L'étude des données de dynamique des masses d'eau ne permet pas de conclure quand à l'influence des coefficients de marée et des débits fluviaux sur les remontées de civelles. Ces dernières semblent toutefois privilégier les coefficients moyens (50 à 90) et les débits faibles (indices 0 à 2).

La poursuite des relevés ainsi que le rallongement des périodes de suivi doit permettre de rassembler chaque année les informations indispensables à l'évaluation des mesures et à la bonne gestion de l'espèce.

La restauration de l'espèce dans le marais poitevin passant d'abord par une meilleure colonisation du milieu par les civelles, il apparaît important d'engager des réflexions sur la **gestion hydraulique**. En effet, la fragmentation du milieu, essentiellement due à la présence d'ouvrages, ralentit la migration et la circulation de l'espèce dans le Marais.

BIBLIOGRAPHIE

Publications

ANONYME, 1984, Rapport de synthèse et programme quinquennal, *Groupe National Anguille*, 60p.

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.

CHANCEREL F., 1994, Note technique : la répartition de l'anguille en France, *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **335**(4), 289-296.

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.

ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE I. et CHARLON N., 1982, Définition des limites des stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L., *Vie et Milieu*, **32**, 149-157.

ELIE P., 1998, Vie d'anguille, *Eaux libres*, **24**, 4-7.

GASCUEL D., 1987, La civelle d'anguille dans l'estuaire de la sèvre niortaise : biologie, écologie, exploitation. Publications Halieutique ENSAR, Rennes, 4(1), 327p.

HYACINTHE F., 2009, Suivi des passes à anguille du Marais poitevin : Bilan de 1984 à 2009, *Mémoire PIMP*, 34p.

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.

LEGAULT A., 1993, L'anguille : aménagement des obstacles à la migration, *Association pour le Développement de l'Aquaculture*, **37**, 32p.

MOUNAIX B. et FONTENELLE G., 1994, Anguilles estuariennes et fluviales : apport de l'otolithométrie, *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **335**, 67-80.

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.

PARC INTERREGIONAL DU MARAIS POITEVIN, 2003, Réseau de suivi et de surveillance de la population d'anguille du bassin de la Sèvre Nioisaise et des bassins versants associés, *Rapport détaillé, PIMP, Cemagref, CSF*, 56p.

PARC INTERREGIONAL DU MARAIS POITEVIN, 2006, Projet de charte de Parc naturel régional du Marais poitevin, *Rapport PIMP*, 98p.

RIGAUD C. et RIQUEPLO C., 2003, Surveillance de la fraction de population d'Anguilles européennes (*A. anguilla*) présente dans le Marais poitevin et les bassins versants associés, *Etudes CEMAGREF de Bordeaux*, n°77, 45p.

SCHMIDT J., 1922, The breeding places of the eel, *Phil. Trans. R. Soc.*, **211**, 179-208.

TESCH F.W., 1977, The Eel, *Ed. Chapman and Hall, London*, 434p.

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)

GLOSSAIRE

AMPHIHALIN : organisme aquatique qui, à certains moments déterminés de son cycle de vie, passe de l'eau salée à l'eau douce et vice versa.

ANADROME : ce dit des poissons qui migrent en rivière pour se reproduire et effectuent l'essentiel de leur croissance en mer. se dit des poissons amphidromes qui de la mer remontent les fleuves pour y pondre.

BOXPLOT : représentation graphique de données statistiques quantitatives ; aussi appeler boîte à moustaches ou diagramme en boîte.

ETIAGE : niveau minimal des eaux d'un cours d'eau ; débit le plus faible.

HOMOSCEDASTICITE : égalité des variances (antonyme : hétéroscédasticité).

HYDROTROPISME : comportement d'attrance pour l'eau douce.

RECRUTEMENT BIOLOGIQUE : arrivée dans les pêcheries de poissons en taille d'être capturés (immigration de jeunes individus en provenance de nourriceries).

RHEOTROPISME : comportement d'attrance pour les zones de courant.

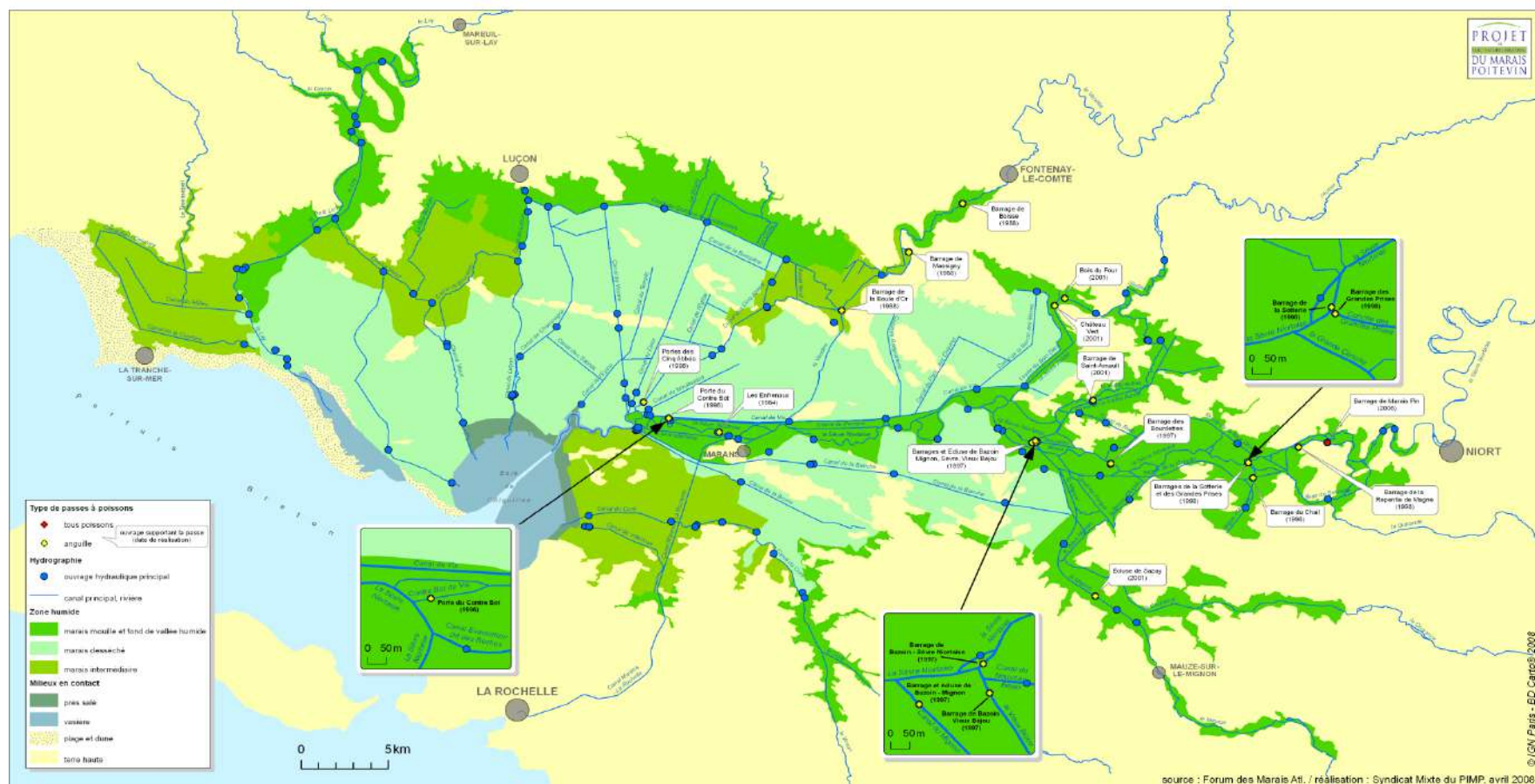
THALASSOTOQUE : organisme dont l'air de reproduction se trouve dans l'océan ; qualificatif pour poisson migrateur diadrome qui se reproduit en mer (fraye en eau de mer) même si vit en eau douce ; se dit aussi d'un organisme amphibiotique qui migre vers la mer pour s'y reproduire (syno : catadrome).

UBUISTE : espèce qui peut vivre partout, qui s'adapte facilement aux milieux divers.

ANNEXES

ANNEXE 1 : CARTE DU MARAIS POITEVIN : LOCALISATION, ENTITE GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE HUMIDE, OUVRAGES HYDRAULIQUES ET PASSES A ANGUILE (PIMP)

Passes à poissons du Marais poitevin



ANNEXE 2 : ETAPES DU PROTOCOLE DE RELEVÉS DES PASSES A ANGUILES



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 3 : CAPTURES ANNUELLES EN CIVELLES EN FONCTION DES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES

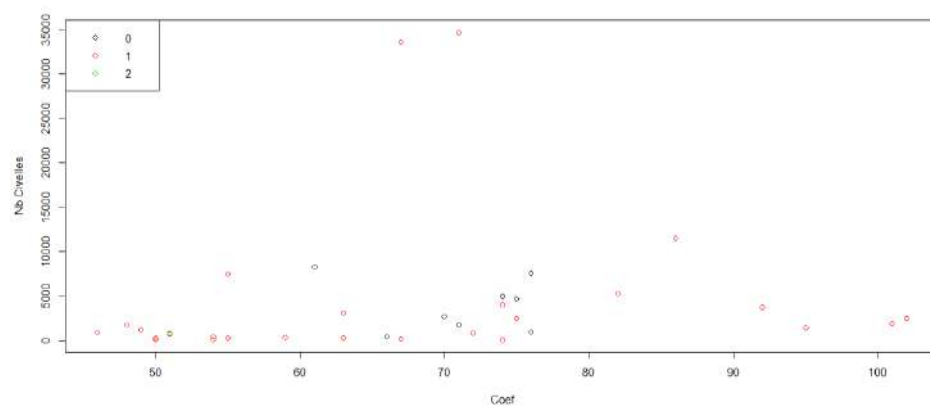


Figure 45 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2000 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

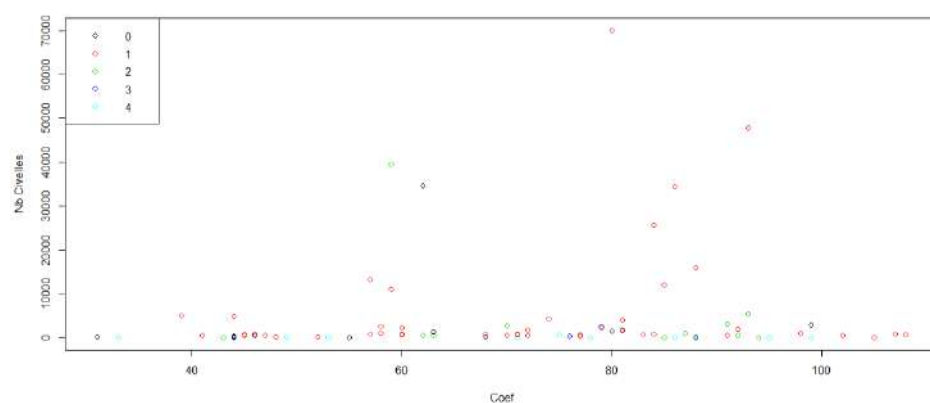


Figure 46 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2001 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

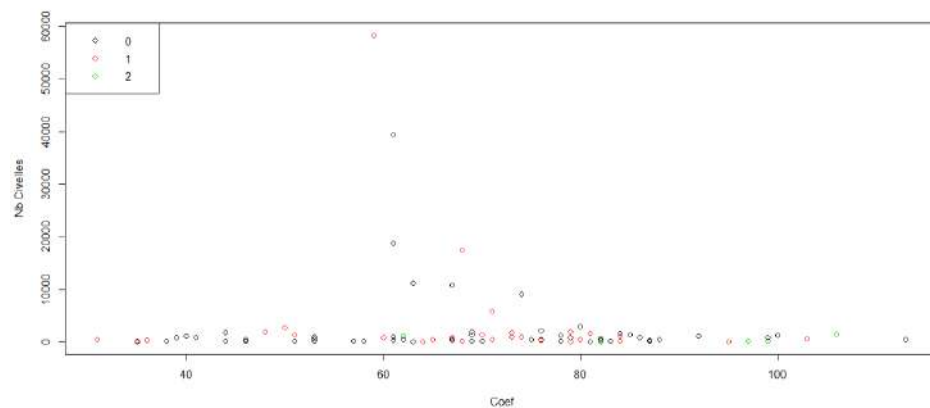


Figure 47 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2002 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

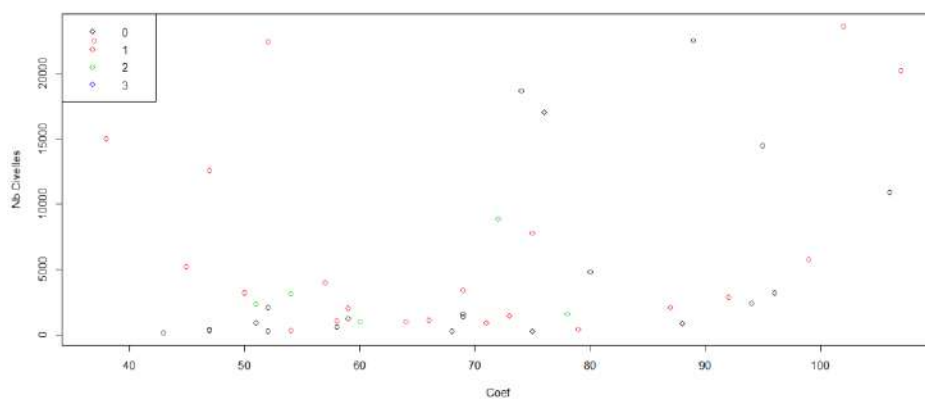


Figure 48 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2003 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

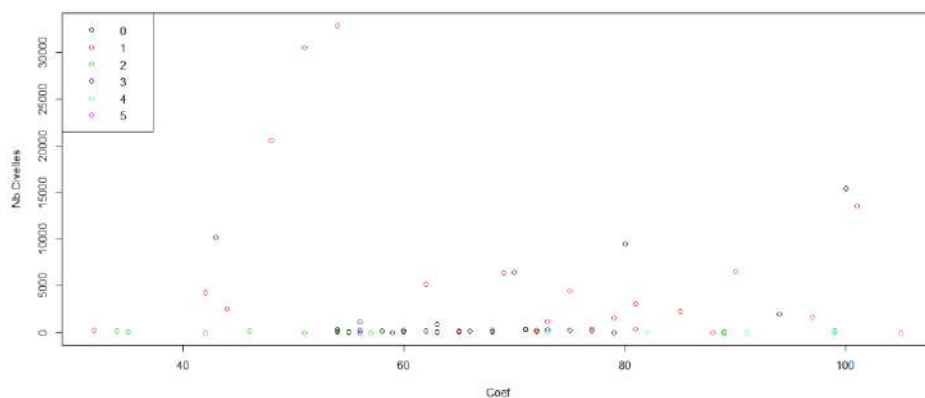


Figure 49 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2004 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

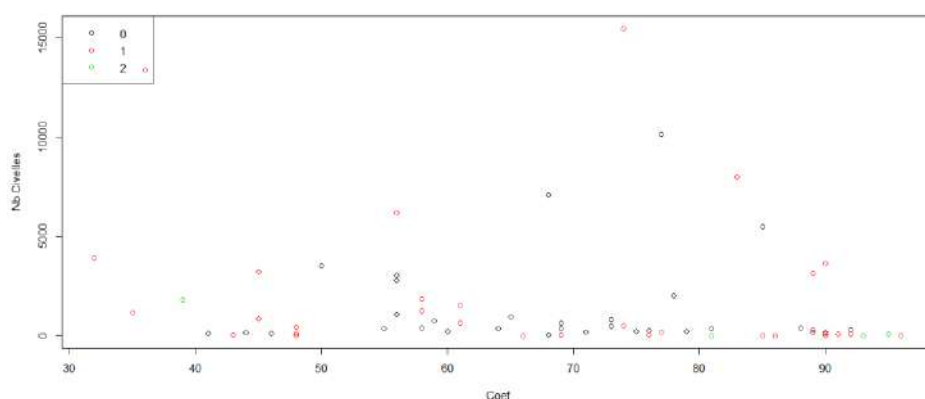


Figure 50 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2005 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

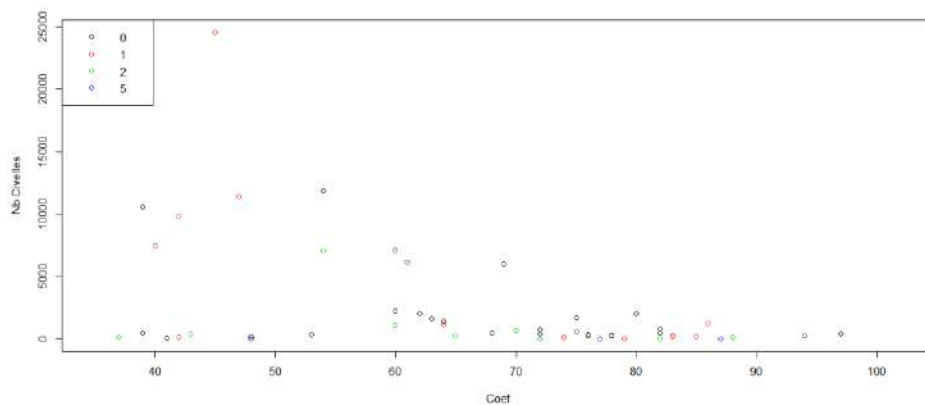


Figure 51 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2006 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

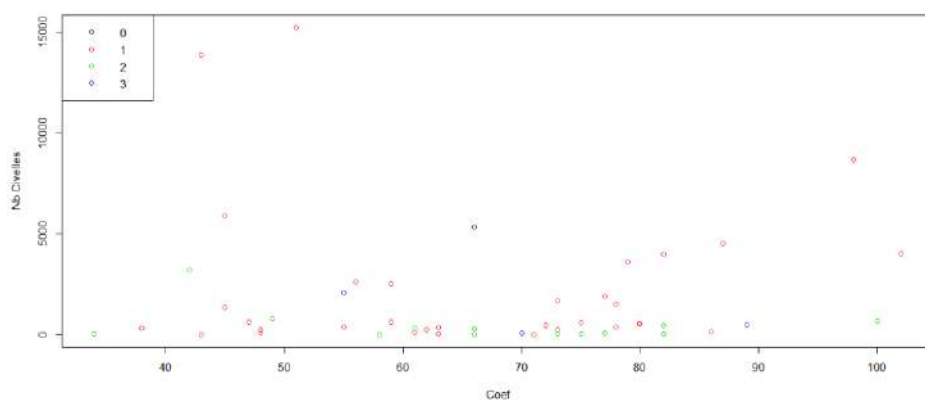


Figure 52 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2007 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

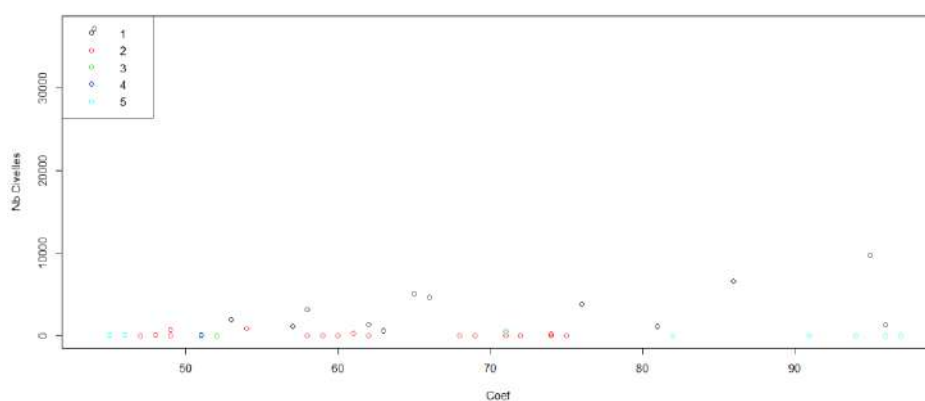


Figure 53 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2008 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

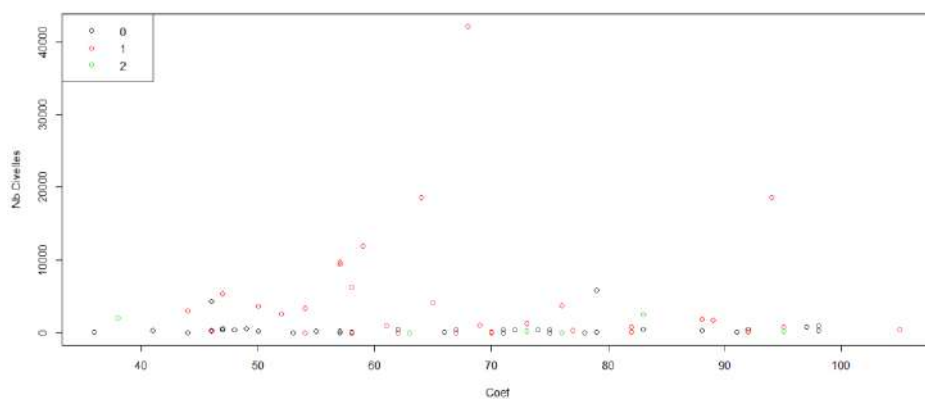


Figure 54 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2009 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

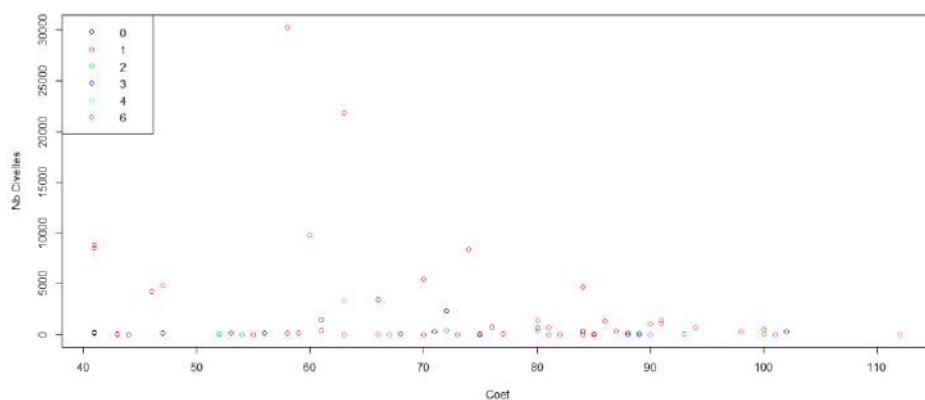


Figure 55 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2010 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

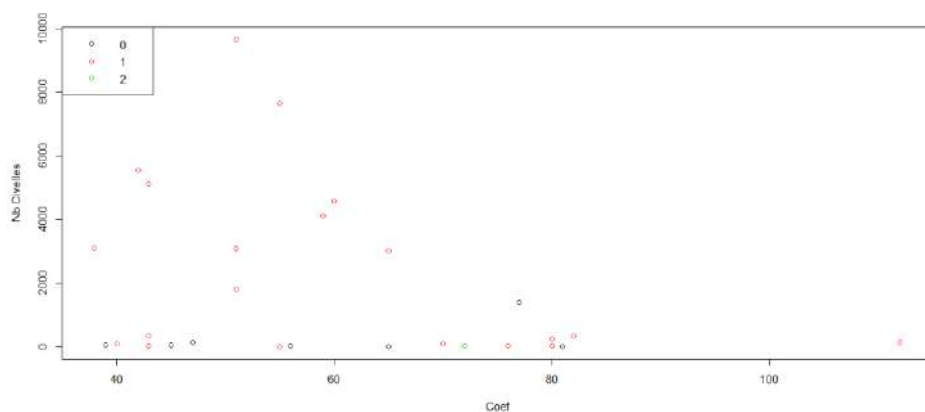


Figure 56 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2011 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

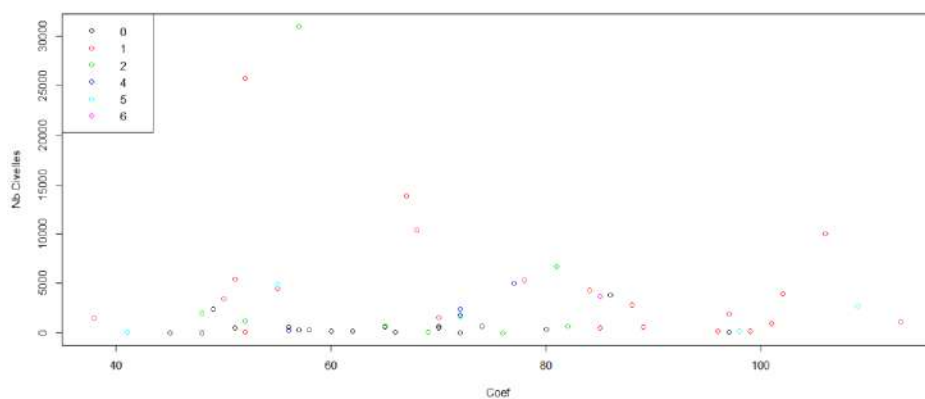


Figure 57 : Nombre de civelles capturées par nuit de suivi en 2012 en fonction des coefficients de marée et des indices de débits

ANNEXE 4 : BOXPLOT DES CAPTURES ANNUELLES EN CIVELLES EN FONCTION DES INDICES DE DEBITS

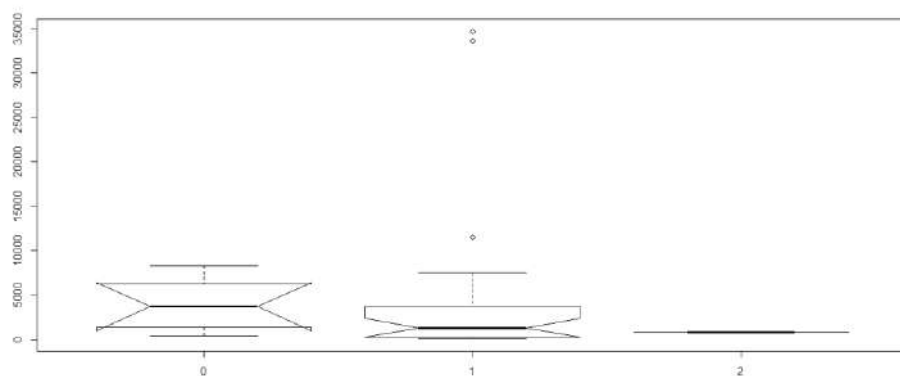


Figure 58 : Nombre moyen de captures en civelles en 2000 en fonction des indices de débits

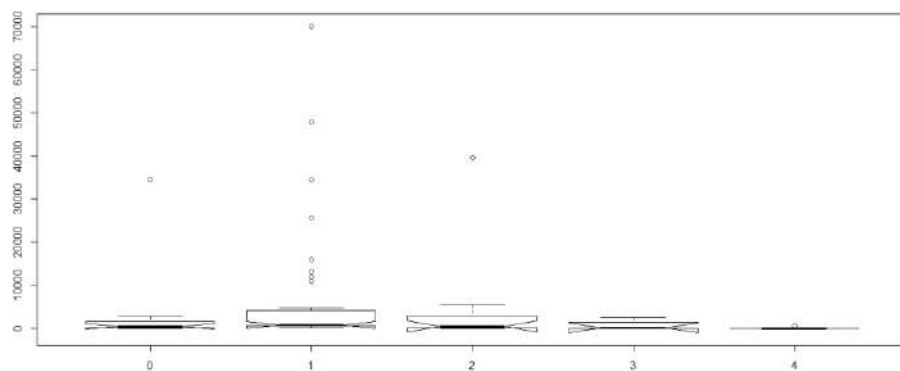


Figure 59 : Nombre moyen de captures en civelles en 2001 en fonction des indices de débits

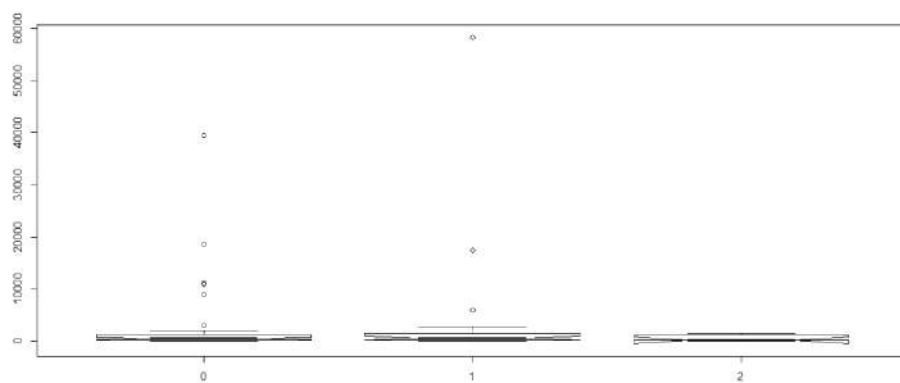


Figure 60 : Nombre moyen de captures en civelles en 2002 en fonction des indices de débits

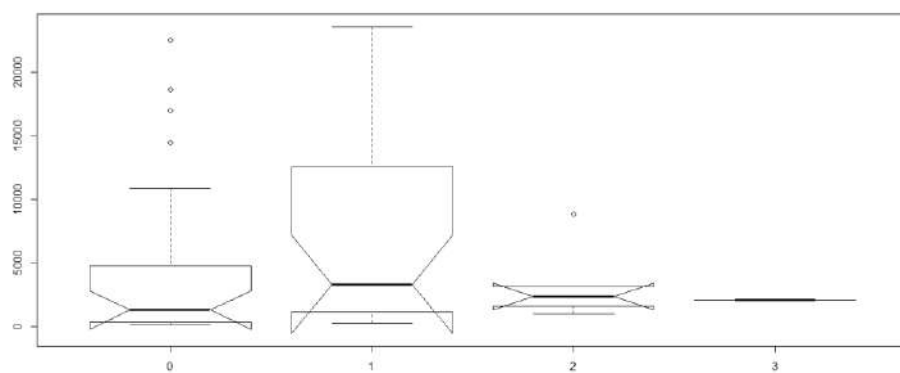


Figure 61 : Nombre moyen de captures en civelles en 2003 en fonction des indices de débits

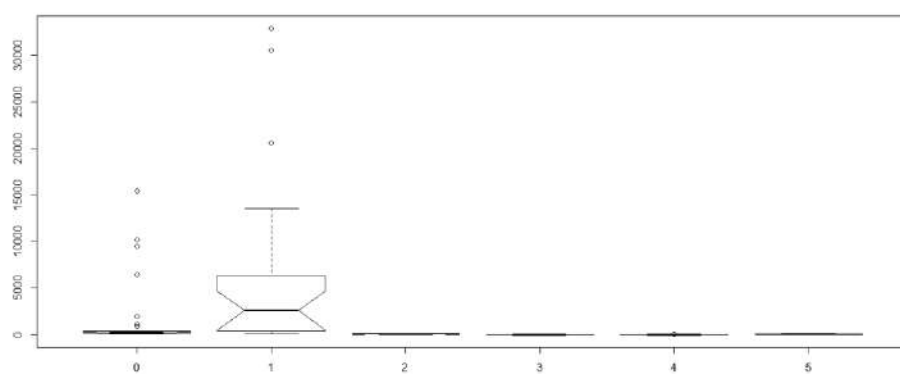


Figure 62 : Nombre moyen de captures en civelles en 2004 en fonction des indices de débits

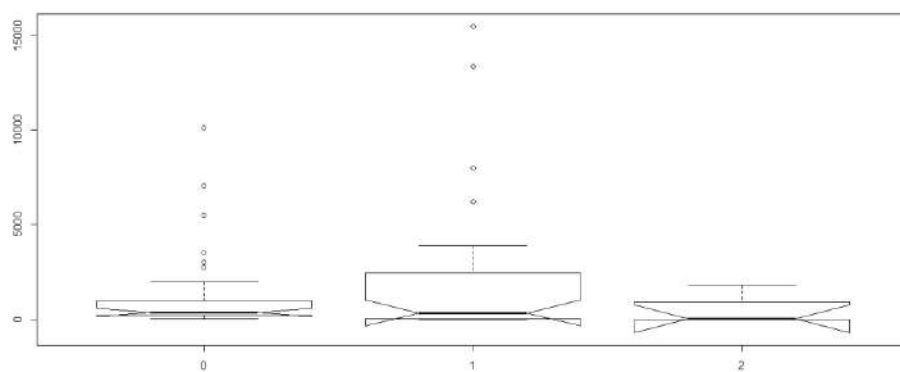


Figure 63 : Nombre moyen de captures en civelles en 2005 en fonction des indices de débits

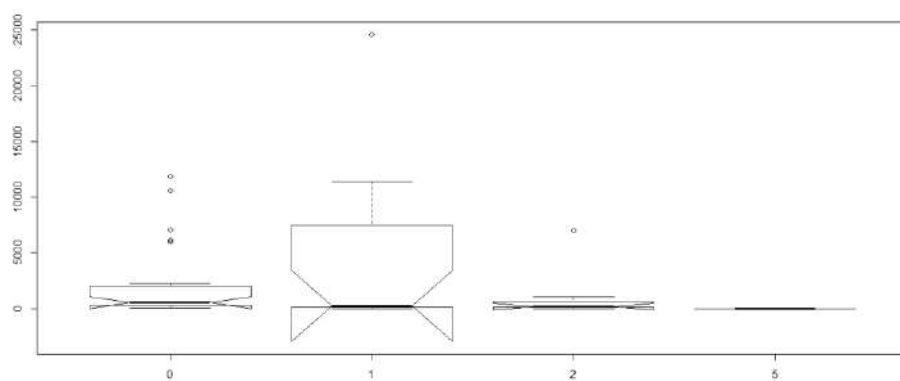


Figure 64 : Nombre moyen de captures en civelles en 2006 en fonction des indices de débits

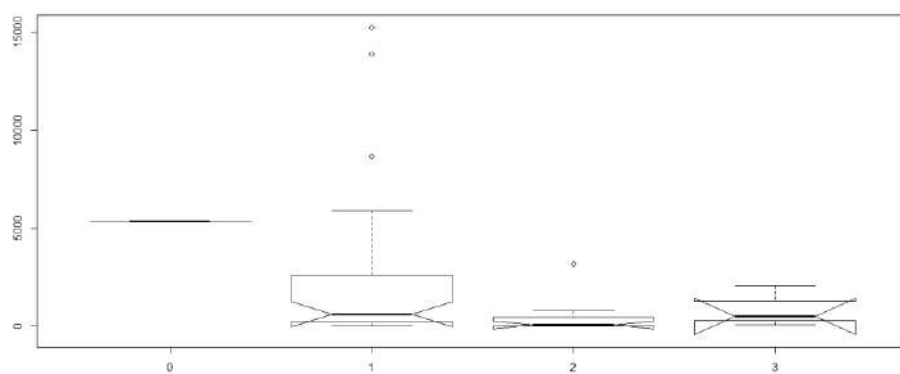


Figure 65 : Nombre moyen de captures en civelles en 2007 en fonction des indices de débits

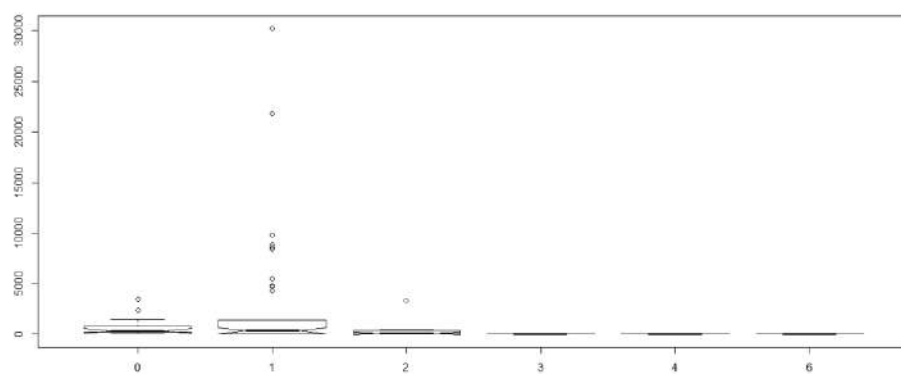


Figure 66 : Nombre moyen de captures en civelles en 2008 en fonction des indices de débits

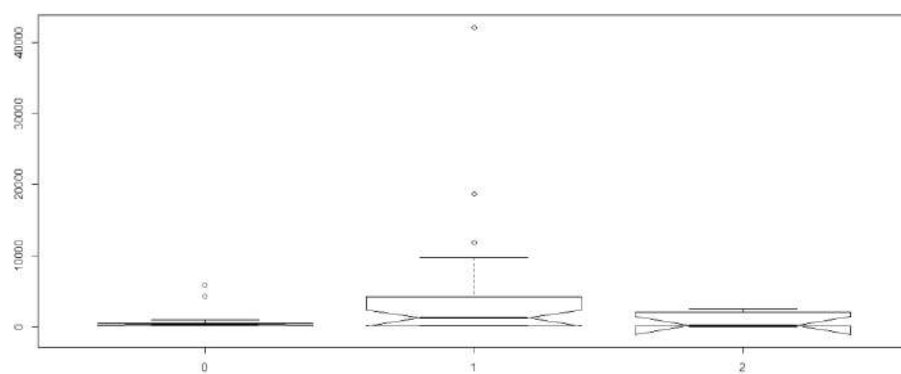


Figure 67 : Nombre moyen de captures en civelles en 2009 en fonction des indices de débits

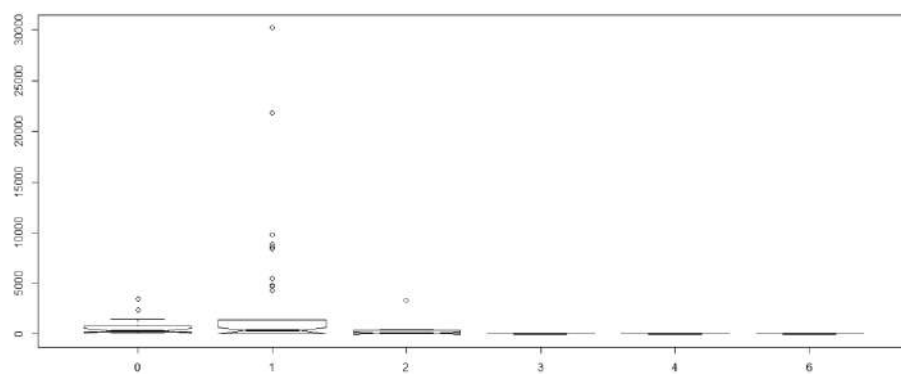


Figure 68 : Nombre moyen de captures en civelles en 2010 en fonction des indices de débits

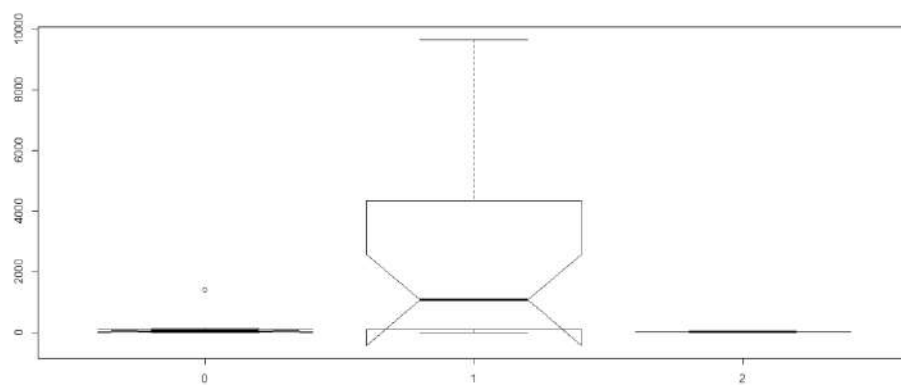


Figure 69 : Nombre moyen de captures en civelles en 2011 en fonction des indices de débits

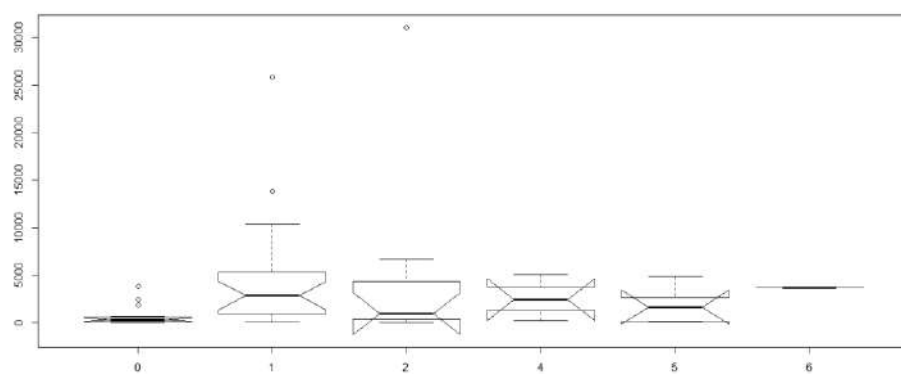


Figure 70 : moyen de captures en civelles en 2012 en fonction des indices de débits

ANNEXE 5 : BOXPLOT DES CAPTURES ANNUELLES EN CIVELLES EN FONCTION DES COEFFICIENTS DE MAREE

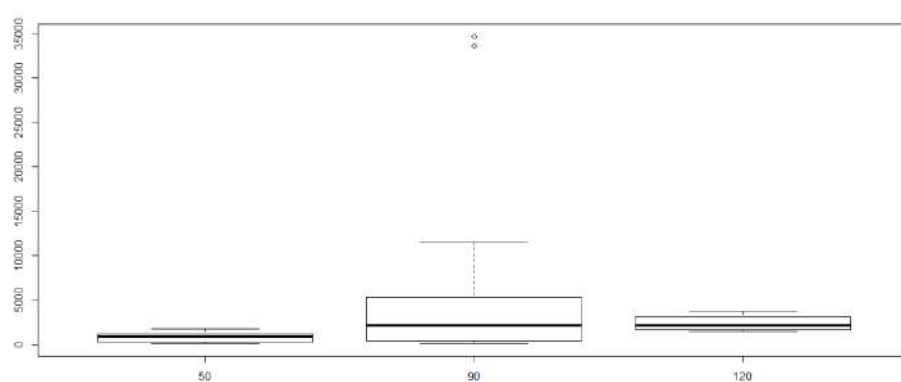


Figure 71 : Nombre moyen de captures en civelles en 2000 en fonction des coefficients de marée

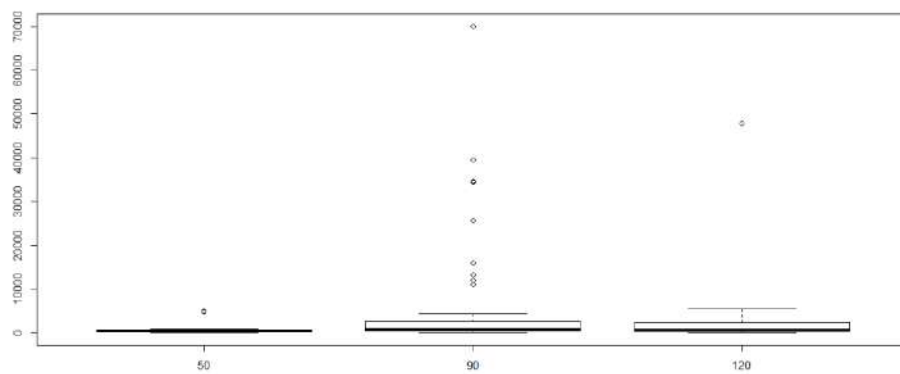


Figure 72 : Nombre moyen de captures en civelles en 2001 en fonction des coefficients de marée

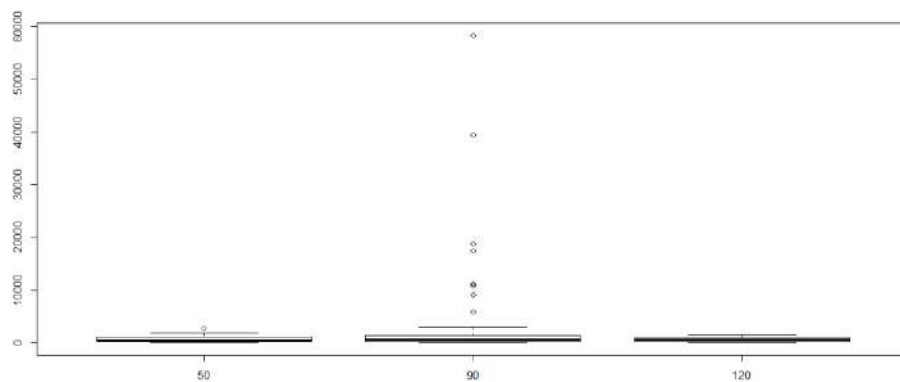


Figure 73 : Nombre moyen de captures en civelles en 2002 en fonction des coefficients de marée

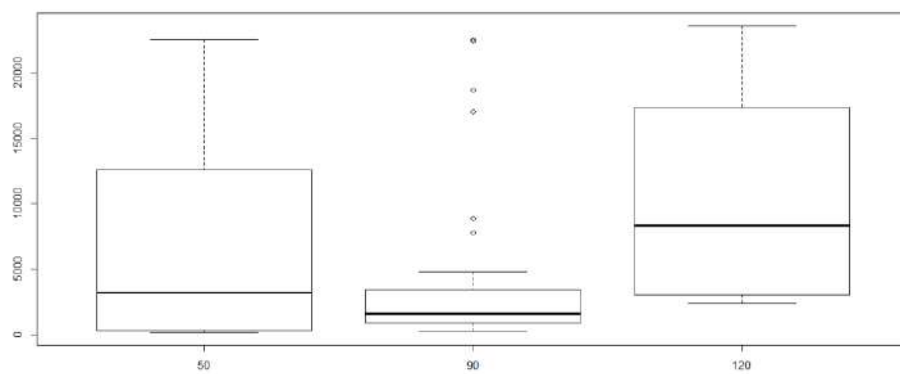


Figure 74 : Nombre moyen de captures en civelles en 2003 en fonction des coefficients de marée

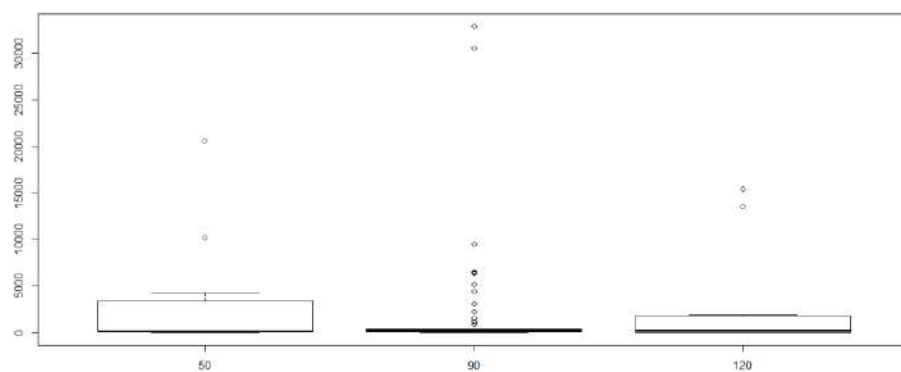


Figure 75 : Nombre moyen de captures en civelles en 2004 en fonction des coefficients de marée

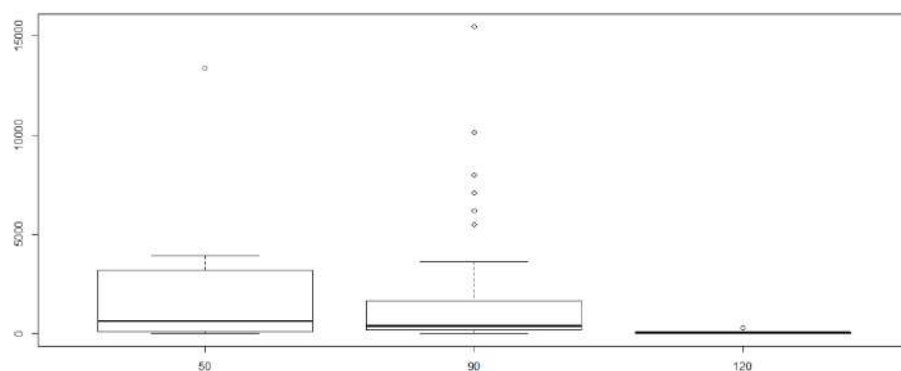


Figure 76 : Nombre moyen de captures en civelles en 2005 en fonction des coefficients de marée

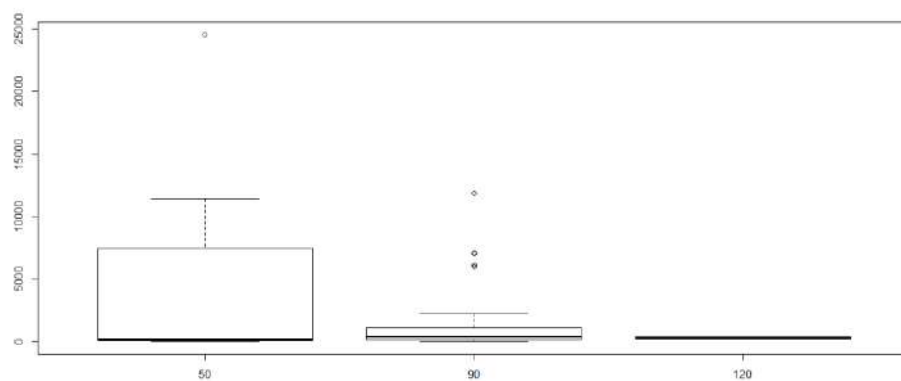


Figure 77 : Nombre moyen de captures en civelles en 2006 en fonction des coefficients de marée

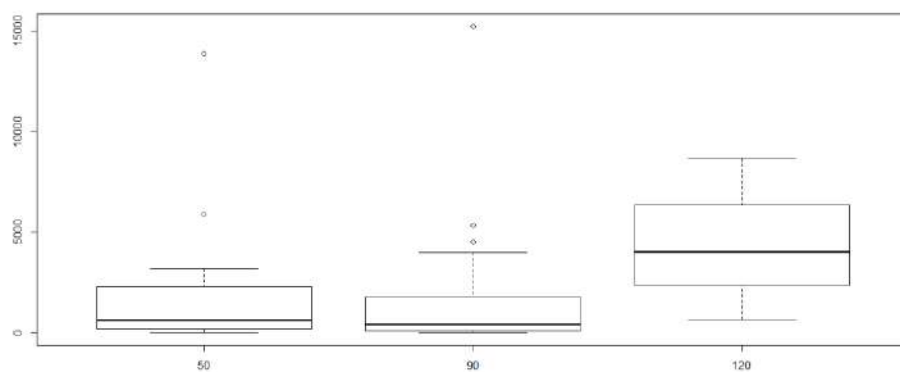


Figure 78 : Nombre moyen de captures en civelles en 2007 en fonction des coefficients de marée

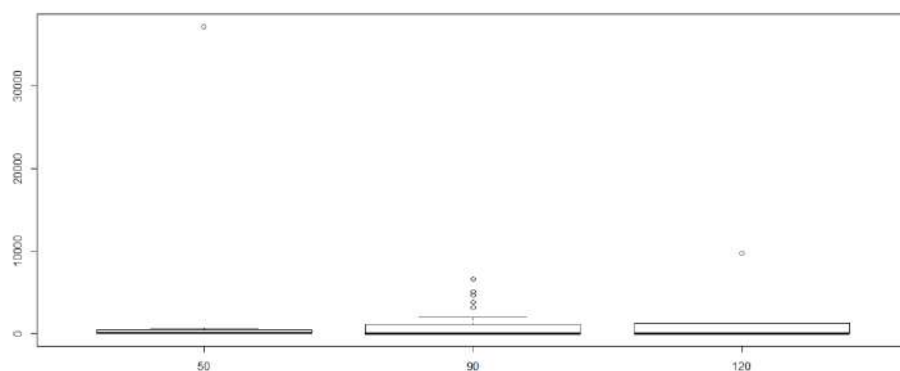


Figure 79 : Nombre moyen de captures en civelles en 2008 en fonction des coefficients de marée

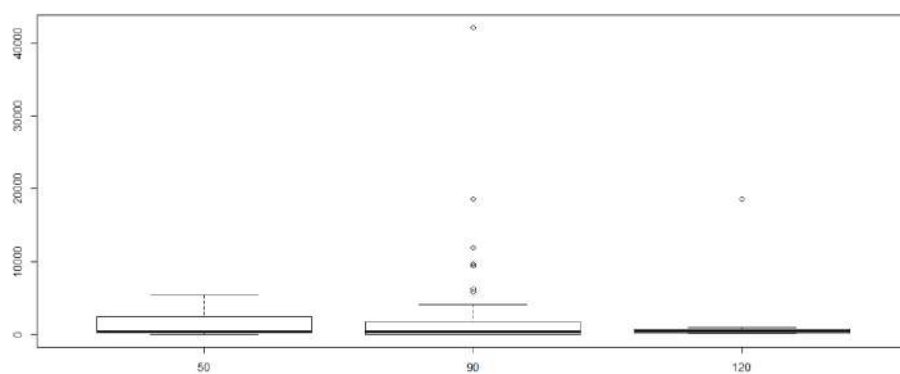


Figure 80 : Nombre moyen de captures en civelles en 2009 en fonction des coefficients de marée

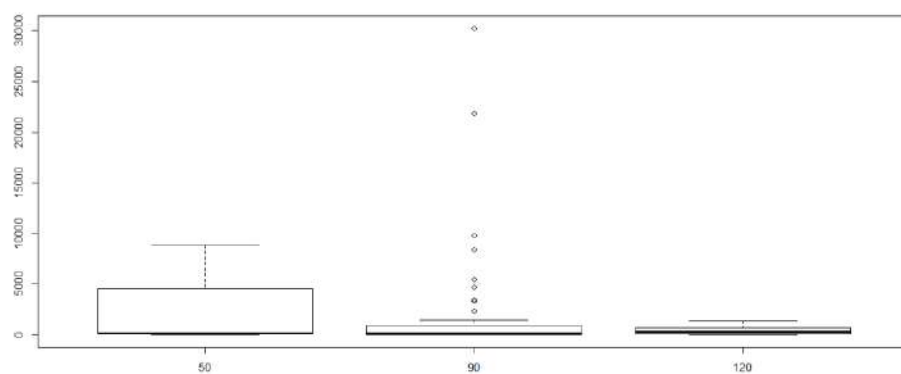


Figure 81 : Nombre moyen de captures en civelles en 2010 en fonction des coefficients de marée

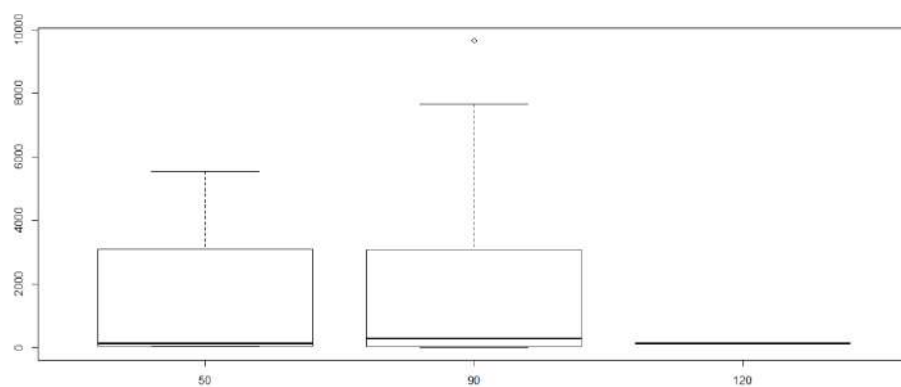


Figure 82 : Nombre moyen de captures en civelles en 2011 en fonction des coefficients de marée

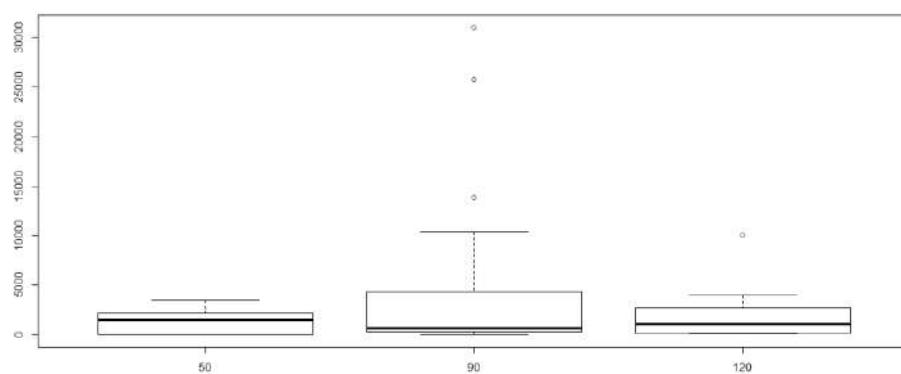


Figure 83 : Nombre moyen de captures en civelles en 2012 en fonction des coefficients de marée

ANNEXE 6 : MODELE DE FEUILLE DE TERRAIN POUR MESURES QUANTITATIVES

[illegible]

ANNEXE 7 : MODELE DE FEUILLE DE TERRAIN POUR MESURES BIOMETRIQUES

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 STANDARD

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	2 V	2 L	2 M	2 S
3 M	3 V	3 S	3 M	3 J	3 D
4 M	4 S	4 D	4 M	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
7 S	7 M	7 M	7 S	7 L	7 J
8 D	8 M	8 J	8 D	8 M	8 V
9 L	9 J	9 V	9 L	9 M	9 S
10 M	10 V	10 S	10 M	10 J	10 D
11 M	11 S	11 D	11 M	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
14 S	14 M	14 M	14 S	14 L	14 J
15 D	15 M	15 J	15 D	15 M	15 V
16 L	16 J	16 V	16 L	16 M	16 S
17 M	17 V	17 S	17 M	17 J	17 D
18 M	18 S	18 D	18 M	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	21 S	21 L	21 J
22 D	22 M	22 J	22 D	22 M	22 V
23 L	23 J	23 V	23 L	23 M	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	26 D	26 L	26 J	26 S	26 M
27 V	27 L	27 M	27 V	27 D	27 M
28 S	28 M	28 J	28 S	28 L	28 J
29 D	29 M	29 M	29 D	29 M	29 V
30 L		30 V	30 L	30 M	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	2 D	2 M	2 V	2 D
3 M	3 V	3 L	3 M	3 S	3 L
4 M	4 S	4 M	4 J	4 D	4 M
5 J	5 D	5 M	5 V	5 L	5 M
6 V	6 L	6 J	6 S	6 M	6 J
7 S	7 M	7 V	7 D	7 M	7 V
8 D	8 M	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	11 S	11 M	11 J	11 D	11 M
12 J	12 D	12 M	12 V	12 L	12 M
13 V	13 L	13 J	13 S	13 M	13 J
14 S	14 M	14 V	14 D	14 M	14 V
15 D	15 M	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	18 S	18 M	18 J	18 D	18 M
19 J	19 D	19 M	19 V	19 L	19 J
20 V	20 L	20 J	20 S	20 M	20 M
21 S	21 M	21 V	21 D	21 M	21 V
22 D	22 M	22 S	22 L	22 J	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	25 D	25 M
26 J	26 D	26 M	26 V	26 L	26 M
27 V	27 L	27 J	27 S	27 M	27 J
28 S	28 M	28 V	28 D	28 M	28 V
29 D	29 M	29 S	29 L	29 J	29 S
30 L	30 J	30 D	30 M	30 V	30 D
31 M	31 V		31 M		31 L

RESUME

Depuis les années 80, l'Anguille européenne, espèce emblématique du Marais poitevin, fait l'objet d'un suivi approfondi. La diminution importante de l'espèce a été constatée, amenant à mise en place de mesures de suivi. Le Parc interrégional du Marais poitevin grâce au Réseau Anguille Marais Poitevin contribue à récolter des informations sur les populations de migrants.

Depuis l'installation de la première passe à anguille de France aux Enfreneaux (Marans), un suivi des remontées de civelles d'anguilles est effectué chaque année. Le présent rapport vient s'inscrire dans cette démarche.

Les résultats de cette année au niveau de la passe des Enfreneaux, ainsi que de 5 autres installées postérieurement, montrent des chiffres encourageants. D'importantes remontées également observées au niveau des estuaires de la Vie, de la Seudre et de la Vilaine viennent appuyer cette tendance.

Mots clef: Anguille européenne, *Anguilla anguilla*, civelles, migration anadrome, Sèvre niortaise, Marais poitevin

ABSTRACT

Since 1980s, the European eel, emblematic specie of the Marais poitevin, is the subject of a detailed follow-up. The extensive decrease of the specie has been recorded, leading to the implementation of following measures. The Parc interregional du Marais poitevin thanks to the Réseau Anguille Marais Poitevin contribute to collect data about migrant populations.

Since the settlement of the first French eel pass at the Enfreneaux (Marans), a yearly follow-up of the glass eels rises has been carried out. The present report comes within this approach.

This year results of the pass of the Enfreneaux, as those of 5 other pass settled subsequently, show encouraging figures. Some major rises, also observed at the estuaries of the Vie, the Seudre and the Vilaine, emphasize this trend.

Key words: European eel, *Anguilla anguilla*, glass eels, anadromous migration, Sèvre niortaise, Marais poitevin