

VOLET POISSONS MIGRATEURS

Contrat de Projet Etat-Région 2007 - 2013



SUIVI DES MIGRATIONS D'ANGUILLES ET EVALUATION DES STOCKS EN PLACE SUR LE FREMUR EN 2012

Maître d'ouvrage :

Bretagne Grands Migrateurs



Edition : Mars 2013

Réalisé avec le concours de :



Maître d'œuvre :



Avec la participation de :



AVANT-PROPOS

Ce rapport présente les résultats du suivi des migrations d'anguilles et l'évaluation des stocks en place sur le Frémur en 2012.

Il est le résultat d'une étude programmée dans le cadre du volet « poissons migrateurs » du Contrat de Projet Etat-Région (CPER) 2007-2013.

La maîtrise d'ouvrage a été assurée par l'association Bretagne Grands Migrateurs.

La maîtrise d'œuvre a été réalisée par le bureau d'étude Fish-Pass qui effectue le suivi du stock d'anguilles par pêches électriques, le suivi des migrations, le marquage d'individus, le traitement et l'analyse des résultats.

Les opérations de terrain (relève des passes pièges pour le suivi des migrations) sont réalisées avec la participation du Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance et de la Côte d'Emeraude (CŒUR Emeraude).

Le coût de l'étude en 2012 s'élève à 53 613,24 €, financée à hauteur de :

- 50 % par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ;
- 30 % par le Conseil régional de Bretagne ;
- 20 % par les crédits FEDER (Fonds européens).

- REMERCIEMENTS -

REMERCIEMENTS

Les remerciements s'adressent aux partenaires financiers pour leur contribution financière à la réalisation de cette étude depuis de nombreuses années. Nous remercions également le SMPEPCE pour la mise à disposition des différentes données concernant la qualité de l'eau et la DREAL pour la mise à disposition des données hydrologiques du bassin versant.

Ces remerciements s'adressent également à l'association CŒUR Emeraude qui participe aux relevés de terrain.

Le site du Frémur étant un « terrain » propice à de nombreuses études scientifiques, nous tenons également à remercier les scientifiques qui contribuent activement à l'apport de connaissances sur l'anguille.

RESUME

Cette étude a débuté en 1995 dans le cadre d'un programme sur le suivi de la restauration des voies de migration de l'anguille. L'objectif de ce programme était de rétablir les voies de migration de l'anguille sur l'ensemble du bassin versant du Frémur, notamment sur les barrages de Pont es Omnès (équipement de passes et pièges de montée et de dévalaison) et de Bois Joli (équipement d'une passe et piège de montée) et d'estimer les effets du rétablissement de la migration sur la dynamique de la population d'anguille.

Aujourd'hui, ce programme s'inscrit dans un cadre plus global sur la problématique de l'anguille à plusieurs échelles géographiques et sur l'ensemble du cycle biologique continental de l'espèce.

Les données récoltées dans le cadre de ce suivi concernent l'ensemble du cycle biologique : de la colonisation du bassin au départ vers la mer en passant par la phase de croissance dans le bassin. Les données permettent ainsi de mesurer les trois grands compartiments du cycle continental que sont le recrutement, le stock et la dévalaison.

L'année 2012 est la 16^{ème} année de suivi sur le Frémur. Ce suivi est actuellement l'un des plus anciens en France et permet une vision sur un moyen terme de l'évolution des densités en anguilles sur la façade de la Manche.

En 2012, les montées d'anguilles sur le Frémur sont moyennes avec le 11^{ème} recrutement à Bois Joli depuis 1997. La migration a été assez condensée avec près de 90% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juillet.

Sur le bassin versant à l'amont de Bois Joli, la densité moyenne et la biomasse moyenne en anguille sont en nette diminution et atteignent leurs plus faibles valeurs depuis le début du suivi. Les secteurs de Pleslin, Ruffier et Trélat présentent de très faible densité et des individus de taille importante soulignant un vieillissement de la population sur ces secteurs et une quasi absence de recrutement.

La dévalaison 2012-2013 est assez importantes avec 615 individus comptabilisés à la rédaction du rapport.

- RESUME -

Le suivi au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe a mis en évidence qu'une partie des anguilles dévalantes (10% sur la dévalaison 2012-2013) empruntent cette voie pour leur migration. La mortalité directe liée au fonctionnement du filtre est évaluée à 18%.

Mots clés : anguille - Frémur - barrages - passes - dynamique de population - stock - recrutement fluvial - dévalaison

SUIVI DES MIGRATIONS D'ANGUILLES ET EVALUATION DES STOCKS EN PLACE SUR LE FREMUR EN 2012



3 rue des Grands Champs

ZA des 3 près

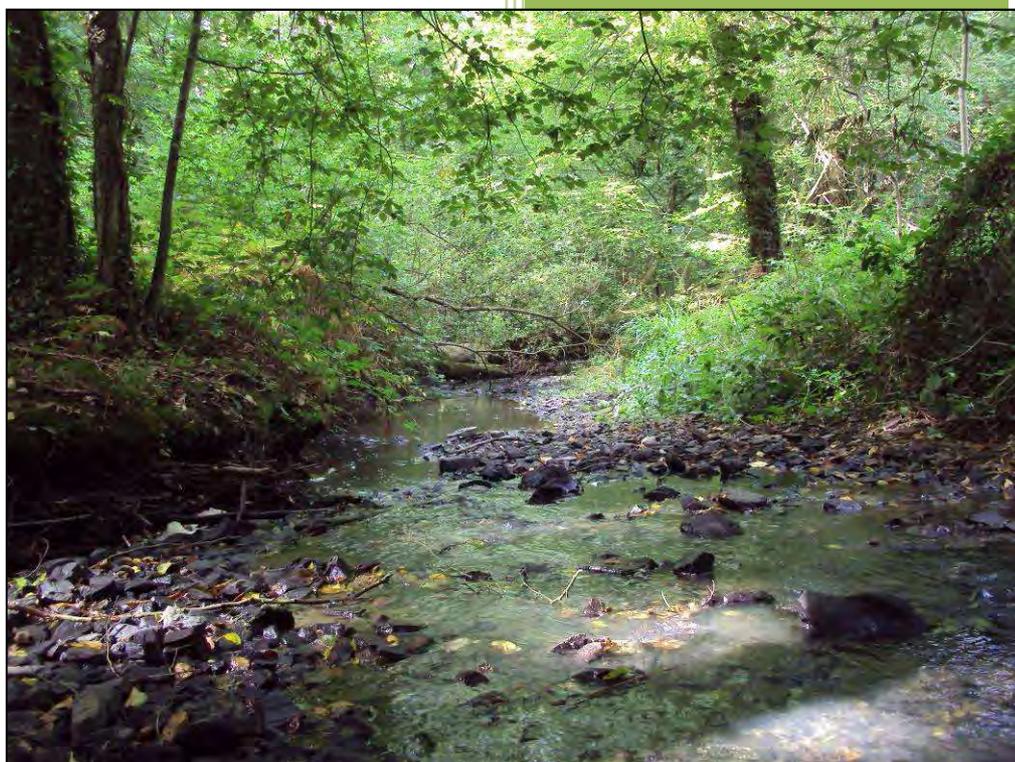
35890 LAILLE

Tel : (33) 02 99 77 32 11

Fax : (33) 02 99 77 31 96

fishpass@fish-pass.fr

www.fish-pass.fr



CHARRIER F.

MAZEL V.

KNAEBEL B.

LEGAULT A.

- RESUME -

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
RESUME	v
SOMMAIRE.....	iii
TABLE DES FIGURES.....	v
TABLE DES TABLEAUX	viii
1 Introduction.....	1
2 Le Bassin Versant du Frémur.....	2
2.1 Présentation du site.....	2
2.2 Synthèse hydrologique.....	4
2.3 Qualité de l'eau du Frémur	8
3 Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2012	13
3.1 État initial.....	13
3.2 Présentation des ouvrages structurants du Frémur	13
3.3 Historique des actions menées sur le Frémur	15
3.3.1 Opérations réalisées en routine sur le Frémur.....	15
3.3.2 Opérations ponctuelles réalisées sur le Frémur.....	16
4 Méthodologie des suivis sur le Frémur.....	18
4.1 Evaluation des stocks.....	18
4.1.1 Milieu lentique	18
4.1.2 Milieu lotique.....	19
4.2 Quantification des flux migratoires	21
4.2.1 Présentation des dispositifs de franchissements et de piégeages installés.....	21
4.2.2 Fréquence de suivi des pièges	22
4.3 Biométrie	22
4.4 Marquage individuel	23
5 Montées (Suivi annuel).....	25
5.1 Déroulement des montées.....	25
5.2 Effectifs des montées.....	28
5.3 Caractéristiques des individus en montée	29
6 Evaluation du stock (Suivi annuel).....	32
6.1 Stations de pêche électriques.....	32
6.1 Conditions de pêche.....	34
6.2 Peuplement, paramètres relatifs à l'anguille	35
6.3 Paramètres de la population d'anguille.....	44
6.3.1 Densité, biomasse	44

- SOMMAIRE -

6.3.2	Répartition	47
6.3.3	Les tailles	52
6.3.3.1	Sur le bassin versant	52
6.3.3.2	Sur les différents secteurs	55
6.3.4	Coefficient de condition	58
6.3.5	Argenture	60
6.3.6	Etat sanitaire	62
7	Marquage individuel (Suivi annuel)	63
7.1	Test de mortalité et de perte de marque.....	63
7.2	Bilan des marquages-recaptures.....	63
7.3	Etudes du stock d'anguille : recapture, croissance et déplacement.	64
7.4	Recapture des individus marqués en dévalaison	66
8	Dévalaison (Suivi annuel)	68
8.1	Déroulement de la dévalaison.....	68
8.2	Effectifs	70
8.3	Caractéristiques des dévalantes	73
8.3.1	Structure en classe de taille.....	74
8.3.2	Sex-ratio	75
8.3.3	Taille et Poids.....	77
8.3.4	Stade de maturité.....	78
8.3.5	Coefficient de condition.....	79
8.3.6	Etat sanitaire	80
8.4	Etude de la dévalaison par système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe 83	
8.4.1	Diversité et effectifs	84
8.4.2	Pathologie et mortalité.....	84
9	Problèmes rencontrés en 2012	87
10	Bilan des travaux de l'année 2012 et Discussion	89
11	Etude du déplacement des anguilles en dévalaison par acoustique sur les retenues du Frémur	91
12	Opérations pour 2013.....	93
13	Bibliographie	94
14	Annexes.....	96
14.1	Annexe 1 : Densité et biomasse de l'anguille de 1995 à 2012.....	96
14.2	Annexe 2 : Effectif des montées.....	98
14.3	Annexe 3 : Effectif des dévalaisons (à Pont es Omnès)	98
14.4	Annexe 4 : Codification des pathologies de l'anguille (Beaulaton et Pénil, 2009)....	99
14.5	Annexe 3 : Mise en valeur du programme Frémur	100

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : LE FREMUR AU LIEU-DIT MOTTE OLIVET (FISH PASS).	3
FIGURE 2 : STATION DE JAUGEAGE DE PLESLIN TRIGAVOU (FISH PASS).	4
FIGURE 3 : MODULE DU FREMUR A LA STATION DE JAUGEAGE DE PLESLIN-TRIGAVOU SUR LA PERIODE 1991-2013 (SOURCE BANQUEHYDRO)	5
FIGURE 4 : DEBIT MOYEN MENSUEL DU FREMUR A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU SUR LA PERIODE 1991-2013 (SOURCE BANQUEHYDRO).	5
FIGURE 5 : SYNTHESSES DES EVENEMENTS HYDROLOGIQUES DU FREMUR MESURES A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU (SOURCE BANQUEHYDRO).	5
FIGURE 6 : DEBITS CLASSES DU FREMUR MESURES A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU (SOURCE BANQUEHYDRO).	6
FIGURE 7: EVOLUTION DES DEBITS MOYENS MENSUELS DU FREMUR A TRIGAVOU (DONNEES DREAL, MISE EN FORME FISH PASS).	6
FIGURE 8: EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN AMMONIUM (NH4+), NITRITE (NO2-), ORTHOPHOSPHATE ET PHOSPHORE TOTAL DE 1999 A 2011 (DONNEES SMPEPCE, STATION : DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).	10
FIGURE 9 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CARBONE ORGANIQUE, DBO5, DCO ET NITRATE ENTRE 1999 ET 2011 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).	10
FIGURE 10 : RESULTATS DES IBGN ET IBD REALISES SUR LE FREMUR ENTRE 2007 ET 2009 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).	11
FIGURE 11 : ETAT DES LIEUX DES MASSES D'EAU DU FREMUR (SMPEPCE, BILAN TECHNIQUE 2009).	12
FIGURE 12 : VUE AVAL DU BARRAGE DE PONT AVET AVEC SA PASSE A ANGUILLES (FISH PASS).	13
FIGURE 13 : PASSE ET PIEGES SUR LE BARRAGE DE PONT ES OMNES (FISH PASS).	14
FIGURE 14 : VUE DE L'ASCENSEUR A ANGUILE DU BOIS JOLI. (FISH PASS)	14
FIGURE 15 : BIOMETRIE (MESURE DE LA TAILLE) PRISE SUR UNE ANGUILE DU FREMUR (FISH PASS).	23
FIGURE 16 : INJECTION D'UN "PIT TAG" DANS LA CAVITE ABDOMINALE D'UNE ANGUILE. (FISH PASS).	24
FIGURE 17 : EVOLUTION DES EFFECTIFS D'ANGUILLES EN MONTEE SUR LE PIEGE DE BOIS JOLI SUR LE FREMUR EN 2011 ET 2012 (FISH PASS).	26
FIGURE 18 : MONTEES RELATIVES CUMULEES SUR LE PIEGES DE BOIS JOLI DE 1997 A 2012. (FISH PASS).	27
FIGURE 19 : TAUX MOYEN MENSUEL DE RECRUTEMENT SUR LE FREMUR A BOIS JOLI EN 2012 (FISH PASS).	28
FIGURE 20 : BILAN DES MONTEES BRUTES SUR LES DEUX PIEGES. FREMUR DE 1997 A 2012. (FISH PASS).	29
FIGURE 21 : TAILLES DES ANGUILLES EN MONTEE PAR ANNEE A BOIS JOLI (FISH PASS).	30
FIGURE 22 : DISTRIBUTIONS DE LA TAILLE DES ANGUILLES CAPTUREES EN 2012 SUR LE PIEGE DE MONTEE DE BOIS JOLI (TAILLE <=250 MM) (FISH PASS).	31

- TABLE DES FIGURES -

FIGURE 23 : BASSIN VERSANT DU FREMUR : LOCALISATION DES PASSES A ANGUILLES, DES PIEGES DE CONTROLE ET DES STATIONS DE PECHE (SOURCE : BD-CARTHAGE, REALISATION. V .MAZEL, FISH PASS).	32
FIGURE 24 : A GAUCHE, LE SECTEUR DU VILLOU EN 2011. A DROITE, LE SECTEUR DU VILLOU EN 2012.	34
FIGURE 25 : LOCHE FRANCHE DU FREMUR (FISH PASS)	37
FIGURE 26 : EVOLUTION DES DENSITES MOYENNES 2012 ET 2011 DES ESPECES CAPTUREES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012. SECTEURS PONT AVET ET PONT ES OMNES NON INTEGRES. SECTEUR DU VILLOU NON PECHE EN 2007. (FISH PASS)	39
FIGURE 27 : EVOLUTION DES BIOMASSES MOYENNES 2012 ET 2011 DES ESPECES CAPTUREES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012. SECTEURS PONT AVET ET PONT ES OMNES NON INTEGRES. SECTEUR DU VILLOU NON PECHE EN 2007. (FISH PASS)	40
FIGURE 28 : EVOLUTION INTER ANNUELLE DE 1995 A 2012 DES PARAMETRES DE L'ANGUILLE RAPPORTES A CEUX DU PEUPEMENT DU FREMUR (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)	43
FIGURE 29 : EVOLUTION ANNUELLE DE LA DENSITE ET DE LA BIOMASSE D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)	45
FIGURE 30 : EVOLUTION ANNUELLE DU "POIDS MOYEN" DES ANGUILLES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012, (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). POIDS MOYEN CALCULE PAR LE RAPPORT DE LA BIOMASSE SUR LA DENSITE. (FISH PASS)	46
FIGURE 31 : AMONT DU SECTEUR DE MOTTE OLIVET. EN ORANGE, UN SEUIL NATUREL. EN ROUGE, UN SEUIL ARTIFICIEL NON EQUIPE (FISH PASS).	47
FIGURE 32 : EVOLUTION DES PARAMETRES DENSITES ET BIOMASSES D'ANGUILLE EN FONCTION DE LA DISTANCE A LA MER SUR LE FREMUR EN 2011, 2012 ET MOYENNE DEPUIS 1995. (FISH PASS)	49
FIGURE 33 : EVOLUTION DES DENSITES (IND/M ²) PAR SECTEUR ENTRE 1995 ET 2012.(FISH PASS)	50
FIGURE 34 : EVOLUTION DU PARAMETRE POIDS MOYEN (CALCULE PAR LE RAPPORT BIOMASSE SUR DENSITE) PAR SECTEUR POUR 2011, 2012 ET MOYENNE INTER-ANNUELLE DEPUIS 1995. (FISH PASS)	51
FIGURE 35 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DES LONGUEURS TOTALES DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)	52
FIGURE 36 : DISTRIBUTION DES LONGUEURS D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007) (FISH PASS).	54
FIGURE 37 : DISTRIBUTION DES TAILLES D'ANGUILLES PAR SECTEUR SUR LE FREMUR EN 2012 (FISH PASS).	55
FIGURE 38 : TAILLES MOYENNES DES ANGUILLES PAR ANNEE ET PAR SECTEUR SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (FISH PASS).	56
FIGURE 39 : DISTRIBUTIONS DES COEFFICIENTS DE CONDITION DES ANGUILLES SUR LE FREMUR DE 1996 A 2012 TOUS SECTEURS CONFONDUS (SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)	59
FIGURE 40 : A GAUCHE : DISTRIBUTION DES COEFFICIENTS DE CONDITION DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR EN 2011 PAR SECTEUR. A DROITE : DISTRIBUTION DES COEFFICIENTS DE CONDITION DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR EN 2012 PAR SECTEUR. (FISH PASS)	60
FIGURE 41 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DE 1996 A 2012 DES PROPORTIONS D'ANGUILLES SELON LEUR STADE (AG : ARGENTEES, J/AG : JAUNES/ARGENTEES, J : JAUNES). SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES NON INTEGRES, VILLOU EXCLU EN 2007. (FISH PASS)	61

- TABLE DES FIGURES -

FIGURE 42 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES ECHANTILLONNEES EN PECHE ELECTRIQUE SUR LE FREMUR EN 2012 (FISH PASS)	62
FIGURE 43 : HAUT : EVOLUTION DES EFFECTIFS (CORRIGES) D'ANGUILLES SUR LE PIEGE DE PONT ES OMNES POUR LES DEVALAISONS 2010/2011 ET 2011/2012 ET PARAMETRES SUR LE PIEGE. BAS : EVOLUTION DES DEBITS JOURNALIERS SUR LA STATION DE TRIGAVOU POUR 2011-2012 (DONNEES DREAL, REALISATION FISH PASS).	69
FIGURE 44: STADE ET EFFECTIF CUMULE PAR ANNEES DES ANGUILLES CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2012. *EFFECTIFS CORRIGES. (FISH PASS)	71
FIGURE 45 : NOMBRE D'ANGUILLES DEVALANTES VIVANTES ET MORTES PAR ANNEE, CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2012 (FISH PASS).	72
FIGURE 46 : DISTRIBUTION DES TAILLES DES ANGUILLES DEVALANTES PIEGEES AU PONT ES OMNES DE 1996 A 2012. (FISH PASS)	74
FIGURE 47 : HAUT : PROPORTION DES ANGUILLES DEVALANTES DE MOINS DE 450 MM DE 1996 A 2012 BAS : EFFECTIFS DES ANGUILLES DEVALANTES DE PART ET D'AUTRE DE LA TAILLE DE 450 MM DE 1996 A 2012. (FISH PASS)	76
FIGURE 48 : TAILLE ET POIDS DES ANGUILLES EN DEVALAISON DE 1996 A 2012 (FISH PASS)	77
FIGURE 49 : PROPORTIONS RELATIVES DES ANGUILLES PAR STADE DE MATURITE DANS LES DEVALAISONS ANNUELLES DU FREMUR DE 1996 A 2012 (TAILLE>250 MM). (FISH PASS)	78
FIGURE 50 : BOX PLOT DES COEFFICIENTS DE CONDITION DES ANGUILLES DEVALANTES SUR LE FREMUR DE 1996 A 2012. (FISH PASS)	79
FIGURE 51 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES EN DEVALAISON. EN HAUT, DEVALAISON 2011-2012. EN BAS, DEVALAISON 2012-2013. (FISH PASS)	80
FIGURE 52 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2011-2012. (FISH PASS)	81
FIGURE 53 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2012-2013. (FISH PASS)	82
FIGURE 54 : PATHOLOGIES OBSERVES SUR LES INDIVIDUS EN DEVALAISON. A GAUCHE, UNE EROSION SUR LA QUEUE. A DROITE, UNE HEMORRAGIE DE LA NAGEOIRE PRINCIPALE. (FISH PASS)	82
FIGURE 55 : A GAUCHE, FILTRE DU SYSTEME DE POMPAGE A BOIS JOLI (FISH PASS). A DROITE, PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU FILTRE. (TIMEX)	83
FIGURE 56 : SYSTEME DE PIEGEAGE AU NIVEAU DU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS)	83
FIGURE 57 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE. (FISH PASS)	85
FIGURE 58 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE. (FISH PASS)	85
FIGURE 59 : A GAUCHE, ANGUILLE PRESENTANT UNE HEMORRAGIE AU NIVEAU DE LA NAGEOIRE PRINCIPALE. A DROITE, ANGUILLE PRESENTANT UNE NECROSE SUR LA QUEUE. (FISH PASS)	86
FIGURE 60 : PHOTO DE L'ECELLE LIMNIMETRIQUE APRES LA CHUTE DE LA PASSERELLE (FISH PASS).	87
FIGURE 61 : ABSENCE DE SURVERSE A PONT ES OMNES ET FUITES A TRAVERS LES BASTAINGS (FISH PASS).	88
FIGURE 62 : HYDROPHONE MIS EN PLACE SUR LA RETENUE DE BOIS JOLI (FISH PASS).	91
FIGURE 63 : MARQUAGE D'UNE ANGUILLE ARGENTEE AVEC UNE MARQUE ACOUSTIQUE (FISH PASS).	91
FIGURE 64 : RELEVÉ DES DONNÉES DE L'HYDROPHONE 1 MOIS APRES LE DEBUT DU SUIVI (FISH PASS).	92

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : BILAN ANNUEL DES OPERATIONS EFFECTUEES (FISH PASS).	15
TABLEAU 2 : PASSAGES SUR LES PIEGES DE CAPTURE, ANNEES 1996 A 2012. (FISH PASS).	22
TABLEAU 3 : PASSAGES PECHE ELECTRIQUE DE 1995 A 2012 (DE L'AVAL A L'AMONT). (FISH PASS)	33
TABLEAU 4 : DENSITE MOYENNE PAR ESPECE (IND./M ²) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)	41
TABLEAU 5 : BIOMASSE MOYENNE PAR ESPECE (G/M ²) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)	42
TABLEAU 6 : POURCENTAGE D'ANGUILLES ARGENTEEES (NOMBRE D'INDIVIDUS) PAR SECTEUR, FREMUR 2012 (FISH PASS)	61
Tableau 7 : BILAN DES MARQUAGES – RECAPTURES INDIVIDUELS PAR AN. (FISH PASS)	64
TABLEAU 8 : BILAN DES RECAPTURES LORS DES PECHEES ELECTRIQUES (* ANNEES POUR LESQUELLES 2 CAMPAGNES DE PECHEES ELECTRIQUE ETAIENT REALISEES) (FISH PASS).	65
TABLEAU 9 : CARACTERISTIQUES, CROISSANCE ET DEPLACEMENT DES INDIVIDUS MARQUES EN 2008, 2009, 2010, 2011 ET RECAPTURES DURANT LES PECHE ELECTRIQUE DE L'AUTOMNE 2012 (FISH PASS).	66
TABLEAU 10 : BILAN DES RECAPTURES EN DEVALAISON (FISH PASS).	67
TABLEAU 11 : ABONDANCES DES ESPECES INVENTORIEES AU NIVEAU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS)	84

1 Introduction

Cette étude a débuté en 1995 dans le cadre d'un programme sur le suivi de la restauration des voies de migration de l'anguille. L'objectif de ce programme était de rétablir les voies de migration de l'anguille sur l'ensemble du bassin versant du Frémur et d'estimer les effets du rétablissement de la migration sur la dynamique de la population d'anguilles.

Aujourd'hui, ce programme s'inscrit dans un cadre plus général sur la problématique de l'anguille à plusieurs échelles géographiques et sur l'ensemble du cycle biologique continental de l'espèce.

Le suivi permet de recueillir des données concernant l'ensemble du cycle biologique (de la colonisation du bassin au départ vers la mer en passant par la phase de croissance dans le bassin) de la population d'anguille du Frémur.

Le suivi sur le Frémur prend une dimension internationale quand on sait qu'il est le seul de ce type sur le littoral de la Manche et qu'il est le seul à intégrer une mesure directe de la dévalaison (paramètre difficile à obtenir sur d'autres bassins). L'anguille est actuellement "en dehors de ses limites biologiques de sécurité" (WGEEL¹) et rien n'indique une amélioration de cette situation. "L'exploitation durable de l'espèce ne peut donc plus être garantie". Ainsi, de récents projets de règlement européen visent à la mise en place de plans de gestion par bassin ou district hydrographique. Ces plans prévoient une évaluation des résultats, entre autres, par une mesure de l'échappement c'est-à-dire des anguilles dévalant pour se reproduire. A ce titre, le suivi mis en place sur le Frémur depuis 16 ans constitue un outil pertinent pour l'évaluation des plans de gestion. Le Frémur a été inscrit comme rivière « index » dans le cadre du Plan de Gestion national sur l'anguille. Il permet de mesurer les trois grands compartiments du cycle que sont le recrutement, le stock et la dévalaison. Il permet de mettre en relation ces trois compartiments donc d'évaluer une efficacité (passage d'un compartiment à l'autre). Enfin, la présence de données depuis 16 ans, une méthodologie éprouvée, et de nombreux travaux décrivant le fonctionnement de la population sur le bassin fournissent aux futurs suivis une base technique permettant de s'affranchir de nombreuses incertitudes sur la variabilité des mesures et de distinguer les événements pertinents pour l'évolution mesurée.

¹ Groupe scientifique de travail sur l'anguille. Groupe international à partir duquel la Commission européenne prend les avis scientifiques.

2 Le Bassin Versant du Frémur

2.1 Présentation du site

Le Frémur est un petit fleuve côtier du nord de la Bretagne (Côtes d'Armor) débouchant dans la Manche à Lancieux (10 km à l'Ouest de Saint Malo) (FIGURE 1). La superficie de son bassin versant est d'environ 60 km² pour un linéaire de cours d'eau atteignant près de 45 km, dont 17 km pour le cours principal. La pente n'est jamais très forte, avec des valeurs moyennes comprises entre 1 et 2 ‰ et 6 ‰ en moyenne.

En amont, le socle est essentiellement composé de schistes briovériens. Dans les parties médianes, sur les territoires de Pleslin et de Trémereuc, les micaschistes dominent. Puis, en aval et jusqu'à l'embouchure, le socle est composé de roches métamorphiques (granulite feuilleté).

Il prend sa source à une altitude de 100m environ sur le territoire de la commune de Trélat. Le chevelu des sources est constitué de ruisseaux lotiques de largeur et de profondeur faibles. Le substrat est le plus souvent vaseux ou sablo-vaseux et la vitesse du courant est comprise entre 0.1 et 0.2 m/s. Cette zone amont présentait des marais qui sont aujourd'hui asséchés. Dans sa partie médiane, une rupture de pente (entre Pleslin et Trémereuc) provoque une accélération de la vitesse du courant (0.3 - 0.4 m/s), une augmentation de la largeur (2.5 à 4 m) et l'apparition de substrats composés essentiellement de graviers et de galets. Dans la partie aval, le cours se ralentit de nouveau (0 - 0.1 m/s) et la profondeur augmente (0.8 – 1.5 m). La largeur est alors comprise entre 3 et 5 m, sauf en aval du barrage de Pont Avet où elle n'est que de 2.5 m pour des vitesses de 0.4 m/s, en raison d'un profilage artificiel de la rive.

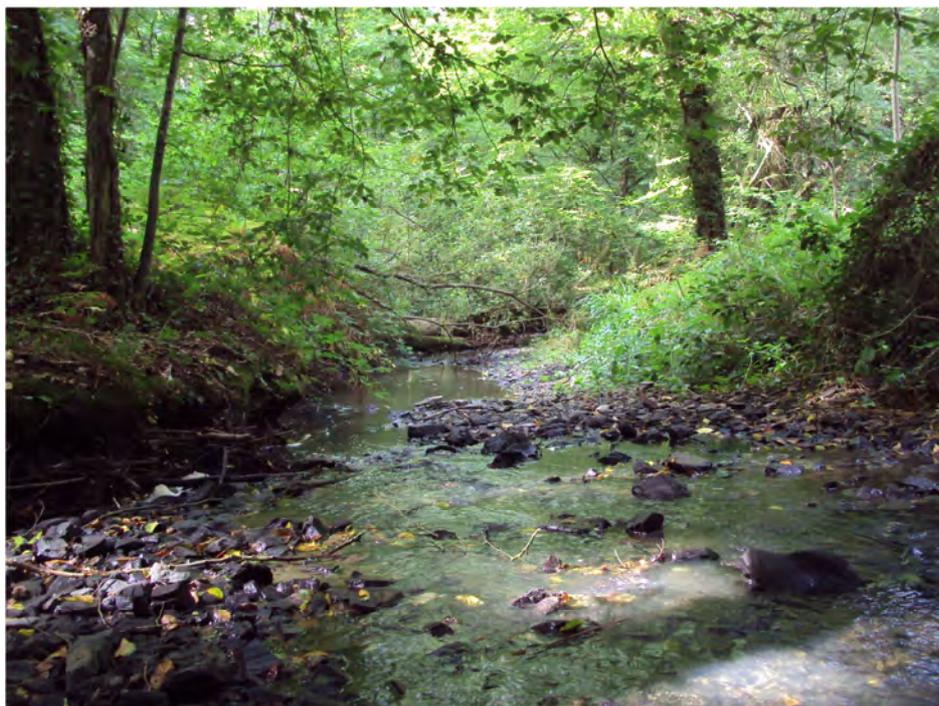


FIGURE 1 : LE FREMUR AU LIEU-DIT MOTTE OLIVET (FISH PASS).

Le cours du Frémur est cloisonné par de nombreux barrages et obstacles de diverses natures. Les aménagements les plus anciens sont les chaussées de moulins créant un chapelet d'étangs entre Pleslin (Moulin de la Motte Olivet) et l'embouchure (Moulin de Roche Good,). Aucun ne fonctionne et nombre d'entre eux ont disparu emportés par une crue extrêmement violente en 1929. Ils figuraient pour la plupart sur la carte de Cassini ce qui indique une origine antérieure à 1780. Il reste aujourd'hui 2 barrages et leurs étangs dont la profondeur est comprise entre 0.8 et 1.5 m : il s'agit des étangs de la Marche et de la Motte Olivet faisant chacun moins de 5 ha de superficie. Plus récemment, le barrage du Pont Avet a été construit au début du siècle pour fournir la ville de Dinard en eau potable. Au cours de la dernière Guerre, les Allemands ont édifié 3 barrages stratégiques pour protéger l'aéroport de Pleurtuit et Saint Malo d'une éventuelle invasion terrestre. L'un d'entre eux existe toujours : le barrage du Pont es Omnès d'une hauteur de 4 m et qui crée un étang de 4 à 5 ha. Les deux autres ont été détruits et/ou noyés par le barrage du Bois Joli mis en eau en 1992. Ce dernier (figure 6-1) offre une capacité de stockage de 3 millions de m³ sur une surface de près de 59 ha. La retenue ainsi créée présente une profondeur maximale de 14 m ce qui en fait un milieu à part dans le bassin versant du Frémur. La retenue de Bois Joli sert à la production d'eau potable depuis mars 2012 de la retenue de Pont Avet. De nombreux petits étangs privés ont été créés dans la zone des sources. Enfin, il faut mentionner des obstacles plus ou moins temporaires en fonction des conditions hydrauliques tels que des buses, station de jaugeage et radiers sous pont.

2.2 Synthèse hydrologique

Les mesures hydrologiques sont réalisées au niveau de la station de jaugeage de Trigavou (FIGURE 2)



FIGURE 2 : STATION DE JAUGEAGE DE PLESLIN TRIGAVOU (FISH PASS).

LE FREMUR à PLESLIN-TRIGAVOU (Données BanqueHydro)

- **Code station** : J1004520
- **Producteur** : DREAL Bretagne
- **Bassin versant** : 37.5 km²
- **Département** : Côtes-d'Armor
- **Mise en service le** : 17/10/1991
- **Type** : station à une échelle
- **Régime influencé** : pas ou faiblement
- **Altitude** : 35 m
- **Statut** : station avec signification hydrologique
- **Bassin-versant topographique** : 37.5 km²

- Le Bassin Versant du Frémur -

➤ **Coordonnées :** (LAMBERT II étendu) X = 274380 m Y = 2403800 m

module (moyenne)
0.223 [0.191;0.258]

FIGURE 3 : MODULE DU FREMUR A LA STATION DE Jaugeage de Pleslin-Trigavou sur la période 1991-2013 (Source BanqueHydro)

Le module du frémur au niveau de la station de Trigavou est de 223 l/s (Figure 3).

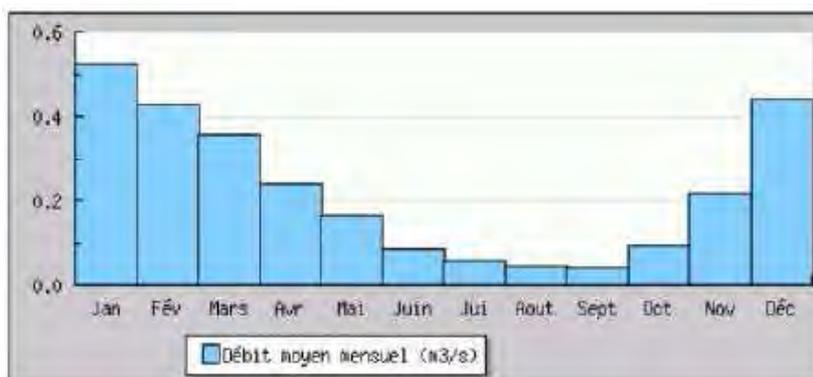


FIGURE 4 : DEBIT MOYEN MENSUEL DU FREMUR A LA STATION DE Pleslin Trigavou sur la période 1991-2013 (Source BanqueHydro).

basses eaux (loi de Galton - janvier à décembre)

données calculées sur 23 ans

fréquence	VCN3 (m³/s)	VCN10 (m³/s)	QMNA (m³/s)
biennale	0.016 [0.013;0.019]	0.020 [0.017;0.023]	0.028 [0.024;0.033]
quinquennale sèche	0.010 [0.008;0.013]	0.014 [0.011;0.016]	0.020 [0.016;0.023]

crues (loi de Gumbel - septembre à août)

données calculées sur 21 ans

fréquence	QJ (m³/s)	QIX (m³/s)
biennale	2.700 [2.200;3.300]	4.300 [3.400;5.400]
quinquennale	4.300 [3.700;5.600]	7.000 [5.900;9.200]
décennale	5.400 [4.500;7.100]	8.900 [7.400;12.00]
vicennale	6.400 [5.400;8.600]	11.00 [8.800;14.00]
cinquantennale	7.700 [6.400;11.00]	13.00 [11.00;18.00]
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus (par la banque HYDRO)

hauteur maximale instantanée (cm)	192	26 mai 2010 00:06
débit instantané maximal (m³/s)	15.60 #	26 mai 2010 00:06
débit journalier maximal (m³/s)	8.270 #	28 février 2010

FIGURE 5 : SYNTHES DES EVENEMENTS HYDROLOGIQUES DU FREMUR MESURES A LA STATION DE Pleslin Trigavou (Source BanqueHydro).

- Le Bassin Versant du Frémur -

débites classés

données calculées sur 7782 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
débit (m ³ /s)	1.690	1.290	0.826	0.557	0.324	0.214	0.143	0.097	0.069	0.047	0.034	0.024	0.019	0.014	0.010

FIGURE 6 : DEBITES CLASSES DU FREMUR MESURES A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU (SOURCE BANQUEHYDRO).

L'année 2011 a été relativement sèche avec des débits moyens de l'ensemble des mois inférieurs à la moyenne interannuelle (FIGURE 7). Le début de l'année 2012 a également présenté une hydrologie relativement faible avec débits moyens pour les mois de janvier, février mars et avril près deux fois inférieurs aux débits moyens mensuels interannuels. De mai à novembre 2012, les conditions hydrologiques ont été relativement semblables à la moyenne interannuelle soulignant un étiage peu marqué. En décembre 2012, le débit moyen mensuel a été plus de deux fois supérieur au débit moyen interannuel du fait de fortes précipitations.

La faible hydrologie constatée entre septembre 2011 et avril 2012 n'a pas permis la surverse au niveau du barrage de Bois Joli. La première surverse sur cette période a eu lieu fin avril 2012. Cette absence de surverse a pu être préjudiciable à la dévalaison 2011-2012. Par contre, les bonnes précipitations du mois de mai ont pu favoriser la montaison des anguilles. Contrairement à 2011, la période de crues en décembre 2012 a pu être favorable à la dévalaison.

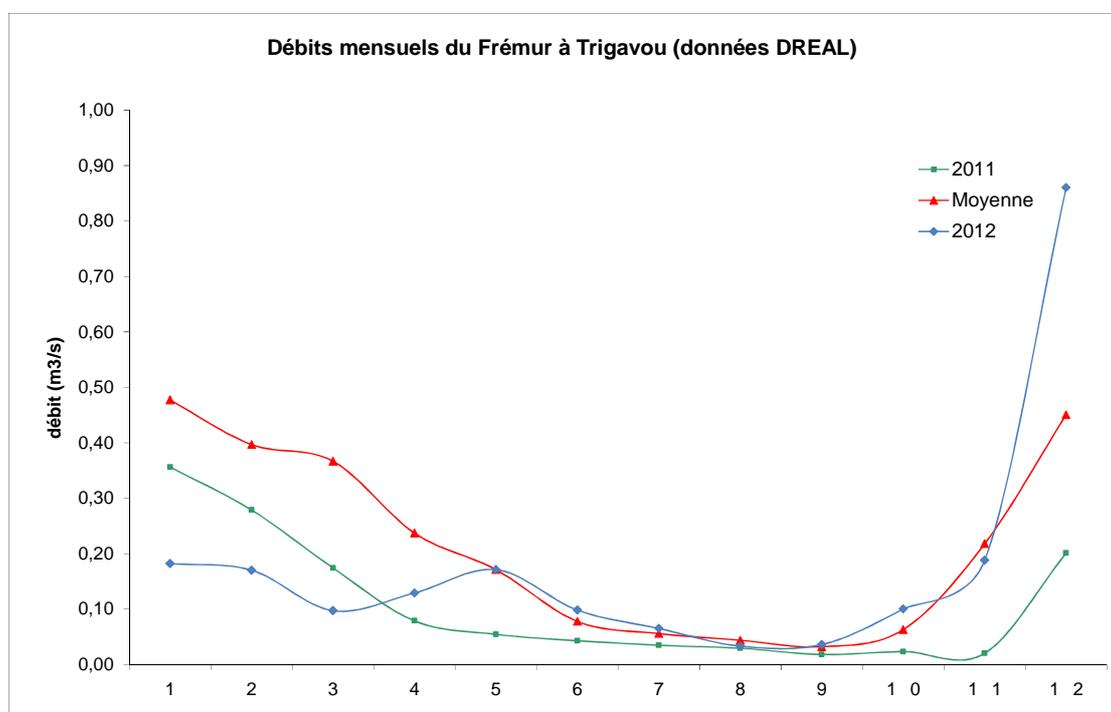


FIGURE 7: EVOLUTION DES DEBITES MOYENS MENSUELS DU FREMUR A TRIGAVOU (DONNEES DREAL, MISE EN FORME FISH PASS).

- Le Bassin Versant du Frémur -

L'hydrologie de mai à septembre 2012 a eu des répercussions sur les niveaux d'eau dans la retenue de Bois Joli. En effet, lors des pêches de septembre, le niveau de la retenue était haut (côte : 27,37), ce qui a modifié l'habitat et les faciès d'écoulement du secteur Villou. Ce secteur, habituellement une zone lotique, était sous influence du barrage de Bois Joli le transformant en zone lenticque.

2.3 Qualité de l'eau du Frémur

Les données de qualité d'eau pour la station de suivi de la DREAL, située à Trigavou, permettent de visualiser l'évolution de la qualité de l'eau. Ces données ont été transmises par le SMPEPCE.

Différents paramètres ont été étudiés depuis 1999 (FIGURE 8 et FIGURE 9): **l'Ammonium, les Nitrites, les Orthophosphates, le Phosphore Total, les Nitrates, le Carbone Organique, la Demande Biologique en Oxygène (DBO5), la Demande Chimique en Oxygène (DCO)**. Les dernières données disponibles datent de 2011.

Pour l'Ammonium : La valeur moyenne interannuelle observée est de 0.12 mg/l et la moyenne de 2011 est de 0.14 mg/l. Ces valeurs correspondent à un indice de qualité bon selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). La valeur seuil de 0.5 mg/l correspondant à un indice de qualité moyen n'a été dépassé qu'une seule fois en 2005. Les valeurs apparaissent assez fluctuantes entre les mois d'une même année, mais semblent relativement stables entre les années. Le paramètre Ammonium n'apparaît pas déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur.

Pour les Nitrites : La valeur moyenne interannuelle observée est de 0.14 mg/l et la moyenne de 2011 est de 0.17 mg/l. Ces valeurs correspondent à un indice de qualité bon, selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). La valeur seuil de 0.3 mg/l correspondant à un indice de qualité moyen a été dépassée plusieurs fois en 2010 et 2011. Le suivi de ce paramètre réalisé depuis 2006 montre une tendance à l'augmentation sur la période 2006-2011. Le paramètre Nitrites devient régulièrement déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur. Ce constat est d'autant plus inquiétant que les nitrites peuvent provoquer des lésions branchiales pour la truite à partir de concentration de 0,1 mg/l (Caudron et al., 2006).

Pour les Orthophosphates : La valeur moyenne interannuelle observée est de 0.11 mg/l et la moyenne de 2011 est de 0.15 mg/l. Ces valeurs correspondent à un indice de qualité bon selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). La valeur seuil de 0.5 mg/l correspondant à un indice de qualité moyen n'a été dépassé qu'une seule fois. Le paramètre orthophosphate n'apparaît pas déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur. Cependant, les valeurs de ce paramètre apparaissent en augmentation notamment sur les années 2010 et 2011.

Pour le phosphore Total : La valeur moyenne interannuelle observée est de 0.12 mg/l et la valeur moyenne de 2011 est de 0.13 mg/l ce qui correspond à un indice de qualité bon selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). Plusieurs pics au-dessus de 0.2 mg/l, (valeur seuil de l'indice de qualité moyen) ont été enregistrés en 2010 et 2011. Le paramètre Phosphore Total

- Le Bassin Versant du Frémur -

apparaît ponctuellement déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur. Les valeurs de ce paramètre apparaissent en augmentation sur les années 2010 et 2011.

Pour les Nitrates : La valeur moyenne interannuelle observée est de 12.6 mg/l et la moyenne de 2011 est de 13.6 mg/l correspondant à un indice de qualité bon selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). La limite du seuil étant fixé à 50 mg/l, ce paramètre n'apparaît donc pas déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur.

Pour le Carbone organique dissous : La moyenne interannuelle observée est proche de 7,7 mg/l et la moyenne de 2011 est de 6.45 mg/l ce qui correspond, respectivement, à un indice de qualité moyen et bon selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). La valeur seuil de 10 mg/l correspondant à un indice de qualité médiocre a déjà été dépassée à plusieurs reprises notamment en 2010 et 2011. La valeur de seuil de très bon état (<5 mg/l) n'a jamais été atteinte. Le paramètre Carbone organique apparaît le plus déclassant de ceux présentés.

Pour la DBO5 : La valeur moyenne interannuelle observée est de 2.95 mg/l et la moyenne de 2011 est de 2.87 mg/l ce qui correspond à un indice de qualité très bon selon le guide technique d'évaluation des eaux douces (MEDDAT, 2009). La valeur seuil de 6 mg/l correspondant à un indice de qualité moyen est ponctuellement dépassée. Le paramètre DBO5 apparaît peu déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur.

D'après ces différents paramètres, la qualité de l'eau du Frémur apparaît donc de qualité moyenne. Les nitrites, les orthophosphates et le phosphore total ont tendance à augmenter sur les années 2010 et 2011. Le paramètre le plus déclassant semble être le carbone organique dissous avec ponctuellement des valeurs correspondant à un indice de qualité médiocre.

Globalement la qualité de l'eau du Frémur ne s'améliore pas sur la période d'étude et certains paramètres se dégradent légèrement ces dernières années.

- Le Bassin Versant du Frémur -

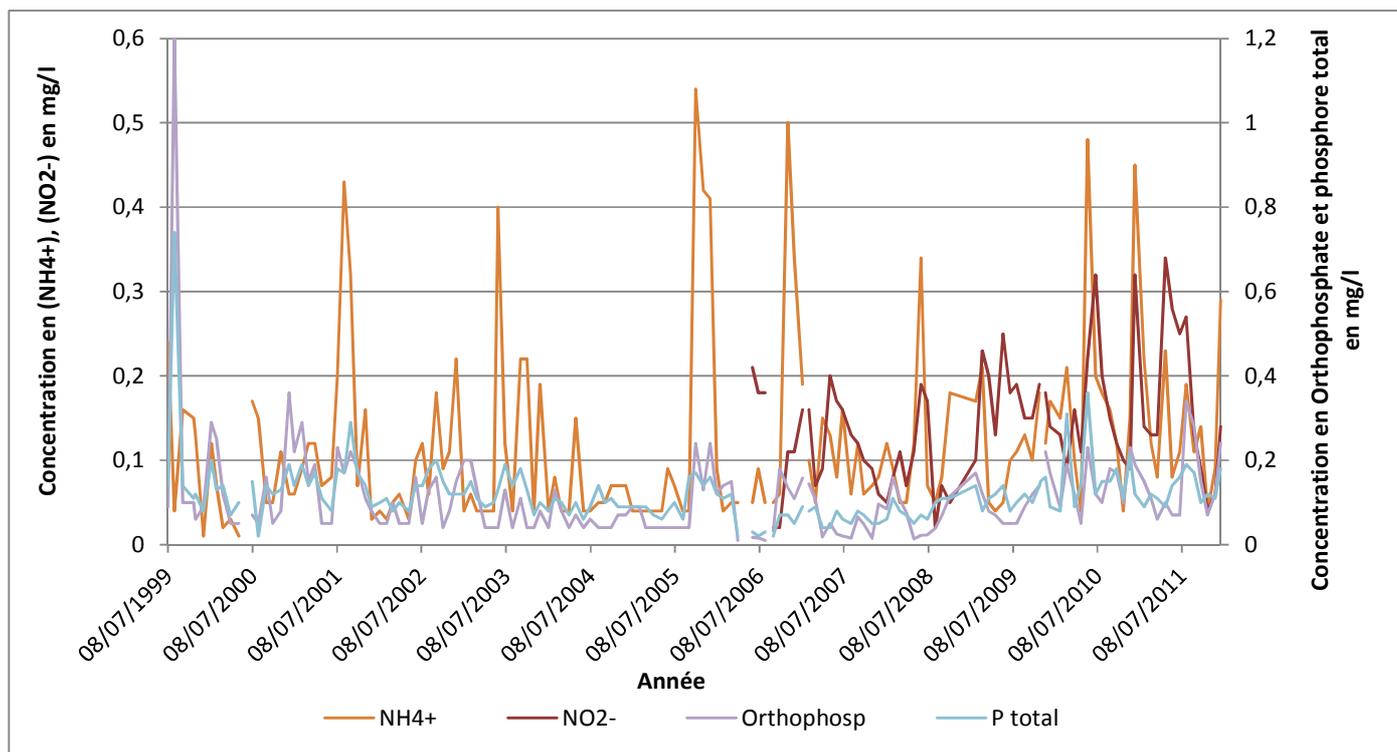


FIGURE 8 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN AMMONIUM (NH₄⁺), NITRITE (NO₂⁻), ORTHOPHOSPHATE ET PHOSPHORE TOTAL DE 1999 A 2011 (DONNEES SMPEPCE, STATION : DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).

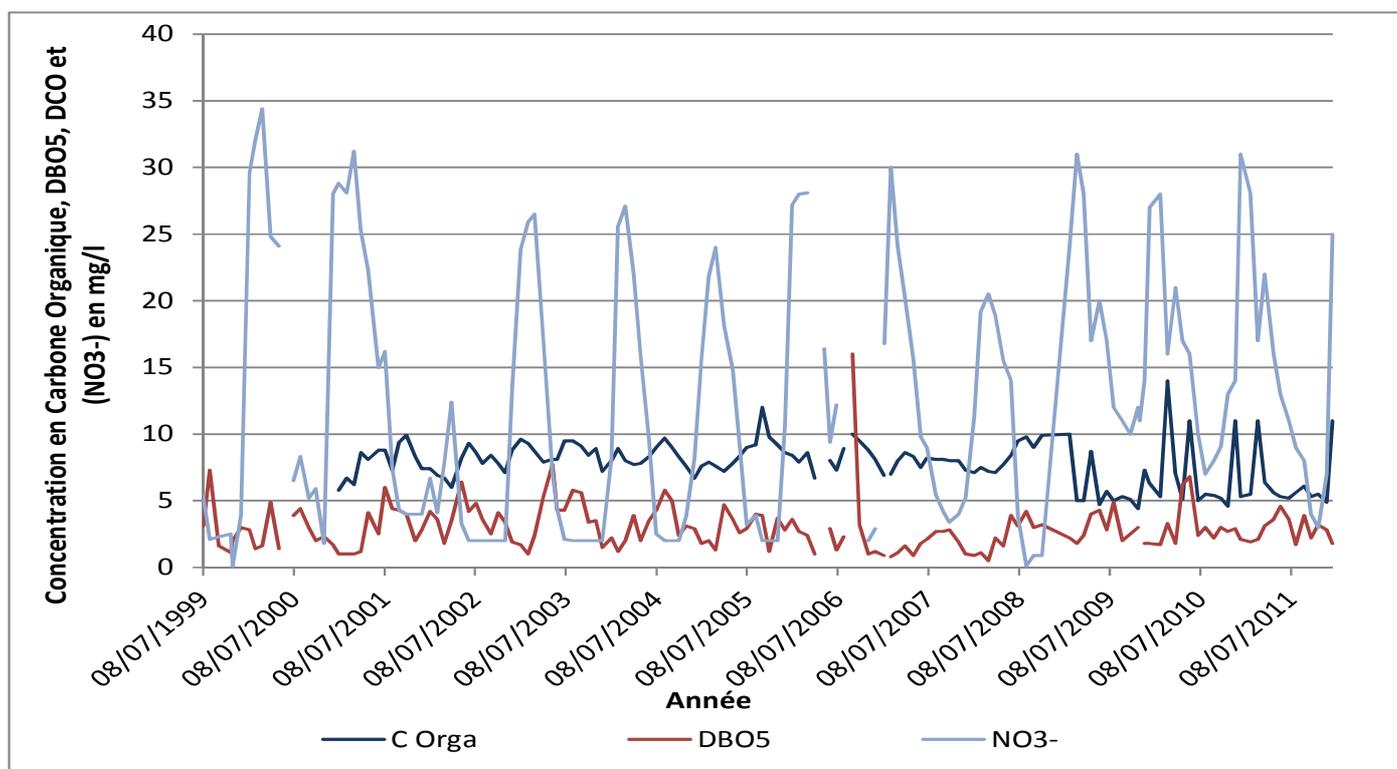


FIGURE 9 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CARBONE ORGANIQUE, DBO5, DCO ET NITRATE ENTRE 1999 ET 2011 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).

- Le Bassin Versant du Frémur -

La teneur en pesticides est également mesurée régulièrement. En 2010, la valeur moyenne enregistrée concernant le paramètre « pesticides totaux » est de 1µg/l, ce qui correspond à un indice de qualité médiocre. (Source : SMPEPCE)

Des indices biologiques, Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) pour les macroinvertébrés et Indice Biologique Diatomé (IBD), sont régulièrement réalisés sur le Frémur (FIGURE 10). Concernant les IBGN, les notes obtenus en 2007 et 2009 permettent d'obtenir un indice de qualité bon et la note de 2008 permet d'obtenir un indice de qualité excellent. Pour les IBD, les notes de 2007 et 2009 indiquent une qualité médiocre et la note de 2008 permet d'obtenir une qualité moyenne. Parmi ces deux indices, l'IBD est le plus déclassant, il met en évidence une altération par les matières organiques.

Année	IBGN	IBD
2007	13	8,9
2008	17	11,3
2009	14	10,4

FIGURE 10 : RESULTATS DES IBGN ET IBD REALISES SUR LE FREMUR ENTRE 2007 ET 2009 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau vise à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015. Dans ce cadre, l'agence de l'eau Loire Bretagne a défini et classé chaque masse d'eau suivant un indicateur de risque et par paramètre de qualité d'eau. Les masses d'eau sont classées en :

- **Respect** : celles qui devraient respecter les objectifs de la DCE avec les programmes d'actions actuels ou prévus
- **Risque** : celles qui nécessiteront un délai ou des actions supplémentaires pour respecter les objectifs de la DCE
- **Doute** : celles pour lesquelles existe une incertitude, soit du fait d'un manque de données, soit du fait d'une méconnaissance des phénomènes physiques

Sur le bassin versant du Frémur, toutes les masses d'eau, sauf les eaux souterraines, sont classées en dérogation 2021 ou 2027 pour l'atteinte du bon état écologique (FIGURE 11). (Source SMPEPCE). Sur le Frémur, les paramètres déclassant au titre de la DCE sont les macropolluants (hors N, P), le phosphore et la morphologie du cours d'eau.

- Le Bassin Versant du Frémur -

		Masses d'eau			
		Bassin versant du Frémur		Eaux côtières Rance-Fresnaye	Eaux souterraines Rance-Frémur
		Cours d'eau Frémur	Complexe de Bois-Joli (MEFM)		
Etat tendanciel 2015	Macropolluants dont MO (hors N, P)	Doute	-	-	-
	Phosphore	Doute	Risque	Respect	-
	Nitrates	Respect	Respect	Risque	Doute
	Pesticides	Respect	Respect	-	Risque
	Micropolluants (hors pesticides)	Respect	-	Risque	-
	Morphologie des cours d'eau	Risque	-	-	-
	Hydrologie sur le bassin versant	Respect	-	-	-
	Bilan état tendanciel 2015	Risque de non respect, Report d'objectif			
Report des objectifs environnementaux	2027	2021	2021	2015	

FIGURE 11 : ETAT DES LIEUX DES MASSES D'EAU DU FREMUR (SMPEPCE, BILAN TECHNIQUE 2009).

3 Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2012

3.1 État initial

L'état initial de la population d'anguille a été réalisé en 1995. Cet état initial a fait l'objet d'un rapport remis au maître d'ouvrage "**Étude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : état initial. 1995**".

3.2 Présentation des ouvrages structurants du Frémur

Sur le cours du Frémur, trois obstacles identifiés "**difficilement franchissables ou infranchissables**" ont été aménagés par la construction de dispositifs de franchissement spécifiques pour l'anguille.

Les obstacles identifiés sur le Frémur sont les barrages suivants (d'aval en amont):

1- Pont Avet (FIGURE 12): situé à 2 km de la mer et utilisé comme retenue pour le fonctionnement de l'usine d'eau potable.



FIGURE 12 : VUE AVAL DU BARRAGE DE PONT AVET AVEC SA PASSE A ANGUILLES (FISH PASS).

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2012 -

2- Pont es Omnès : situé à 4.5 km de la mer, édifié par les allemands lors de la seconde guerre mondiale et utilisé comme retenue et site de pêche très fréquenté (FIGURE 13)

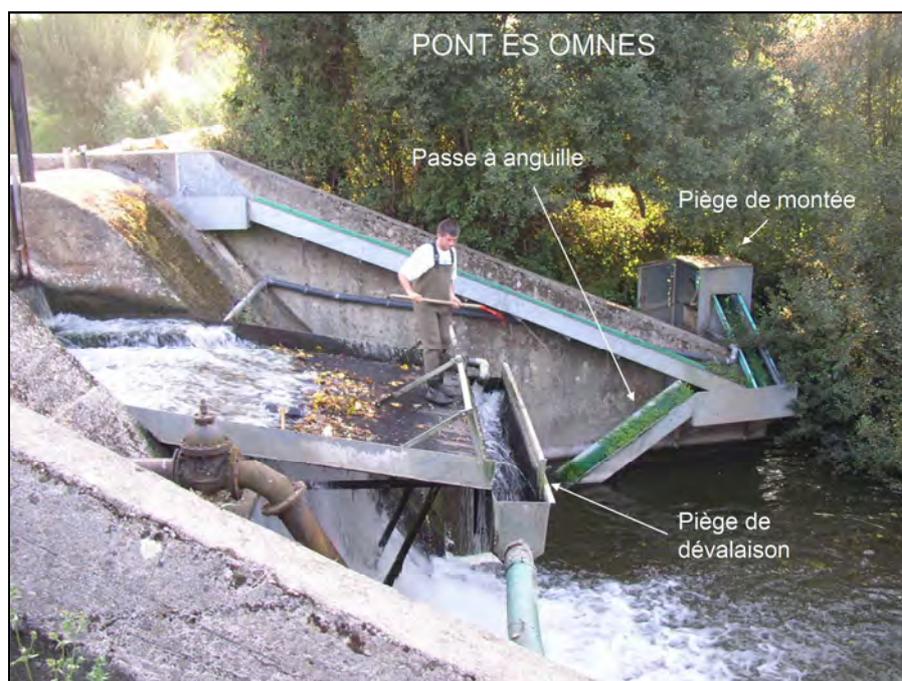


FIGURE 13 : PASSE ET PIEGES SUR LE BARRAGE DE PONT ES OMNES (FISH PASS).

3- Bois Joli : situé à 5,5 km de la mer, construit en 1992. (FIGURE 14)

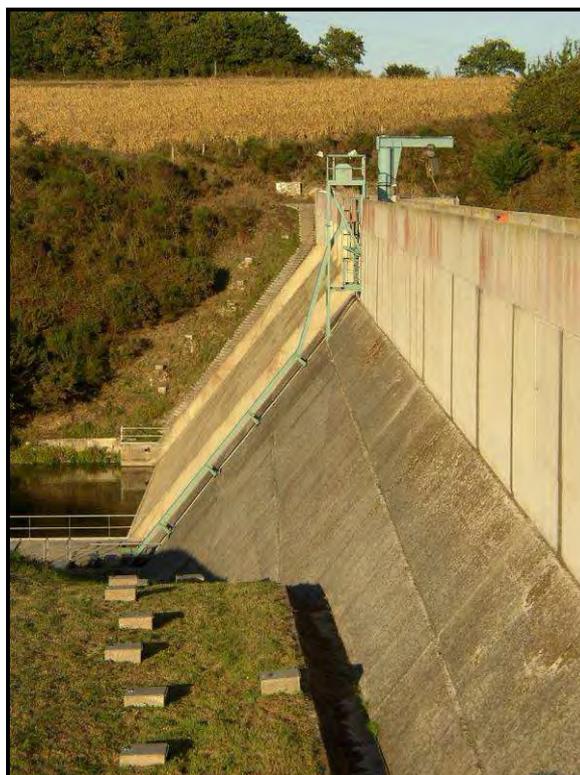


FIGURE 14 : VUE DE L'ASCENSEUR A ANGUILE DU BOIS JOLI. (FISH PASS)

3.3 Historique des actions menées sur le Frémur

Depuis 1996, année d'installation des passes pièges, plusieurs opérations permettent de suivre l'évolution des différentes caractéristiques de la population d'anguille du Frémur (TABLEAU 1).

TABLEAU 1: BILAN ANNUEL DES OPERATIONS EFFECTUEES (FISH PASS).

Opérations	Année																
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Paramètres caractérisant la population d'anguille sédentaire (1)</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Opérations de marquage individuel (2)</i>	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X
<i>Opération de recaptures individuelles (3)</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Flux d'anguilles et caractéristiques des individus (4)</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Opérations de marquage-recapture de masse (5)</i>				X	X	X	X	X									

3.3.1 Opérations réalisées en routine sur le Frémur

1 : Estimation des paramètres caractérisant la population d'anguilles sédentaires (structure de taille, densité, biomasse) : De 1997 à 1999, le suivi du stock a été réalisé au printemps et à l'automne. En 2007, des essais de modifications des moyens de capture dans les milieux lenticques ont été effectués. Depuis 2007, seulement les zones lotiques sont suivies avec un protocole adapté.

2 : Opération de marquage individuel : En vue de l'estimation ultérieure de la diffusion dans le réseau hydrographique des anguilles et de leur croissance, des marquages individuels sont effectués au cours des pêches électriques d'automne. Ce marquage s'est déroulé de 1996 à 2002 et a été renouvelé depuis 2008. En 1996, toutes les anguilles capturées dans les différentes opérations de pêche et présentant une taille supérieure à 20 cm ont été marquées individuellement. Seules, les anguilles de

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2012 -

dévalaison capturées sur le piège de Pont es Omnès n'ont pas été marquées en raison de la très faible probabilité de recapture. En 2001, 2002, 2003, 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012 toutes les anguilles argentées ou en phase d'argenture et la plupart des anguilles de longueur supérieure à 250mm capturées pendant les pêches électriques d'automne ont été marquées individuellement.

3 : Opération de recapture individuelle : Les recaptures d'anguilles marquées s'effectuent au niveau du piège de dévalaison de Pont es Omnès et au cours des pêches automnales. Ces anguilles sont recapturées à partir de la dévalaison des hivers respectifs 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013

4 : Estimation des flux d'anguilles migrantes en dévalaison et en montaison, et caractéristiques biométriques des individus.

3.3.2 Opérations ponctuelles réalisées sur le Frémur

5 : Opération de marquage-recapture de masse sur les anguilles capturées en vue de l'estimation de la diffusion dans le réseau hydraulique, de la croissance et de la validation de l'âge. Le marquage de masse a eu lieu uniquement en 1998 au niveau des pièges de montée de Pont es Omnès et Bois Joli. Les recaptures ont été réalisées entre 1993 et 2003 sur le piège de Bois Joli ainsi qu'au cours des pêches automnales. L'exploitation des échantillons d'anguilles capturés en pêches et en dévalaison de 2001 à 2003, pour la détection des marquées par coloration et la détermination de l'âge, a été réalisée en 2004.

Evaluation de l'incidence du transit des anguilles par la conduite de débit réservée du barrage de Bois Joli : En 1998, en plus des suivis effectués, un piégeage de dévalaison par la conduite de débit réservé de Bois Joli a été mis en place à l'automne en vue de capturer les anguilles dévalantes de l'hiver 1998-1999. Cette opération, non prévue dans le programme d'origine (1995), a été ajoutée au programme Frémur en 1998, suite aux résultats des années précédentes sur les problèmes de dévalaison. Dans ce cadre, les anguilles argentées capturées par pêche électrique en 1998 à l'amont de Bois Joli ont été marquées individuellement par pit-tag pour caractériser la migration des dévalantes. Elles ont été recapturées dans le piège de dévalaison du Bois Joli (conduite de débit réservé exclusivement) et dans celui du Pont es Omnès (toutes les dévalantes). Le piège de dévalaison a été

- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2012 -

démonté fin février 1999. Il a été remonté dans le cadre de l'étude spécifique de comptage 2000-2001 et les relèves ont été reconduites le temps de l'opération. Ce piège n'a pas été remis en fonctionnement par la suite.

Vidange du Barrage de Bois Joli : En 2006, la vidange décennale de la retenue du Bois Joli a eu lieu. Un volet "anguille" a été intégré à cette opération. Ainsi, les anguilles capturées lors de la vidange ont été décomptées, leurs paramètres biométriques mesurés, puis elles ont été stockées lors de la vidange et remises dans la retenue du Bois Joli lors de sa remise en eau.

Evaluation du transit des anguilles par la conduite de pompage du barrage de Bois Joli : Depuis mars 2012, une nouvelle usine de production d'eau potable a été mise en fonctionnement au niveau du barrage de Bois Joli. Afin de tester l'impact potentiel du pompage sur les anguilles, un système de capture a été mis en place fin mars au niveau du système de rejet des effluents de lavage de la pompe. Ce système de capture devrait nous permettre de savoir si des anguilles empruntent le réseau de pompage pour dévaler.

Thèse : Le suivi réalisé depuis 15 ans sur le Frémur est également valorisé dans le cadre de la thèse de Clarisse Boulenger : « *Ajustements dynamiques des sous populations d'anguilles européennes et traits d'histoires de vie : apport du marquage individuel par PIT-tag pour la conservation* » réalisée au Muséum National d'Histoire Naturelle. Cette thèse s'intéresse à trois sites en France : le Frémur, l'Oir et le canal de Fumemorte. Le bureau d'études Fish Pass est associé à cette thèse et apporte son soutien à Clarisse Boulenger pour sa réalisation. Une campagne de terrain avec pour objectif la recapture d'individus marqués dans les zones habituellement non échantillonnées a ainsi été réalisée en juillet 2012.

Etude de la migration des anguilles dans les retenues : Dans le cadre de leurs travaux de recherche, le Muséum National d'Histoire Naturelle et Fish Pass ont mis en place un suivi acoustique afin d'étudier la migration des anguilles dans les retenues lors de la dévalaison 2012-2013.

4 *Méthodologie des suivis sur le Frémur*

Plusieurs campagnes de suivi ont eu lieu dans l'année. Une campagne correspond à une technique de capture appliquée par période. Chaque engin de piégeage, constitue une campagne étalée sur toute l'année par des relevés périodiques sur des stations fixes.

Pour le suivi de la montaison, les campagnes sont définies du 1^{er} janvier au 31 décembre de chaque année.

Pour la dévalaison, chaque campagne est définie du 1^{er} septembre de l'année N au 31 août de l'année N+1.

La méthodologie utilisée chaque année est restée la même pour les opérations similaires (pêches électriques, marquage individuel, piégeage) de 1995 à 2005. Cette reproductibilité des opérations de pêche permet la comparaison des résultats d'une année sur l'autre. **A partir de 2006, le protocole a été allégé pour tenir compte des modifications intervenues dans la maîtrise d'ouvrage. Cet allègement était prévu pour ne pas remettre en cause la reproductibilité des opérations de pêche et leur comparaison dans l'espace et le temps.**

4.1 *Evaluation des stocks*

Avant 2006, la capture des poissons pour l'évaluation des stocks se divisait en deux méthodes selon la nature du milieu pêché : courant (lotique) ou lent et profond (lenticque).

Depuis 2007, pour l'estimation des stocks, les milieux lenticques (étangs) n'ont pas été pêchés.

4.1.1 *Milieu lenticque*

En 2006, les pêches sur les milieux lenticques ont été suspendues :

- la vidange du Bois Joli ne permettait pas la pose des engins en raison du dénoyage des berges habituellement pêchées ;

- Méthodologie des suivis sur le Frémur -

- la baisse artificielle du Bois Joli en 2005 avait déjà empêché la pose des verveux ;
- **avant 2006**, les verveux ont permis de capturer des anguilles (et de les marquer individuellement) mais avec une représentativité difficile à évaluer et des résultats annuels très irréguliers qui n'ont pu être validés, à posteriori, par le marquage.

En 2007, pour tenter d'obtenir des captures par une autre méthode, des pêches électriques ont été effectuées sur les retenues de Bois Joli et de Pont es Omnès. Ainsi, à titre d'essai, les retenues ont été explorées sur la totalité de leurs berges en répartissant les points de pêche. Le nombre de points a été de 40 sur la retenue de Bois Joli et de 10 sur la retenue de Pont es Omnès. Il s'est avéré un nombre d'anguilles capturées sur les deux retenues très faible : seulement 5 anguilles capturées sur le Bois Joli et 6 sur Pont es Omnès.

4.1.2 Milieu lotique

Il existe une forte différence sur les nombres de passages, stations et secteurs avant et après l'année 2006. Cette différence est liée à la modification de protocole intervenue en 2006 et conservée depuis. Cette modification comporte :

- l'estimation des stocks qui est réalisée maintenant sur un passage (**cf. rapport 2006**) ;
- le nombre de stations pêchées qui a diminué depuis 2006 en raison de l'arrêt des pêches sur les secteurs aval du Bois Joli (secteur de Pont Avet et de Pont es Omnès). Par contre, sur les autres secteurs, les mêmes stations ont été conservées.

Avant 2006, pour chaque station, les pêches étaient menées par passages successifs sans remise (au moins deux passages). Le nombre de passages était fonction des résultats obtenus.

Depuis 2006, la technique de pêche est celle des points de sondage. Un point de pêche de 30 secondes est réalisé tous les 3 mètres sur chaque rive. Des points supplémentaires en milieu de cours d'eau sont réalisés quand la largeur excède ponctuellement 3 mètres. Le temps affecté à un point de pêche peut être allongé en fonction de la difficulté mais ce temps reste constant d'un passage à l'autre : 30 secondes. Ce protocole permet l'application d'un effort de pêche constant pour chaque passage. A partir de 2006, les densités sont évaluées à partir d'un seul passage. La densité totale sur la station est estimée à partir des captures de cet unique passage en appliquant une relation entre le nombre de poissons au premier passage et le nombre total de poissons estimé à partir de la méthode de Carl et Strub sur les années disponibles de 1995 à 2005. Cette relation est différente de celle de la méthode

- Méthodologie des suivis sur le Frémur -

PASE², basée sur les observations entre les captures au premier passage et la densité finale observée. En effet, le nombre de points de pêche par station n'a été pris en compte qu'à partir de 2005. Les relations pour le Frémur ne reposaient donc que sur un nombre d'observations limité pour la méthode PASE. Par ailleurs, la méthode PASE n'était disponible que pour l'anguille. Pour prendre en compte toutes les espèces et ne pas induire de différence de traitement entre elles, c'est donc une relation basée sur les observations du Frémur et sur le maximum d'années et de stations qui a été privilégiée pour toutes les espèces.

Les poissons sont capturés par pêche électrique. Les stations sont fermées à l'amont et à l'aval par des filets (maille 5 mm) de façon à éviter toute migration de poisson pendant la pêche. Les stations peu profondes sont réalisées à pied. Chaque station présente une longueur approximative de 30 m. Les caractéristiques des stations de pêche sont relevées chaque année (largeur, profondeur, vitesse de courant, substrat, température, ripisylve, hydrophytes, hélrophytes, abris).

Les stations sont réparties de façon à représenter tous les secteurs de la rivière et prenant en compte la diversité des environnements sur chaque station. Les stations se répartissent ainsi toutes sur le cours principal du Frémur. Les affluents ne sont pas pêchés en raison de leur petite taille et de leur débit faible ou nul en étiage.

Ainsi, pour le Frémur, afin de pouvoir comparer les pêches d'automne de 2012 avec les années précédentes, il convient d'éliminer les données provenant des stations de Pont Avet et de Pont es Omnès pour les années 1998 à 2005. Les stations pêchées en 2012 sont les mêmes que celles pêchées en 2011, hormis une station qui a été déplacé d'une cinquantaine de mètre du fait d'une fermeture du milieu par la végétation (secteur de Pleslin lagunage). L'évolution des caractéristiques de la population d'anguilles pourra donc être effectuée entre ces deux années pour l'ensemble des sites étudiés.

² Laffaille P. et al, 2005. Point sampling the abundance of European eel (*Anguilla anguilla*) in freshwater areas, Archiv für Hydrobiologie, 162, p. 91-98.

4.2 Quantification des flux migratoires

Les flux sont estimés depuis octobre 1996 grâce à plusieurs pièges.

4.2.1 Présentation des dispositifs de franchissements et de piégeages installés

➤ Sur le barrage de Pont Avet

Le dispositif installé sur le barrage de Pont Avet est une passe constituée d'un substrat de reptation adapté au franchissement par l'anguille (FIGURE 12).

➤ Sur le Barrage de Pont Es Omnès

Le dispositif installé sur Pont es Omnès comporte une passe (constituée d'un substrat de reptation adapté au franchissement par l'anguille) à laquelle a été adjoind un piège pour quantifier les flux d'anguille en montaison nommé ci-après dans ce rapport « la montée ». **Le suivi de montaison sur ce piège a été arrêté en 2012.**

Un piège de dévalaison a également été installé sur ce dernier (FIGURE 13). Le piège est posé sous le déversoir. Il permet de capturer les individus en migration d'avalaison. Il est composé d'une grille de réception placée sous le déversoir et débouchant dans une gouttière déversant les anguilles dans une cage vivier.

➤ Sur le Barrage de Bois Joli

Le dispositif installé au droit du barrage de Bois Joli, est composé d'une passe (constituée d'un substrat de reptation adapté au franchissement par l'anguille) et d'un ascenseur qui peut également servir de piège pour le suivi (FIGURE 14). L'ascenseur fonctionne de façon automatique. Dans le cadre de l'étude, il est actionné manuellement permettant ainsi de comptabiliser et prendre les caractéristiques des anguilles en montée.

4.2.2 Fréquence de suivi des pièges

Les périodicités varient dans l'année et les poses/relèves de piège se multiplient lors des pics de migration.

Depuis 2006, les piégeages sont assurés par un protocole légèrement modifié permettant de conserver la précision des données de piégeage. La fréquence de relève est passée de 2 à 3 fois par semaine en période normale. La fréquence est restée la même depuis cette date. Pour les périodes de pic, un passage est effectué plus régulièrement. Les individus sont remis à l'eau de façon à pouvoir continuer leur migration.

Le nombre de passages prévus par piège sur l'année était de 114. Sur l'ensemble de l'année 2012, 108 relèves ont été réalisés au niveau de la passe de montée de Bois Joli et 110 au niveau du piège de dévalaison (TABLEAU 2) (les passages supplémentaires dépendent des conditions hydrauliques générant plus ou moins de relèves que les prévisions). Deux passages supplémentaires ont également été effectués : l'un pour le remplacement d'un cadenas fracturé, l'autre pour du nettoyage de la grille. Pour 2011, la fréquence de passage a été d'environ un passage tous les 3 jours. Le suivi du piège de montée de Pont es Omnès qui devait être arrêté au 31 décembre 2010, gracieusement poursuivi pendant toute l'année 2011 en attendant les modifications du site permettant un fonctionnement autonome de la passe, a été officiellement arrêté début 2012.

TABLEAU 2 : PASSAGES SUR LES PIEGES DE CAPTURE, ANNEES 1996 A 2012. (FISH PASS).

Station	Année																
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ascenseur Bois Joli	20	100	121	68	79	125	130	58	142	134	92	103	111	106	110	105	108
piège montée PeO	37	147	186	143	140	130	155	91	161	145	122	110	111	109	110	105	15
piège dévalaison PeO	36	147	186	147	152	128	153	91	165	147	124	111	115	108	112	105	110
piège dévalaison BJ			34	14	5												

4.3 Biométrie

Malgré les changements de protocole en 2006, les paramètres enregistrés sur les anguilles capturées sont inchangés. **La biométrie est réalisée à la fois en montée, lors de l'inventaire annuel du stock et en dévalaison.**

- Méthodologie des suivis sur le Frémur -

Toutes les anguilles capturées sont mesurées (longueur totale) (FIGURE 15) et pesées. Le stade de maturité de l'anguille est estimé sur les critères de coloration externe, diamètre oculaire et présence d'une ligne latérale différenciée. La présence de marque individuelle est testée sur toutes les anguilles capturées (taille > 200 mm).



FIGURE 15 : BIOMETRIE (MESURE DE LA TAILLE) PRISE SUR UNE ANGUILE DU FREMUR (FISH PASS).

Les données précédentes permettent d'obtenir cumulativement :

- **pour les peuplements/populations** : la densité, la biomasse, la structure de population, la composition spécifique, les relations longueur-poids... ;
- **pour les individus** : les déplacements et la croissance relative (entre la date de pose de la marque et la date de recapture).

4.4 Marquage individuel

Le marquage individuel des anguilles est effectué depuis 1996, l'année 2012 constitue donc la 17^{ème} année de recapture pour les plus anciennes anguilles marquées. En 2012, une campagne de marquage individuel a été réalisée sur les anguilles capturées lors de l'estimation du stock.

Le marquage est effectué à l'aide de petites capsules magnétiques injectées dans la cavité abdominale (système de Pit-tag Trovan®). Le code unique de chaque marque peut être lu de façon externe par un lecteur spécifique permettant d'identifier individuellement toute recapture (sans limite dans le temps).



FIGURE 16 : INJECTION D'UN "PIT TAG" DANS LA CAVITE ABDOMINALE D'UNE ANGUILE. (FISH PASS).

Des tests de mortalité ou perte de marque ont été réalisés en 2009 de façon à pouvoir corriger les résultats de recapture. Ils n'ont pas été renouvelés en 2012.

5 Montées (Suivi annuel)

Les captures des montées sont effectuées uniquement sur le piège de Bois Joli depuis 2012.

5.1 Déroulement des montées

La migration anadrome 2012 a débuté fin mars à Bois Joli. Le début de la migration à Bois Joli est légèrement plus précoce qu'en 2011 (environ 10 jours). Le premier pic de montaison s'est déroulé mi-avril dès les premières grosses précipitations de printemps pour une température de l'eau proche de 10°C. D'autres pics de migrations ont eu lieu : le deuxième début mai et le troisième et le plus important fin mai. Les pics de montée apparaissent relativement corrélés aux augmentations de débit. L'essentiel de la migration s'est déroulé entre mi-avril et fin juillet. Comme en 2011, les montées se sont poursuivies jusqu'à fin décembre

La migration anadrome 2012 apparaît très supérieure à celle de 2011, peut-être par une hydrologie plus favorable qui a permis une bonne stimulation du comportement de migration.

- Montées (Suivi annuel) -

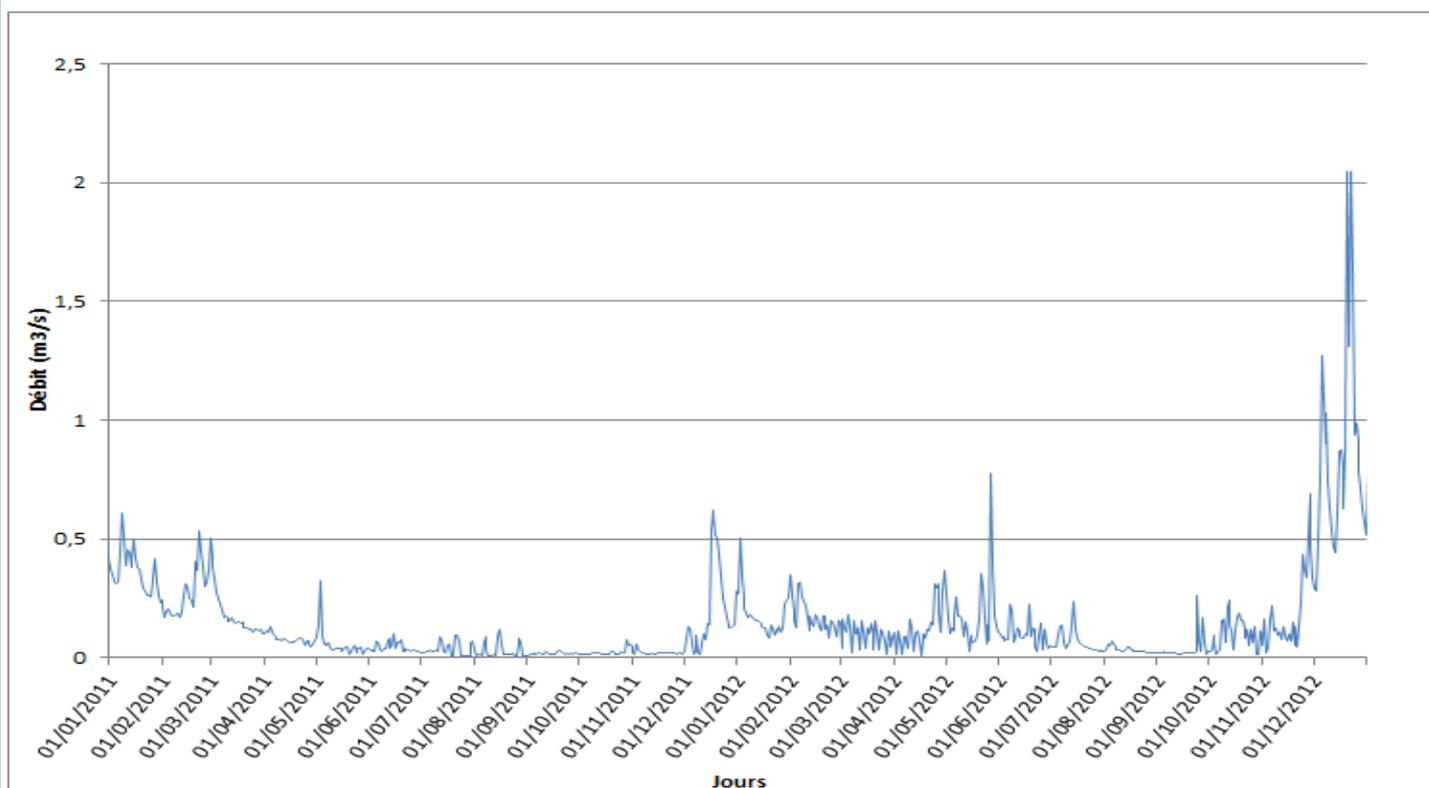
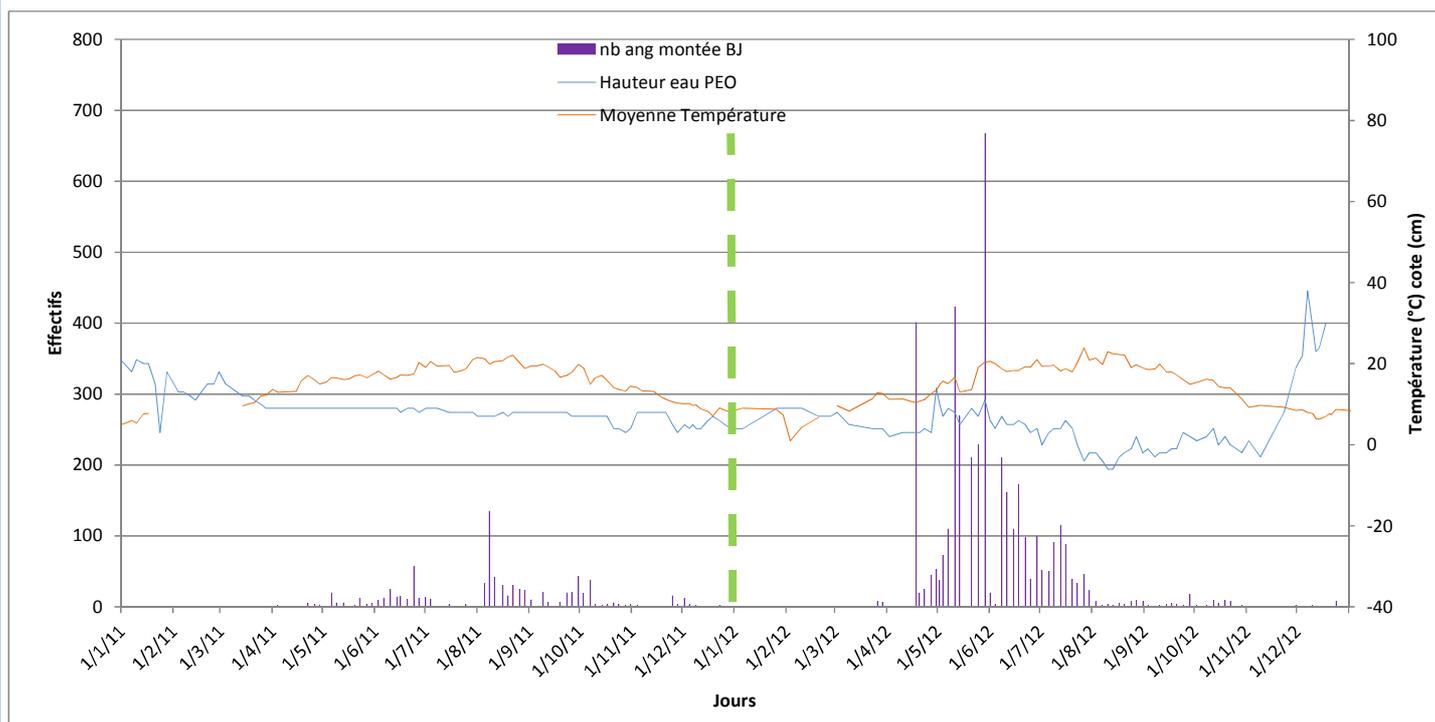


FIGURE 17 : EVOLUTION DES EFFECTIFS D'ANGUILLES EN MONTEE SUR LE PIEGE DE BOIS JOLI SUR LE FREMUR EN 2011 ET 2012 (FISH PASS).

- Montées (Suivi annuel) -

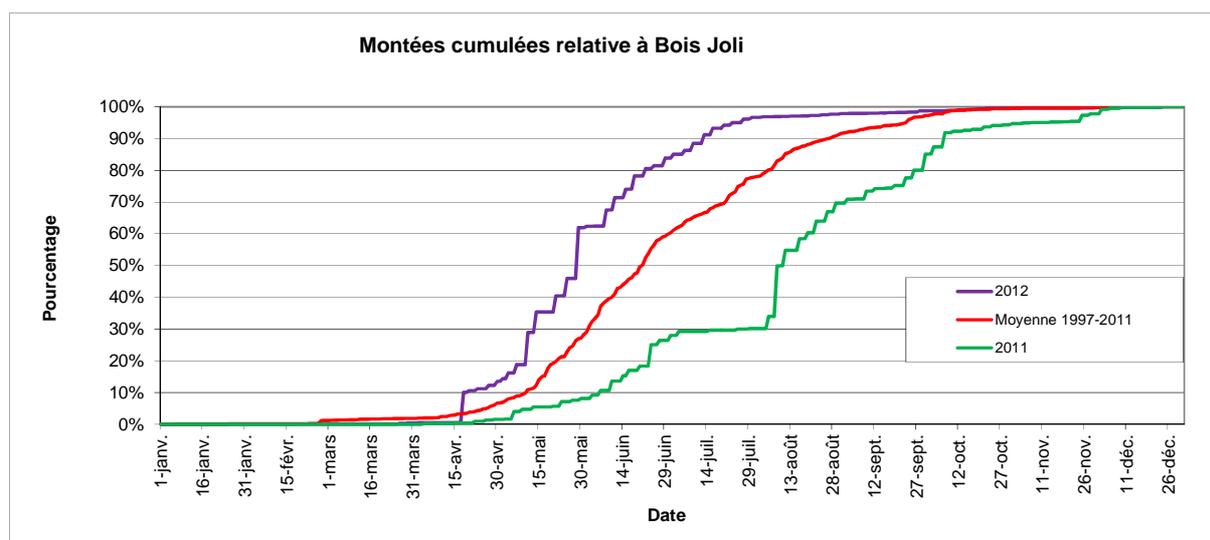


FIGURE 18 : MONTEES RELATIVES CUMULEES SUR LE PIEGES DE BOIS JOLI DE 1997 A 2012. (FISH PASS).

A Bois Joli, le début de la migration anadrome 2012 apparaît plus précoce que la migration 2011 mais près d'un mois plus tardif que la moyenne interannuelle (FIGURE 17). La migration 2012 a été assez condensée avec près de 90% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juillet. La migration s'est globalement déroulée beaucoup plus rapidement que pour la campagne 2011 où le même taux de migration avait été atteint fin septembre. Ce pourcentage de 90% de montée cumulée relative 2012 a été atteint près d'un mois plus tôt que pour la moyenne interannuelle.

Les montées à Bois Joli en 2012 ont été plus régulières qu'en 2011. La forme "d'escalier" de la courbe confirme les trois pics de colonisation visibles dans la FIGURE 18.

- Montées (Suivi annuel) -

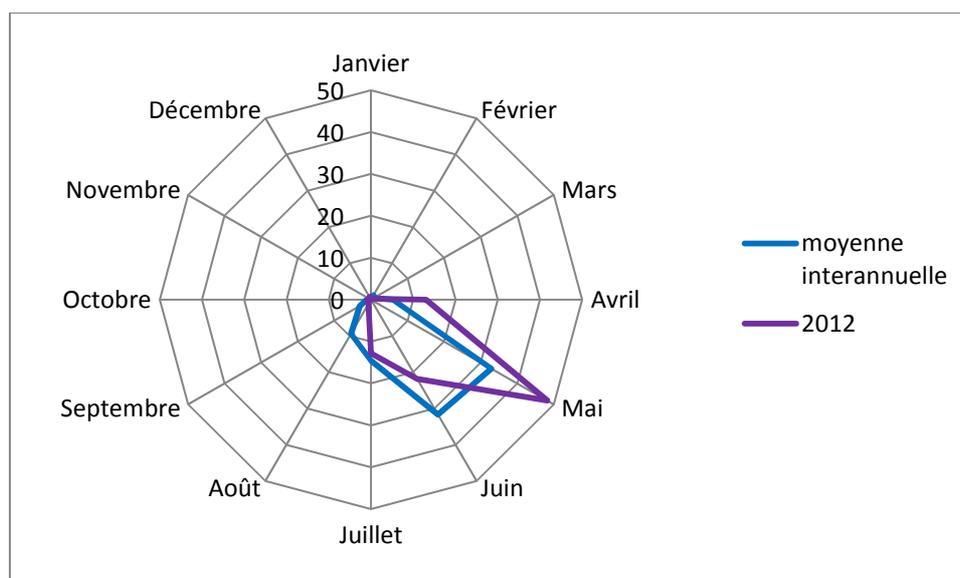


FIGURE 19 : TAUX MOYEN MENSUEL DE RECRUTEMENT SUR LE FREMUR A BOIS JOLI EN 2012 (FISH PASS).

La synthèse du taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur entre 1997 et 2012 (FIGURE 19) montre que la période de migration s'étale principalement d'avril à septembre à Bois Joli. La migration de 2012 présente des taux de recrutement beaucoup plus importants pour les mois d'avril et mai que le taux moyen interannuel pour ces mêmes mois. Ceci confirme également une migration plus précoce qu'à l'accoutumé.

5.2 Effectifs des montées

La FIGURE 20 montre les effectifs bruts ayant été capturés dans les pièges. Depuis 2012, le suivi de la migration à Pont es Omnès a été arrêté. Les valeurs antérieures sont données à titre indicatives. Il avait été montré, les années précédentes, un possible échappement d'une partie des individus migrants au niveau du piège de Pont es Omnès. De même, un phénomène de sédentarisation et de reprises de migration était visible dans la retenue de Pont es Omnès.

Les effectifs en montaison sont très variables d'une année à l'autre et d'un piège à l'autre (FIGURE 20). En effet, les migrations anadromes constituent un des phénomènes les plus variables inter annuellement (Annexe 2). Pour exemple, entre la plus faible montée enregistrée à Bois Joli (381 individus en 2003) et la plus forte (26765 individus en 1998), il y a un facteur 70.

- Montées (Suivi annuel) -

Au cours de la saison de migration, 4116 individus ont empruntés la passe de montaison de Bois Joli. Cet effectif est 5 fois plus important que celui enregistré en 2011 (849 individus). Sur la période de suivi, la migration 2012 est la 11^{ème} en termes d'effectifs.

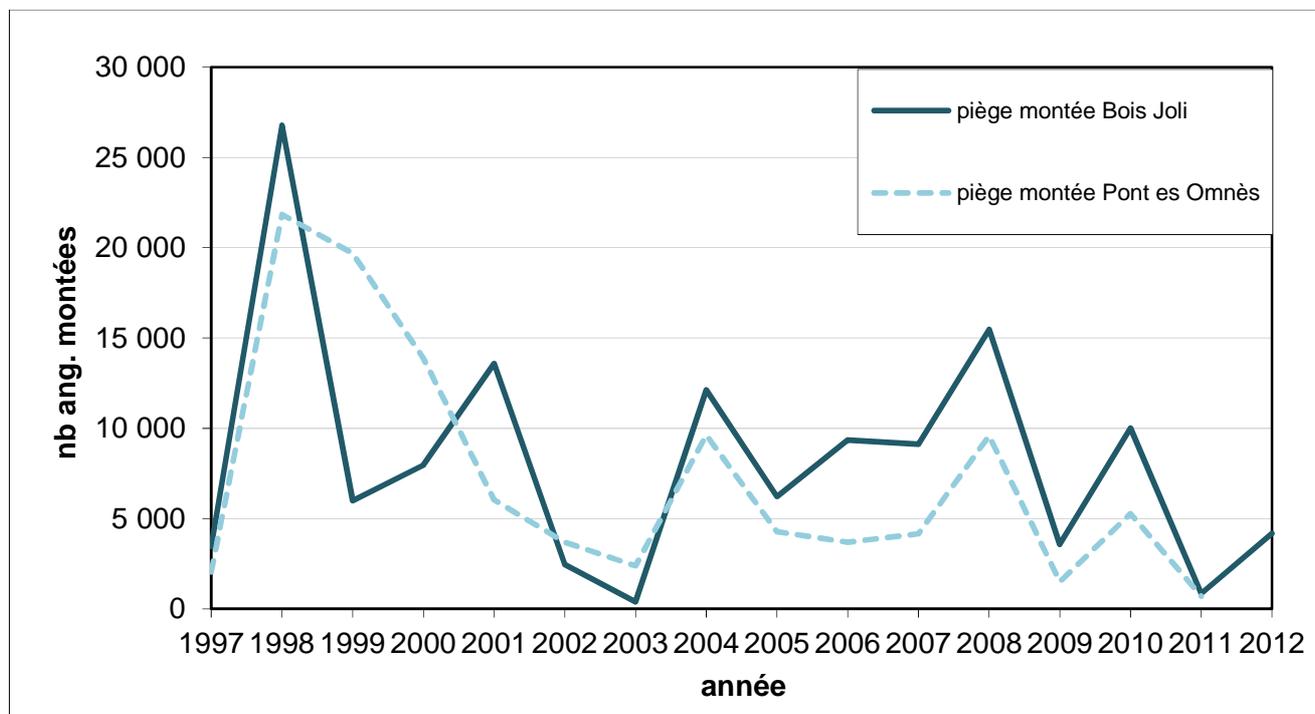


FIGURE 20 : BILAN DES MONTEES BRUTES SUR LES DEUX PIEGES. FREMUR DE 1997 A 2012. (FISH PASS).

5.3 Caractéristiques des individus en montée

La taille moyenne des anguilles en montée à Bois Joli est de 128 mm pour la campagne 2012 (FIGURE 21). Cette moyenne est proche de celle observée en 2011 (123 mm). La taille maximum observée à Bois Joli lors de la campagne 2012 est de 409 mm. Au total, 20 individus de plus de 250 mm ont emprunté la passe pour leur migration anadrome. Ces individus montrent toutefois qu'une fraction de la population considérée comme sédentaire en phase de croissance (**voir rapport annuel 2003, "Sédentarité des anguilles"**) reprend sa migration. La taille minimum relevée à Bois Joli est de 72 mm. Pour la migration 2012, 264 individus de moins de 100 mm ont été observés dans la passe de Bois Joli, ce qui représente seulement 6.2% des effectifs migrants.

- Montées (Suivi annuel) -

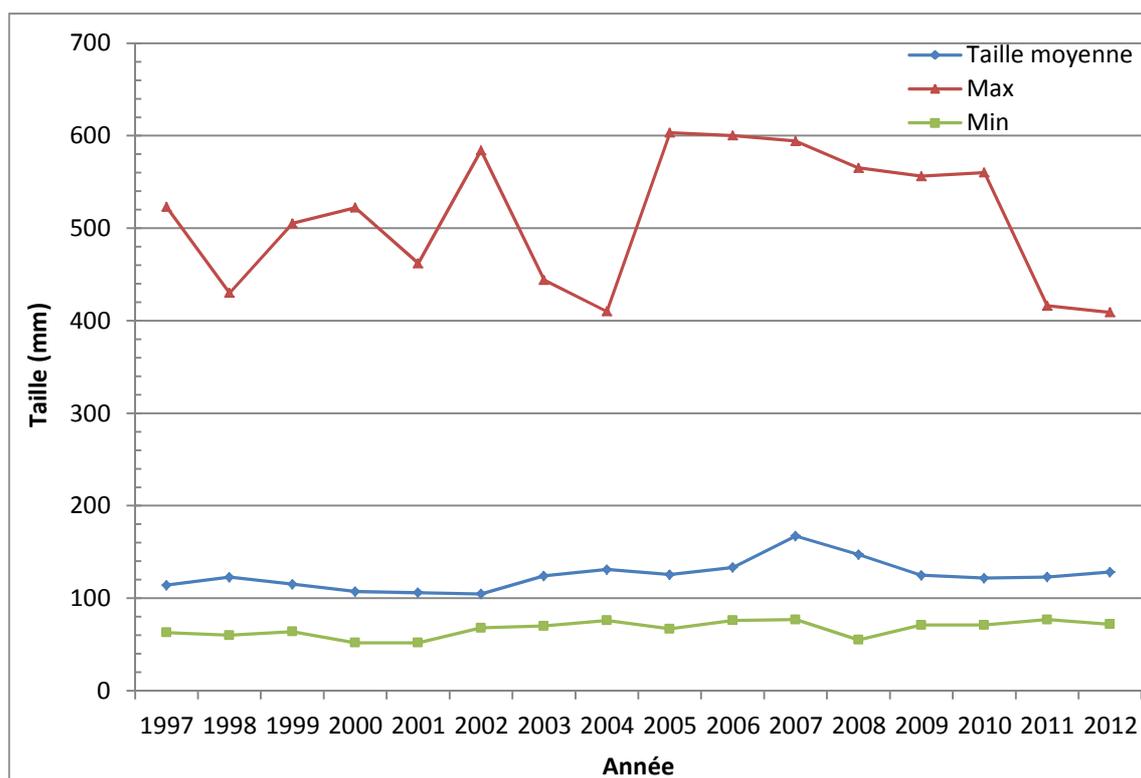


FIGURE 21 : TAILLES DES ANGUILES EN MONTEE PAR ANNEE A BOIS JOLI (FISH PASS).

Les distributions des tailles des anguilles en montée à Bois Joli en 2012 (FIGURE 22) montrent un mode centré autour de 120mm pour Bois Joli. **La majorité des anguilles en migrations mesure entre 90 et 150 mm. Ce sont potentiellement des individus d'âge 0+ à 2 +.**

- Montées (Suivi annuel) -

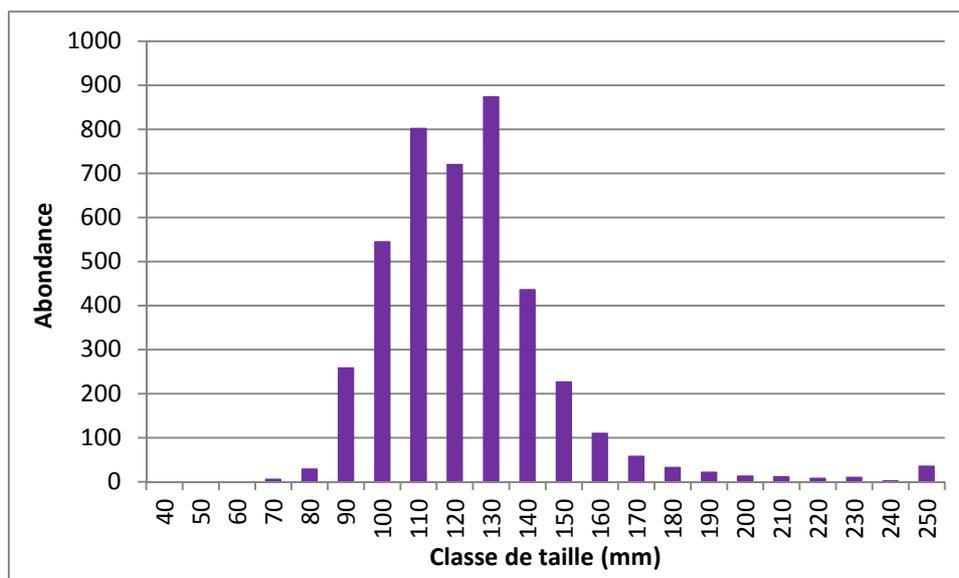


FIGURE 22 : DISTRIBUTIONS DE LA TAILLE DES ANGUILLES CAPTUREES EN 2012 SUR LE PIEGE DE MONTEE DE BOIS JOLI (TAILLE <=250 MM) (FISH PASS).

En 2012, les montées d'anguilles sur le Frémur sont moyennes avec le 11^{ème} recrutement à Bois Joli sur depuis 1997. Les montées sont 5 fois plus importantes qu'en 2011 mais restent deux fois plus faibles que la moyenne interannuelle. Les montées sur le Frémur sont donc d'une extrême variabilité entre les années.

La migration 2012 a débuté fin mars, environ 1 mois plus tard que le début moyen sur l'ensemble des suivis depuis 1997. La migration a été assez condensée avec près de 90% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juillet. Trois pics de migration majeurs ont été observés : fin avril, mi-mai et fin mai après les crues printanières.

6 Evaluation du stock (Suivi annuel)

6.1 Stations de pêche électriques

Sur le Frémur, les stations de pêche électrique sont réparties sur 6 secteurs (d'aval en amont) : Villou, Trigavou, Motte Olivet, Pleslin, Ruffier et Trélat (FIGURE 23).

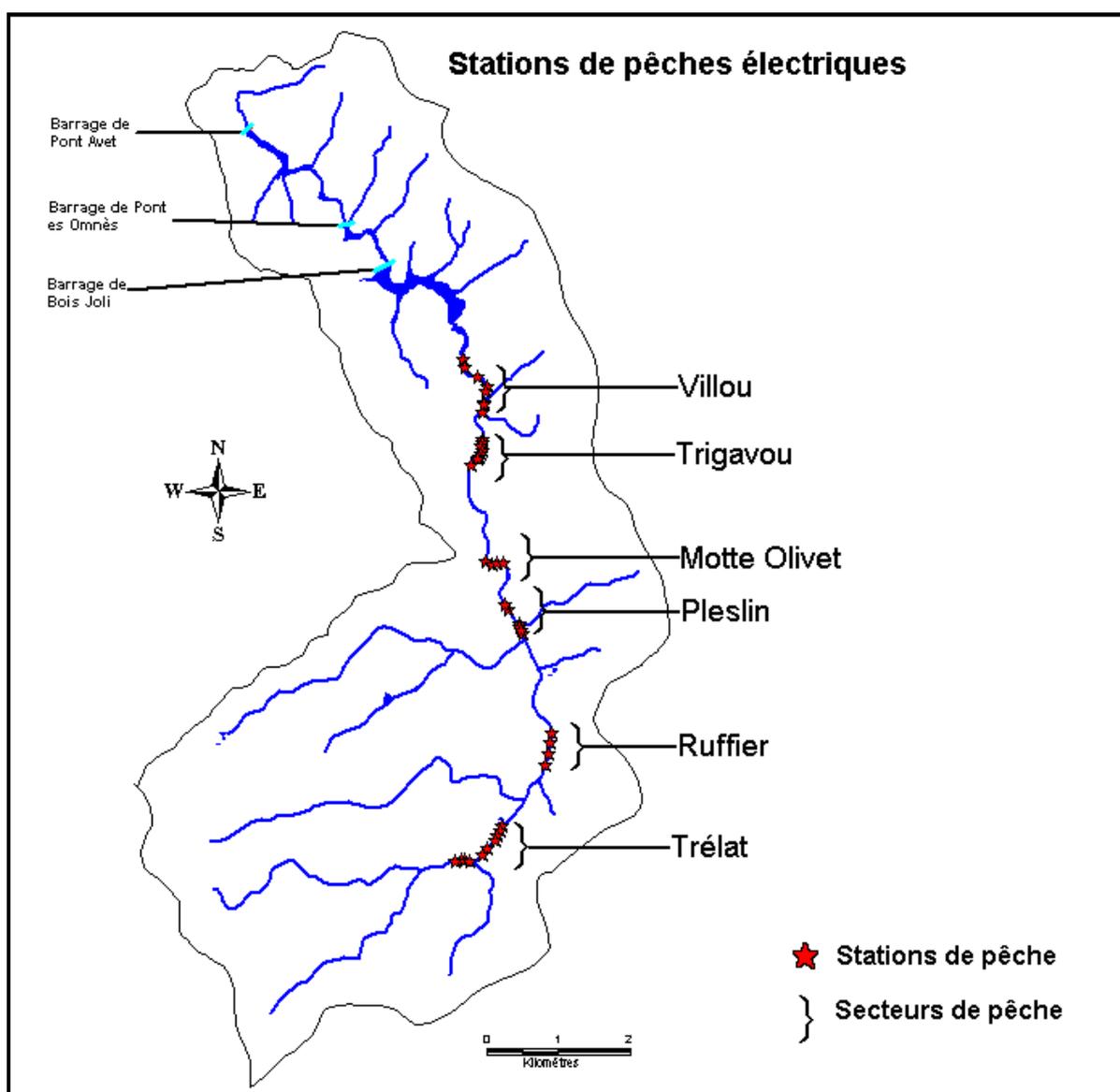


FIGURE 23 : BASSIN VERSANT DU FREMUR : LOCALISATION DES PASSES A ANGUILLES, DES PIEGES DE CONTROL ET DES STATIONS DE PECHE (SOURCE : BD-CARTHAGE, REALISATION. V .MAZEL, FISH PASS).

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

Le tableau suivant (TABLEAU 3) récapitule toutes les stations pêchées depuis 1995 ainsi que le nombre de passages effectués dans chacune d'entre elles (passages successifs dans le cas des pêches électriques par épuisement). En raison de leur déroulement particulier, les passages effectués en vidange (2006) ne sont pas répertoriés ici.

TABLEAU 3 : PASSAGES PECHE ELECTRIQUE DE 1995 A 2012 (DE L'AVAL A L'AMONT). (FISH PASS)

Secteur	Station	Année																	
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Pont Avet aval	Pont Avet 3		3	2	2		3	2	2	2	2	3							
	Pont Avet 4					2													
	Pont Avet 2	2		3	2	2	2	2	2	2	2								
	Pont Avet 1	2	2	2	2	2													
Pont es Omnes aval	Pont es Omnés 3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2								
	Pont es Omnés 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
	Pont es Omnés 1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
Villou	Villou 4	3	2	4	2	2	2	2	2	2		2	1		1	1	1	1	1
	Villou 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		1	1	1	1	1	1
	Villou 2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	1		1	1	1	1	1
	Villou 3				2	2	2	2	2	2	2	2	1		1	1	1	1	1
	Villou 5				3										1	1	1	1	1
Trigavou aval	Trigavou aval 1	4	4	2	5	6	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trigavou aval 2	2	2	6	2	4	2	3	2										
	Trigavou aval 3	2	3	7	2	4		2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trigavou aval 4										2	3	1	1	1	1	1	1	1
Trigavou amont	Trigavou amont 1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trigavou amont 2	2			2	2	2	2		2				1	1	1	1	1	1
	Trigavou amont 3	2	3											1					
	Trigavou amont 4	2	2	3	2	2								1					
	Trigavou amont 5	2	2	4										2					
Motte Olivet	Motte Olivet 3		3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	Motte Olivet 1	2	3	4	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Motte Olivet 2	2		3	2	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Motte Olivet 4					2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1
Pleslin	Pleslin lagunage 5			3	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Pleslin lagunage 1	2	2	7	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Pleslin lagunage 2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
	Pleslin lagunage 3	1	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Pleslin lagunage 4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Affluent Pleslin	Pleslin affluent	1		1	1	1													
Ruffier	Ruffier 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Ruffier 1	2	4	2	2	4	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Ruffier 3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Ruffier 4	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3		3	1	1	1	1	1
Trélat	Trélat 8		2		2														
	Trélat 7		2		2														
	Trélat 1	3	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 2	2	3	4	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Trélat amont	Trélat 4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 5	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 11					2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 6		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	Trélat 12					2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
nb passages		69	79	97	86	91	72	72	71	72	68	73	31	34	31	31	31	31	31
nb stations		32	33	33	38	38	34	35	34	34	33	34	28	29	31	31	31	31	31
nb secteurs		11	10	11	11	11	10	10	10	10	10	10	8	7	8	8	8	8	8

6.1 Conditions de pêche

La campagne automnale 2012 de pêche électrique pour le suivi du stock s'est déroulée entre le 17 et le 21 septembre.

Le débit du cours d'eau lors des pêche était légèrement plus élevé que la moyenne interannuelle ce qui souligne un étiage peu sévère pour la campagne 2012. Le niveau d'eau de la retenue de Bois Joli était exceptionnellement haut cette année principalement du fait des fortes précipitations tombées en mai et juin. La hauteur d'eau sur le secteur de Villou était donc beaucoup plus importante que les autres années du suivi (FIGURE 24). Ce niveau d'eau important a donc complètement modifié les habitats et les faciès d'écoulement sur ce secteur (d'une zone lotique ce secteur est devenu une zone lenticue) et a pu altérer l'efficacité de la pêche électrique (forte turbidité, hauteur ponctuellement supérieure à 110 cm). De même, ce nouvel habitat était probablement moins attractif pour les plus petites anguilles. Ces modifications ont eu des conséquences importantes sur les résultats du suivi pour ce secteur.

La majorité des secteurs : Trigavou, Pleslin, Ruffier et Trélat présentent également des stations qui ont tendance à se fermer (envahissement par la végétation riveraine ou par troncs en travers). De ce fait, une station a dû être déplacée d'une cinquantaine de mètres sur le secteur Pleslin lagunage.



FIGURE 24 : A GAUCHE, LE SECTEUR DU VILLOU EN 2011. A DROITE, LE SECTEUR DU VILLOU EN 2012.

6.2 Peuplement, paramètres relatifs à l'anguille

Depuis 2006, le protocole de pêches électriques a été allégé. Il reprend toutes les caractéristiques de celui utilisé avant 2006 mais comporte désormais un seul passage par station ou secteur pêché, on peut donc comparer les résultats directement d'une année à l'autre, en considérant les résultats comme un indicateur interannuel. Toutefois, pour comparer 2012 aux années précédentes, sur l'ensemble des secteurs pêchés, il faut éliminer les secteurs aval (Pont es Omnès et Pont Avet) des résultats.

Lors de la campagne 2012, 11 espèces ont été échantillonnées sur les 23 recensées dans les pêches depuis 1995. Ce résultat est semblable à la campagne 2011. Le nombre d'espèces recensées cette année est inférieur aux 14 espèces recensées en moyenne sur le Frémur depuis le début du suivi.

Cette année 12 espèces sont absentes (8 espèces étaient également absentes en 2011). **Les espèces absentes sont :**

- L'able de Heckel;
- L'ablette
- Le carassin
- La carpe commune
- L'épinochette
- Le flet;
- La grémille;
- La perche soleil
- Le sandre;
- Le mullet;
- Le rotengle
- La truite arc en ciel

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

Par rapport à la campagne 2011, la tanche a été échantillonnée cette année contrairement au rotengle. Les espèces absentes cette année n'apparaissent qu'en très faible densité les années pour lesquelles elles étaient présentes. On remarque d'ailleurs que ce sont généralement des espèces lenticules ou amphihalines (mulet et flet) ce qui explique leur rareté ou absence en milieu lotique à l'amont de bois Joli en 2012. L'absence du flet et du mulot ces quatre dernières années s'explique par l'abandon des pêches électriques sur les stations aval de Pont Avet, sous influence estuarienne. Ces espèces sont en effet arrêtées dans leur progression vers l'amont dès le barrage de Pont Avet. Pour la grémille et le sandre, l'abandon depuis 2008 des pêches à l'aval des retenues, milieux dans lesquelles vivent ces espèces, peut expliquer leurs absences. L'absence de truite arc en ciel peut s'expliquer par l'absence des lâchers de cette espèce au niveau des stations de suivi.

Ces quatre dernières années, les modifications de protocole ont abouti à diminuer le nombre d'espèces pêchées. La plupart des espèces absentes sont celles qui sont faiblement représentées les années antérieures dans les pêches électriques des milieux courants car elles appartiennent soit aux eaux calmes caractéristiques des étangs de l'aval du Frémur, soit aux espèces en provenance de l'estuaire.

D'après les valeurs moyennes interannuelles (FIGURE 26, FIGURE 27, TABLEAU 4, TABLEAU 5), les espèces les mieux représentées en effectif sont, par ordre décroissant, la loche franche avec 38% des effectifs, le gardon avec 27% des effectifs et l'anguille avec 14% des effectifs. Ces 3 espèces représentent près de 80% des effectifs du peuplement. En 2012, ces trois mêmes espèces dominent le peuplement mais dans des proportions différentes. La loche domine le peuplement avec une occurrence de près de 57%. Le gardon représente ensuite 13% du peuplement et l'anguille 10%. Ces 3 espèces représentent près de 90% du peuplement. Comparativement à la moyenne interannuelle, la loche semble en nette augmentation et le gardon et nette diminution. L'occurrence de l'anguille baisse également mais plus faiblement.

Les quatre espèces majoritaires du peuplement en biomasse en 2012 sont : le gardon avec 27,1%, l'anguille avec 23,9%, la truite fario avec 22,1% et la loche franche avec 9,2%. Ces quatre espèces représentent plus de 80% de la biomasse du peuplement en 2012. En comparaison avec l'occurrence moyenne interannuelle, les proportions sont relativement semblables pour le gardon et la loche. Par contre, on observe une biomasse pour l'anguille deux fois plus faible (moyenne interannuelle : 40 %) et 5 fois plus forte pour la truite fario (moyenne interannuelle : 4,7 %).

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

Concernant l'évolution des densités et des biomasses des espèces principales, on remarque que :

- La densité en anguilles a été divisée par plus de deux par rapport à l'année 2011 et est 4 fois plus faible que la densité moyenne interannuelle. La biomasse est également légèrement plus faible qu'en 2011 et 2 fois plus faible que la biomasse moyenne interannuelle.
- Concernant le gardon, les densités observées en 2012 sont 6 fois plus faibles que la densité moyenne interannuelle et que la densité observée en 2011. Cependant, pour la biomasse, celle-ci est semblable entre 2011 et 2012 mais plus faible de 30% de la biomasse moyenne interannuelle. La forte diminution de la densité associée à la faible baisse des biomasses semblent indiquer un vieillissement de la population de gardon sur les secteurs étudiés.
- La densité en loche franche est semblable entre 2011 et 2012 mais reste deux fois plus faible que la densité moyenne interannuelle. La biomasse en loche franche observée en 2012 est près de deux fois supérieure à celle de 2011 et proche de la biomasse moyenne interannuelle. La diminution des densités en loche franche associée à des biomasses relativement importantes semblent indiquer un vieillissement du peuplement (FIGURE 25) et un faible recrutement.



FIGURE 25 : LOCHE FRANCHE DU FREMUR (FISH PASS)

Concernant les espèces secondaires, on constate pour la campagne 2012 que :

- La biomasse de la truite fario est 6 fois supérieure à celle de 2011 et plus de 3 fois supérieures à la moyenne interannuelle pour une densité plus de deux fois plus faible dans les deux cas. Ceci souligne donc un vieillissement de la population de truite avec un faible recrutement de juvénile en 2012
- La biomasse et la densité de perche est en diminution par rapport à 2011 et à la moyenne interannuelle.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

- Les densités de brochets sont comparables à la moyenne interannuelle mais près de 8 fois supérieures à l'année 2011. Ceci s'explique par les fortes captures de brochetons sur le secteur de Villou où les modifications de l'habitat ont été favorables à cette espèce.

Les observations du peuplement, notamment par une baisse généralisée des densités des différentes espèces et les faibles recrutements en juvéniles, montrent une dégradation du peuplement piscicole et de la qualité du milieu sur le Frémur. Ceci peut être mis en relation avec une qualité physico-chimique de l'eau sans amélioration notable depuis 2003. Les espèces principales en densité sur le Frémur restent en 2012 : le gardon, la loche et l'anguille.

L'analyse du peuplement piscicole reflète donc un habitat dégradé. Les conditions annuelles (débit, température) modifient annuellement la composition du peuplement autour de cette situation dégradée.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

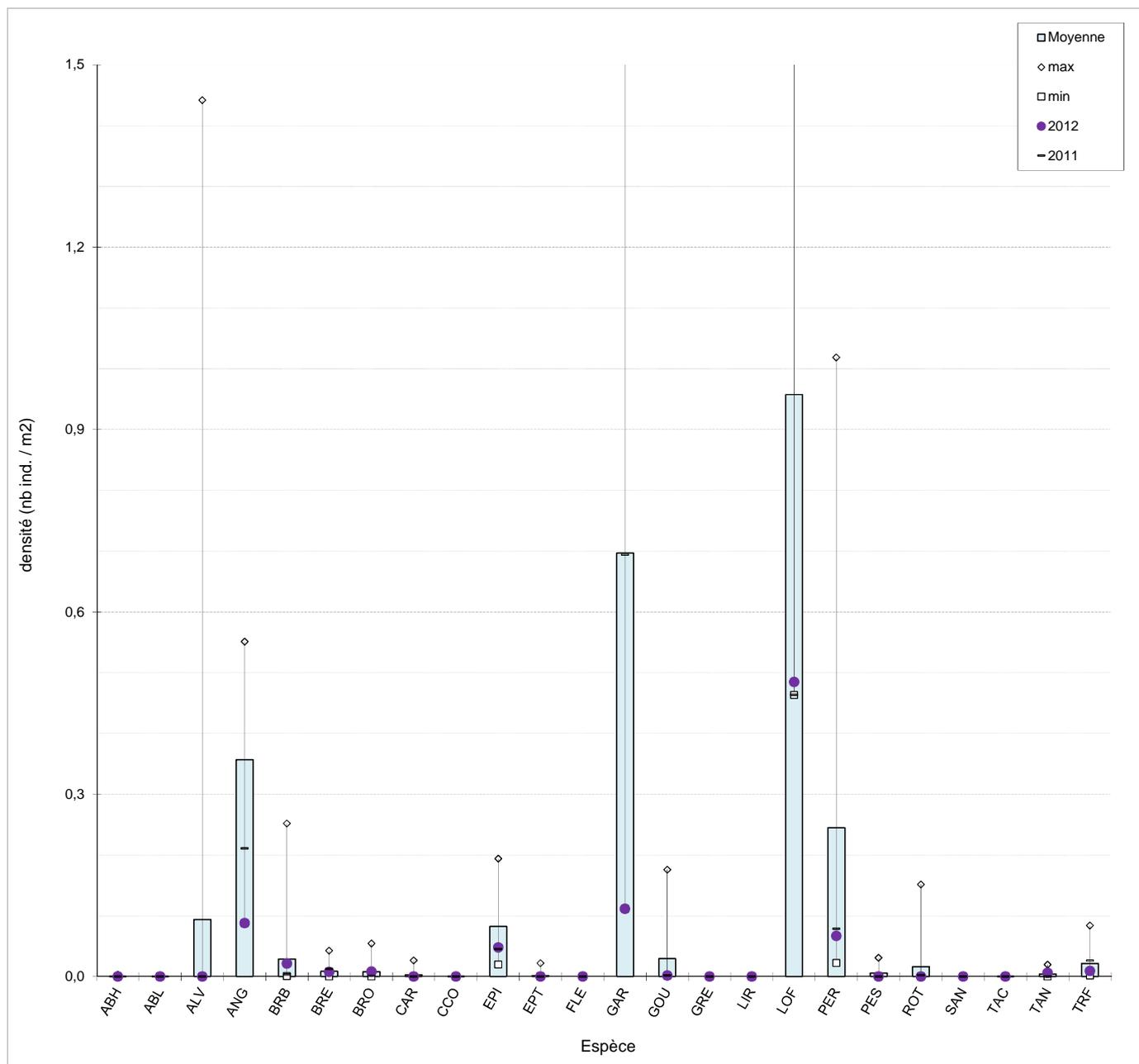


FIGURE 26 : EVOLUTION DES DENSITES MOYENNES 2012 ET 2011 DES ESPECES CAPTUREES PAR PECHES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012. SECTEURS PONT AVET ET PONT ES OMNES NON INTEGRES. SECTEUR DU VILLOU NON PECHE EN 2007. (FISH PASS)

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

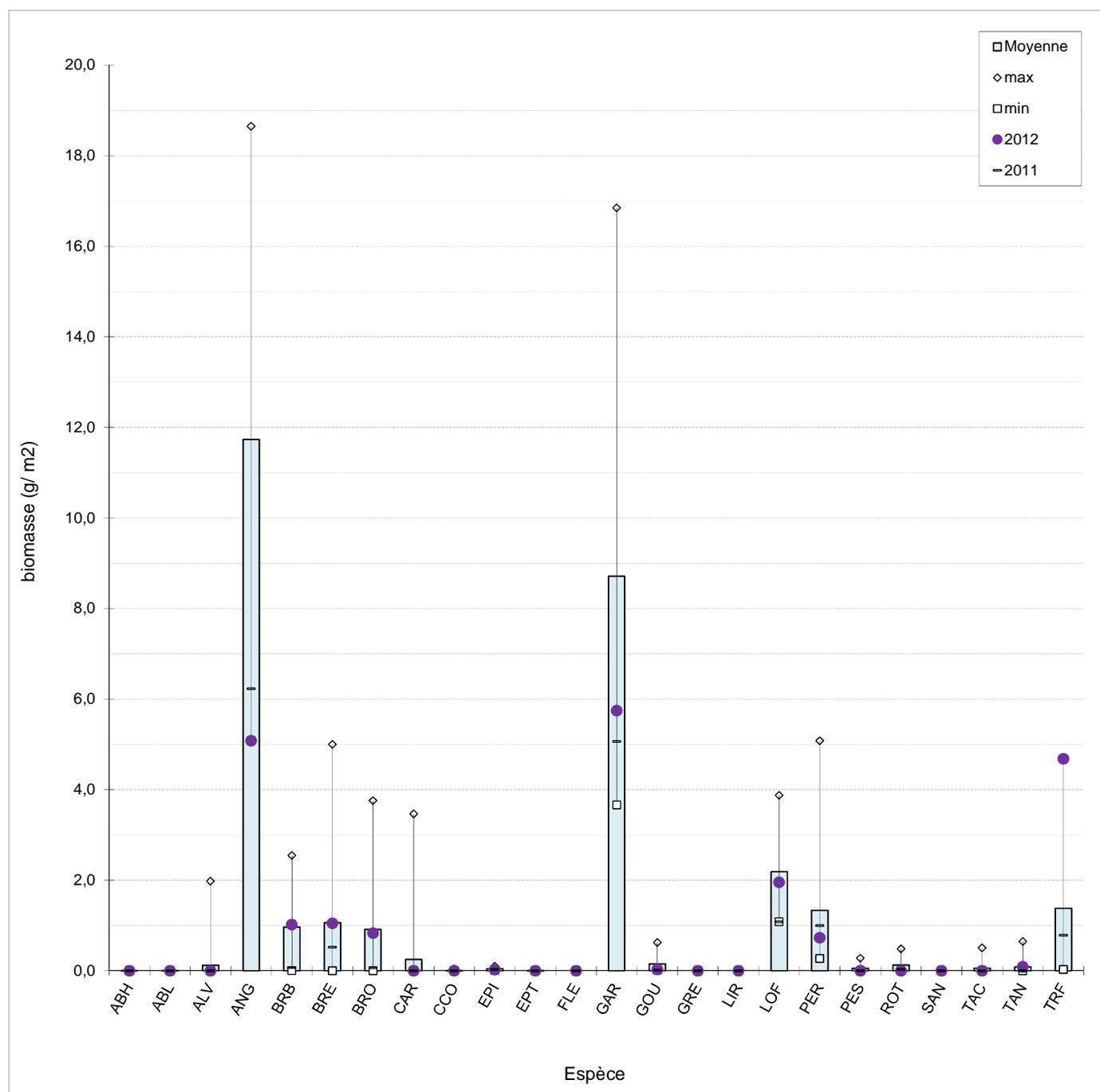


FIGURE 27 : EVOLUTION DES BIOMASSES MOYENNES 2012 ET 2011 DES ESPECES CAPTUREES PAR PECHES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012. SECTEURS PONT AVET ET PONT ES OMNES NON INTEGRES. SECTEUR DU VILLOU NON PECHE EN 2007. (FISH PASS)

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

TABLEAU 4 : DENSITE MOYENNE PAR ESPECE (IND./M²) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)

densité (ind./m ²)	Espèce																							Densité relative ANG	Occurrence relative ANG	
	ABH	ABL	ALV	ANG	BRB	BRE	BRO	CAR	CCO	EPI	EPT	FLE	GAR	GOU	GRE	LIR	LOF	PER	PES	ROT	SAN	TAC	TAN			TRF
1995	0,000	0,000	0,153	0,551	0,000	0,019	0,004	0,001	0,000	0,020	0,000	0,000	0,563	0,009	0,000	0,000	0,828	0,071	0,012	0,151	0,000	0,000	0,013	0,003	23%	7%
1996	0,000	0,000	0,002	0,348	0,009	0,023	0,013	0,000	0,000	0,114	0,000	0,000	0,819	0,006	0,000	0,000	0,533	0,917	0,025	0,005	0,000	0,000	0,006	0,049	12%	8%
1997	0,002	0,000	1,442	0,485	0,052	0,000	0,013	0,000	0,002	0,053	0,000	0,000	1,030	0,003	0,000	0,000	0,625	1,019	0,008	0,016	0,000	0,000	0,004	0,084	10%	7%
1998	0,000	0,000	0,001	0,286	0,012	0,000	0,054	0,001	0,000	0,100	0,000	0,000	0,715	0,007	0,000	0,000	0,882	0,721	0,001	0,018	0,000	0,000	0,002	0,056	10%	8%
1999	0,000	0,000	0,000	0,321	0,019	0,004	0,011	0,000	0,000	0,043	0,000	0,000	0,796	0,071	0,000	0,000	0,827	0,044	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,010	15%	8%
2000	0,003	0,000	0,000	0,397	0,033	0,000	0,006	0,001	0,000	0,077	0,000	0,000	0,536	0,176	0,000	0,000	1,040	0,022	0,000	0,065	0,000	0,000	0,001	0,002	17%	8%
2001	0,000	0,000	0,000	0,431	0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,084	0,000	0,000	0,663	0,030	0,000	0,000	0,889	0,075	0,000	0,003	0,000	0,000	0,001	0,015	20%	9%
2002	0,000	0,000	0,000	0,328	0,023	0,001	0,008	0,000	0,000	0,157	0,000	0,000	2,644	0,023	0,000	0,000	2,069	0,105	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,012	6%	8%
2003	0,000	0,000	0,000	0,422	0,014	0,014	0,005	0,001	0,000	0,040	0,000	0,000	0,217	0,094	0,000	0,000	1,346	0,028	0,002	0,002	0,000	0,001	0,007	0,008	19%	7%
2004	0,000	0,000	0,000	0,498	0,252	0,009	0,006	0,005	0,000	0,194	0,000	0,000	0,854	0,039	0,000	0,000	1,705	0,131	0,031	0,000	0,000	0,001	0,019	0,002	13%	7%
2005	0,000	0,000	0,000	0,347	0,002	0,042	0,001	0,007	0,000	0,043	0,000	0,000	0,377	0,012	0,000	0,000	0,957	0,107	0,004	0,001	0,000	0,000	0,001	0,004	18%	8%
2006	0,000	0,000	0,000	0,458	0,018	0,017	0,003	0,027	0,000	0,103	0,000	0,000	0,762	0,016	0,000	0,000	1,208	0,208	0,004	0,001	0,000	0,001	0,002	0,012	16%	7%
2007	0,001	0,000	0,000	0,241	0,011	0,008	0,003	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,397	0,004	0,000	0,000	0,558	0,089	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,011	17%	8%
2008	0,000	0,000	0,000	0,302	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,126	0,000	0,000	0,198	0,007	0,000	0,000	0,774	0,089	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,004	20%	9%
2009	0,000	0,000	0,000	0,234	0,018	0,000	0,004	0,000	0,000	0,107	0,000	0,000	0,356	0,003	0,000	0,000	0,884	0,215	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,030	13%	8%
2010	0,000	0,002	0,000	0,205	0,016	0,000	0,001	0,002	0,000	0,028	0,022	0,000	0,227	0,003	0,000	0,000	0,686	0,241	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,038	14%	7%
2011	0,000	0,000	0,000	0,211	0,004	0,013	0,001	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000	0,694	0,002	0,000	0,000	0,463	0,078	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,026	14%	10%
2012	0,000	0,000	0,000	0,088	0,021	0,008	0,008	0,000	0,000	0,048	0,000	0,000	0,111	0,002	0,000	0,000	0,485	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,009	10%	10%
Moyenne	0,000	0,000	0,089	0,342	0,028	0,009	0,008	0,003	0,000	0,080	0,001	0,000	0,664	0,028	0,000	0,000	0,931	0,235	0,005	0,015	0,000	0,000	0,004	0,021	14%	5%
% peuplement interannuel	0,0%	0,0%	3,6%	13,9%	1,2%	0,4%	0,3%	0,1%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	27,0%	1,1%	0,0%	0,0%	37,8%	9,5%	0,2%	0,6%	0,0%	0,0%	0,2%	0,8%		
% peuplement 2012	0,0%	0,0%	0,0%	10,3%	2,5%	0,9%	0,9%	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	13,1%	0,2%	0,0%	0,0%	56,8%	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	1,1%		

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

TABLEAU 5 : BIOMASSE MOYENNE PAR ESPECE (G/M²) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)

biomasse (g/m ²)	Espèce																							Biomasse relative ANG	Occurrence relative ANG	
	Année	ABH	ABL	ALV	ANG	BRB	BRE	BRO	CAR	CCO	EPI	EPT	FLE	GAR	GOU	GRE	LIR	LOF	PER	PES	ROT	SAN	TAC			TAN
1995	0,000	0,000	0,115	18,647	0,003	0,131	0,199	0,080	0,001	0,014	0,000	0,000	10,407	0,128	0,000	0,000	1,694	1,467	0,035	0,410	0,000	0,000	0,646	0,764	54%	7%
1996	0,000	0,000	0,001	14,588	0,191	0,059	1,357	0,000	0,000	0,061	0,000	0,000	7,034	0,025	0,000	0,000	1,469	5,079	0,276	0,278	0,000	0,000	0,215	1,157	46%	8%
1997	0,001	0,000	1,978	17,693	1,355	0,000	3,311	0,030	0,040	0,026	0,000	0,000	16,846	0,017	0,000	0,000	1,761	2,737	0,230	0,485	0,000	0,000	0,199	3,588	35%	7%
1998	0,000	0,000	0,001	7,660	0,564	0,000	3,756	0,006	0,000	0,062	0,000	0,000	9,917	0,076	0,000	0,000	2,000	2,159	0,022	0,256	0,000	0,000	0,093	1,406	27%	8%
1999	0,000	0,000	0,000	12,178	0,963	1,222	0,764	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	3,660	0,181	0,000	0,000	2,143	0,271	0,012	0,074	0,000	0,000	0,009	1,613	53%	8%
2000	0,004	0,000	0,000	17,518	2,009	0,000	0,492	0,027	0,000	0,051	0,000	0,000	6,636	0,625	0,000	0,000	1,729	0,533	0,002	0,098	0,000	0,000	0,001	0,028	59%	8%
2001	0,000	0,000	0,000	10,883	0,152	0,000	0,000	0,007	0,000	0,058	0,000	0,000	4,418	0,251	0,000	0,000	2,548	0,317	0,009	0,047	0,000	0,000	0,134	1,272	54%	9%
2002	0,000	0,000	0,000	11,800	1,976	0,382	0,968	0,002	0,000	0,083	0,000	0,000	11,518	0,103	0,000	0,000	3,367	0,491	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	3,058	35%	8%
2003	0,000	0,000	0,000	12,675	1,791	5,000	0,546	0,059	0,000	0,023	0,000	0,000	7,227	0,145	0,000	0,000	1,834	0,553	0,031	0,029	0,000	0,020	0,011	1,353	40%	7%
2004	0,000	0,000	0,000	12,836	2,544	3,141	0,567	0,020	0,000	0,101	0,000	0,000	4,962	0,275	0,000	0,000	3,877	1,093	0,042	0,004	0,000	0,506	0,024	0,758	42%	7%
2005	0,000	0,000	0,000	7,079	0,009	3,336	0,109	0,152	0,000	0,022	0,000	0,000	6,624	0,125	0,000	0,000	2,384	0,442	0,064	0,031	0,000	0,000	0,038	0,060	35%	8%
2006	0,000	0,000	0,000	11,733	1,008	3,500	0,288	3,463	0,032	0,050	0,000	0,000	10,022	0,240	0,000	0,000	3,081	0,586	0,032	0,030	0,000	0,164	0,125	0,285	34%	7%
2007	0,001	0,000	0,000	9,672	0,870	0,775	0,747	0,089	0,000	0,031	0,000	0,000	11,088	0,078	0,000	0,000	1,892	1,217	0,059	0,074	0,000	0,000	0,000	1,291	35%	8%
2008	0,000	0,000	0,000	10,239	0,192	0,000	0,281	0,000	0,000	0,071	0,000	0,000	7,611	0,145	0,000	0,000	2,415	1,243	0,004	0,273	0,000	0,144	0,000	0,047	45%	9%
2009	0,000	0,000	0,000	9,483	1,552	0,001	0,435	0,000	0,004	0,054	0,000	0,000	13,308	0,076	0,000	0,000	1,902	2,071	0,000	0,000	0,000	0,142	0,000	1,558	31%	8%
2010	0,000	0,003	0,000	8,520	1,121	0,000	1,658	0,307	0,004	0,013	0,007	0,000	11,845	0,054	0,000	0,000	2,055	1,440	0,066	0,049	0,000	0,000	0,000	4,455	27%	7%
2011	0,000	0,000	0,000	6,229	0,069	0,518	0,062	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	5,065	0,016	0,000	0,000	1,084	0,999	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,785	42%	10%
2012	0,000	0,000	0,000	5,081	1,019	1,046	0,830	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	5,743	0,027	0,000	0,000	1,953	0,728	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	4,679	24%	10%
Moyenne	0,000	0,000	0,116	11,360	0,966	1,062	0,909	0,236	0,004	0,044	0,000	0,000	8,552	0,144	0,000	0,000	2,177	1,301	0,050	0,120	0,000	0,054	0,088	1,564	40%	5%
%peuplement interannuel	0,0%	0,0%	0,4%	39,5%	3,4%	3,7%	3,2%	0,8%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	29,7%	0,5%	0,0%	0,0%	7,6%	4,5%	0,2%	0,4%	0,0%	0,2%	0,3%	5,4%		
%peuplement 2012	0,0%	0,0%	0,0%	23,9%	4,8%	4,9%	3,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	27,1%	0,1%	0,0%	0,0%	9,2%	3,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	22,1%		

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -



FIGURE 28 : EVOLUTION INTER ANNUELLE DE 1995 A 2012 DES PARAMETRES DE L'ANGUILLE RAPPORTES A CEUX DU PEUPEMENT DU FREMUR (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)

La biomasse globale du peuplement (hors anguille) est en augmentation par rapport à 2011 (FIGURE 28). Ceci s'explique en partie par les augmentations des biomasses de loche franche et de truite fario. La biomasse relative de l'anguille est en nette diminution et atteint sa plus faible valeur depuis 1995.

La densité relative du peuplement (hors anguille) a atteint sa plus faible valeur depuis le début du suivi en 1995. Elle tend à diminuer depuis 2002. La densité relative de l'anguille est en diminution par rapport à 2011 et atteint sa plus faible valeurs depuis 2002.

En 2012, la biomasse et la densité relatives de l'anguille sont en diminution par rapport à 2011.

6.3 Paramètres de la population d'anguille

6.3.1 Densité, biomasse

La densité moyenne obtenue sur l'ensemble des opérations 2012 en milieu lotique (FIGURE 29) constitue la valeur la plus faible depuis le début du suivi en 1995 (moyenne interannuelle : 0.34 ind./m², valeur 2012 : 0.09 ind./m²). Ce résultat peut tout d'abord s'expliquer par le faible recrutement de 2011 à Bois Joli et le recrutement moyen de 2012. Ensuite, l'abondance en anguille divisée par 10 entre 2011 et 2012 sur le secteur Villou du fait des modifications de l'habitat impacte également fortement ce résultat. La densité moyenne obtenue est donc probablement sous-évaluée cette année. On note une **chute importante de la densité depuis 2006 et la vidange de Bois Joli. Cette tendance à la baisse des densités est significative sur la période 1995-2012** (coefficient de corrélation de Kendall tau=-0.50, p<0.01).

La biomasse de l'anguille en 2012 est très inférieure à la moyenne interannuelle (moyenne interannuelle : 11.36 g/m², valeur 2012 : 5.08 g/m²) et représente la plus faible valeur depuis le début du suivi en 1995. Les valeurs de biomasse en 2012 sont en légère baisse par rapport à 2011 (valeur 2011 : 6.23 g/m²). **La baisse de la biomasse est significative sur la période 1995-2012** (coefficient de corrélation de Kendall tau=-0.62, p<0.01).

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

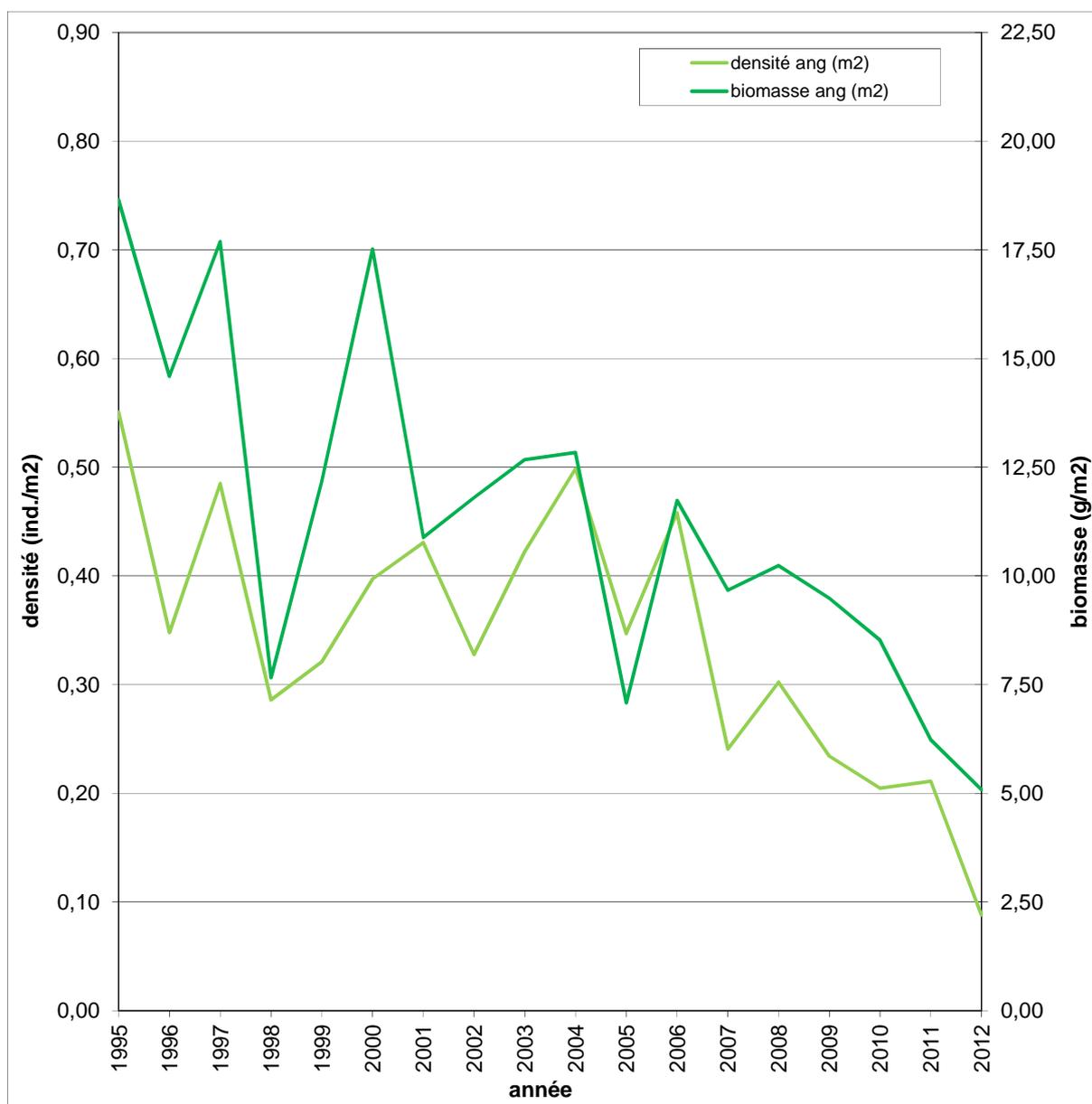


FIGURE 29 : EVOLUTION ANNUELLE DE LA DENSITE ET DE LA BIOMASSE D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)

Le poids moyen des anguilles apparaît en très net augmentation en 2012 par rapport à 2011 (FIGURE 30). C'est le poids moyen le plus important depuis le début du suivi. La forte baisse de la densité enregistrée cette année associée à la légère baisse de la biomasse a eu pour répercussion d'augmenter le poids moyens des anguilles sur le Frémur. Comme expliquer précédemment, la modification de l'habitat du secteur Villou a entraîné de très faibles captures d'anguillettes et donc des faibles densités. Ce secteur est en effet la station lotique la plus aval, qui bénéficie habituellement de la plus forte abondance d'anguillettes et des densités en anguilles les plus

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

importantes des secteurs étudiés. Cette faible densité sur ce secteur à un donc un impact important sur la valeur du poids moyen des anguilles du Frémur en 2012.

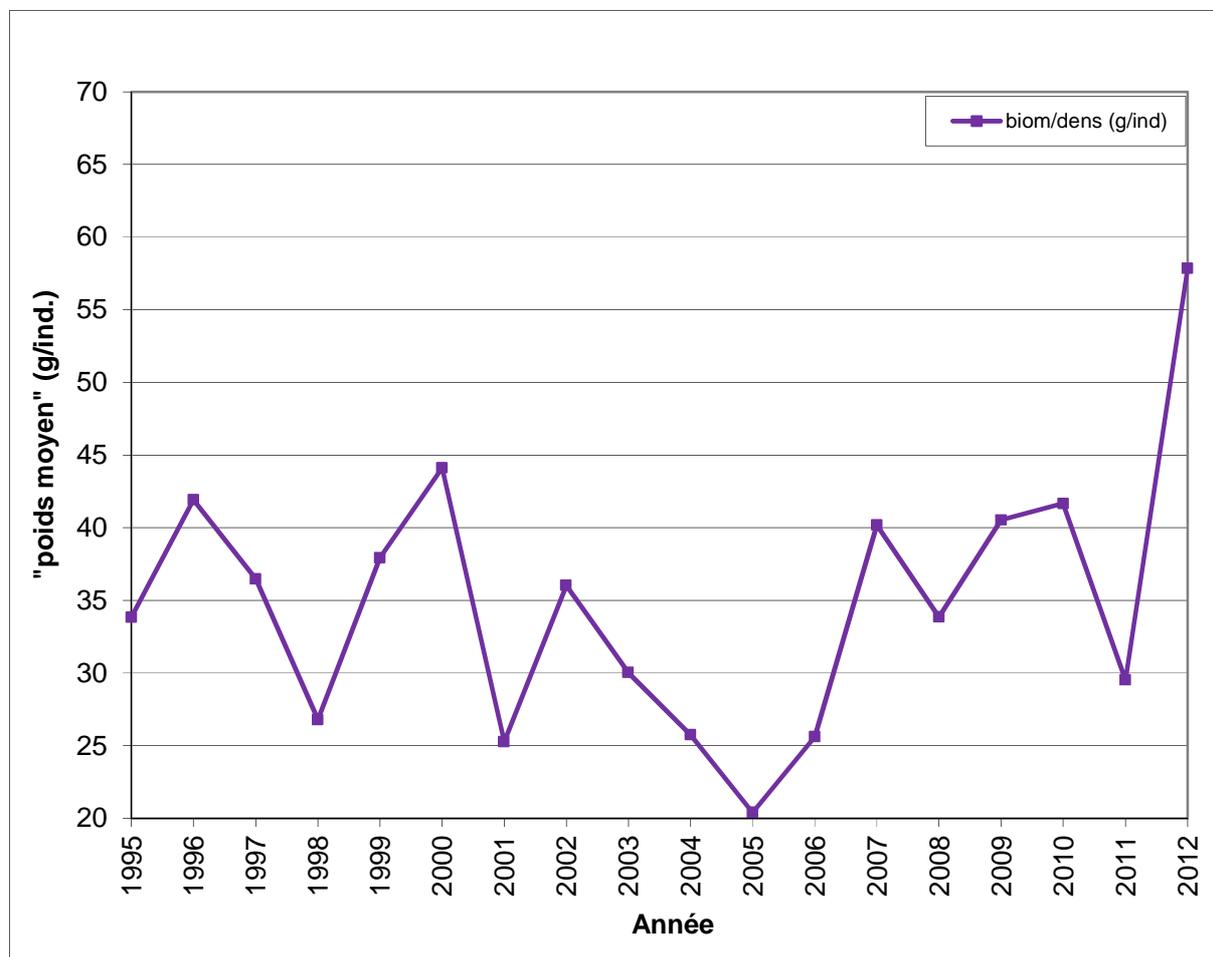


FIGURE 30 : EVOLUTION ANNUELLE DU "POIDS MOYEN" DES ANGUILLES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012, (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). POIDS MOYEN CALCULE PAR LE RAPORT DE LA BIOMASSE SUR LA DENSITE. (FISH PASS)

La densité et la biomasse en anguille dans le bassin versant sont en nette baisse et atteignent leurs plus faibles valeurs depuis le début du suivi. Les modifications de l'habitat sur le Villou ont fortement impacté la densité et qui est donc peut être sous-évaluée.

Sur la période 1995-2012, la densité et la biomasse suivent une diminution significative.

6.3.2 Répartition

En 2012, la description de la répartition des densités et biomasses de l'anguille sur l'axe Frémur ne comprend pas les secteurs aval de Pont Avet et Pont es Omnès. Les densités et biomasses d'anguilles sur chacun des secteurs pour chaque année sont présentées en annexe.

De façon générale (moyenne interannuelle), une densité importante est visible sur le secteur Villou par rapport aux autres secteurs qui ne s'accompagne cependant pas d'une biomasse élevée (FIGURE 32). Cette observation s'explique par le rôle important du Villou comme secteur de recrutement où s'accumulent de petites anguilles. Les secteurs intermédiaires comme le Trigavou et Motte Olivet présentent une densité moyenne et une biomasse assez importante suggérant un recrutement faible à moyen. Les secteurs amont (Pleslin, Ruffier et Trélat) présentent des densités et biomasses faibles comparativement aux autres secteurs suggérant un faible recrutement dans ces secteurs. Ces faibles densités et biomasses peuvent être en partie expliquées par deux seuils successifs (non équipé de système de franchissement pour les anguilles) à l'amont de Motte Olivet qui peut entraver la migration de montaison (FIGURE 31).



FIGURE 31 : AMONT DU SECTEUR DE MOTTE OLIVET. EN ORANGE, UN SEUIL NATUREL. EN ROUGE, UN SEUIL ARTIFICIEL NON EQUIPE (FISH PASS).

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

En 2012, contrairement aux autres années, une très faible densité a été enregistrée sur le secteur Villou (FIGURE 32). C'est la plus faible depuis le début du suivi. Elle s'explique par les modifications de l'habitat sur ce secteur. La biomasse est également beaucoup plus faible qu'en 2011 et que la moyenne interannuelle.

La densité sur les secteurs de Trigavou et Motte Olivet sont semblable entre 2011 et 2012 mais toujours plus faible que la moyenne interannuelle.

Concernant la biomasse, celle-ci est semblable sur le secteur Trigavou entre 2011 et 2012. Par contre, elle est légèrement plus faible sur le secteur Motte Olivet en 2012. Pour ces deux secteurs, la biomasse de 2012 est très inférieure à la biomasse moyenne interannuelle.

Concernant les secteurs amont : Pleslin, Ruffier et Trélat les valeurs de densité sont très faibles tout comme en 2011. Sur le secteur Ruffier, la densité est la plus faible jamais enregistrée du fait de l'échantillonnage d'un seul individu sur ce secteur. Les densités sur ces secteurs en 2012 sont beaucoup plus faibles que la densité moyenne interannuelle.

Les biomasses de 2012 sont plus importantes qu'en 2011 sur les secteurs de Pleslin et de Trélat pour des densités semblables, ce qui indique un vieillissement de la population en place et une absence de recrutement sur ces secteurs. La biomasse sur le secteur Ruffier est la plus faible depuis le début du suivi, ce qui est en relation avec la plus faible densité observé en 2012 dans ce secteur.

Les populations en place sur les secteurs amont : Pleslin, Ruffier et Trélat apparaissent de plus en plus vieillissantes et sans renouvellement contrairement aux secteurs plus aval.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

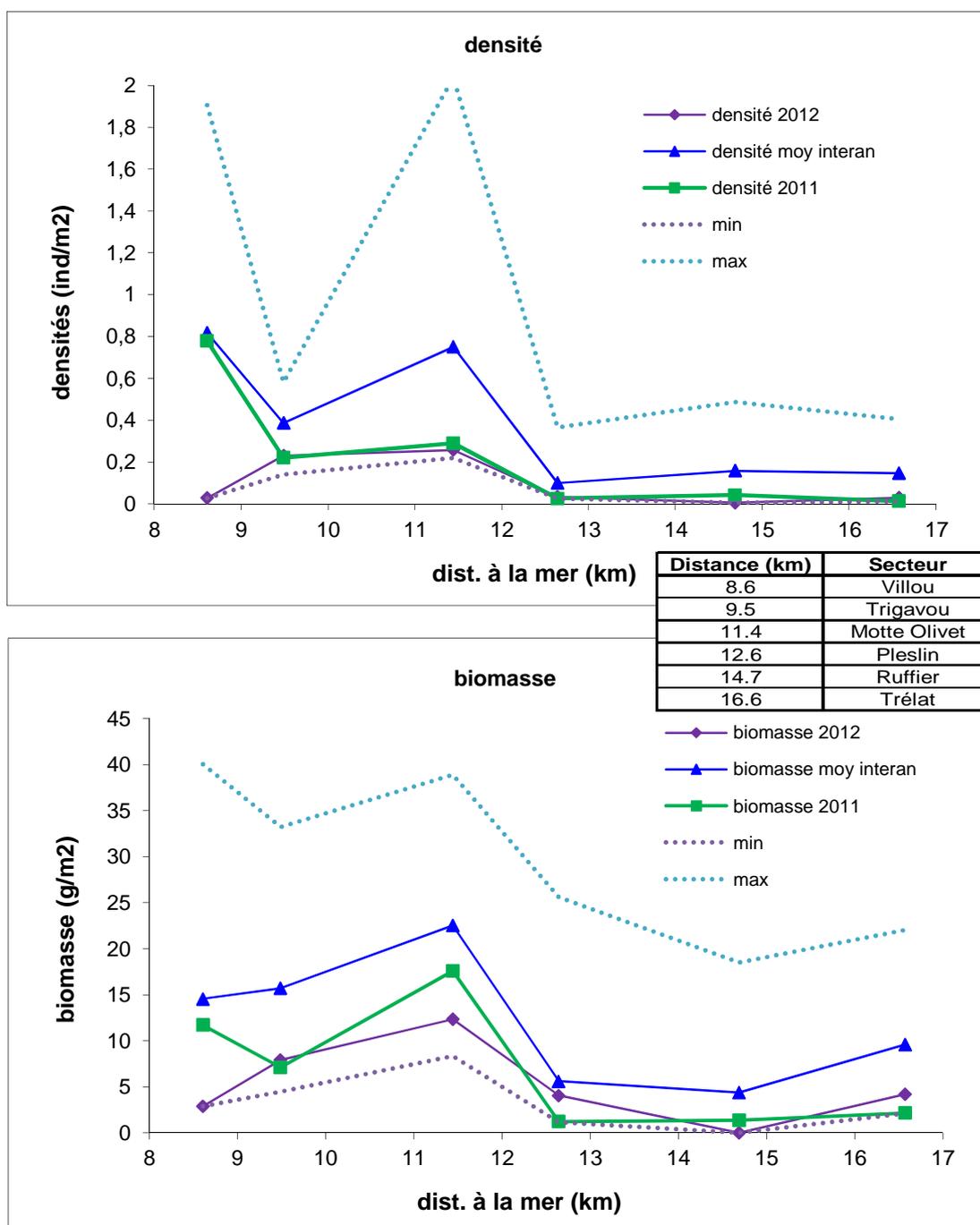


FIGURE 32 : EVOLUTION DES PARAMETRES DENSITES ET BIOMASSES D'ANGUILLE EN FONCTION DE LA DISTANCE A LA MER SUR LE FREMUR EN 2011, 2012 ET MOYENNE DEPUIS 1995. (FISH PASS)

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

La FIGURE 33 présente l'évolution des densités d'anguilles par secteur entre 1995 et 2012. Les stations Villou et Motte Olivet présentent des variations très importantes selon les années. Pour le secteur Villou, ceci peut s'expliquer par le fait que ce secteur est le plus aval et les densités observées peuvent être directement influencées par le recrutement et le niveau d'eau de la retenue. Le secteur Motte Olivet se situe entre deux obstacles pouvant entraver la bonne migration de l'anguille (seuil du moulin de la Marche et seuil de Motte Olivet). Sur ce secteur, après une très forte baisse en 2006, les densités sont relativement stables depuis cette date.

Le secteur Trigavou apparait, par contre, relativement stable dans le temps.

Les secteurs Pleslin, Ruffier et Trélat suivent une évolution relativement semblable. Les densités ont une tendance à la baisse depuis le début du suivi en 1995. Sur ces trois secteurs les densités apparaissent beaucoup plus faibles que sur les secteurs plus aval. La présence du seuil difficilement franchissable à l'amont de Motte Olivet et des plus faibles recrutements sur le secteur de Motte Olivet depuis 2006 peuvent expliquer les faibles densités observées.

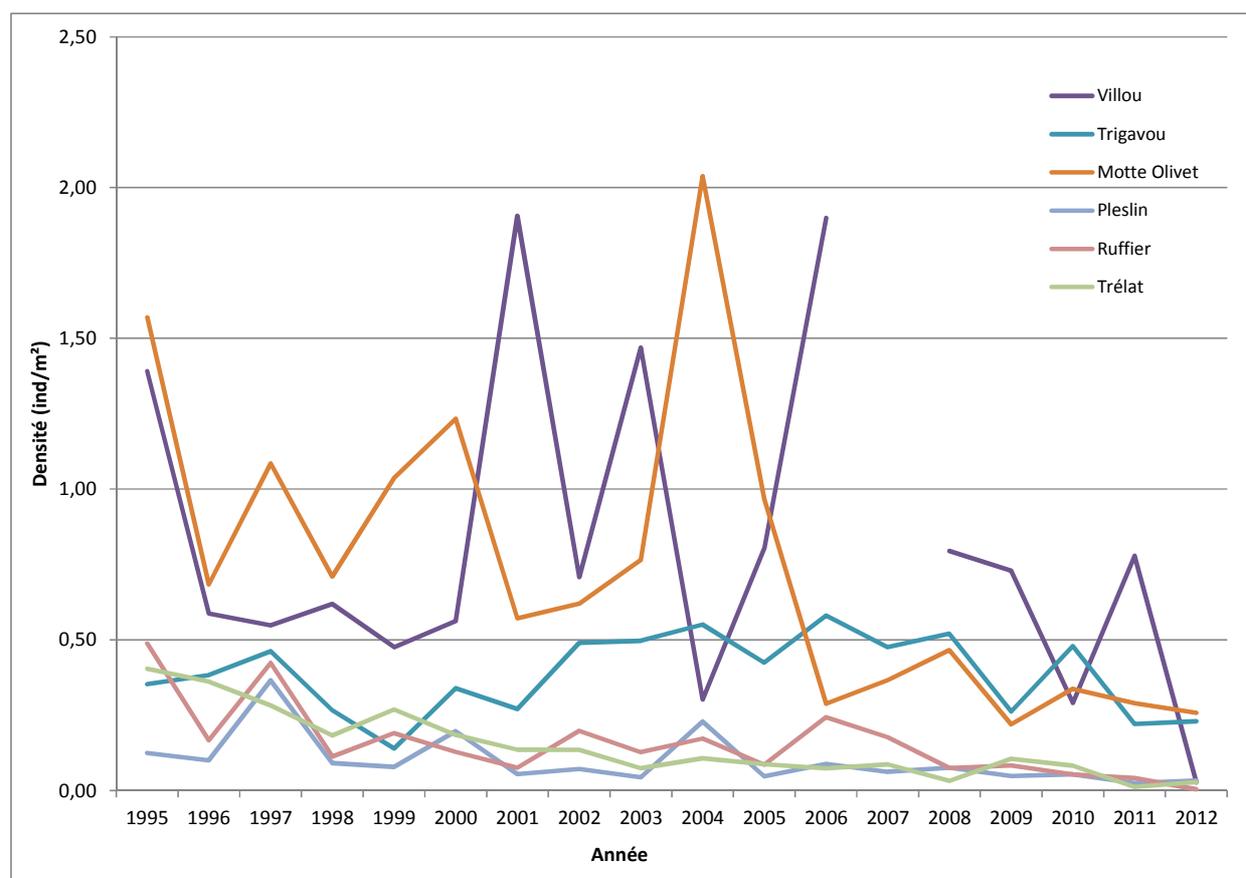


FIGURE 33 : EVOLUTION DES DENSITES (IND/M²) PAR SECTEUR ENTRE 1995 ET 2012.(FISH PASS)

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

L'évolution des valeurs de poids moyen (calculé ici par le rapport de la biomasse sur la densité) est présentée en FIGURE 34. Le poids moyen interannuel a une tendance à l'augmentation avec l'éloignement de la mer, ce qui reflète bien les phénomènes de migration et de croissance.

Le rapport biomasse/densité de 2012 est assez proche du rapport biomasse/densité interannuel sur les secteurs de Trigavou et de Motte Olivet. Sur les secteurs de Villou, Pleslin et Trélat le poids moyens est très supérieur au poids moyen interannuel. Ceci s'explique principalement par une forte diminution des densités. Pour le secteur de Ruffier, la forte diminution du poids moyen s'explique par une baisse simultanée des densités et des biomasses sur ce secteur.

Les différences les plus importantes par rapport à la campagne 2011 sont visibles sur les secteurs de Villou et de Pleslin principalement du fait de la baisse des densités.

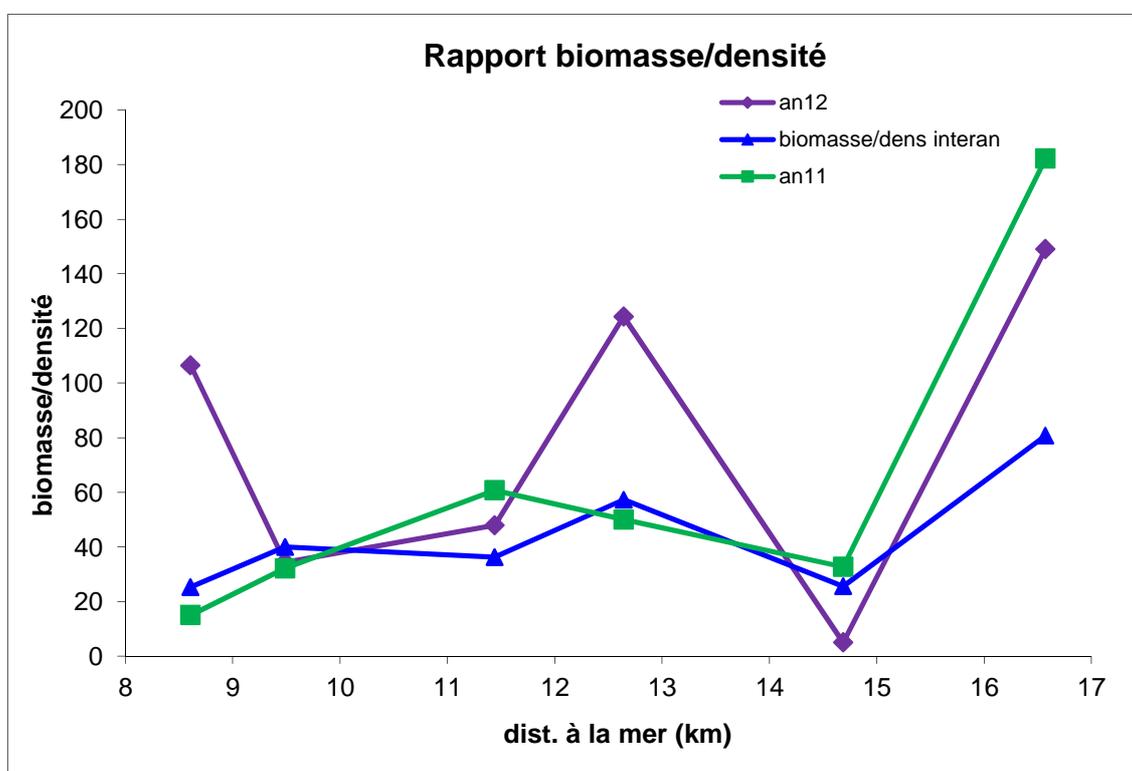


FIGURE 34 : EVOLUTION DU PARAMETRE POIDS MOYEN (CALCULE PAR LE RAPPORT BIOMASSE SUR DENSITE) PAR SECTEUR POUR 2011, 2012 ET MOYENNE INTER-ANNUELLE DEPUIS 1995. (FISH PASS)

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

6.3.3 Les tailles

6.3.3.1 Sur le bassin versant

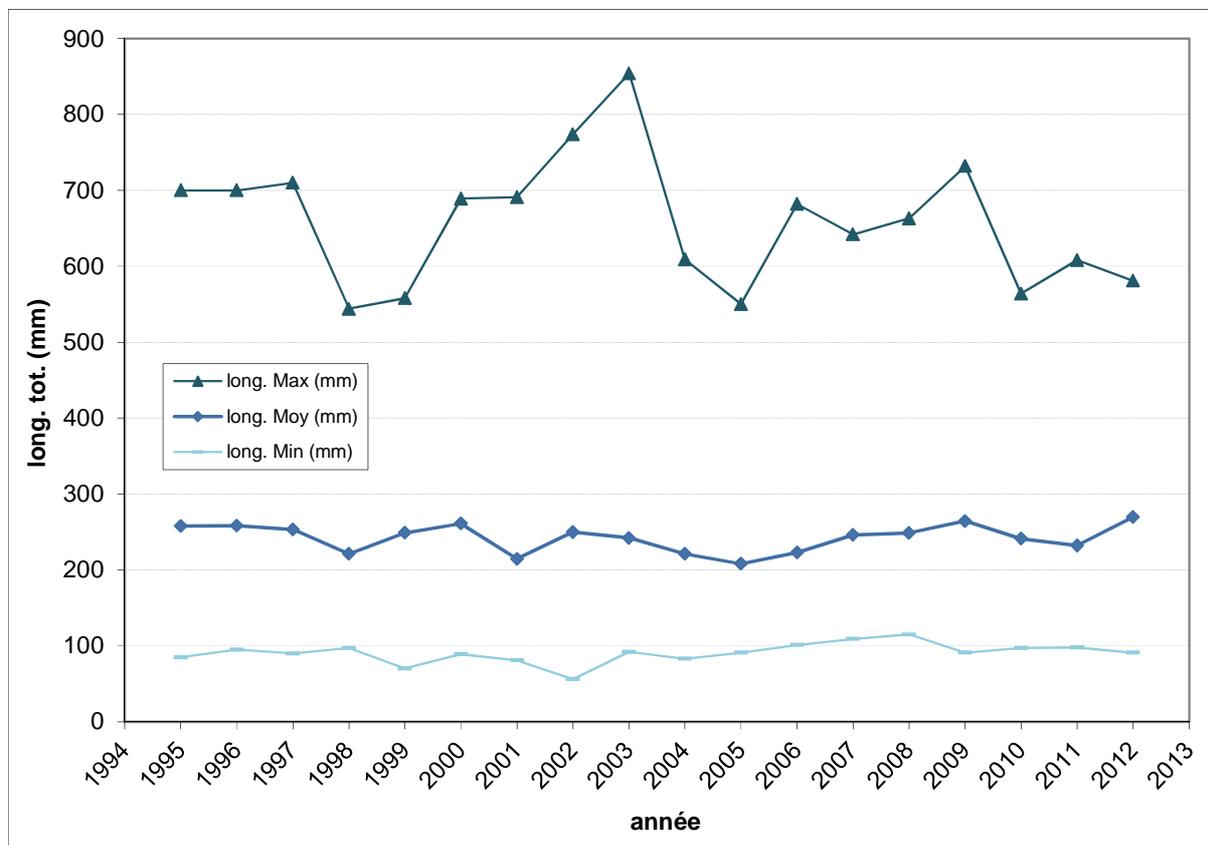


FIGURE 35 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DES LONGUEURS TOTALES DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)

La FIGURE 35 présente la moyenne des tailles des anguilles à l'échelle de la totalité des stations pêchées sur le bassin versant, sans les secteurs de Pont Avet et Pont es Omnès, afin de rendre les comparaisons interannuelles possibles. La taille moyenne des anguilles échantillonnées sur le bassin versant s'établit en 2012 à 270 mm. Elle est supérieure de près de 4 cm à celle de 2011 (232 mm) et de près de 3 cm à la taille moyenne interannuelle (242 mm). Cette augmentation s'explique par les faibles abondances en anguillettes notamment sur le secteur Villou lors des pêches d'automne.

L'augmentation de la taille moyenne en 2012 est en adéquation avec l'augmentation du poids moyen.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

La structure de la distribution des tailles du peuplement en 2012 (FIGURE 36) est semblable à celles des années antérieures avec des modes assez proches. Les effectifs apparaissent par contre globalement inférieurs aux années précédentes notamment pour les individus de taille inférieure à 350 mm.

Le premier mode (FIGURE 36) aux alentours de 120 mm a pour origine les individus provenant de la montée de l'année en cours. Celui-ci est très peu visible pour la campagne 2012. Le deuxième mode, généralement centré autour de 170 mm est également très peu représenté. Le nombre d'individus de taille supérieure à 350 mm semble, par contre en augmentation par rapport aux années précédentes. Ces observations confirment un vieillissement de la population d'anguille en place.

Ainsi la comparaison des premiers modes entre années illustre l'importance de l'arrivée du recrutement de l'année. La diminution de ce premier mode ces dernières années met en évidence un plus faible recrutement sur le bassin versant malgré des recrutements importants certaines années. L'« écrasement » du mode passant de 150 à 220 mm environ illustre les mortalités dès la première année passée en rivière. Il apparaît également une forte diminution au cours du temps des abondances en anguille de la classe 250-400mm. Les abondances d'individus de taille supérieure à 400mm restent quant à elle faibles au cours du temps.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

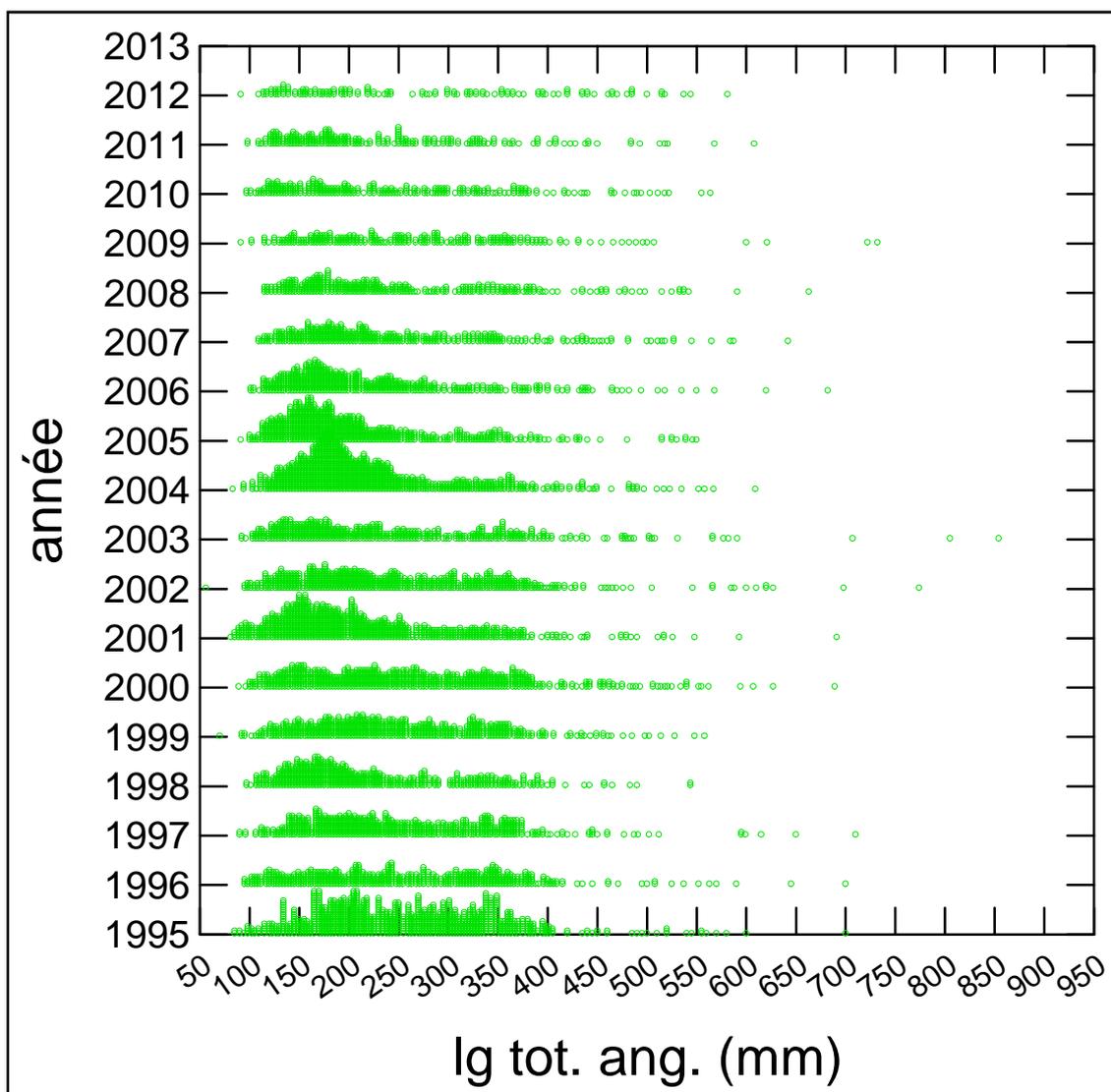


FIGURE 36 : DISTRIBUTION DES LONGUEURS D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007) (FISH PASS).

6.3.3.2 Sur les différents secteurs

La distribution en taille sur les différents secteurs montre un gradient amont-aval avec une diminution de l'abondance des individus de petite taille plus s'éloigne de la mer. Le secteur Villou montre une structuration complètement différente que les suivis précédents du fait de la modification de l'habitat sur ce secteur. Une nette différence en termes de structuration est visible entre les secteurs aval : Trigavou (7), Motte Olivet (8) et les secteurs amont : Pleslin (9), Ruffier (10), Trélat (11). En effet, une seule anguille de moins de 200mm a été inventoriée sur ces secteurs amont, et seulement 2 de la classe de taille 200-300mm. Le recrutement à l'amont de Motte Olivet apparaît quasiment nul et peut souligner des difficultés de franchissements au niveau du seuil de la Motte Olivet. De même, sur le secteur Ruffier, une seule anguille a été inventoriée préfigurant une future disparition de l'anguille sur certaines zones amont du bassin versant du Frémur.

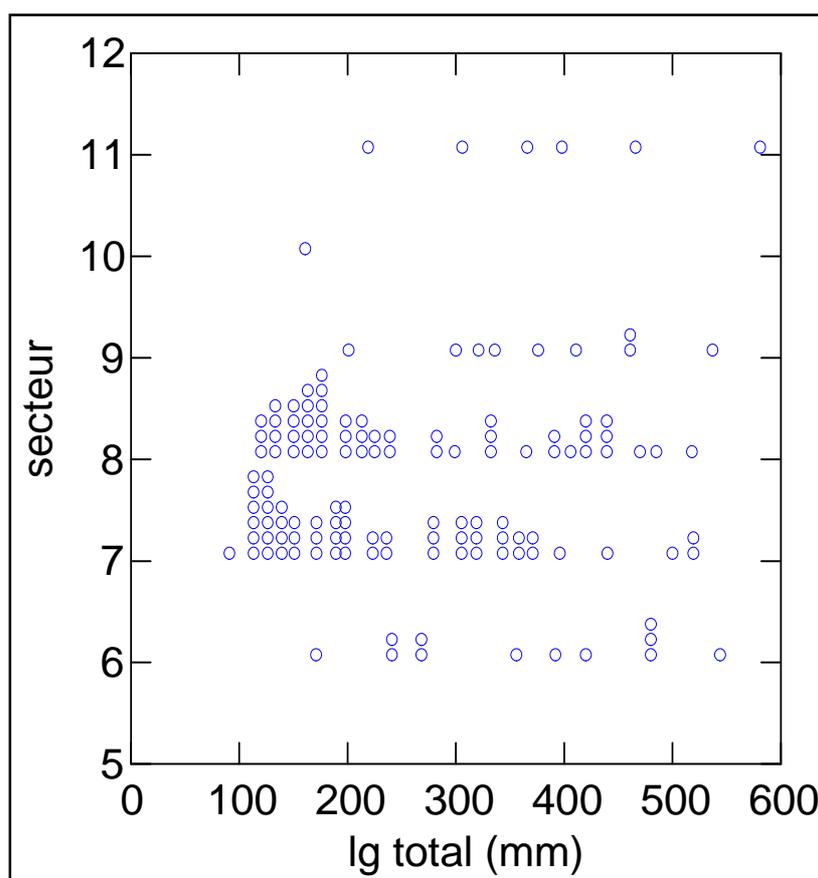


FIGURE 37 : DISTRIBUTION DES TAILLES D'ANGUILLES PAR SECTEUR SUR LE FREMUR EN 2012 (FISH PASS).

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

L'évolution des tailles le long du gradient aval-amont est beaucoup moins prononcée en 2012 comparativement à celles de la taille moyenne interannuelle et de la taille moyenne de 2011 (FIGURE 37).

En 2012, les fortes valeurs de tailles moyennes sur les secteurs de Villou, Pleslin et Trélat sont en adéquation avec les observations précédemment réalisées sur les poids moyens et les densités. Sur les secteurs Pleslin et Trélat, on observe donc un vieillissement de la population. Sur le secteur de Villou, la faible présence d'anguillette de petite taille contribue fortement à l'augmentation de la taille moyenne sur ce secteur.

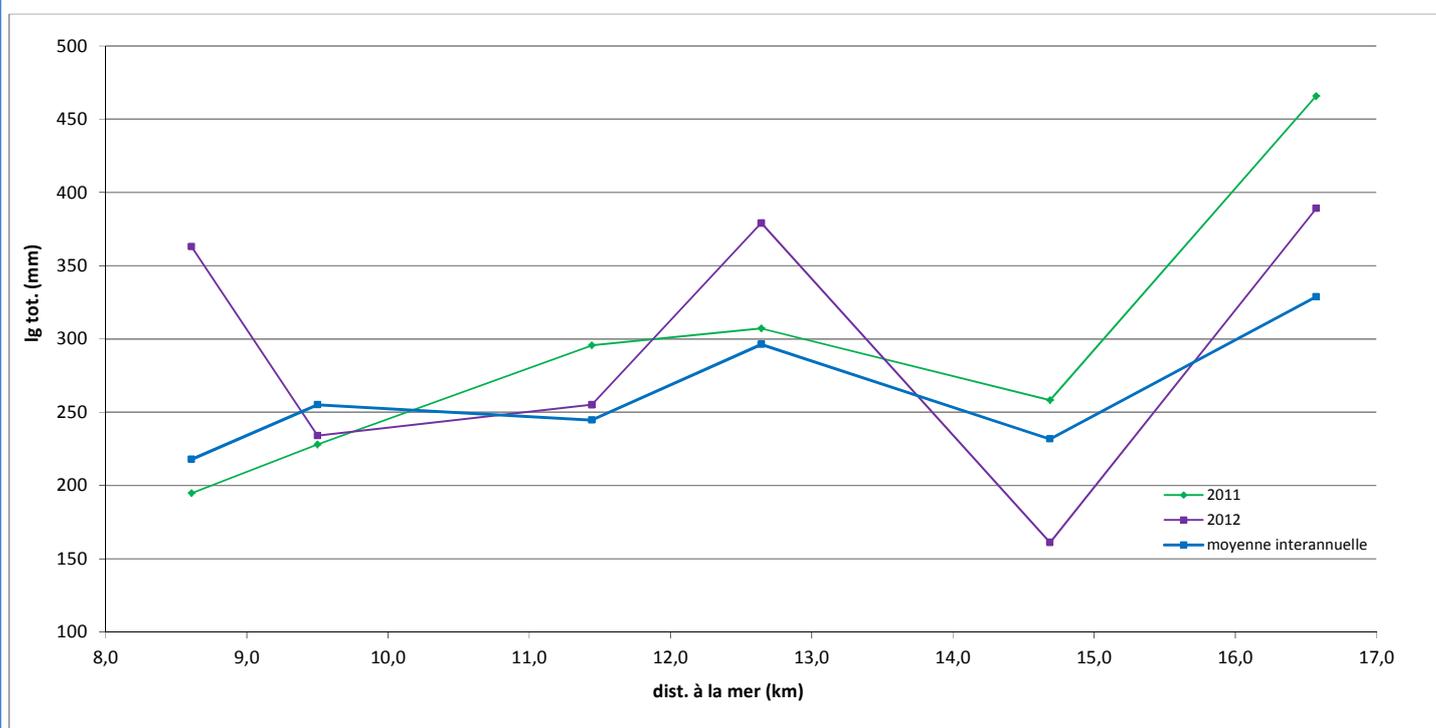


FIGURE 38 : TAILLES MOYENNES DES ANGUILLES PAR ANNEE ET PAR SECTEUR SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012 (FISH PASS).

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

La comparaison par secteur des figures synthétisant les tailles, les densités, les biomasses et les poids moyens (FIGURE 32, FIGURE 33, FIGURE 34, FIGURE 37, FIGURE 38) permet dresser un bilan sur les différents secteurs :

- **Le secteur du Villou** présente cette année de faible densité ainsi qu'une faible biomasse. La taille moyenne sur ce secteur est relativement importante a contrario des années précédentes. Un seul individu de moins de 200 mm a été inventorié sur ce secteur en 2012. Ceci s'explique par la modification de l'habitat, transformé d'une zone lotique en zone lenticue, sur ce secteur influencé par la ligne d'eau du barrage. Ce changement d'habitat ne permet pas de d'étudier le recrutement annuel sur ce secteur.
- **Le secteur de Trigavou** présente une densité, une biomasse et une taille moyenne comparable à l'année 2011 et légèrement plus faible que la moyenne interannuelle. Les densités sur ce secteur sont plus importantes que sur le secteur Villou avec des tailles cohérentes avec les années passées.
- **Sur le secteur de Motte Olivet**, les densités et les biomasses sont plus faibles que la moyenne interannuelle. Les densités sur ce secteur ont une nette baisse en 2006 et sont relativement stable depuis.
- **Le secteur de Pleslin** présente de faibles valeurs de densités semblables à celle de 2011. La densité est divisée par près de 10 entre le secteur de Pleslin et de Motte Olivet alors qu'ils ne sont espacés que de 1.2 km. Les obstacles situés à l'amont de direct de Motte Olivet peuvent expliquer en partie ce constat. La biomasse et le poids moyens apparaissent en augmentation par rapport à la moyenne interannuelle confirmant le faible recrutement sur ce secteur et le vieillissement de la population en place.
- **Le secteur de Ruffier** présente les plus faibles valeurs de densité et de biomasse depuis le début du suivi. En effet, sur ce secteur, un seul individu a été échantillonné soulignant les très faibles abondances. Sur ce secteur, plutôt propice aux anguilles de petites tailles, le recrutement apparait extrêmement faible.
- **Le secteur de Trélat** a un recrutement très faible, il présente des anguilles principalement de grande taille en très faible densité. Depuis 2008, le poids moyen et la taille moyenne sur ce secteur sont en augmentation, ce qui met en évidence le vieillissement de la population de ce secteur et l'absence de renouvellement.

6.3.4 Coefficient de condition

Le coefficient de condition a été calculé selon la formule suivante :

$$KC=10^6 \times (PDS/LG^3)$$

Avec **KC** : coefficient de condition ;

PDS : Poids individuel en grammes

LG: Longueur totale en mm.

Les individus considérés sont ceux dont le poids et la taille ont été mesurés (non estimés). En raison de la précision de la mesure des poids, ce traitement supprime la majorité des petits individus (poids < 3g). Mais ce biais affecte uniformément tous les ans et tous les secteurs. De manière à pouvoir comparer les années précédentes avec 2011, les secteurs de Pont Avet et Pont es Omnès ont été éliminés des données de 1995 à 2006.

Sur la FIGURE 39, on ne décèle pas de réelle évolution interannuelle du coefficient de condition. Ce dernier est centré sur la valeur de 1.5 environ et s'étend de 0.5 à 2.5.

En 2012, la distribution des coefficients de condition est décentrée autour de 1.6 du fait d'un nombre plus important d'individus présentant un coefficient de condition important. En comparaison avec 2011 et 2010, le nombre d'individus avec des coefficients de condition inférieur à 1.5 apparaît relativement plus faible. Ceci peut s'expliquer par les abondances moins importantes en anguillettes qui ont généralement des coefficients de conditions inférieures aux anguilles les plus âgées.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

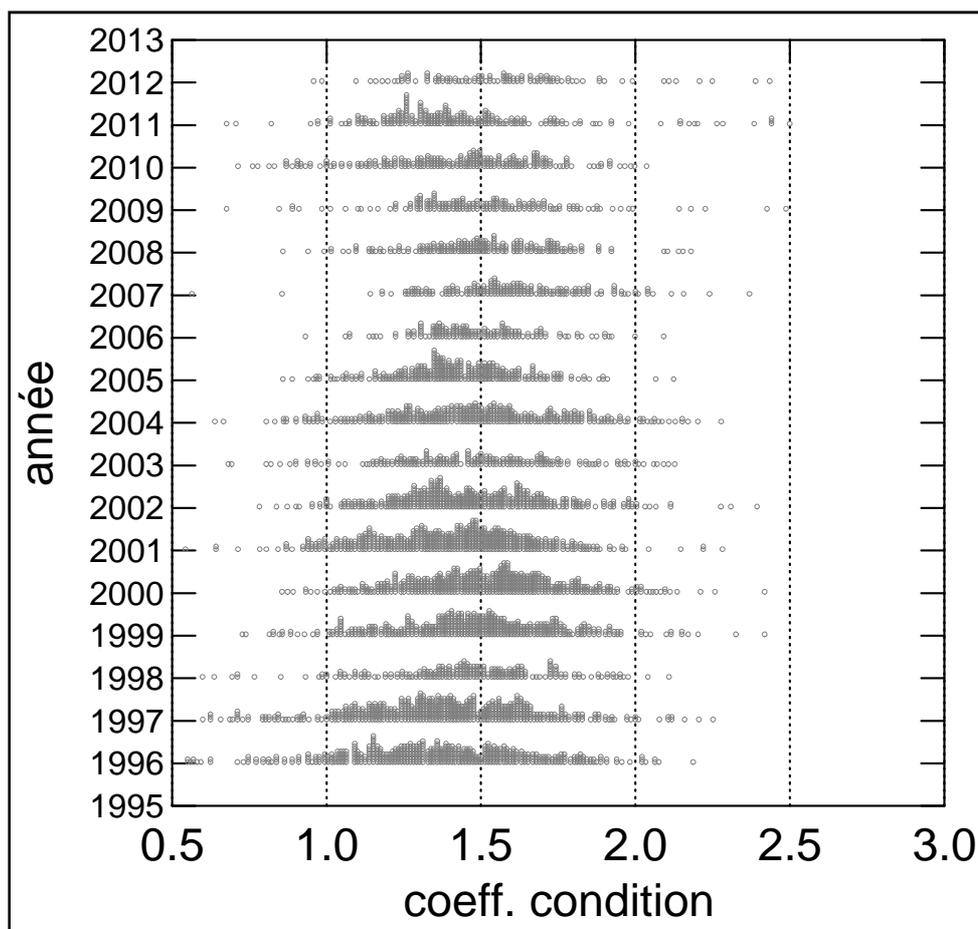


FIGURE 39 : DISTRIBUTIONS DES COEFFICIENTS DE CONDITION DES ANGUILES SUR LE FREMUR DE 1996 A 2012 TOUTS SECTEURS CONFONDUS (SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)

Les coefficients de condition de 2012 par secteur (FIGURE 40) sont globalement centrés autour d'une valeur de 1.6. Contrairement à la campagne 2011, aucune augmentation du coefficient de condition avec la distance à la mer n'est visible cette année. Les faibles abondances des anguilles sur les secteurs amont : Pleslin, Ruffier et Trélat rendent difficile les interprétations sur ces secteurs. Les secteurs aval comme Trigavou et Motte Olivet comportent les coefficients de conditions les plus faibles (0.9, 1.1, 1.2) ce qui peut s'expliquer par les recrutements en anguillettes sur ces stations.

Le secteur Villou présente des coefficients de conditions inhabituellement élevés du fait de la quasi-absence d'anguillettes de moins de 200mm sur ce secteur en 2012. Cette distribution apparait donc très différente de celle de 2011.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

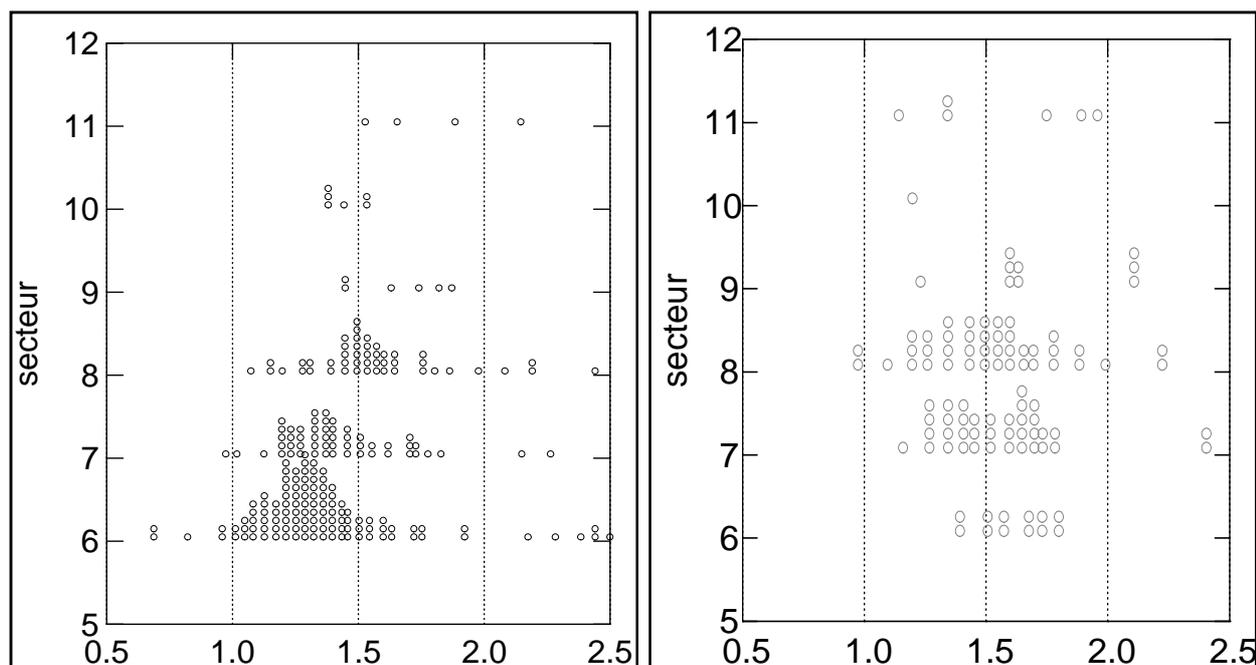


FIGURE 40 : A GAUCHE : DISTRIBUTION DES COEFFICIENTS DE CONDITION DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR EN 2011 PAR SECTEUR. A DROITE : DISTRIBUTION DES COEFFICIENTS DE CONDITION DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR EN 2012 PAR SECTEUR. (FISH PASS)

6.3.5 Argenture

En 2012, les captures d'anguilles argentées lors des pêches d'automne représentent 7% des effectifs (FIGURE 31) alors que les proportions d'anguilles argentées était relativement stable (1 à 3 %) depuis 2004.

Au cours de la campagne d'automne 2012 (TABLEAU 6), 10 anguilles argentées ont été capturées (3 en 2011, moyenne interannuelle : 16). Ce sont les captures les plus importantes depuis 2005. Les anguilles argentées ont principalement été capturées sur les secteurs aval du bassin versant, ce qui laisse penser qu'elles ont commencé leur migration de dévalaison.

Ces effectifs et proportions d'anguilles argentées relativement importants cette année dans le bassin versant sont probablement corrélés à la bonne dévalaison 2012-2013.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

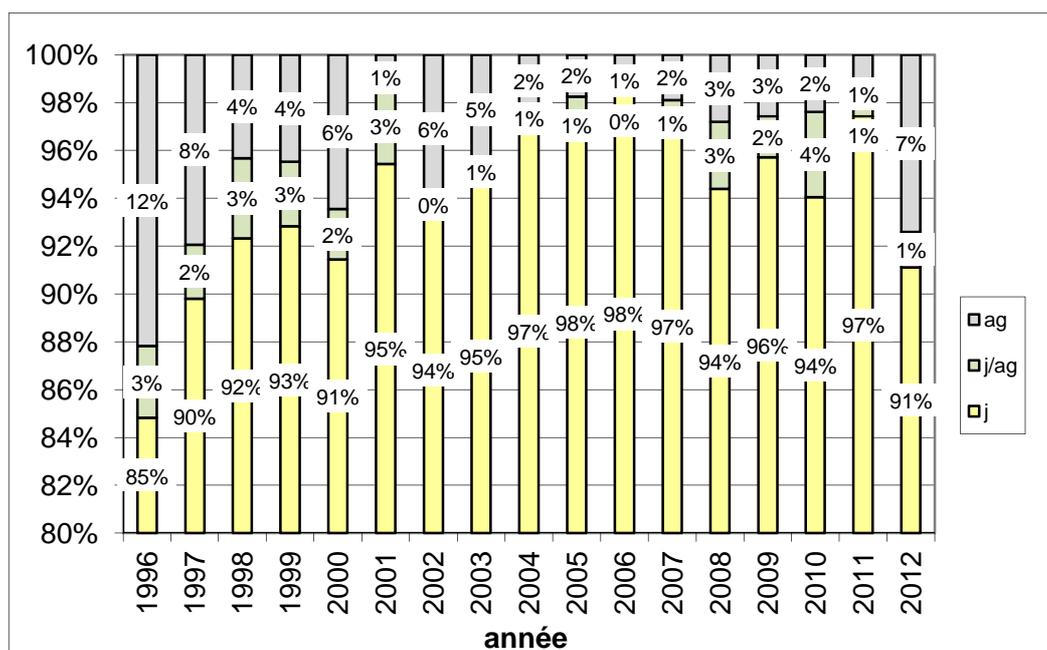


FIGURE 41 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DE 1996 A 2012 DES PROPORTIONS D'ANGUILLES SELON LEUR STADE (AG : ARGENTÉES, J/AG : JAUNES/ARGENTÉES, J : JAUNES). SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES NON INTEGRES, VILLOU EXCLU EN 2007. (FISH PASS)

TABLEAU 6 : POURCENTAGE D'ANGUILLES ARGENTÉES (NOMBRE D'INDIVIDUS) PAR SECTEUR, FREMUR 2012 (FISH PASS)

Stade	Secteur					
	Villou	Trigavou	Motte Olivet	Pleslin	Ruffier	Trélat
j	67% (8)	91% (51)	94% (48)	100% (9)	100% (1)	100% (6)
j/ag	8% (1)	0%	2% (1)	0%	0%	0%
ag	25% (3)	9% (5)	4% (2)	0%	0%	0%

6.3.6 Etat sanitaire

L'état sanitaire des anguilles a été codifié selon la codification de l'Onema (Beaulaton et Pénil, 2009, voir annexe 4). La majorité des anguilles échantillonnées lors des pêches électriques sont saines (89%) (FIGURE 42). Seulement 11% présentent une pathologie externe. Les principales pathologies observées sont des érosions (ER), des parasites externes (PX) et des hémorragies (HE).

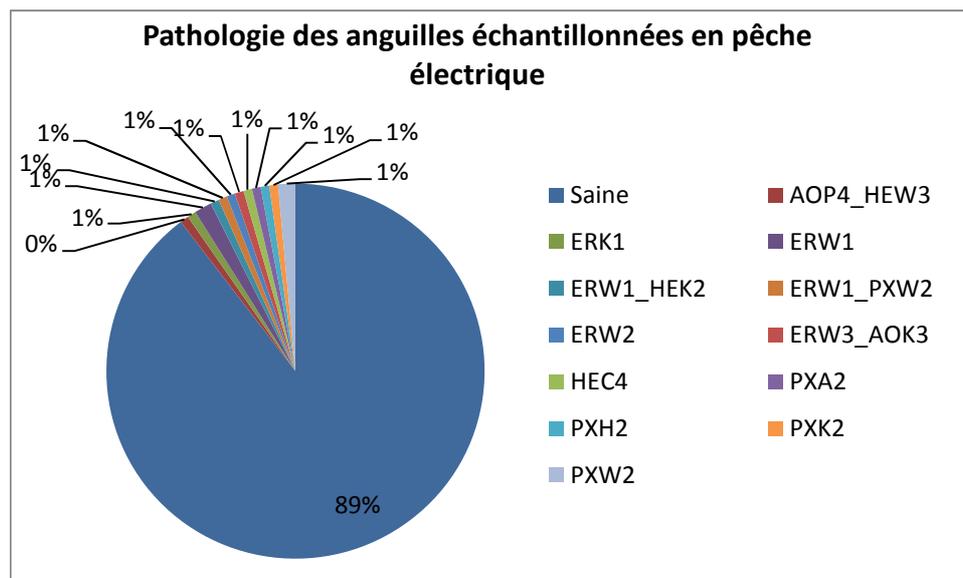


FIGURE 42 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES ECHANTILLONNEES EN PECHE ELECTRIQUE SUR LE FREMUR EN 2012 (FISH PASS)

La densité et la biomasse d'anguille sur le bassin versant apparaissent en nette diminution par rapport à 2011 et atteignent les valeurs les plus faibles depuis le début du suivi.

Le secteur Villou présente des densités beaucoup plus faible que les autres années du fait d'une modification de l'habitat, celui-ci étant passé d'une zone lotique à une zone lentique.

Les secteurs Motte Olivet et Trigavou présentent une densité stable par rapport à 2011.

Les secteurs de Pleslin, Ruffier et Trélat présentent de très faibles densités et des individus de taille importante soulignant un vieillissement de la population sur ces secteurs et une quasi absence de recrutement.

7 Marquage individuel (Suivi annuel)

7.1 Test de mortalité et de perte de marque

Le test de mortalité et de perte de marque n'a pas été réitéré en 2012, le matériel et les opérateurs de terrain réalisant le marquage étant les mêmes. Les tests réalisés en 2009 avait ainsi permis d'évaluer une mortalité induite par le marquage d'environ 1,8% et un taux de rétention de la marque de 100% (N=55), ce qui confirme l'efficacité de ce type de marquage. Cependant, une mortalité à long terme est possible mais reste difficile à évaluer.

7.2 Bilan des marquages-recaptures

Au cours des pêches électriques de 2012, 43 individus ont été marqués lors des pêches d'automne et 38 lors des pêches réalisés par le MNHN durant l'été (Tableau 7). 81 anguilles ont donc été marquées en 2012

Le bilan brut des marquages individuels montre que le pourcentage de recapture global est de 31%. Ainsi, de nombreuses anguilles ne sont jamais recapturées y compris en dévalaison. Ce chiffre illustre la forte mortalité des anguilles (**cf. analyse de la cohorte 1998 marquée au colorant, marquage individuel, rapport 2004**).

En 2012, 44 anguilles marquées ont été recapturées. C'est la meilleure recapture depuis 2004. Les anguilles recapturées marquées en 2012 ont été marquées entre 1998 et 2012. Sur **les 44 anguilles recapturées en 2012, 20 ont été recapturées pendant les pêches électrique de 2012, 4 au cours de la dévalaison 2012 (du 1/01/2012 au 31/08/2012) et 20 pour la dévalaison 2013 (du 1/09/2012 au 31/12/2013).**

- Marquage individuel (Suivi annuel) -

Tableau 7 : BILAN DES MARQUAGES – RECAPTURES INDIVIDUELS PAR AN. (FISH PASS)

Année pose	Année de recapture															nb de marques posées	pourcentage recapturées	
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			2012
1996	71	31	20	21	4	9	1	13	3	7	1	1					510	36%
1997	23	21	16	15	6	10	2	4	1	8	3	3					393	28%
1998	1	14	12	9	2	2	2	1	1	4	1	1				1	176	29%
1999			2	2													8	50%
2000				25	9	23	5	7	4	4		2			1		180	44%
2001					1	9	7	5	2	6	3	2					106	33%
2002						4	10	7	2	6	1				1		79	39%
2003							2	11	3	6	4				1	1	79	35%
2008												1	24	14	11	9	103	57%
2009														10	4	4	69	26%
2010															10	11	80	26%
2011																6	47	13%
2012																11	81	14%
Total	95	66	50	72	22	57	29	48	16	41	13	10	24	24	27	44	1911	31%

7.3 Etudes du stock d'anguille : recapture, croissance et déplacement.

Depuis la première opération de marquage, en 1997, le taux de recapture lors des pêches électriques est en moyenne de 17% (TABLEAU 8). Les pêches réalisées avec le MNHN durant l'été 2012 ont montré de faible recapture sur les zones non échantillonnées annuellement. Ce faible taux de recapture sur les différents sites de pêches électrique pourrait s'expliquer par le déplacement et la dispersion des individus vers des zones lenticules difficilement échantillonnables. Il a été également montré qu'une perte de marque et qu'une légère mortalité peuvent avoir lieu suite au marquage.

En 2012, 20 anguilles ont été recapturées marquées durant les pêches, 3 pendant les pêches d'été du MNHN et 17 lors des pêches d'automne. Sur les 47 anguilles marquées en 2010, 5 ont été recapturées durant les pêche de 2012. Une des 38 anguilles marquées par le MNHN lors des pêches de l'été 2012 a été recapturé lors des pêches d'automne. Les autres anguilles capturées avaient été marquées en 2008 (5), en 2009 (3) et en 2010 (6).

- Marquage individuel (Suivi annuel) -

TABLEAU 8 : BILAN DES RECAPTURES LORS DES PECHEES ELECTRIQUES (* ANNEES POUR LESQUELLES 2 CAMPAGNES DE PECHEES ELECTRIQUE ETAIENT REALISEES) (FISH PASS).

Année pose	Stock																nb de marques posées en amont de PEO	pourcentage recapturées
	1997*	1998*	1999*	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*		
1996	51	14	6	14	4	5	1	5		1	1						399	26%
1997	14	7	7	11	4	7	2	3			1						317	18%
1998		1	6	7	2	1	2	1	1								174	12%
1999																	8	0%
2000					6	12	5	3	1								180	15%
2001					1	8	7	3	2		1						106	21%
2002							8	3	1								79	15%
2003								5	1		1						79	9%
2008													23	11	10	5	103	48%
2009													8	4	3		69	22%
2010														9	6		80	19%
2011																5	47	11%
2012																1	81	1%
Total	65	22	19	32	17	33	25	23	6	1	4	0	23	19	23	20	1722	17%

Au moment de leur marquage (en 2008, 2009 ou 2010), 16 anguilles étaient au stade jaune et 1 au stade jaune/argentée (TABLEAU 9). Lors de la recapture en 2012, l'anguille marquée jaune/argentée avait retrouvé un stade jaune. Par contre, 4 anguilles marquées jaune ont été recapturées au stade argenté.

La croissance des individus recapturés marqués en 2012 a pu être étudiée (les croissances négatives n'ont pas été prises en compte).

- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2011 est de 34,5mm/an (écart-type : 25,1 mm).
- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2010 est de 27,1mm/an (écart-type : 18,4 mm).
- La croissance de de l'anguille marqué en 2009 est de 29,7mm (1 seul individu)
- La croissance des individus marqués en 2008 est de 16,6 mm (écart-type : 11,4mm).

Ces croissances moyennes apparaissent plus faibles que celle de 55,5 mm/an estimé sur l'ensemble de la population d'anguilles du Frémur par otolithométrie. Il apparait également une diminution de la croissance avec l'âge des anguilles alors que celle-ci était considéré plutôt linéaire sur le Frémur.

Concernant le déplacement des anguilles :

- **11 ont été recapturées exactement sur la même station et ne se sont donc pas déplacées.**
 - **6 ont été recapturées sur une station différente mais sont restées sur le même secteur.**
- Elles se sont donc déplacées de quelques dizaines de mètre.**

- Marquage individuel (Suivi annuel) -

Les anguilles recapturées marquées se sont donc très peu déplacées.

TABLEAU 9 : CARACTERISTIQUES, CROISSANCE ET DEPLACEMENT DES INDIVIDUS MARQUES EN 2008, 2009, 2010, 2011 ET RECAPTURES DURANT LES PECHE ELECTRIQUE DE L'AUTOMNE 2012 (FISH PASS).

Marque	Recapture (2012)					Marquage					croissance moyenne annuelle (mm)	déplacement
	taille	stade	lieu	station	distance	taille	stade	lieu	station	distance		
Marquage 2011												
6CA3492	447	j	Motte Olivet	56	11,586	450	j	Motte Olivet	30	11,489	-3	0,097
6CA3C97	391	j	Motte Olivet	56	11,586	390	j	Motte Olivet	56	11,586	1	0
6CA4A93	299	j	Motte Olivet	56	11,586	268	j	Motte Olivet	56	11,586	31	0
6CA2389	329	j	Motte Olivet	29	11,399	282	j	Motte Olivet	29	11,399	47	0
6CA560D	406	j	Motte Olivet	44	11,298	347	j	Motte Olivet	29	11,399	59	-0,101
Marquage 2010												
6CA3C16	422	ag	Motte Olivet	56	11,586	367	j	Motte Olivet	56	11,586	27,5	0
6CA4431	470	j	Motte Olivet	30	11,489	464	j/ag	Motte Olivet	56	11,586	3	-0,097
6CA342D	335	ag	Motte Olivet	44	11,298	341	j	Motte Olivet	44	11,298	-3	0
6CA4177	319	j	Trigavou	4	9,447	259	j	Trigavou	5	9,494	30	-0,047
6CA4C81	440	j	Trigavou	36	9,393	332	j	Trigavou	36	9,393	54	0
6CA553A	371	ag	Trigavou	1	9,292	329	j	Trigavou	1	9,292	21	0
Marquage 2009												
6CA58DF	395	j	Motte Olivet	56	11,586	306	j	Motte Olivet	29	11,399	29,7	0,187
Marquage 2008												
6CA2D46	437	j	Motte Olivet	56	11,586	379	j	Motte Olivet	56	11,586	14,5	0
6CA3855	485	j	Motte Olivet	56	11,586	347	j	Motte Olivet	56	11,586	34,5	0
6CA4053	500	j	Trigavou	5	9,494	485	j	Trigavou	36	9,393	3,8	0,101
6CA45BE	354	ag	Trigavou	3	9,363	307	j	Trigavou	3	9,363	11,8	0
6CA5607	339	j	Trigavou	1	9,292	266	j	Trigavou	1	9,292	18,3	0

Un chiffre négatif sur le déplacement constitue un déplacement vers l'aval (par rapport à la distance à la mer)

7.4 Recapture des individus marqués en dévalaison

Les recaptures moyennes en dévalaison depuis le début du suivi sont de 15% (TABLEAU 10). Ce faible taux de recapture peut être expliqué par une forte mortalité des anguilles, environ 25% d'une cohorte par an (stage de Virgile Mazel, 2009) et par un échappement d'une partie des dévalantes lors de conditions hydrologiques exceptionnelles. Les individus marqués en 2008, 2009, 2010, 2011 étaient pour la plupart de taille moyenne (250-300 mm) et au stade jaune ce qui peut expliquer les faibles taux de recapture observés (respectivement 11%, 7%, 9% et 2%). Pour l'année 2012, le MNHN lors des pêches d'été a marqué des individus de tailles plus importantes (300 – 600 mm) dont plusieurs anguilles argentées, ce qui explique en partie le fort taux de recapture des individus marqués lors des pêches de 2012 et recapturés en dévalaison en 2012

- Marquage individuel (Suivi annuel) -

Au cours de la dévalaison 2011/2012, seulement 4 anguilles marquées ont été recapturées. Ceci est à mettre en relation avec le faible nombre d'anguilles dévalantes. Ces anguilles avaient été marquées entre 2008 et 2010.

La dévalaison 2012/2013 n'est pas encore terminée. **Au 25/02/13, 26 anguilles marquées ont été recapturées.** Ceci est à mettre en relation avec la bonne dévalaison. Parmi ces 26 anguilles marquées, 12 l'ont été en 2012. L'une des anguilles recapturées en dévalaison a été marquée il y a 14 ans. Lors de son marquage en 1998, elle mesurait déjà 472 mm. Cet individu reflète bien la durée importante de la phase de vie continentale de certaines anguilles du Frémur.

TABLEAU 10 : BILAN DES RECAPTURES EN DEVALAISON (FISH PASS).

Année pose	Dévalaison																nb marques posées en amont Pont es Omnes	pourcentage marquées recapturées en dévalaison	
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			2012
1996	15	7	11	11	5	1	3	6	5		1		1					399	17%
1997		10	5	6	5	2	1		2	1	2	2	1					317	12%
1998		2	12	5	1		1			1	2	1					1	174	15%
1999				2	2													8	50%
2000					25	5	6	3	4	2			2		1			180	27%
2001							1	2		2	2	3						106	9%
2002							4	3	2	3	1						1	79	18%
2003								6	2		3				1		1	79	16%
2008													2	3	1	1	4	103	11%
2009														1	1	1	2	69	7%
2010															1	2	4	80	9%
2011																	1	47	2%
2012																	12	81	15%
Total	15	19	28	24	38	8	16	20	15	9	11	6	6	4	5	4	26	1722	15%

8 Dévalaison (Suivi annuel)

Les années de dévalaison sont définies avec des limites allant du 1^{er} septembre de l'année X au 31 août de l'année X+1 (par ex., l'année 1996 décrit la dévalaison ayant eu lieu entre le 1^{er} septembre 1996 et le 31 août 1997).

Depuis fin mars 2012, une usine de production d'eau potable a nouvellement été mise en fonctionnement au niveau du barrage de Bois Joli. Afin de tester l'impact potentiel du pompage sur les anguilles, un système de capture a été mis en place fin mars 2012 au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe. Ce système de capture devrait nous permettre de savoir si des anguilles empruntent le réseau de pompage pour dévaler.

Pour la dévalaison 2011-2012, le débit ayant été faible en automne et durant l'hiver, **le barrage de Bois Joli n'a surversé qu'à partir de fin avril 2012**. Il a donc constitué **un obstacle permanent à la migration catadrome des anguilles pendant une grande partie de la période de dévalaison**.

Pour la dévalaison 2012-2013, le niveau d'eau dans la retenue étant resté haut durant l'été, les précipitations et les débits ayant été relativement important durant l'automne, **le barrage de Bois Joli a surversé à partir de fin novembre 2012**. Ceci a permis de rétablir une continuité piscicole pour la dévalaison.

8.1 Déroulement de la dévalaison

La dévalaison 2011/2012 a été relativement faible du fait de la surverse tardive du barrage de Bois Joli. Entre septembre et avril, les dévalaisons ont été relativement éparées (FIGURE 43). Dès la surverse, fin avril, des petits pics de migrations ont pu être observés. L'essentiel de la dévalaison s'est donc déroulé entre le 1^{er} mai et le 15 août. Cette période de migration ne correspond pas au cycle biologique naturelle de ce poisson, où la période de migration « normale » est se situe entre octobre et février. Ce retard de migration a pu être fortement préjudiciable pour leur reproduction en Mer des Sargasses.

La dévalaison 2012/2013 est toujours en cours actuellement. Quelques dévalaisons ont eu lieu en septembre et octobre. La surverse au niveau du barrage a débuté dès la fin novembre. Dès les premières crues, début décembre, un pic important de dévalaison a pu être observé. D'autres pics de

- Dévalaison (Suivi annuel) -

migrations ont également eu lieu fin décembre. Les pics de migrations apparaissent ainsi très corrélés aux débits et aux augmentations de la retenue de Pont es Omnès. La dévalaison 2012/2013 apparaît donc très supérieure à la dévalaison 2011/2012.

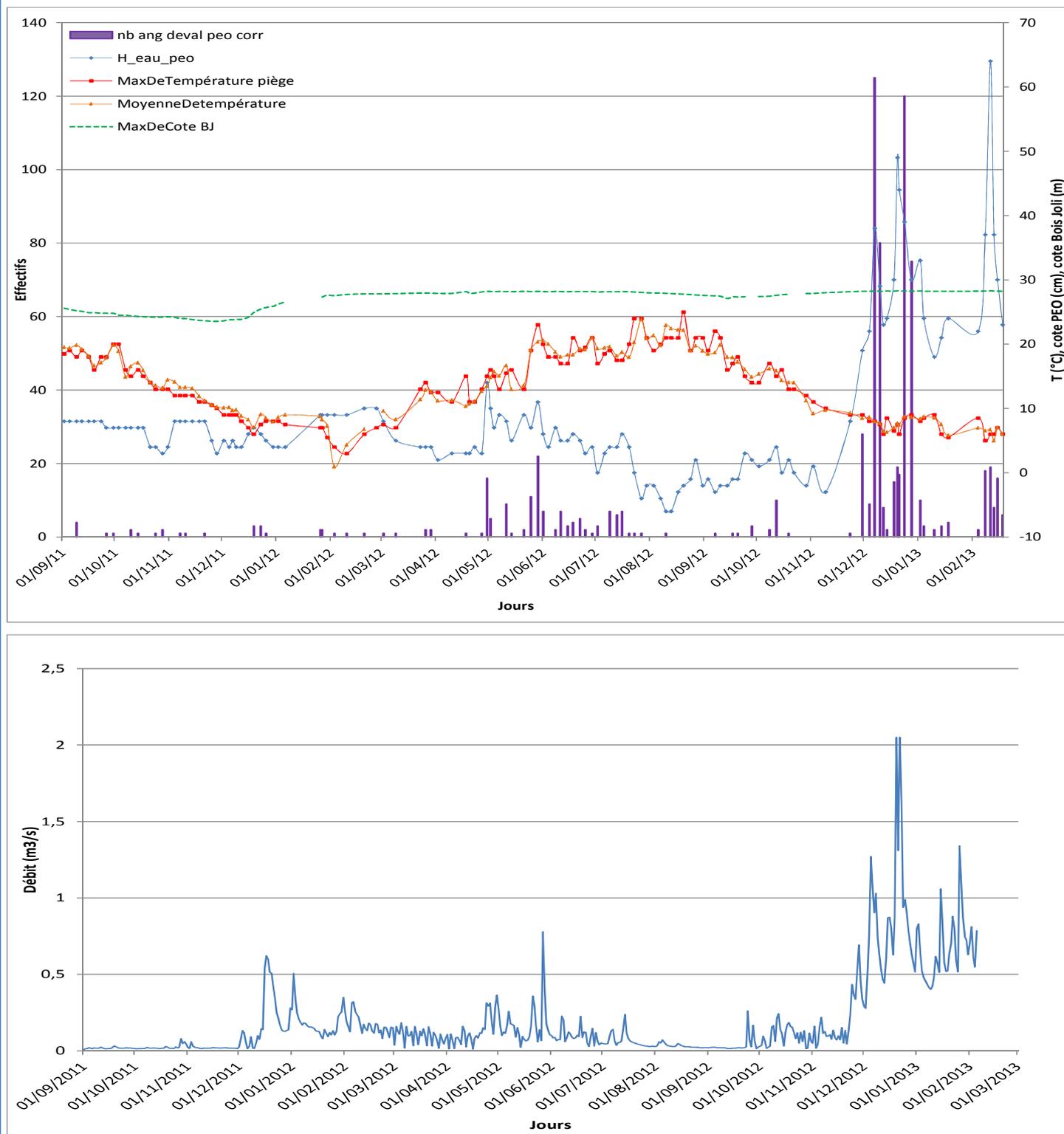


FIGURE 43 : HAUT : EVOLUTION DES EFFECTIFS (CORRIGES) D'ANGUILLES SUR LE PIEGE DE PONT ES OMNÈS POUR LES DEVALAISONS 2010/2011 ET 2011/2012 ET PARAMETRES SUR LE PIEGE. BAS : EVOLUTION DES DEBITS JOURNALIERS SUR LA STATION DE TRIGAVOU POUR 2011-2012 (DONNEES DREAL, REALISATION FISH PASS).

8.2 Effectifs

Les dévalaisons suivent les pêches électriques de la même année. Cette période permet d'intégrer la dévalaison des anguilles avec les premières augmentations de débit liées aux pluies d'automne après leur période de croissance. Sur le Frémur, en raison de l'effet tampon créé par la retenue du Bois Joli, qui retient les anguilles dévalantes en provenance de l'amont du bassin jusqu'à ce que le barrage surverse, la dévalaison peut généralement avoir lieu entre novembre à avril.

Les données de dévalaison 2012/2013 sont arrêtées pour ce rapport au 25/02/2013. Cette dévalaison est donc encore incomplète. Cependant, il a été observé pour la plupart des années précédente (sauf pour la dévalaison 2011/2012) que le nombre de dévalantes entre la rédaction du rapport et la fin de la saison de dévalaison est faible par rapport au nombre de dévalantes total et modifie peu les caractéristiques de la dévalaison analysées.

L'ensemble des données de dévalaison pour l'année 2012/2013 sera toutefois exploité et interprété dans le prochain rapport.

La dévalaison 2011-2012 a été très faible avec seulement 161 dévalantes. C'est la plus faible dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi. Lors de la rédaction du précédent rapport, seulement 29 individus avaient été observés en dévalaison au 27 février 2012. Contrairement aux années précédentes, une forte part des effectifs en dévalaison, 132 individus, ont été comptabilisé durant le printemps et l'été. Les dévalaisons tardives représentent donc près de 82% de la dévalaison. Cette très faible dévalaison s'explique par la surverse très tardive du barrage de Bois Joli qui a débuté fin avril 2012. L'absence de surverse et la faible hydrologie semblent donc avoir fortement influés sur les effectifs en migration de dévalaison.

Pour la dévalaison 2012-2013, les données de dévalaison sont incomplètes. Au 25 février 2013, le nombre de dévalantes comptés à Pont es Omnès est de 615 individus. Pour le moment, cette dévalaison est la 8^{ème} dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi. Cette importante dévalaison peut être en partie expliqué par la faible dévalaison 2011/2012. En effet, il est possible qu'une partie des dévalantes aient commencé leur dévalaison en 2011-2012 et soient restées en stabulation dans la retenue de Bois Joli en attente de conditions optimales. De plus, il apparait que la surverse du barrage n'est pas suffisante pour une bonne dévalaison. Il semble

- Dévalaison (Suivi annuel) -

important que la surverse soit associée à une crue pour observer des pics de dévalaison sur le Frémur.

Le nombre d'anguilles dévalantes par année et par stade est présenté en FIGURE 44 et Annexe 3. Ce nombre de dévalaisons est corrigé pour l'échappement (possible lors de fortes crues).

Les anguilles dévalantes sont majoritairement des anguilles argentées (FIGURE 44). Le nombre d'anguilles jaunes dévalantes est très variable selon les années. Entre 2005 et 2008, le nombre d'anguilles argentées est resté stable aux alentours de 500 individus. Depuis 2008, une nette diminution est observée. Pour quelques anguilles capturées mortes à Pont es Omnès le stade n'a pas pu être déterminé d'où leur dénomination indéterminée dans la figure ci-dessous.

Pour la dévalaison 2011/2012, seulement 109 des anguilles dévalantes étaient au stade argenté et près de 43 était en cours d'argenture (jaune-argenté).

Pour la dévalaison 2012/2013, 586 des anguilles dévalantes sont au stade argenté et près de 10 sont en cours d'argenture (jaune-argenté).

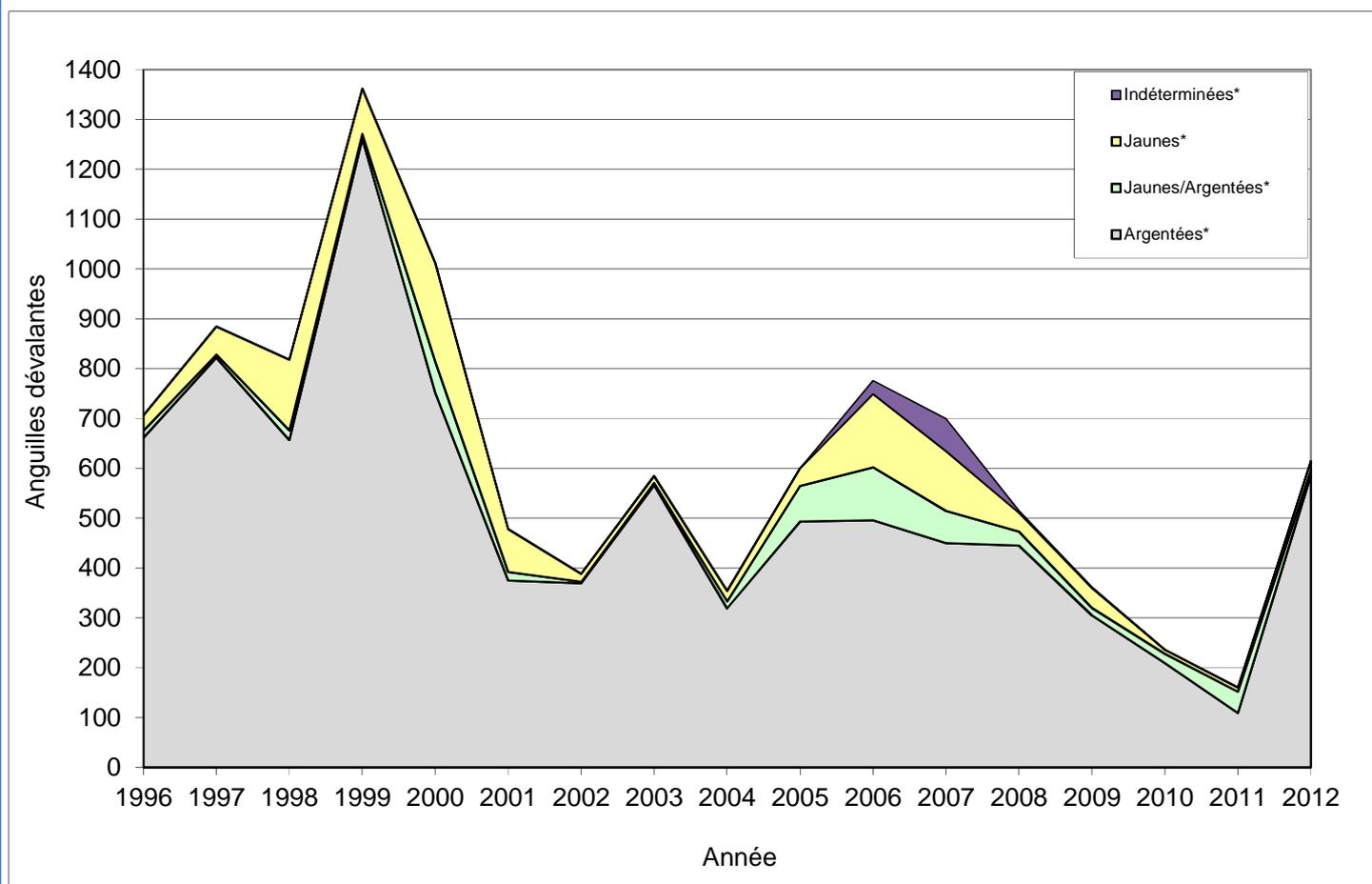


FIGURE 44: STADE ET EFFECTIF CUMULE PAR ANNEES DES ANGUILLES CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2012. *EFFECTIFS CORRIGES. (FISH PASS)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

Depuis le début du suivi en dévalaison, un certain nombre d'individus ont été retrouvés morts en dévalaison. Cette mortalité peut être en partie due à plusieurs facteurs :

- passage des anguilles par les vannes de fond du Barrage de Bois Joli
- passage des anguilles par la vanne de débit réservé
- passage des anguilles par le réseau de pompage et le réseau du système de rejet des effluents de lavage de la pompe
- passage par surverse et chute d'environ 12 m de hauteur
- passage à forte vitesse dans le piège de dévalaison lors des crues

Pour la dévalaison 2011-2012, 3 individus ont été retrouvés morts, ce qui représente 1.9% des individus en dévalaison (FIGURE 45). Pour la dévalaison 2012/2013, au 25 février, 44 individus ont été retrouvés morts dans le système de dévalaison, représentant 7.7% des anguilles dévalantes.

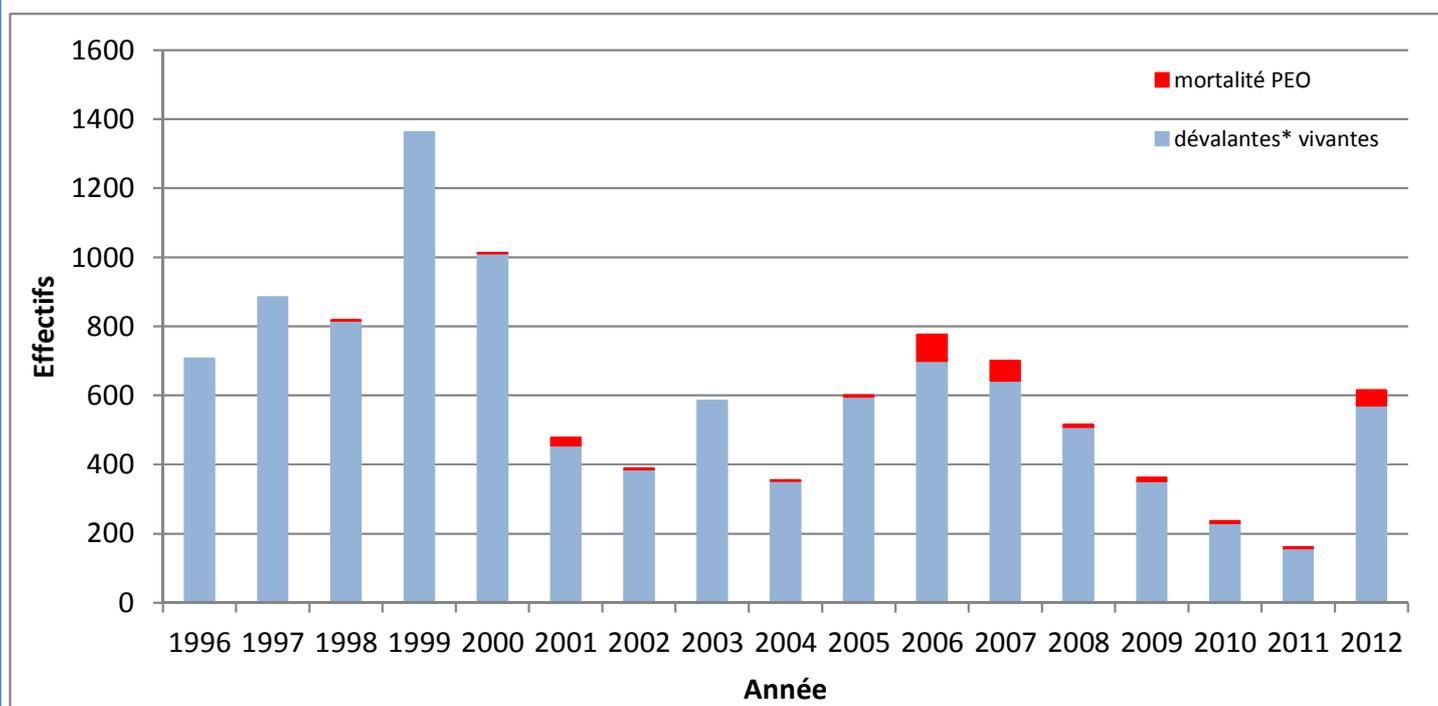


FIGURE 45 : NOMBRE D'ANGUILLES DEVALANTES VIVANTES ET MORTES PAR ANNEE, CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2012 (FISH PASS).

8.3 Caractéristiques des dévalantes

Pour l'ensemble des dévalaisons, la structure en taille des dévalantes suit une répartition bimodale : un premier mode est centré autour de 370 mm et un deuxième mode centré autour de 600 mm. Le premier mode est composé essentiellement de mâle (90%) et le deuxième exclusivement de femelle (Laffaille et al., 2006).

Depuis 1996, on observe donc une évolution de la structure en taille des individus dévalant avec un net changement depuis 2001. Ce changement peut être dû à l'installation des passes (la dévalaison de 2001 pouvant correspondre aux premières montées des anguilles en 1996 par les dispositifs de franchissement) qui ont pu permettre une meilleure colonisation du bassin versant amont par les anguilles favorisant ainsi un sex-ratio en faveur des femelles, la diminution de la production d'individus de petite taille en aval et l'augmentation de la production d'individus de grande taille en amont.

- Dévalaison (Suivi annuel) -

8.3.1 Structure en classe de taille

La dévalaison 2011-2012 a été relativement faible (FIGURE 46). Les deux modes sont visibles mais moins prononcé que les dévalaisons précédentes. Les individus de taille < 450 mm apparaissent en effectifs plus important que ceux > 450 mm.

La dévalaison 2012-2013 présente des modes beaucoup plus marqués du fait des importants effectifs en dévalaison. Les effectifs d'individus pour les deux modes apparaissent en nette augmentation par rapport aux dévalaison 2009, 2010 et 2011.

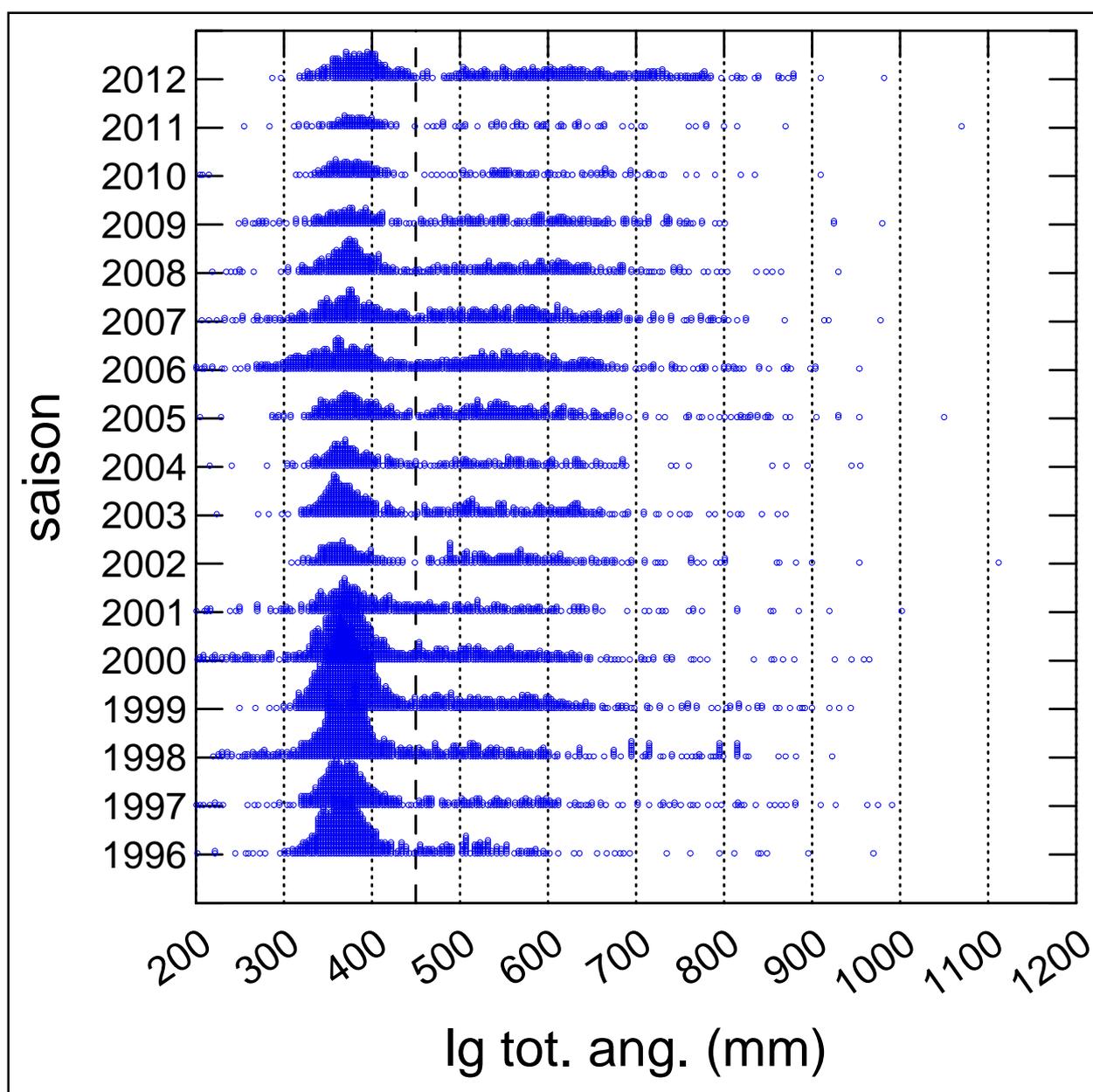


FIGURE 46 : DISTRIBUTION DES TAILLES DES ANGUILLES DEVALANTES PIEGÉES AU PONT ES OMNES DE 1996 A 2012. (FISH PASS)

8.3.2 Sex-ratio

D'un point de vue global, depuis 2005, les petites dévalantes (<450 mm) ont des effectifs proches des anguilles de grandes taille (>450 mm) (FIGURE 47). Cet équilibre de part et d'autre de la taille de 450 mm depuis quelques années pourrait correspondre à un équilibre du sex-ratio. Il pourrait être une conséquence de l'installation des passes comme supposé dans l'analyse de la structure en taille. Le déséquilibre constaté au préalable (1996-2000) pourrait être dû à la forte concentration des individus en aval du bassin versant favorisant un sex-ratio en faveur des mâles.

La FIGURE 47 montre que la proportion d'anguilles dévalantes < 450 mm est en baisse de 1996 à 2005. Entre 2005 et 2009, une certaine stabilité semblait se dessiner autour de 450mm avec de part et d'autre environ 50% des effectifs.

Pour la dévalaison 2011/2012, la proportion d'individu de moins de 450 mm était de 62% des individus ce qui est comparable à la dévalaison 2010/2011 (61%). Ces deux apparaissent différentes des dévalaisons de 2005 à 2009 où cette proportion était plus proche de 50%. Pour ces deux dernières dévalaison, le sex-ratio apparait donc en faveur des mâles.

La dévalaison 2012/2013 présente une proportion d'individus de moins de 450mm de 46 %, soit une baisse de 16% par rapport à la dévalaison 2011/2012. De plus, avec 54% d'individus de plus de 450 mm, le sex-ratio est donc, pour le moment en faveur des femelles.

- Dévalaison (Suivi annuel) -

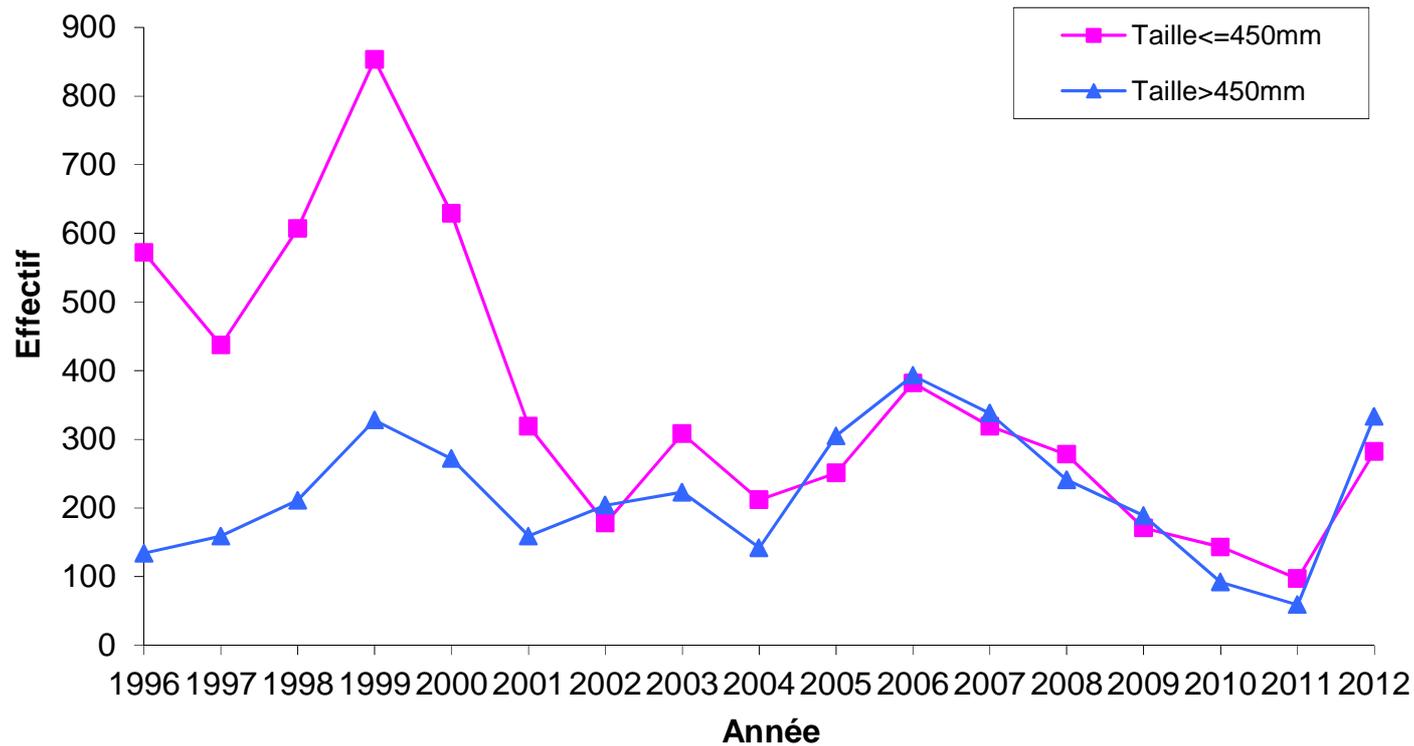
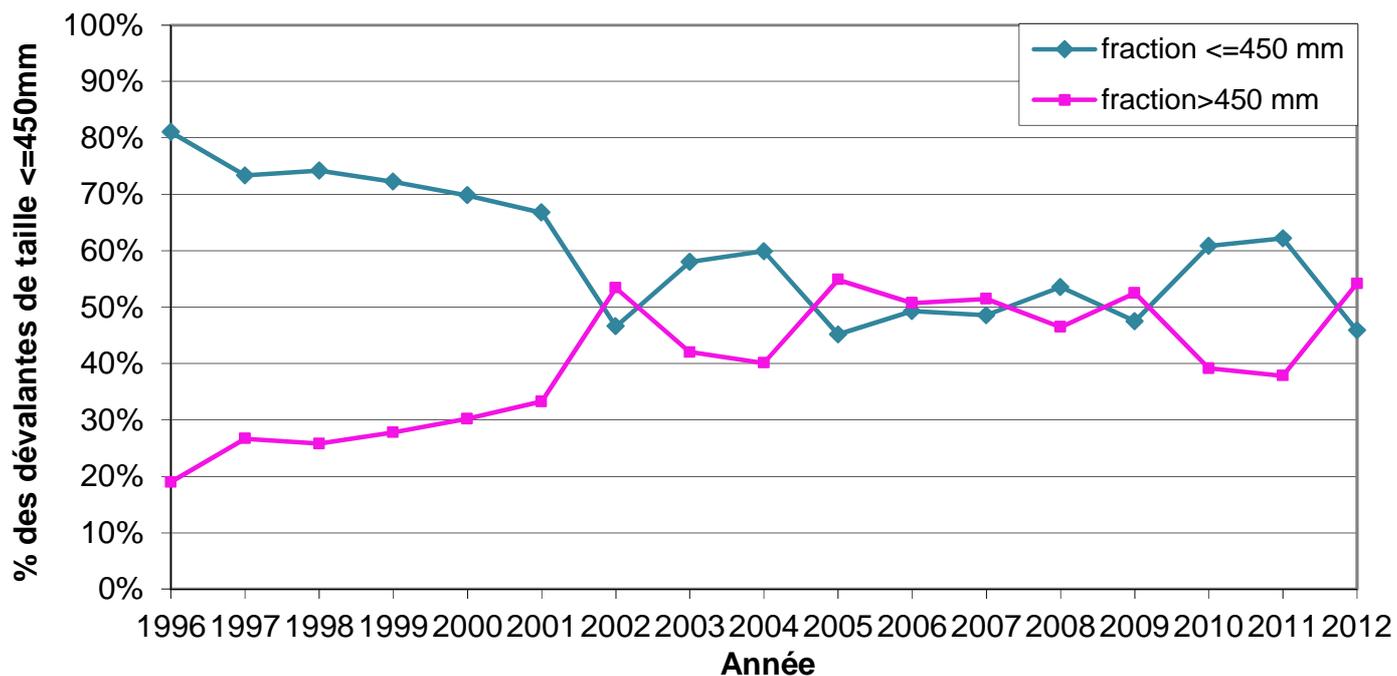


FIGURE 47 : HAUT : PROPORTION DES ANGUILLES DEVALANTES DE MOINS DE 450 MM DE 1996 A 2012 BAS : EFFECTIFS DES ANGUILLES DEVALANTES DE PART ET D'AUTRE DE LA TAILLE DE 450 MM DE 1996 A 2012. (FISH PASS)

8.3.3 Taille et Poids

Pour la dévalaison 2011/2012, la taille moyenne des anguilles dévalantes était de 468 mm pour un poids moyen de 240 g (FIGURE 48). Un individu exceptionnel de 1070 mm pour 2338 g a été échantillonné dans le piège de dévalaison.

Pour la dévalaison 2012/2013, la taille moyenne des anguilles dévalante est de 519 mm pour un poids moyen de 310 g.

Globalement, depuis le début du suivi, la taille minimum des dévalantes est assez stable et se situe aux alentours de 250 mm. Ceci s'explique par la dévalaison d'une fraction d'anguille jaune. La taille maximum est également assez constante avec des individus d'environ 1000 mm. Malgré ces extrêmes relativement stables, la taille moyenne et le poids moyens des individus ont une tendance nette à l'augmentation depuis le début du suivi.

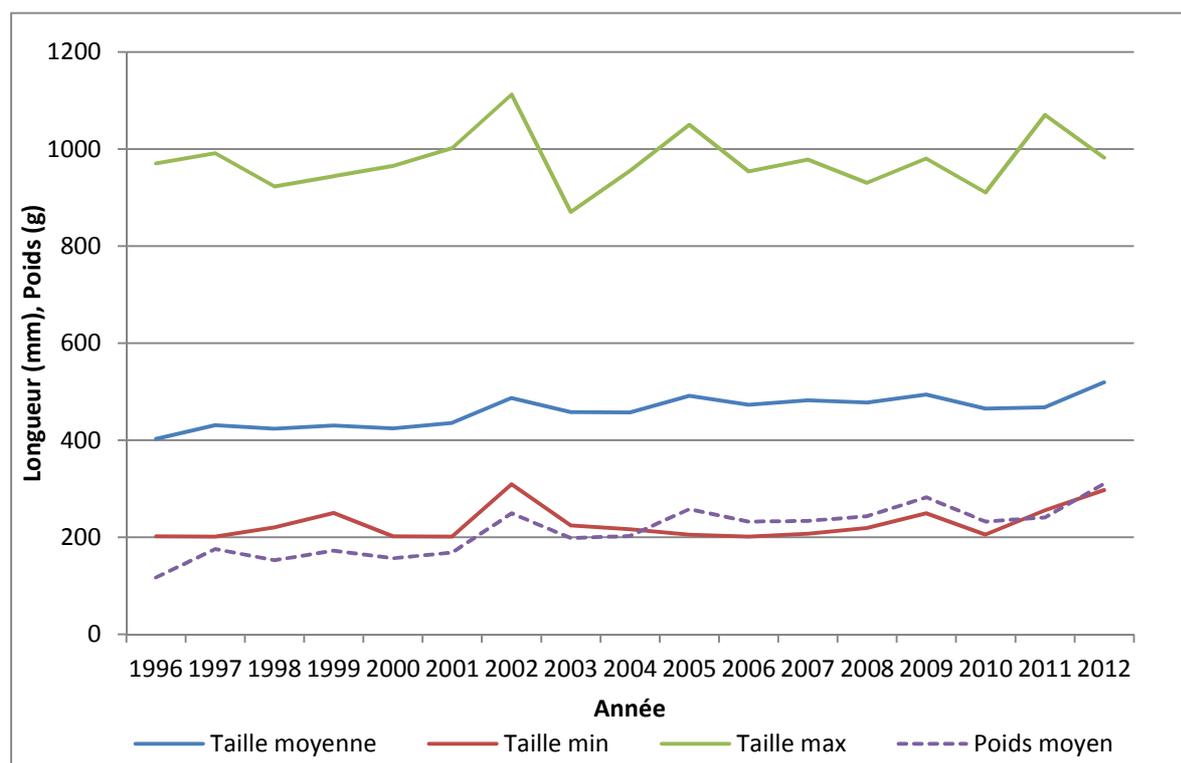


FIGURE 48 : TAILLE ET POIDS DES ANGUILLES EN DEVALAISON DE 1996 A 2012 (FISH PASS)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

8.3.4 Stade de maturité

Sur l'ensemble de suivi, plus de 80% des anguilles échantillonnées en dévalaison sont argentées ou en cours d'argenteure (FIGURE 49). La majeure partie des anguilles en dévalaison entament donc leur migration vers les Sargasses pour leur reproduction. Cependant, 3 à 20 % d'anguilles non mures (jaunes) entreprennent une migration de dévalaison. Celle-ci pourrait être entraînée par un stress des individus concernés qui entameraient ainsi une dévalaison de fuite.

Pour la dévalaison 2011/2012, 94 % des anguilles étaient argentées ou en cours d'argenteure et 5% était jaune. Pour 1% des individus, le stade n'a pas pu être déterminé (individus morts).

Pour la dévalaison 2012/2013, 97 % des anguilles étaient argentées ou en cours d'argenteure. Ceci représente le meilleur taux depuis la dévalaison 2003/2004.

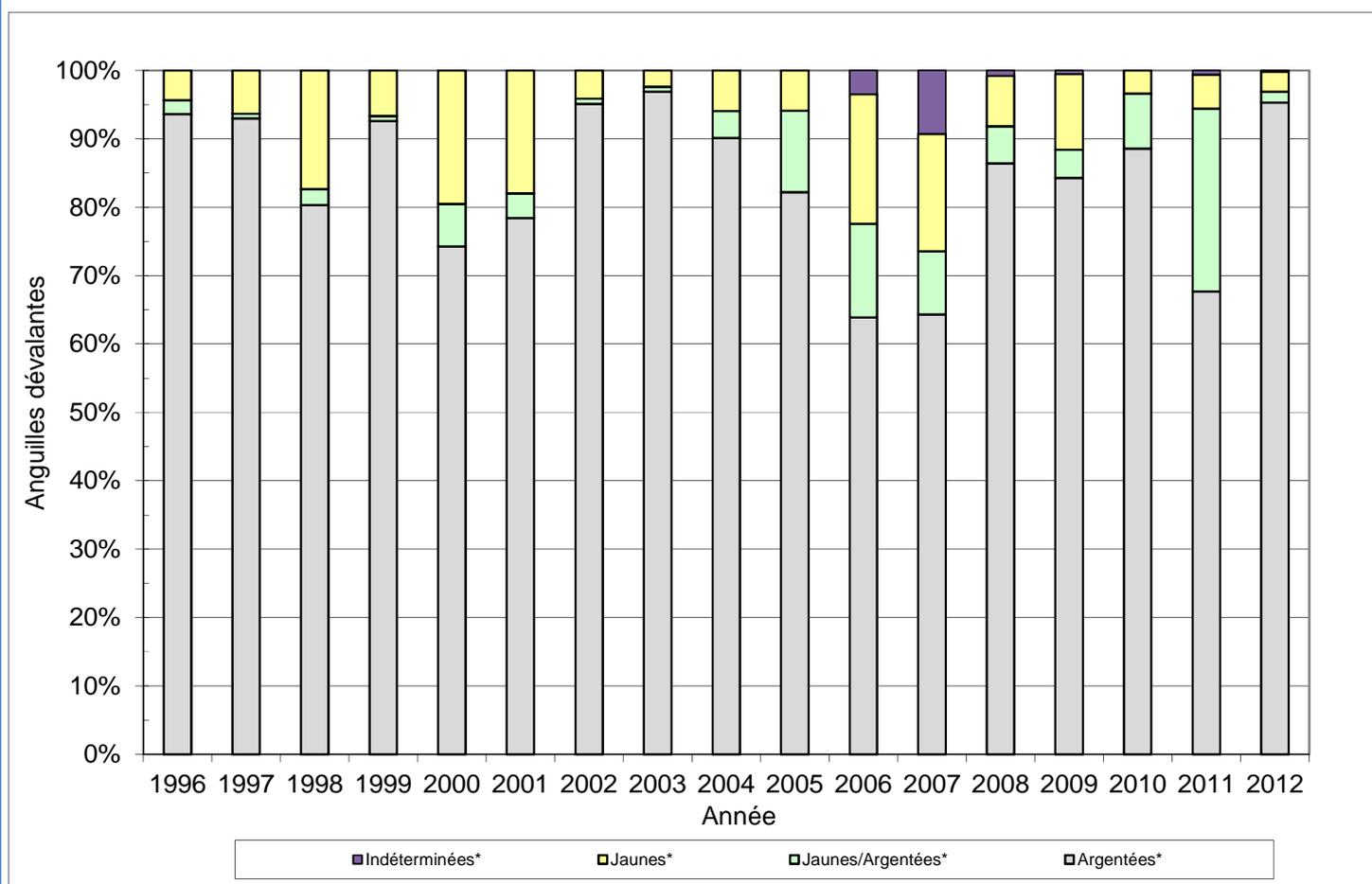


FIGURE 49 : PROPORTIONS RELATIVES DES ANGUILES PAR STADE DE MATURETE DANS LES DEVALAISONS ANNUELLES DU FREMUR DE 1996 A 2012 (TAILLE>250 MM). (FISH PASS)

8.3.5 Coefficient de condition

A la fin de la dévalaison 2011/2012, le coefficient de condition moyen des dévalantes est de 1.82 (médiane : 1.81) (FIGURE 50). Le coefficient de condition moyen n'était que de 1.68 au moment de la rédaction du rapport précédent. Ainsi, les dévalaisons du printemps et de l'été ont fortement influé sur le coefficient de condition. Ainsi, une légère augmentation du coefficient de condition des dévalantes est visible par rapport à la dévalaison 2010/2011.

Pour la dévalaison 2012/2013, encore en cours actuellement, le coefficient de condition moyen est de 1.76 (médiane : 1.76), ce qui est relativement proche des 4 dernières dévalaisons.

Globalement, il apparaît une légère tendance à l'augmentation du coefficient de condition médian depuis le début du suivi. Ceci pouvant être expliqué en partie par les modifications de sexe ratio (production plus importante de femelle) et une compétition intraspécifique en diminution (densité en diminution sur le bassin versant).

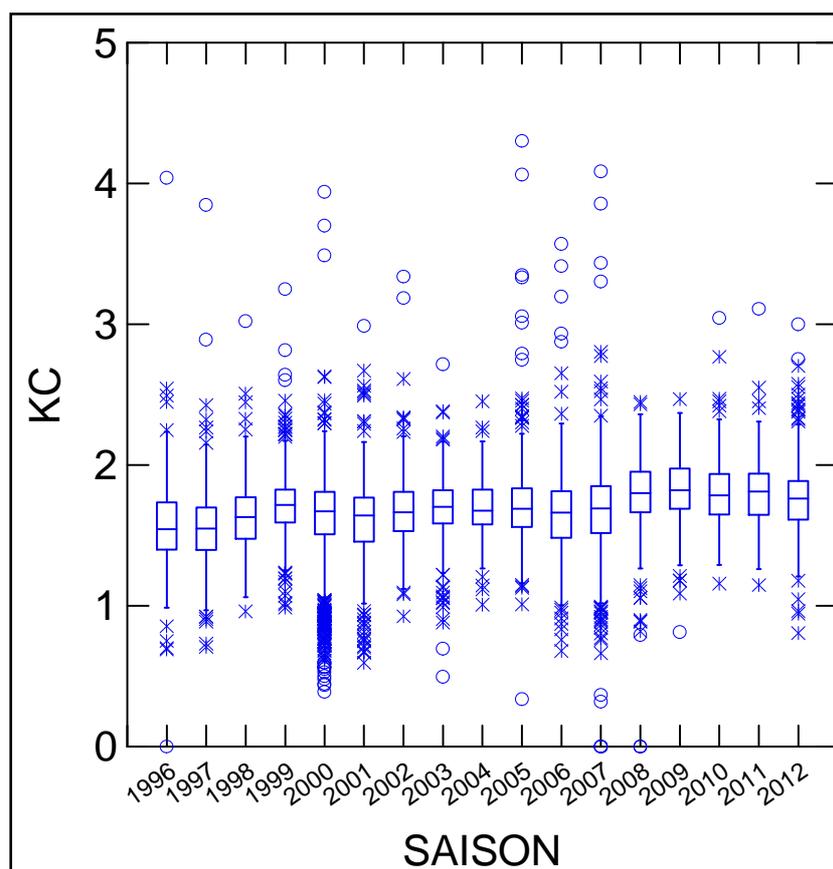


FIGURE 50 : BOX PLOT DES COEFFICIENTS DE CONDITION DES ANGUILLES DEVALANTES SUR LE FREMUR DE 1996 A 2012. (FISH PASS)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

8.3.6 Etat sanitaire

L'état sanitaire des anguilles en dévalaison est présenté ci-dessous (FIGURE 51). Pour la dévalaison 2011-2012, la majorité des anguilles étaient saine et seulement 10% présentaient une pathologie externe. Pour la dévalaison 2012-2013, 47% des anguilles sont saine et près de 46% des anguilles présentent une pathologie externe.

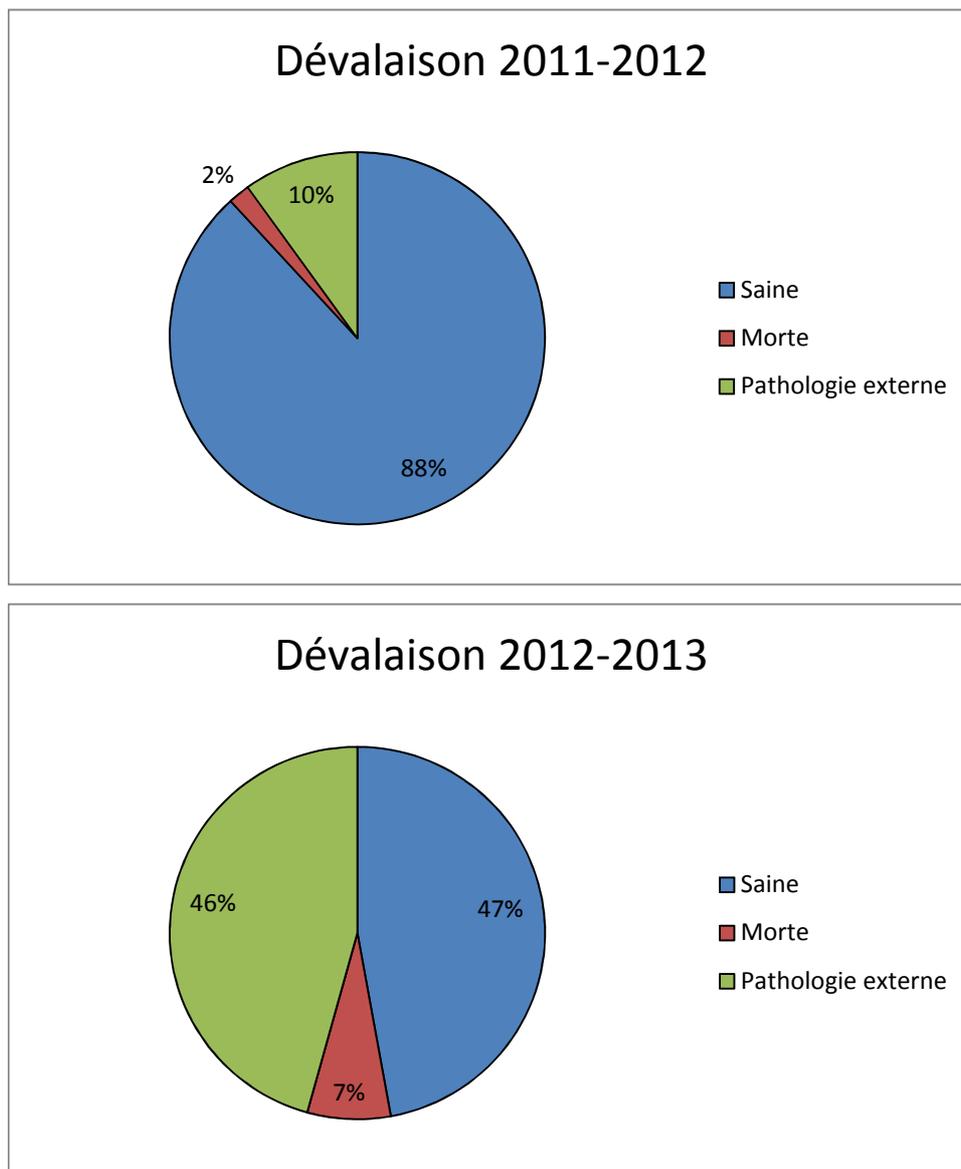


FIGURE 51 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES EN DEVALAISON. EN HAUT, DEVALAISON 2011-2012. EN BAS, DEVALAISON 2012-2013. (FISH PASS)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

Les pathologies observées ont pu être codifiées selon la codification de l'Onema (Beaulaton et Penil, 2009) présentée en annexe. Pour la dévalaison 2011-2012, les pathologies les plus importantes sont les érosions faibles (ERW1) et moyennes (ERW2) du tronc ainsi que la présence de kystes au niveau de la nageoire principale (AGN3) (FIGURE 52). Pour la dévalaison 2012-2013, les pathologies les plus observées sont les érosions (ER) du corps, du tronc ou de la queue (FIGURE 53, FIGURE 54). De nombreuses hémorragies de la nageoire principale (FIGURE 54) ainsi que des kystes au niveau de la nageoire principale ont également pu être observés. Plusieurs anguilles présentaient de multiples pathologies.

Ces différentes pathologies externes peuvent être expliquées par les mêmes causes que les mortalités (voir partie précédente). Les pathologies externes apparaissent très supérieures en termes de proportion ou diversité pour la dévalaison 2012-2013 par rapport à la dévalaison 2011-2012. Ceci peut s'expliquer en partie par les débits et les vitesses de courant au niveau des ouvrages de Bois Joli et Pont es Omnès qui ont pu provoquer des chutes et des chocs plus violents qu'à l'accoutumés. L'utilisation du système de pompage et son filtre auto nettoyant pour la dévalaison ont également pu provoquer de nombreuses pathologies.

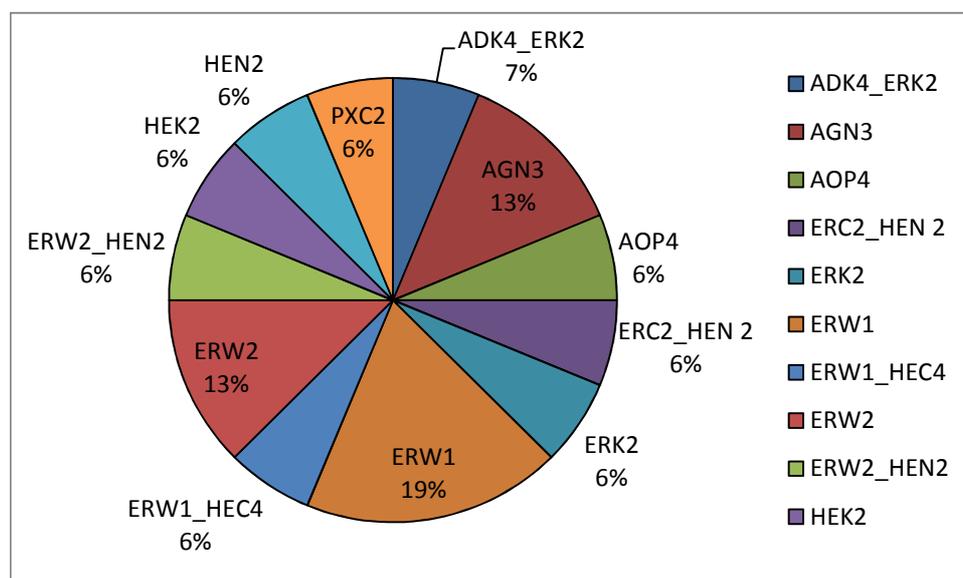


FIGURE 52 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2011-2012. (FISH PASS)

- Dévalaison (Suivi annuel) -

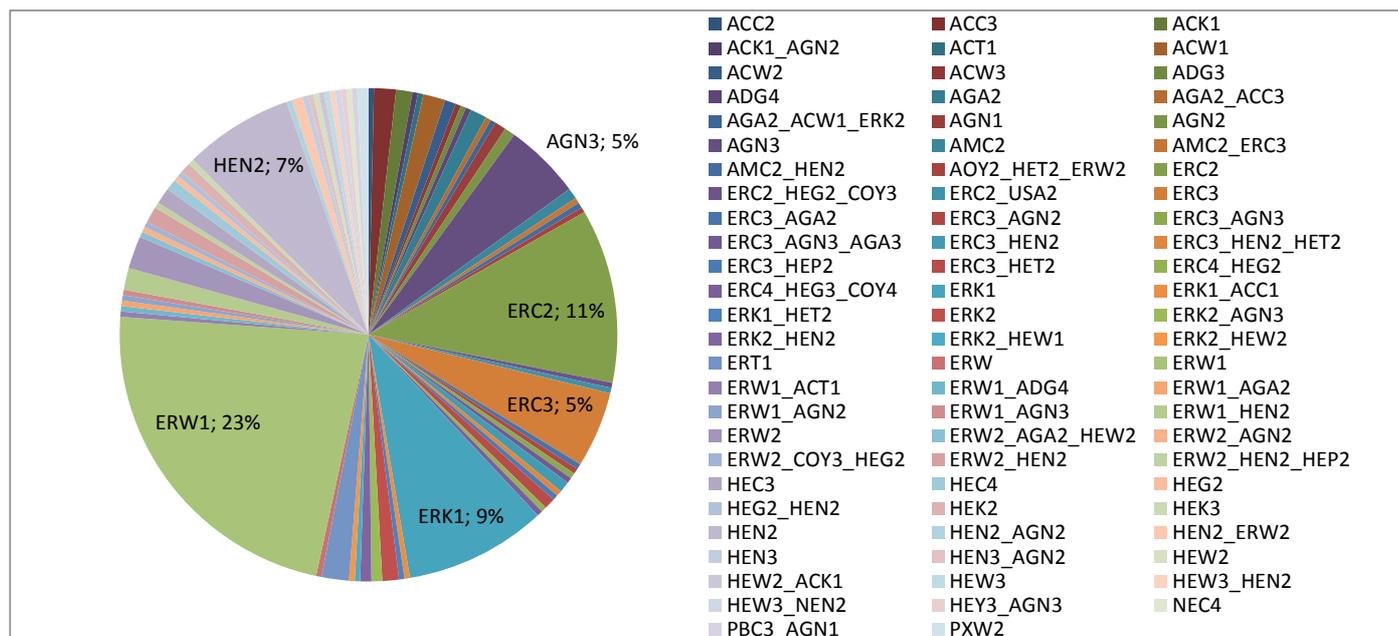


FIGURE 53 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2012-2013. (FISH PASS)



FIGURE 54 : PATHOLOGIES OBSERVES SUR LES INDIVIDUS EN DEVALAISON. A GAUCHE, UNE EROSION SUR LA QUEUE. A DROITE, UNE HEMORRAGIE DE LA NAGEOIRE PRINCIPALE. (FISH PASS)

8.4 Etude de la dévalaison par système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe

Depuis fin mars 2012, une usine de production d'eau potable a nouvellement été mise en fonctionnement au niveau du barrage de Bois Joli. Un système de pompage avec filtre a été mis en place au niveau du barrage de Bois Joli (FIGURE 55). Afin de tester l'impact potentiel du pompage sur les anguilles un système de capture a été mis en place fin mars 2012 au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe (FIGURE 56).

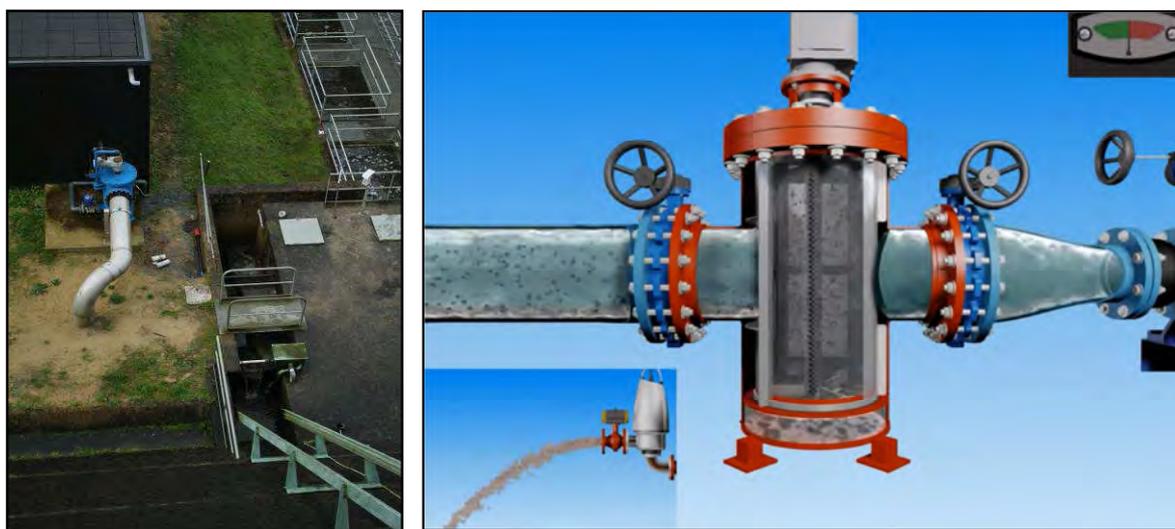


FIGURE 55 : A GAUCHE, FILTRE DU SYSTEME DE POMPAGE A BOIS JOLI (FISH PASS). A DROITE, PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU FILTRE. (TIMEX)



FIGURE 56 : SYSTEME DE PIEGEAGE AU NIVEAU DU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS)

8.4.1 Diversité et effectifs

Depuis sa mise en place fin mars 2012, 6 espèces différentes ont été inventoriées dans le piège au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe (TABLEAU 11). L'espèce la plus abondante est la perche avec 197 individus, principalement de petite taille, puis l'anguille avec 68 individus.

TABLEAU 11 : ABONDANCES DES ESPECES INVENTORIEES AU NIVEAU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS)

Espèces	Effectifs
Anguille	68
Brochet	1
Perche	197
Gardon	1
Ecrevisse américaine	1
Sandre	2

Pour l'anguille, 7 individus ont été échantillonnés entre fin mars 2012 et le 31 aout 2012 (Dévalaison 2011-2012). Pour la dévalaison 2012-2013, 61 anguilles ont été échantillonnées entre le 1^{er} septembre 2012 et le 25 février 2013. Ceci représente environ 10% de la dévalaison observée à Pont es Omnes (615 individus).

8.4.2 Pathologie et mortalité

Tous les individus des différentes espèces de poissons, hors anguilles, ont été retrouvés morts. Ainsi pour ces espèces, la mortalité est de 100%.

Pour l'anguille, 12 anguilles ont été retrouvée morte dans le système de piégeage, soit une mortalité directe liée au filtre de 18% (FIGURE 57). Parmi les anguilles capturées, 67% présentaient une pathologie externe.

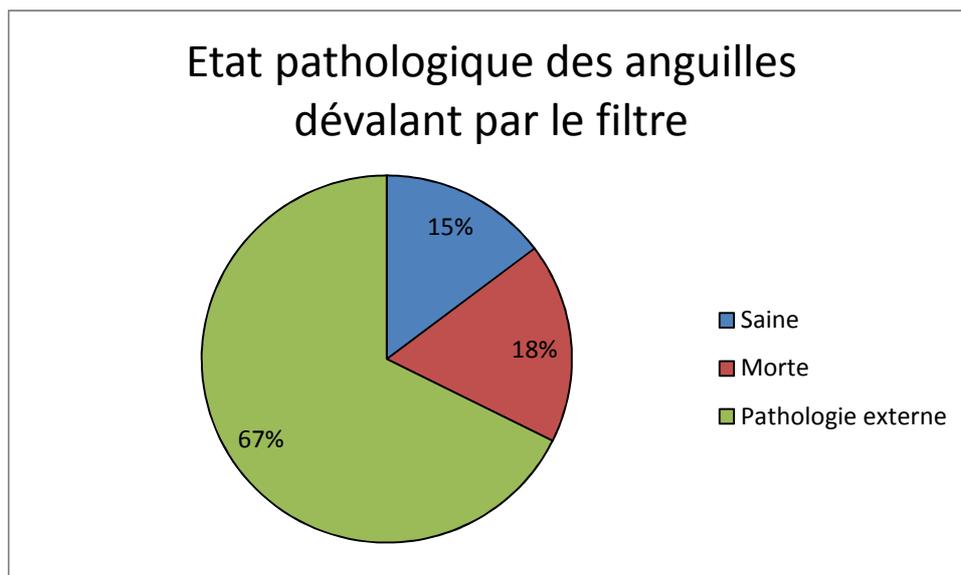


FIGURE 57 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE. (FISH PASS)

Pour les anguilles recueillies dans le système de piégeage, les pathologies les plus récurrentes sont des érosions (ER), des kystes (AG) et des hémorragies (HE) (FIGURE 58 et FIGURE 59). Certaines anguilles présentaient de multiples pathologies.

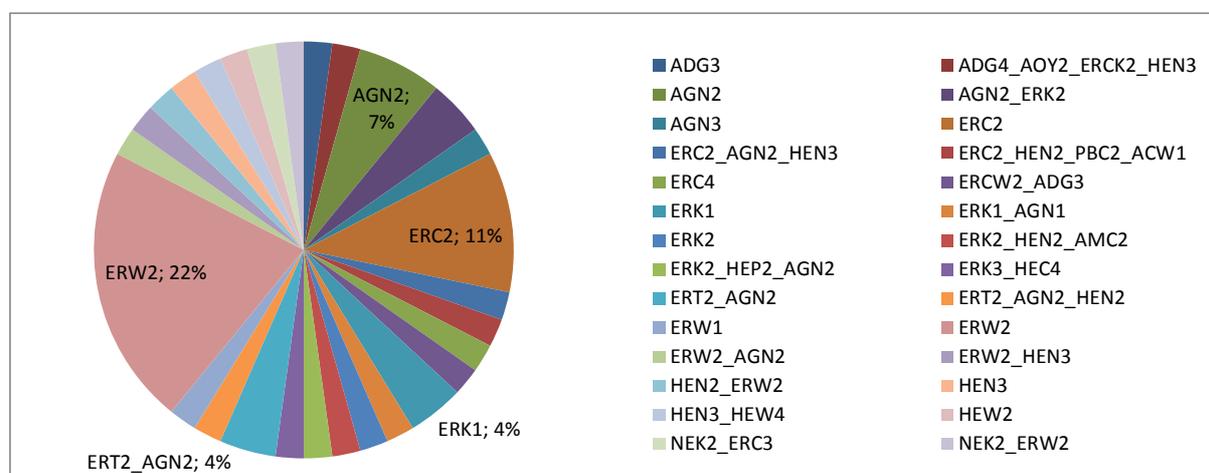


FIGURE 58 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE. (FISH PASS)

- Dévalaison (Suivi annuel) -



FIGURE 59 : A GAUCHE, ANGUILE PRESENTANT UNE HEMORRAGIE AU NIVEAU DE LA NAGEOIRE PRINCIPALE. A DROITE, ANGUILE PRESENTANT UNE NECROSE SUR LA QUEUE. (FISH PASS)

Vu les mortalités et les pathologies que présentent les anguilles utilisant le système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe pour dévaler, un système de protection au niveau de la prise d'eau du pompage semble nécessaire.

La dévalaison 2011-2012 a été la plus faible observée depuis le début du suivi avec 161 dévalantes. Cette faible dévalaison est à mettre en relation avec la faible hydrologie sur cette période.

La dévalaison 2012-2013 est encore incomplète mais 615 dévalantes ont été comptabilisées ce qui représente la 8^{ème} dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi.

La proportion d'anguilles dévalantes retrouvées mortes a Pont es Omnès est moyenne avec 7,7% des effectifs.

L'état sanitaire des anguilles en dévalaisons est moyen avec près de 46% qui présente une pathologie externe.

Au cours de la dévalaisons 2012-2013, 61 individus ont été comptabilisés dans le système de piégeage au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe. La mortalité directe liée au filtre est estimée à 18% pour les poissons qui empruntent cet exutoire.

9 Problèmes rencontrés en 2012

Au cours de la campagne 2012, plusieurs problèmes ont été rencontrés principalement au niveau du barrage de Pont es Omnès :

- Le cadenas de la cage de dévalaison a été fracturé à 7 reprises au cours de l'année 2012 entre mai et septembre. Des vols de poissons ont donc pu avoir eu lieu dans la cage de dévalaison. Les cadenas fracturés ont été remplacé immédiatement.
- La passerelle de Pont es Omnès a été retrouvée en morceau sur le piège. Celle-ci présentait toutefois des signes de faiblesse. L'échelle limnimétrique a également été retrouvée en mauvaise état (FIGURE 60), ce qui a pu être causé par la chute de la passerelle. L'échelle limnimétrique a été détordue et refixée au mur mais reste en mauvaise état.



FIGURE 60 : PHOTO DE L'ECHELLE LIMNIMETRIQUE APRES LA CHUTE DE LA PASSERELLE (FISH PASS).

Suite à l'arrêt de la station de piégeage en montée à Pont es Omnès, le niveau d'eau de la retenue a été remontée avec de nouveau bastaing afin de remettre en fonctionnement gravitaire la passe à anguille. Durant la période estivale, des problèmes d'absences de surverses et de fuite à travers les bastaings ont été constaté (FIGURE 61). Ceci a donc empêché la dévalaison de

- Problèmes rencontrés en 2012 -

l'ichtyofaune entre juillet et septembre. Le piège de dévalaison était donc peu fonctionnel durant cette période. Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour améliorer ce problème : étanchéfier les bastaings entre eux afin de limiter les fuites, réaliser une échancrure dans le bastaing supérieur afin de favoriser la surverse. Ces améliorations devront être discutées avec le SMPEPCE et la Saur.



FIGURE 61 : ABSENCE DE SURVERSE A PONT ES OMNES ET FUITES A TRAVERS LES BASTAINGS (FISH PASS).

10 Bilan des travaux de l'année 2012 et Discussion

L'année 2012 est la 16^{ème} année de suivi sur le Frémur. Ce suivi est actuellement l'un des plus anciens en France et permet une vision sur un moyen terme de l'évolution des densités en anguilles sur la façade de la Manche.

En 2012, les montées d'anguilles sur le Frémur sont moyennes avec le 11^{ème} recrutement à Bois Joli depuis 1997. La migration a débuté fin mars, environ 1 mois plus tard que le début moyen sur l'ensemble des suivis depuis 1997. La migration a été assez condensée avec près de 90% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juillet. Trois pics de migration majeurs ont été observés : fin avril, mi-mai et fin mai après les crues printanières.

Sur le bassin versant à l'amont de Bois Joli, la densité moyenne et la biomasse moyenne en anguille sont en nette diminution et atteignent leurs plus faibles valeurs depuis le début du suivi. Le secteur Villou présente des densités beaucoup plus faibles que les années précédentes du fait d'une modification de l'habitat au moment des pêches d'automne. Les secteurs Motte Olivet et Trigavou présentent une densité stable par rapport à 2011. Les secteurs de Pleslin, Ruffier et Trélat présentent de très faible densité et des individus de taille importante soulignant un vieillissement de la population sur ces secteurs et une quasi absence de recrutement. Les obstacles naturels et artificiels sur l'amont du bassin peuvent être un frein au bon renouvellement de la population sur ces secteurs. Des équipements pour faciliter la migration anadrome devrait ainsi être envisagée sur les obstacles artificiels pouvant entraver la migration.

La dévalaison 2011-2012 a été la plus faible observée depuis le début du suivi avec 161 dévalantes. A contrario, la dévalaison 2012-2013, incomplète à la rédaction du rapport, est assez importantes avec 615 individus comptabilisés. L'état sanitaire des anguilles en dévalaison est moyen avec près de 46% qui présente une pathologie externe.

Le suivi au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe a mis en évidence qu'une partie des anguilles dévalantes (10% sur la dévalaison 2012-2013) empruntent cette voie pour leur migration. La mortalité directe liée au fonctionnement du filtre est évaluée à 18%. De même, les anguilles empruntant cette voie apparaissent en mauvais état pathologique, le fonctionnement du filtre et du système d'évacuation sembleraient donc provoquer des lésions externes sur les anguilles. Ainsi, il apparaît indispensable d'envisager un système de protection à l'entrée du pompage afin d'éviter que les anguilles dévalent par cette voie.

- Bilan des travaux de l'année 2012 et Discussion -

Sur le Frémur, une station de production d'eau potable a été récemment construite au niveau de Bois Joli. Elle a été mise en fonctionnement le 22 mars 2012. Du fait du pompage, il est possible que la retenue de Bois Joli ne surverse plus en période hivernale, même si cela n'a pas été le cas en 2012. En cas d'absence de surverse, les anguilles ne pourront pas effectuer leur migration de dévalaison. Le barrage constituera donc un obstacle à la continuité piscicole.

Une étude a été menée en 2012 par le SMPEPCE dans le cadre de l'arrêté d'autorisation de la nouvelle usine d'eau potable concernant la continuité écologique sur les ouvrages de Bois Joli, Pont es Omnès et Pont Avet, et plus particulièrement à la libre circulation des anguilles dévalantes sur le barrage de Bois Joli. Cette étude devrait proposer des solutions concrètes et efficaces pour répondre à ces problématiques.

11 Etude du déplacement des anguilles en dévalaison par acoustique sur les retenues du Frémur

Dans le cadre de leurs travaux de recherches, Fish Pass et le MNHN (Cresco Dinard) se sont associés afin de monter une étude sur le déplacement des anguilles en dévalaison sur deux retenues du Frémur : Bois Joli et Pont es Omnès. Ce suivi a été mis en place à l'aide de la technologie acoustique. Pour cela 5 hydrophones ont été installés après accord du SMPEPCE et de la Saur : 4 sur la retenus de Bois Joli et 1 sur la retenus de Pont es Omnès (FIGURE 62).



FIGURE 62 : HYDROPHONE MIS EN PLACE SUR LA RETENUE DE BOIS JOLI (FISH PASS).

Après accord de Bretagne Grands Migrateurs, vingt anguilles capturées à Pont es Omnès dans le cadre du programme Frémur ont été sélectionnées afin d'être marquées avec une marque acoustique (FIGURE 63). Elles ont ensuite été relâchées sur le secteur de Trigavou à environ 1 km du début de la retenue de Bois Joli.



FIGURE 63 : MARQUAGE D'UNE ANGUILE ARGENTEE AVEC UNE MARQUE ACOUSTIQUE (FISH PASS).

Les hydrophones sont ensuite relevés régulièrement afin de récupérer les données enregistrées (FIGURE 64).



FIGURE 64 : RELEVÉ DES DONNÉES DE L'HYDROPHONE 1 MOIS APRÈS LE DÉBUT DU SUIVI (FISH PASS).

Les premiers résultats de terrain montrent que 19 des 20 anguilles ont rejoint la retenue de Bois Joli. Au niveau du piège de dévalaison, seulement 7 anguilles ont été recapturées dans le piège de dévalaison (au 18/03/2013). Il semble donc que les anguilles en dévalaison aient des difficultés à dévaler à travers les retenues. L'étude étant toujours en cours actuellement, les résultats définitifs ne seront pas disponibles avant quelques mois. Vis-à-vis de ces premiers résultats, il serait intéressant qu'une étude comportementale plus précise à l'aplomb des obstacles soit mise en place.

12 Opérations pour 2013

Pour l'année 2012, les opérations de suivi de la passe de montaison de Bois Joli et de la passe de dévalaison de Pont es Omnès sont reconduits.

Afin d'améliorer les connaissances portant sur les flux migratoires de l'anguille à l'échelle du Frémur, des opérations de marquage individuel sont de nouveau prévues au cours des pêches électriques automnales de 2012. Les pêches seront réalisées sur les mêmes secteurs qu'en 2010.

Le suivi au niveau du système de rejet des effluents de lavage de la pompe est également maintenu afin de disposer de données sur une période complète de dévalaison (septembre N à septembre N+1)

En parallèle du Programme Frémur, l'étude de suivi des déplacements d'anguilles dans les retenus de Bois Joli et Pont es Omnès est poursuivi a minima jusqu'à avril 2013.

De nouvelles opérations pourraient également mise en œuvre en 2013. Il pourrait être intéressant de mettre en place une nouvelle station de suivi entre le secteur Villou et Trigavou afin d'avoir une solution de repli en cas de niveau d'eau élevés sur le secteur Villou comme en 2012. Il pourrait également être opportun de renouveler des pêches électriques de suivi à l'aval de Pont es Omnès tous les 2 ou 3 ans afin de comparer l'évolution des densités avec les données antérieures (avant 2006) sur cette station et de voir si les densités suivent la même évolution que sur le bassin versant en amont de Bois Joli.

Le suivi réalisé depuis 15 ans sur le Frémur est également valorisé dans le cadre de la thèse de Clarisse Boulenger : « Ajustements dynamiques des sous populations d'anguilles européennes et traits d'histoires de vie : apport du marquage individuel par PIT-tag pour la conservation » réalisée au Muséum National d'Histoire Naturelle. Cette thèse s'intéresse à trois sites en France : le Frémur, l'Oir et le canal de Fumemorte. Le bureau d'études Fish Pass est associé à cette thèse et apporte son soutien à Clarisse Boulanger pour sa réalisation.

13 Bibliographie

ACOU, A., GABRIEL, G., LAFFAILLE, P. ET FEUNTEUN, E. (2009). "Differential production and condition indices of premigrant eels (*Anguilla anguilla*) in two small Atlantic coastal catchments of France." In *Eels at the Edge: Science, Status, and Conservation Concerns*, American Fishery Society Symposium 58, 449p.

AMILHAT E., FARRUGIO H., LECOMTE-FINIGER R., SIMON G., SASAL P., 2008. Silver eel population size and escapement in a Mediterranean lagoon : Bages-Sigean, France, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 390-391, 05.

BRIAND C., SAUVAGET B., 2010. Etude de faisabilité d'une estimation de la production d'anguilles argentées du bassin versant de la Vilaine Hiver 2009 – 2010, Institut d'Aménagement de la Vilaine, 25p.

CHARRIER F., LE GURUN L., ABDALLAH Y., LEGAULT A., CARAGUEL J.-M., BLANCK A., LABEL I., 2010. Contribution à l'amélioration des connaissances et à la gestion de l'Anguille européenne, *Anguilla anguilla*, dans les lagunes méditerranéennes - Cas de l'Etang de l'Or. Rapport CEPRALMAR. Groupement MRM/FISH PASS, 136 p. + annexes.

LAFFAILLE, P., ACOU, A., GUILLOUËT, J. ET LEGAULT, A. (2005). "Temporal changes in European eel, *Anguilla anguilla*, stocks in a small catchment after installation of fish passes." *Fisheries Management and Ecology* 12. 123-129.

LAFFAILLE, P., ACOU, A., GUILLOUËT, J., MOUNAIX, B. ET LEGAULT, A. (2006). "Patterns of silver eel (*Anguilla anguilla* L.) sex ratio in a catchment." *Ecology of Freshwater Fish* 15. 583-588.

LEGAULT, A., ACOU, A., GUILLOUËT, J. ET FEUNTEUN, E. (2003). "Suivi de la migration d'avalaison des anguilles par une conduite de débit réservé." *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*. 368. 43-54.

- Bibliographie -

LEGAULT, A., LAFFAILLE, P., GUILLOUËT, J. ACOU, A. (2004). Importance of specific fish passes for European eel (*Anguilla anguilla* L.) recruitment. Fifth International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis & Restoration. Madrid. Fishes passes and migration facilities 2. 937-941.

MEEDDAT (2009). Guide Technique : Evaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole, 72 p.

14 Annexes

14.1 Annexe 1 : Densité et biomasse de l'anguille de 1995 à 2012

- Annexes -

Densité moyenne de l'anguille (ind./m²) obtenue par pêche électrique sur le Fémur de 1995 à 2012 aux différents secteurs de pêche

Secteur	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Aval Pont Avet	0,27	8,49	1,04	1,03	0,79	1,52	1,17	0,68	1,46	0,78	0,19							
Aval Pont es Omnès	0,07	0,06	0,10	0,04	0,07	0,09	0,38	0,06	0,04	0,09	0,03							
Villou	1,39	0,59	0,55	0,62	0,48	0,56	1,91	0,71	1,47	0,30	0,80	1,90		0,80	0,73	0,29	0,78	0,03
Trigavou	0,35	0,38	0,46	0,27	0,14	0,34	0,27	0,49	0,50	0,55	0,42	0,58	0,48	0,52	0,26	0,48	0,22	0,23
Motte Olivet	1,57	0,68	1,09	0,71	1,04	1,23	0,57	0,62	0,77	2,04	0,97	0,29	0,37	0,47	0,22	0,34	0,29	0,26
Pleslin	0,12	0,10	0,37	0,09	0,08	0,20	0,05	0,07	0,04	0,23	0,05	0,09	0,06	0,08	0,05	0,05	0,02	0,03
Ruffier	0,49	0,17	0,42	0,11	0,19	0,13	0,08	0,20	0,13	0,17	0,09	0,24	0,18	0,08	0,08	0,05	0,04	0,00
Trélat	0,40	0,36	0,28	0,18	0,27	0,18	0,14	0,13	0,07	0,11	0,09	0,07	0,09	0,03	0,11	0,08	0,01	0,03
Moyenne Total	0,58	1,35	0,54	0,38	0,38	0,53	0,57	0,37	0,56	0,53	0,33	0,53	0,23	0,33	0,24	0,22	0,23	0,10
Moyenne (sans PA et PEO)	0,70	0,52	0,53	0,34	0,37	0,45	0,51	0,37	0,51	0,56	0,39	0,53	0,23	0,33	0,24	0,22	0,23	0,10

Biomasse moyenne de l'anguille (g./m²) obtenue par pêche électrique sur le Fémur de 1995 à 2012 aux différents secteurs de pêche

Secteur	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Aval Pont Avet	8,20	98,62	73,19	12,69	37,99	21,52	47,06	34,05	23,05	15,16	8,10							
Aval Pont es Omnès	4,93	1,35	3,02	1,04	2,17	7,02	8,04	3,60	5,84	4,04	1,56							
Villou	40,04	8,04	7,28	8,70	11,77	18,23	30,95	12,84	14,54	14,21	6,47	21,85		13,70	15,46	9,05	11,7	2,9
Trigavou	11,78	17,18	17,47	7,49	4,48	26,66	10,05	24,87	17,62	16,40	13,67	33,23	19,71	25,22	11,02	11,29	7,1	7,9
Motte Olivet	36,19	25,58	28,59	11,55	36,21	38,88	13,78	22,00	33,34	36,04	17,40	8,34	12,16	20,04	15,24	20,48	17,6	12,4
Pleslin	8,51	7,80	25,59	3,99	3,97	10,40	2,92	3,85	1,94	8,09	1,15	3,60	3,39	3,58	4,52	2,39	1,2	4,1
Ruffier	18,50	5,09	10,83	4,29	6,69	3,57	1,43	4,23	5,15	2,77	1,84	4,94	3,34	1,95	2,05	1,01	1,4	0,0
Trélat	20,39	22,03	15,27	11,10	15,04	13,33	9,63	8,40	9,41	6,93	5,25	5,25	5,48	2,12	8,73	8,07	2,2	4,2
Moyenne Total	18,57	23,21	22,65	7,61	14,79	17,45	15,48	14,23	13,86	12,96	6,93	12,87	8,82	11,10	9,50	8,71	6,85	5,24
Moyenne (sans PA et PEO)	22,57	14,29	17,50	7,85	13,03	18,51	11,46	12,70	13,67	14,07	7,63	12,87	8,82	11,10	9,50	8,71	6,85	5,24

14.2 Annexe 2 : Effectif des montées

Année	piège montée Bois Joli	piège montée Pont es Omnès	différence de Pont es Omnès à Bois Joli
1997	3 454	2 049	+69%
1998	26 765	21 825	+23%
1999	5 995	19 697	-70%
2000	7 965	13 876	-43%
2001	13 578	6 037	+125%
2002	2 457	3 689	-33%
2003	381	2 371	-84%
2004	12 124	9 616	+26%
2005	6 223	4 277	+45%
2006	9 351	3 696	+153%
2007	9 103	4 149	+119%
2008	15 482	9 572	+62%
2009	3 578	1 496	+139%
2010	10 009	5 265	+90%
2011	849	711	+19%
2012	4 166	-	-
moyenne	8 218	7 222	+14%

14.3 Annexe 3 : Effectif des dévalaisons (à Pont es Omnès)

Les données de dévalaison 2012-2013 sont, à ce jour, incomplètes. Elles s'arrêtent fin février 2013.

Année	Argentées*	Jaunes/Argentées*	Jaunes*	Indéterminées*	Total dévalantes*
1996	661	14	31	0	706
1997	822	6	56	0	884
1998	657	19	142	0	818
1999	1261	10	91	0	1362
2000	752	63	198	0	1012
2001	375	17	86	0	478
2002	369	3	16	0	388
2003	567	4	14	0	585
2004	319	14	21	0	354
2005	493	72	35	0	600
2006	496	106	147	27	776
2007	450	65	120	65	700
2008	445	28	38	4	515
2009	305	15	40	2	362
2010	209	19	8	0	236
2011	109	43	8	1	161
2012	586	10	18	1	615

*Effectifs corrigés pour l'échappement

14.4 Annexe 4 : Codification des pathologies de l'anguille (Beaulaton et Pénil, 2009)

Code pathologique ⁽⁰⁾		Code localisation anatomique ⁽²⁾	
Tab. 1		Tab. 2	
Code lésion et parasitisme ⁽¹⁾		Localisation	Code
Absence de lésion ou de parasite		Corps	C
Lésions anatomo-morphologiques		Colonne vertébrale	V
Absence d'organe ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	C_imp OO	Tête	T
Altération de la couleur	S AO	Bouche	G
Anus rouge ou saillant	S AC	Œil	Y
Bulle de gaz	S US	Opercule / Branchies	O
Déformation difformité	S BG	Tronc	W
Hypersécrétion de mucus	D AD	Abdomen	A
Exophtalmie	S SM	Dos	H
Opacification oculaire	D EX	Nageoire pectorale	P
Maigreur	S CO	Nageoire principale	N
Érosion	D AM	Pédoncule caudal	K
Hémorragie	S ER	Orifice anal	X
Ulcère (dont hémorragique) ⁽⁶⁾	S HE		
Nécrose	N/S UL		
Masses et grosseurs (dont kyste) ⁽⁶⁾	S NE		
	N/S AG		
Parasitisme externe	C_imp Code		
Point blanc	S PB		
Mycose (« mousse »)	S PC		
Crustacés ⁽⁷⁾	N/S CR		
Hirudinés	N HH		
Autres parasites que les 4 précédents ⁽⁷⁾	N/S PX		
Parasites (une des 5 catégories au-dessus) ⁽⁷⁾	N/S PT		
Tab. 3			
Code importance (C_imp)⁽³⁾			
Nombre (N)	Code		
N= 0	0		
N=< 3	1		
N= 4 à 6	2		
N= 7 à 10	3		
N > 10	4		
Surface atteinte (S)	Code		
S = 0%	0		
S < 5%	1		
S = 5 à 10%	2		
S = 10 à 20%	3		
S > 20%	4		
Degré d'altération (D)	Code		
Nul	0		
Faible	1		
Moyen	2		
Fort	3		
Très fort	4		

(0) Un code pathologique doit être attribué à toutes les anguilles observées. En l'absence de lésion ou de parasite il sera OOC0.

(1) Par anguille, un type de lésion ou de parasite n'est codé qu'une fois

(2) Lorsqu'un type de lésion ou de parasite se manifeste par plusieurs lésions sur différentes parties du corps, la localisation codée sera celle du niveau supérieur (ex : G+Y=T)

(3) L'importance s'apprécie sur la base de la localisation codée (ex : N sur la tête)

(4) Convention de notation pour absence d'yeux: AOY2 il manque un œil, AOY4, il manque les deux yeux.

(5) Chaque type d'absence d'organe est codé individuellement (ex : AOY2 et AOP4 pour absence d'un œil et de tout ou partie des pectorales - plus de 20 %)

(6) Pour les lésions lorsque deux méthodes de codification de l'importance sont possibles, on codera la plus déclassante.

(7) Pour les parasites les plus gros, types hirudinés ou Argulus, la codification de l'importance utilisera le nombre (N).
Pour les parasites les plus petits, types point blanc ou Paragnathia, la codification de l'importance utilisera la surface atteinte (S).

18

14.5 Annexe 3 : Mise en valeur du programme Frémur

Publications et présentations à caractère scientifique à partir du programme Frémur ou utilisant des données du programme depuis 1996 :

1996 (2)

Feunteun, E., Guillouët, J. et Legault, A. (1996). Distribution spatiale d'une population d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) à l'échelle d'un bassin versant côtier de Bretagne (France). Effets d'aménagements hydrauliques et de passes migratoires. EIFAC EICES Working group on eel. Ijmuiden, october 1995.

Guillouët, J., Feunteun, E. et Legault, A. (1996). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : état initial. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 32 pp. + annexes.

1997 (2)

Acou, A. (1997). La migration catadrome des anguilles argentées. Rapport Bibliographique. 24 pp.

Fish-Pass (1997). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 1996. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 23 pp.

1998 (6)

Acou, A., Feunteun, E., Laffaille, P. et Legault, A. (1998). Catadromous migration dynamics of european eel (*Anguilla anguilla*, L.) in anthropic catchments. SIL XXVII congress, August 8-14 1998. Dublin.

Acou, A., Feunteun, E. et Legault, A. (1998). Dynamique de la migration catadrome de l'anguille européenne, *Anguilla anguilla* (L.) dans un bassin versant anthropisé. Réunion du Groupe National Anguille/GRISAM du 23 au 25 septembre 1998. Paimpont.

Feunteun, E., Acou, A., Guillouët, J., Laffaille, P. et Legault, A. (1998). "Spatial distribution of an eel population (*Anguilla anguilla*, L.) in a small catchment of northern Brittany (France). Consequences of hydraulic works." *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 349. 129-193.

Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P. et Legault, A. (1998). European Eel, (*Anguilla anguilla* L.), population parameters and prediction of spawner escapment from continental hydrosystems to sea. CIEM 'Anacat' congress, September 1998. Cascaïs, Portugal.

Fish-Pass (1998). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 1997. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 35 pp. + annexes.

Luchesi, M. (1998). "Le Frémur, rivière pilote pour les anguilles." *Le pêcheur de France* 179. 94-95.

1999 (8)

Acou, A. (1999). L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L. 1758) : dynamique et déterminisme de la migration catadrome dans un bassin versant anthropisé de Bretagne (Frémur). UMR 6553 Ecobio. Université de Rennes 1. 167 pp. + ann.

Acou, A., Guillouët, J., Laffaille, P., Legault, A. et Feunteun, E. (1999). Recrue fluviales et structure de la population d'anguille à l'échelle d'un bassin versant du nord de la Bretagne le Frémur. Congrès Association Française d'Halieumétrie. Septembre 1999. Rennes.

Acou, A., Lambert, P. et Feunteun, E. (1999). Recueil de références bibliographiques européennes concernant l'anguille (*Anguilla anguilla* L.) sur la période 1994-1998. Rapport du Groupe National Anguille/GRISAM. 75 pp. + annexes.

Acou, A., Legault, A., Feunteun, E. et Guillouët, J. (1999). Seaward migration delays of silver eels in a small catchment of Brittany, the Frémur. EIFAC/ICES Working Group on Eel, 20-24 September 1999. Silkeborg, Denmark.

Acou, A., Mounaix, B., Guillouët, J., Legault, A. et Feunteun, E. (1999). Dynamique de la migration anadrome des anguilles du Frémur : résultats préliminaires. Poster. Congrès Association Française d'Halieumétrie. Septembre 1999. Rennes.

Guillouët, J., Acou, A., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (1999). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 1998. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 53 pp. + annexes.

Legault, A., Acou, A., Feunteun, E., Laffaille, P. et Guillouët, J. (1999). Délais de migration des anguilles argentées (*Anguilla anguilla*, L.) dans un bassin versant anthropisé de Bretagne, le Frémur. 4ème congrès international limnologie-océanologie "Variabilités temporelles au sein des hydrosystèmes", 7-10 septembre 1999. Bordeaux, France. 117 pp.

Legault, A., Acou, A., Guillouët, J. et Feunteun, E. (1999). Study on by-pass system for downstream migration of eels. EIFAC/ICES Working Group on Eel. 20-24 September 1999. Silkeborg, Denmark.

2000 (6)

Acou, A., Feunteun, E., Guillouët, J. et Legault, A. (2000). Quantifications des flux migratoires anadromes et catadromes de la sous-population d'anguilles (*Anguilla anguilla* L.) du bassin versant du Frémur, et influences sur le stock en place. Colloque "Premières Rencontres de l'Ichtyologie en France, Paris 2000". Paris.

Acou, A., Feunteun, E., Laffaille, P. et Legault, A. (2000). "Catadromous migration of European eel (*Anguilla anguilla*, L.) in a dammed catchment." Verh. Internat. Verein. Limnol. 27. 3117-3120.

Biarne, S. (2000). Migration catadrome de l'anguille (*Anguilla anguilla*) et gestion des débits réservés de grandes retenues d'eau bretonnes. Spécialité "Gestion des espaces naturels". 32 pp.

Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P. et Legault, A. (2000). "European eel, (*Anguilla anguilla* L.): prediction of spawner escapement from continental populations parameters." Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57. 1627-1635.

Guillouët, J., Acou, A., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2000). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : synthèse du suivi de 1995 à 1999. Rapport Fish Pass. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 123 pp. + annexes.

Laffaille, P., Feunteun, E., Acou, A. et Lefeuvre, J.-C. (2000). "Role of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the transfer of organic matter between marine and freshwater system." *Verh. Int. Ver. Limnol.* 27. 616-619.

2001 (7)

Feunteun, E., Acou, A., Laffaille, P., Robinet, T., Carpentier, A., Mounaix, B., et al. (2001). Du recrutement fluvial à la dévalaison : bilan de 5 années d'études sur la dynamique de la population d'anguilles du Frémur. Colloque Journées anguille du GRISAM, 26-29 mars 2001. Tour du Valat, France.

Feunteun, E., Laffaille, P., Briand, C., Acou, A., Robinet, T., Carpentier, A., et al. (2001). Modalités et déterminismes de la structuration spatiale de fractions de populations d'anguilles en hydrosystèmes fluviaux. Colloque Journées anguilles GRISAM, 26-29 mars 2001. Tour du Valat, France.

Fontenelle, G., Briand, C. et Feunteun, E. (2001). "Eel management in France : How are we to face the dilemma of a european wide species." *J. Taiwan Fish. Res.* 9. (1&2): 237-250.

Guillouët, J., Mounaix, B., Legault, A., Feunteun, E., Sauvaget, B. et Dumaine, M. (2001). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 2000. Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. Rapport Fish Pass. 53 pp. + ann.

Kappès-Grangé, A. (2001). "Mieux connaître l'anguille. Le programme Frémur permettra d'en restaurer la population." Ouest-France.

Mounaix, B., Briand, C., Fatin, D. et Feunteun, E. (2001). Croissance différentielle des anguilles. Analyse comparée dans deux bassins versants bretons : la Vilaine et le Frémur. Colloque Journées anguilles GRISAM, 26-29 mars 2001. Tour du Valat, France.

Sauvaget, B. (2001). L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) : Analyse de la migration catadrome 2000 sur le bassin versant du Frémur (Bretagne). UMR Ecobio. Université de Rennes 1. 41.

2002 (5)

Feunteun, E., Boury, P., Mounaix, B. et Robinet, T. (2002). Etude comparative des relations stocks dévalaison de sous-populations d'anguilles : le Frémur un bassin versant fortement aménagé, et l'Oir un cours d'eau faiblement anthropisé. Rapport Mate - Grisam - Diren Basse-Normandie. 44 pp.

Feunteun, E., Castelnaud, G., Briand, C., Prouzet, P., Menella, J.Y. et De Roton, G. (2002). Monitoring of glass eel recruitment in France. Ijmuiden Dekker W. (ed.) Monitoring of glass eel recruitment. Netherlands Institute of Fisheries Research, the Netherlands, report C007/02-WD, volume 2B. 179-217.

Guillouët, J., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2002). Etude de la restauration de la population d'anguilles dans le bassin versant du Frémur : suivi post-aménagement, année 2001. Rapport Fish Pass. Pour la FDPMA d'Ille-et-Vilaine. 65 pp. + ann.

Miche, G. (2002). L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) : Exemple de gestion de l'espèce avec le "programme anguille" sur le Frémur et discrimination des stades de maturité à l'aide de critères objectifs. UMR Ecobio. Université de Rennes 1. 38.

Weisse, M. (2002). Etude de la dévalaison de la faune piscicole au droit du barrage de la retenue de Pont-es-Omnès. Rvière Frémur. Formation IMACOF. Centre Universitaire de Chinon. Université de Tours. 56 pp. + ann.

2003 (12)

Acou, A., Boury, P., Guillouët, J., Poizat, G., Crivelli, A. et Feunteun, E. (2003). Vers une caractérisation standard des stades dévalants d'anguilles. Communication. Secondes rencontres scientifiques "L'anguille en Loire", Angers 2003.

Acou, A., Gabriel, G., Boury, P., Robinet, T., Mounaix, B., Guillouët, J., et al. (2003). Etude comparative des relations stocks dévalaison de sous-populations d'anguilles : le Frémur un bassin versant fortement aménagé, et l'Oir un cours d'eau faiblement anthropisé. Rapport Mate-Grisam-Diren Basse Normandie. 65 pp.

Acou, A., Lefeuvre, J.-C., Contournet, P., Poizat, G., Panfili, J. et Crivelli, A.J (2003). "L'argenture chez des anguilles femelles (*Anguilla anguilla*) de deux sous-populations du delta du Rhône." Bull. Fr. Pêche Piscic. 368. 55-68.

Acou, A., Legault, A. et Feunteun, E. (2003). Typologie de la production d'anguilles argentées (*Anguilla anguilla*, L.) dans des bassins versants côtiers de petite taille : d'une réflexion méthodologique à une approche théorique. Poster. Les journées anguille du GIS GRISAM.Station hydrobiologie INRA, Saint Pée sur Nivelles. 9-10 septembre 2003.

Acou, A., Robinet, T., Guillouët, J. et Feunteun, E. (2003). Spatio temporal variations in the distribution of eels (*Anguilla anguilla*) in a small dammed catchment. Communication. International Eel Symposium 2003. American Fisheries Society Annual Meeting, Quebec City, August 2003.

Feunteun, E., Laffaille, P., Robinet, T., Briand, C., Baisez, A., Olivier, J.-M., et al. (2003). A review of upstream migration and movements in inland waters by anguillid eels. Towards a general theory. Advances in eel biology Tokyo. Aida, K. Tsukamoto, K. Yamauchi, K. (eds). Springer-Verlag. 191-213.

Guillouët, J., Acou, A., Legault, A., Feunteun, E. et Laffaille, P. (2003). Synthèse des travaux du programme sur la population d'anguilles du Frémur (1995-2002). Poster. Les journées anguille du GIS GRISAM.Station hydrobiologie INRA, Saint Pée sur Nivelles. 9-10 septembre 2003.

Guillouët, J., Mounaix, B., Acou, A., Legault, A., Feunteun, E. et Miche, G. (2003). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2002. Pour la FDPMA d'Ille-et-Vilaine. 70 pp + ann.

Laffaille, P., Feunteun, E., Baisez, A., Robinet, T., Acou, A. et Lek, S. (2003). "Spatial organisation of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a small catchment." Ecology of Freshwater Fish 12. 254-264.

Laffaille, P. et Guillouët, J. (2003). Evolution de la population d'anguille en 8 ans de suivi sur le Frémur, petit fleuve côtier de Bretagne nord. Les poissons migrateurs : un patrimoine régional. Colloques du 16 octobre 2003. Organisme de coordination des actions pour les poissons migrateurs en Bretagne. Rennes. 39.

Legault, A. (2003). Suivi de la migration anadrome de l'anguille. Barrage de Rophémel. 2002. 20 pp.

Legault, A., Acou, A., Guillouët, J. et Feunteun, E. (2003). "Suivi de la migration d'avalaison des anguilles par une conduite de débit réservé." Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture. 368. 43-54.

2004 (5)

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2004). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2003.: Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 74 pp + ann.

Legault, A., Laffaille, P., Guillouët, J. et Acou, A. (2004). Importance of specific fish passes for European eel (*Anguilla anguilla* L.) recruitment. Fifth International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis & Restoration. Madrid. Fishes passes and migration facilities 2. 937-941.

Robinet, T. (2004). Mécanismes de persistance des assemblages piscicoles en eau douce : des îles océaniques aux bassins côtiers continentaux. Laboratoire de Biologie et Environnement marins (FRE 2727 CNRS). Thèse de doctorat, discipline : Ecologie. Université de la Rochelle. La Rochelle.

Solomon, D.-J. et Beach, M.-H. (2004). Fish pass design for eel and elver (*Anguilla anguilla*). Environment Agency. R&D Technical Report W2-070/TR1. R&D Technical Report W2-070/TR1. 92 pp.

Solomon, D.-J. et Beach, M.-H. (2004). Manual for provision of upstream migration facilities for eel and elver. Science Report SCO20075/SR2. Environnement agency. 35-36.

2005 (7)

Acou, A., Boury, P., Laffaille, P., Crivelli, A. et Feunteun, E. (2005). "Towards a standardized characterization of the potentially migrating silver European eel (*Anguilla anguilla*, L.)." Arch. Hydrobiol. 164. (2): 237-255.

Boury, P., Feunteun, E., Acou, A. et Gabriel, G. (2005). Relation between continental hydrosystems and silver eels fractions : a typological analysis needed for eel stock management. Poster. Les poissons migrateurs amphialins d'Europe. Ecologie, gestion et conservation. 29 mars - 1er avril 2005. Bordeaux, CEMAGREF, DIADFISH, INRA;

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2005). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2004.: Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 83 pp + ann.

Laffaille, P., Acou, A. et Guillouët, J. (2005). "The yellow European eel (*Anguilla anguilla* L.) may adopt a sedentary lifestyle in inland freshwaters." Ecology of Freshwater Fish.

Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J. et Legault, A. (2005). The number of male silver eels (*Anguilla anguilla*) is decreasing. Poster. Les poissons migrateurs amphihalins d'Europe. Ecologie, gestion et conservation. 29 mars - 1er avril 2005. FDAPPMA35 FISH-PASS, Université de Rennes 1. Bordeaux, CEMAGREF, DIADFISH, INRA.

Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J. et Legault, A. (2005). "Temporal changes in European eel, *Anguilla anguilla*, stocks in a small catchment after installation of fish passes." *Fisheries Management and Ecology* 12. 123-129.

Laffaille, P., Rigaud, C., Bories, J. et Sicot, S. (2005). "Le coin de l'anguille." *Le pêcheur professionnel continental et estuarien* 50. 8-11.

2006 (3)

Acou, A. (2006). Bases biologiques d'un modèle pour estimer la biomasse féconde de l'anguille européenne en fonction des recrues fluviales et du contexte de croissance : approche comparative à l'échelle de petits bassins versants. E.R.T. 52 Biodiversité fonctionnelle et Gestion des territoires. U.F.R. Sciences de la Vie et de l'Environnement. Docteur de l'Université de Rennes 1. Mention Biologie. Rennes. 316.

Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J., Mounaix, B. et Legault, A. (2006). "Patterns of silver eel (*Anguilla anguilla* L.) sex ratio in a catchment." *Ecology of Freshwater Fish* 15. 583-588.

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Mounaix, B., Legault, A. et Feunteun, E. (2006). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2005.: Pour la FDPPMA d'Ille-et-Vilaine. 63 p + ann.

2007 (1)

Guillouët, J., Acou, A., Laffaille, P., Legault, A. et Feunteun, E. (2007). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2006.: Pour l'Association Frémur Baie de Beaussais et le Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance. 63 p.

2008 (2)

Acou, A., Laffaille, P., Legault, A., et Feunteun, E. (2008). Migration patterns of silver eels (*Anguilla anguilla*, L.) in an obstructed river system. *Ecology of freshwater fish*. doi : 10.1111/j.1600-0633.2008.00295.x

Guillouët, J., Blanck A., Acou, A., Laffaille, P., Legault, A. et Feunteun, E. (2008). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2007.: Pour l'Association Frémur Baie de Beussais et le Comité Opérationnel des Elus et Usagers de la Rance. 61 p + ann.

2009 (4)

Acou, A., Legault, A., Laffaille, P., et Feunteun, E. (2009). Environmental determinism of year-to-year recruitment variability of European eel in a small coastal catchment, the Fremur River, northwest France. *Journal of Fish Biology*, 74, 9.

Acou, A., Gabriel, G., Laffaille, P. et Feunteun, E. (2009). "Differential production and condition indices of premigrant eels (*Anguilla anguilla*) in two small Atlantic coastal catchments of France." In *Eels at the Edge: Science, Status, and Conservation Concerns*, American Fishery Society Symposium 58, 449p.

Blanck, A., Legault, A., Acou, A., Laffaille, P., et Feunteun, E. (2009). Etude de la restauration de la population d'anguille sur le Frémur : suivi post-aménagement, année 2008. Pour Bretagne Grand Migrateurs. 47 p + ann.

Mazel V., 2009. Amélioration de la connaissance de la dynamique de la population d'anguilles à l'échelle du bassin versant du Frémur, rapport de master 2 IMACOF, Université François Rabelais de Tours, Fish-Pass, Pour Bretagne Grands Migrateurs. 75 p.

2011 (1)

Acou A., Rivot E., Van Gils J., Legault A. & Feunteun E, 2010.. Habitat carrying capacity is reached for European eel in a small coastal catchment: ecological evidence and implications for eel stock management, *Freshwater Biology*.

2012 (1)

Mazel V., Charrier F., Robinet T., Laffaille P., Accepted. Using length-frequency analysis to determine the age of *anguilla anguilla* (L.), J. Appl. Ichtyol.