

# 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 2013

Maître d'ouvrage :

Bretagne Grands Migrateurs



Edition : Mars 2014

Réalisé avec le concours de :



Maître d'œuvre :



Avec la participation de :



Comité Opérationnel  
des Elus et Usagers  
de la Rance et de la  
Côte d'Emeraude





## AVANT-PROPOS

---

**Ce rapport présente les résultats du suivi des migrations d'anguilles et l'évaluation des stocks en place sur le Frémur en 2013.**

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'études 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 2013 s'élève à 50 932,90 €, financée à hauteur de :**

- 50 % par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ;
- 30 % par le Conseil régional de Bretagne ;
- 20 % par Bretagne Grands Migrateurs dont 12 % par la Fédération Nationale de la Pêche en France).

## - 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 vont 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.

L'année 2014 est également marquée par le changement de maîtrise d'ouvrage du Programme Frémur, celle-ci passant de Bretagne Grands Migrateurs au Muséum National d'Histoire Naturelle (CRESCO, Dinard). Un grand remerciement est donc adressé à Bretagne Grands Migrateurs de la part de tous les acteurs proches ou lointains du Programme Frémur, pour l'avoir soutenu et animé entre 2008 et 2013.

## 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'anguilles.

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. Le Frémur est, en effet, Rivière Index du Plan de Gestion Anguille de la France. Il illustre bien les petits cours d'eau côtiers fragmentés par de nombreux ouvrages.

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 2013 est la 18<sup>ème</sup> 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 2013, les montées d'anguilles sur le Frémur sont moyennes avec le 11<sup>ème</sup> recrutement à Bois Joli depuis 1997 avec 4 279 individus. La migration a été assez condensée avec près de 80% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juin.

Sur le bassin versant à l'amont de Bois Joli, la densité moyenne et la biomasse moyenne en anguille sont en augmentation par rapport à 2012 mais restent relativement faibles. Le secteur Motte Olivet montre les densités les plus faibles depuis le début du suivi. 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.

La dévalaison 2013-2014 est plutôt moyenne avec un effectif de 255 anguilles entre le 1<sup>er</sup> septembre 2013 et le 24 février 2014.

**- RESUME -**

Le suivi au niveau du système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe a mis en évidence que 140 anguilles ont emprunté cette voie pour leur migration d'avalaison depuis mars 2012 dont 44 pour la dévalaison 2013-2014. La mortalité directe liée au fonctionnement du filtre est évaluée entre 2 et 100%, et la mortalité différée est estimée entre 81 et 93 % suivant les saisons de dévalaison.

**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 2013



3 rue des Grands Champs

ZA des 3 près

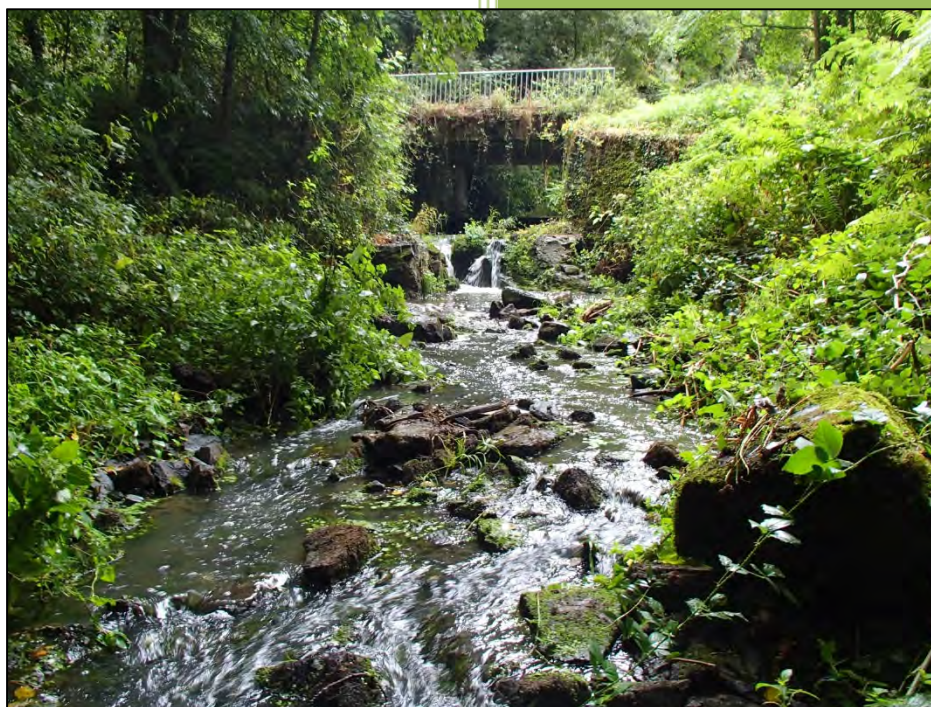
35890 LAILLE

Tel : (33) 02 99 77 32 11

Fax : (33) 02 99 77 31 96

[fishpass@fish-pass.fr](mailto:fishpass@fish-pass.fr)

[www.fish-pass.fr](http://www.fish-pass.fr)



*Le Frémur à Motte Olivet (Fish Pass)*

**CHARRIER F.**

**MAZEL V.**

**BONNAIRE F.**

**KNAEBEL B.**

**LEGAULT A.**

**- RESUME -**



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
RESUME .....	v
SOMMAIRE.....	iii
TABLE DES FIGURES.....	vi
TABLE DES TABLEAUX .....	ix
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 2013 .....	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 .....	22
4.2.1 Présentation des dispositifs de franchissements et de piégeages installés.....	22
4.2.2 Fréquence de suivi des pièges .....	23
4.3 Biométrie .....	23
4.4 Marquage individuel .....	24
5 Montées (Suivi annuel).....	26
5.1 Déroulement des montées.....	26
5.2 Effectifs des montées.....	29
5.3 Caractéristiques des individus en montée .....	30
6 Evaluation du stock (Suivi annuel).....	34
6.1 Stations de pêche électriques.....	34
6.2 Conditions de pêche.....	36
6.3 Peuplement, paramètres relatifs à l'anguille .....	37
6.4 Paramètres de la population d'anguille.....	45
6.4.1 Densité, biomasse .....	45

## - SOMMAIRE -

6.4.2	Répartition .....	48
6.4.3	Les tailles .....	53
6.4.3.1	Sur le bassin versant .....	53
6.4.3.2	Sur les différents secteurs .....	56
6.4.4	Coefficient de condition .....	59
6.4.5	Argenture .....	60
6.4.6	Etat sanitaire .....	62
7	Marquage individuel (Suivi annuel) .....	63
7.1	Test de mortalité et de perte de marque.....	63
7.2	Etudes du stock d'anguille : recapture, croissance et déplacement. ....	63
7.3	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.....	73
8.3.2	Sex-ratio .....	74
8.3.3	Taille et Poids.....	76
8.3.4	Stade de maturité.....	77
8.3.5	Coefficient de condition.....	78
8.3.6	Etat sanitaire .....	79
8.4	Etude de la dévalaison par système de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe 84	
8.4.1	Effectifs.....	85
8.4.2	Déroulement de la dévalaison par la conduite de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe .....	87
8.4.3	Pathologie et mortalité directe.....	88
8.4.4	Mortalité différé.....	90
9	Problèmes rencontrés en 2013 .....	92
10	Bilan des travaux de l'année 2013 et Discussion .....	95
11	Etude du déplacement des anguilles en dévalaison sur les retenues du Frémur .....	97
12	Opérations pour 2014.....	105
13	Bibliographie .....	106
14	Annexes.....	108
14.1	Annexe 1 : Densité et biomasse de l'anguille de 1995 à 2013.....	108
14.2	Annexe 2 : Effectif des montées.....	110
14.3	Annexe 3 : Effectif des dévalaisons (à Pont es Omnès) .....	110
14.4	Annexe 4 : Codification des pathologies de l'anguille (Beaulaton et Pénil, 2009)..	111
14.5	Annexe 3 : Mise en valeur du programme Frémur .....	112

**- SOMMAIRE -**

## **TABLE DES FIGURES**

FIGURE 1 : LE FREMUR AU LIEU-DIT VILLOU (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 1991-2014 (SOURCE BANQUEHYDRO)	5
FIGURE 4 : DEBIT MOYEN MENSUEL DU FREMUR A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU SUR LA PERIODE 1991-2014 (SOURCE BANQUEHYDRO).	5
FIGURE 5 : SYNTHESES DES EVENEMENTS HYDROLOGIQUES DU FREMUR MESURES A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU (SOURCE BANQUEHYDRO).	6
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).	7
FIGURE 8 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PHOSPHORE ENTRE 2003 ET 2012 (DONNÉES SMPEPCE, STATION : DREAL TRIGAVOU ET DE BOIS-JOLI, MISE EN FORME SMPEPCE).	9
FIGURE 9 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN NITRATE (NO <sub>3</sub> -) DE 2003 À 2012 (DONNÉES SMPEPCE, STATION : DREAL TRIGAVOU ET SMPEPCE BOIS JOLIE, MISE EN FORME SMPEPCE).	10
FIGURE 10 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CARBONE ORGANIQUE ENTRE 2003 ET 2012 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU ET LA STATION DE BOIS-JOLI, MISE EN FORME SMPEPCE).	11
FIGURE 11 : VUE AVAL DU BARRAGE DE PONT AVET AVEC SA PASSE A ANGUILLES (FISH PASS).	13
FIGURE 12 : PASSE ET PIEGES SUR LE BARRAGE DE PONT ES OMNES (FISH PASS).	14
FIGURE 13 : VUE DE L'ASCENSEUR A ANGUILE DU BOIS JOLI. (FISH PASS)	14
Figure 14 : PECHE ELECTRIQUE ET CHANTIER DE BIOMETRIE SUR LE FREMUR (FISH PASS)	20
FIGURE 15 : BIOMETRIE (MESURE DE LA TAILLE ET DU DIAMETRE DE L'OEIL) PRISE SUR UNE ANGUILE DU FREMUR (FISH PASS).	24
FIGURE 16 : INJECTION D'UN "PIT TAG" DANS LA CAVITE ABDOMINALE D'UNE ANGUILE. (FISH PASS).	25
FIGURE 17 : EN HAUT, EVOLUTION DES EFFECTIFS D'ANGUILLES EN MONTEE SUR LE PIEGE DE BOIS JOLI SUR LE FREMUR EN 2011 ET 2012. EN BAS, DEBIT JOURNALIER OBSERVE SUR LE FREMUR (FISH PASS, DONNEES HYDROLOGIQUE : DREAL).	27
FIGURE 18 : MONTEES RELATIVES CUMULEES SUR LE PIEGES DE BOIS JOLI DE 1997 A 2012. (FISH PASS).	28
FIGURE 19 : TAUX MOYEN MENSUEL DE RECRUTEMENT SUR LE FREMUR A BOIS JOLI EN 2012 (FISH PASS).	29
FIGURE 20 : BILAN DES MONTEES BRUTES SUR LES DEUX PIEGES. FREMUR DE 1997 A 2012. (FISH PASS).	30
FIGURE 21 : TAILLES DES ANGUILLES EN MONTEE PAR ANNEE A BOIS JOLI (FISH PASS).	31
FIGURE 22 : DISTRIBUTIONS DE LA TAILLE DES ANGUILLES CAPTUREES EN 2012 ET EN 2013 SUR LE PIEGE DE MONTEE DE BOIS JOLI (TAILLE <=250 MM) (FISH PASS).	32
FIGURE 23 : BOXPLOT DE LA TAILLE DES ANGUILLES EN MONTEE A BOIS JOLI EN FONCTION DU MOIS DE L'ANNEE (FISH PASS)	33

## - TABLE DES FIGURES -

FIGURE 24 : 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).	34
FIGURE 25 : LE SECTEUR DE TRELAT EN 2013	36
FIGURE 26 : EVOLUTION DES DENSITES MOYENNES 2013 ET 2012 DES ESPECES CAPTUREES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013. SECTEURS PONT AVET ET PONT ES OMNES NON INTEGRES. SECTEUR DU VILLOU NON PECHE EN 2007. (FISH PASS)	40
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)	41
FIGURE 28 : EVOLUTION INTER ANNUELLE DE 1995 A 2013 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)	44
FIGURE 29 : EVOLUTION ANNUELLE DE LA DENSITE ET DE LA BIOMASSE D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)	46
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)	47
FIGURE 31 : AMONT DU SECTEUR DE MOTTE OLIVET. EN ORANGE, UN SEUIL NATUREL. EN ROUGE, UN SEUIL ARTIFICIEL NON EQUIPE (FISH PASS).	48
FIGURE 32 : EVOLUTION DES PARAMETRES DENSITES ET BIOMASSES D'ANGUILLE EN FONCTION DE LA DISTANCE A LA MER SUR LE FREMUR EN 2012, 2013 ET MOYENNE DEPUIS 1995. (FISH PASS)	50
FIGURE 33 : EVOLUTION DES DENSITES (IND/M <sup>2</sup> ) PAR SECTEUR ENTRE 1995 ET 2013 (FISH PASS)	51
FIGURE 34 : EVOLUTION DU PARAMETRE POIDS MOYEN (CALCULE PAR LE RAPPORT BIOMASSE SUR DENSITE) PAR SECTEUR POUR 2012, 2013 ET MOYENNE INTER-ANNUELLE DEPUIS 1995. (FISH PASS)	52
FIGURE 35 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DES LONGUEURS TOTALES DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)	53
FIGURE 36 : DISTRIBUTION DES LONGUEURS D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 EN PAS DE 2.5 MM (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 2013, PAS DE 2.5 MM (FISH PASS).	56
FIGURE 38 : TAILLES MOYENNES DES ANGUILLES PAR ANNEE ET PAR SECTEUR SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (FISH PASS).	57
FIGURE 39 : DISTRIBUTION DES COEFFICIENTS DE CONDITION DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR EN 2013 PAR SECTEUR. (FISH PASS)	60
FIGURE 40 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DE 1996 A 2013 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
FIGURE 41 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES ECHANTILLONNEES EN PECHE ELECTRIQUE SUR LE FREMUR EN 2013 (FISH PASS)	62
FIGURE 42 : HAUT : EVOLUTION DES EFFECTIFS (CORRIGES) D'ANGUILLES SUR LE PIEGE DE PONT ES OMNES POUR LES DEVALAISONS 2012/2013 ET 2013/2014 ET PARAMETRES SUR LE PIEGE. BAS :	

## - TABLE DES FIGURES -

EVOLUTION DES DEBITS JOURNALIERS SUR LA STATION DE TRIGAVOU POUR 2011-2012 (DONNEES DREAL, REALISATION FISH PASS).	69
FIGURE 43: STADE ET EFFECTIF CUMULE PAR ANNEES DES ANGUILLES CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2013. *EFFECTIFS CORRIGES. (FISH PASS)	71
FIGURE 44 : NOMBRE D'ANGUILLES DEVALANTES VIVANTES ET MORTES PAR ANNEE, CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2013 (FISH PASS).	72
FIGURE 45 : DISTRIBUTION DES TAILLES DES ANGUILLES DEVALANTES PIEGEES AU PONT ES OMNES DE 1996 A 2013. (FISH PASS)	74
FIGURE 46 : HAUT : PROPORTION DES ANGUILLES DEVALANTES DE MOINS DE 450 MM DE 1996 A 2013 BAS : EFFECTIFS DES ANGUILLES DEVALANTES DE PART ET D' AUTRE DE LA TAILLE DE 450 MM DE 1996 A 2013. (FISH PASS)	75
FIGURE 47 : TAILLE ET POIDS DES ANGUILLES EN DEVALAISON DE 1996 A 2013 (FISH PASS)	76
FIGURE 48 : PROPORTIONS RELATIVES DES ANGUILLES PAR STADE DE MATURETE DANS LES DEVALAISONS ANNUELLES DU FREMUR DE 1996 A 2013 (TAILLE>250 MM). (FISH PASS)	77
FIGURE 49 : BOX PLOT DES COEFFICIENTS DE CONDITION DES ANGUILLES DEVALANTES SUR LE FREMUR DE 1996 A 2013. (FISH PASS)	78
FIGURE 50 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES EN DEVALAISON. EN HAUT, DEVALAISON 2012-2013. EN BAS, DEVALAISON 2013-2014. (FISH PASS)	80
FIGURE 51 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2012-2013. (FISH PASS)	81
FIGURE 52 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2013-2014. (FISH PASS)	82
FIGURE 53 : EROSION ET HEMORRAGIE OBSERVEES SUR UNE ANGUILLE EN DEVALAISON. (FISH PASS)	82
FIGURE 54 : A GAUCHE, FILTRE DU SYSTEME DE POMPAGE A BOIS JOLI (FISH PASS). A DROITE, PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU FILTRE. (TIMEX)	84
FIGURE 55 : SYSTEME DE PIEGEAGE AU NIVEAU DU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS)	85
Figure 56 : EFFECTIF EN ANGUILLE AU NIVEAU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS).* : DONNEES DE MARS A AOUT, # : DEVALAISON ENCORE EN COURS.	86
Figure 57 : Stade des anguilles en dévalaison par la conduite de pompage sur le Frémur	87
Figure 58 : Déroulement des dévalaisons 2012-2013 et 2013-2014 en fonction de la cote de Bois Joli.	88
FIGURE 59 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE. (FISH PASS)	89
FIGURE 60 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE EN 2012-2013 ET 2013-2014. (FISH PASS)	89
FIGURE 61 : A GAUCHE, ANGUILLE PRESENTANT DES EROSIONS, HEMORRAGIES ET ULCERES. A DROITE, ANGUILLE PRESENTANT UNE EROSION. (FISH PASS)	90
FIGURE 62 : MARQUAGE AU DERMOJET DES INDIVIDUS VIVANTS CAPTURES DANS LE PIEGE DU SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DU POMPAGE (FISH PASS)	90
FIGURE 63 : FREMUR A LA LIMITE DE SURVERSE SUR LA DIGUE DE PONT ES OMNES	92
FIGURE 64 : A GAUCHE, ABSENCE DE SURVERSE A PONT ES OMNES ET FUITES AU DESSUS DES BASTAINGS. A DROITE, PASSE A ANGUILLE A SEC (FISH PASS).	93
FIGURE 65 : ASCENSEUR DE BOIS JOLI APRES RUPTURE DU CABLE	94

## - TABLE DES TABLEAUX -

FIGURE 66 : MARQUAGE D'UNE ANGUILE ARGENTEE AVEC UNE MARQUE ACOUSTIQUE (FISH PASS).	98
FIGURE 67 : HYDROPHONE MIS EN PLACE SUR LA RETENUE DE BOIS JOLI (FISH PASS).	98

### **TABLE DES TABLEAUX**

---

Tableau 1 : RESULTATS DES IBGN ET IBD REALISES SUR LE FREMUR ENTRE 2007 ET 2009 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).	12
Tableau 2 : SYNTHESE DES RESULTATS CONCERNANT L'ETAT BIOLOGIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET HYDROMORPHOLOGIQUE SUR LE FREMUR (DONNEES AELB, SMPEPCE 2012)	12
TABLEAU 4: BILAN ANNUEL DES OPERATIONS EFFECTUEES (FISH PASS).	15
TABLEAU 5 : PASSAGES SUR LES PIEGES DE CAPTURE, ANNEES 1996 A 2013. (FISH PASS).	23
TABLEAU 6 : PASSAGES PECHE ELECTRIQUE DE 1995 A 2013 (DE L'AVAL A L'AMONT). (FISH PASS)	35
TABLEAU 7 : DENSITE MOYENNE PAR ESPECE (IND./M <sup>2</sup> ) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)	42
TABLEAU 8 : BIOMASSE MOYENNE PAR ESPECE (G/M <sup>2</sup> ) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)	43
TABLEAU 9 : POURCENTAGE D'ANGUILLES ARGENTEEES (NOMBRE D'INDIVIDUS) PAR SECTEUR, FREMUR 2012 (FISH PASS)	61
TABLEAU 10 : BILAN DES RECAPTURES LORS DES PECHEES ELECTRIQUES (* ANNEES POUR LESQUELLES 2 CAMPAGNES DE PECHEES ELECTRIQUE ETAIENT REALISEES) (FISH PASS).	64
TABLEAU 11 : CARACTERISTIQUES, CROISSANCE ET DEPLACEMENT DES INDIVIDUS MARQUES EN 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 ET RECAPTURES DURANT LES PECHEES ELECTRIQUES DE L'AUTOMNE 2013 (FISH PASS).	65
TABLEAU 12 : SYNTHESE DES CROISSANCES MOYENNES ANNUELLES DES INDIVIDUS MARQUES ET RECAPTURES SUR LE FREMUR PAR ANNEE (FISH PASS)	66
TABLEAU 13 : BILAN DES RECAPTURES EN DEVALAISON (FISH PASS).	67

## 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'anguilles 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" (WGEEL<sup>1</sup>) 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 18 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.

---

<sup>1</sup> 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 km<sup>2</sup> 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 Trémérec, 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 Trémérec) 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 VILLOU (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 m<sup>3</sup> 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 à la place de la retenue de Pont Avet. Ainsi, une station de pompage a été construite sur le site du Bois Joli. Dans la zone des sources, de nombreux petits étangs privatifs ont été créés dans la zone des sources. Enfin, il faut mentionner de

## - Le Bassin Versant du Frémur -

nombreux 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 km<sup>2</sup>
- **Département** : Côtes-d'Armor
- **Mise en service le** : 17/10/1991
- **Type** : station à une échelle
- **Régime influencé** : pas ou faiblement
- **Altitude** : 35 m

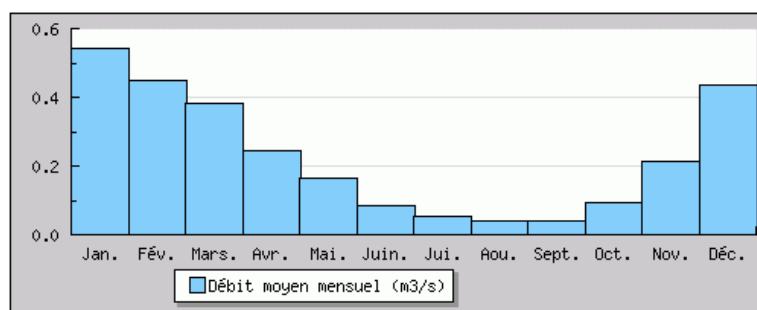
## - Le Bassin Versant du Frémur -

- **Statut** : station avec signification hydrologique
- **Bassin-versant topographique** : 37.5 km<sup>2</sup>
- **Coordonnées** : (LAMBERT II étendu) X = 274380 m Y = 2403800 m

<b>module (moyenne)</b>
0.228 [ 0.197;0.259 ]

**FIGURE 3 : MODULE DU FREMUR A LA STATION DE Jaugeage de Pleslin-Trigavou sur la période 1991-2014 (Source BanqueHydro)**

Le module du Frémur au niveau de la station de Trigavou est de 228 l/s (FIGURE 3).



**FIGURE 4 : DEBIT MOYEN MENSUEL DU FREMUR A LA STATION DE Pleslin Trigavou sur la période 1991-2014 (Source BanqueHydro).**

**basses eaux ( loi de Galton - janvier à décembre ) - données calculées sur 24 ans**

fréquence	VCN3 (m3/s)	VCN10 (m3/s)	QMNA (m3/s)
biennale	0.015 [ 0.013;0.018 ]	0.020 [ 0.017;0.023 ]	0.028 [ 0.024;0.033 ]
quinquennale sèche	0.010 [ 0.008;0.012 ]	0.014 [ 0.011;0.016 ]	0.020 [ 0.017;0.023 ]

*Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.*

**crues ( loi de Gumbel - septembre à août ) - données calculées sur 22 ans**

fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
biennale	2.700 [ 2.300;3.300 ]	4.300 [ 3.500;5.400 ]
quinquennale	4.300 [ 3.700;5.400 ]	7.000 [ 6.000;9.100 ]
décennale	5.300 [ 4.500;6.900 ]	8.800 [ 7.500;12.00 ]
vicennale	6.300 [ 5.300;8.400 ]	11.00 [ 8.900;14.00 ]
cinquantennale	7.600 [ 6.400;10.00 ]	13.00 [ 11.00;17.00 ]
centennale	non calculé	non calculé

*Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.*

**maximums connus (par la banque HYDRO)**

débit instantané maximal (m3/s)	14.20 #	26 mai 2010 00:06
hauteur maximale instantanée (cm)	192	26 mai 2010 00:06
débit journalier maximal (m3/s)	7.650 #	28 février 2010

## - Le Bassin Versant du Frémur -

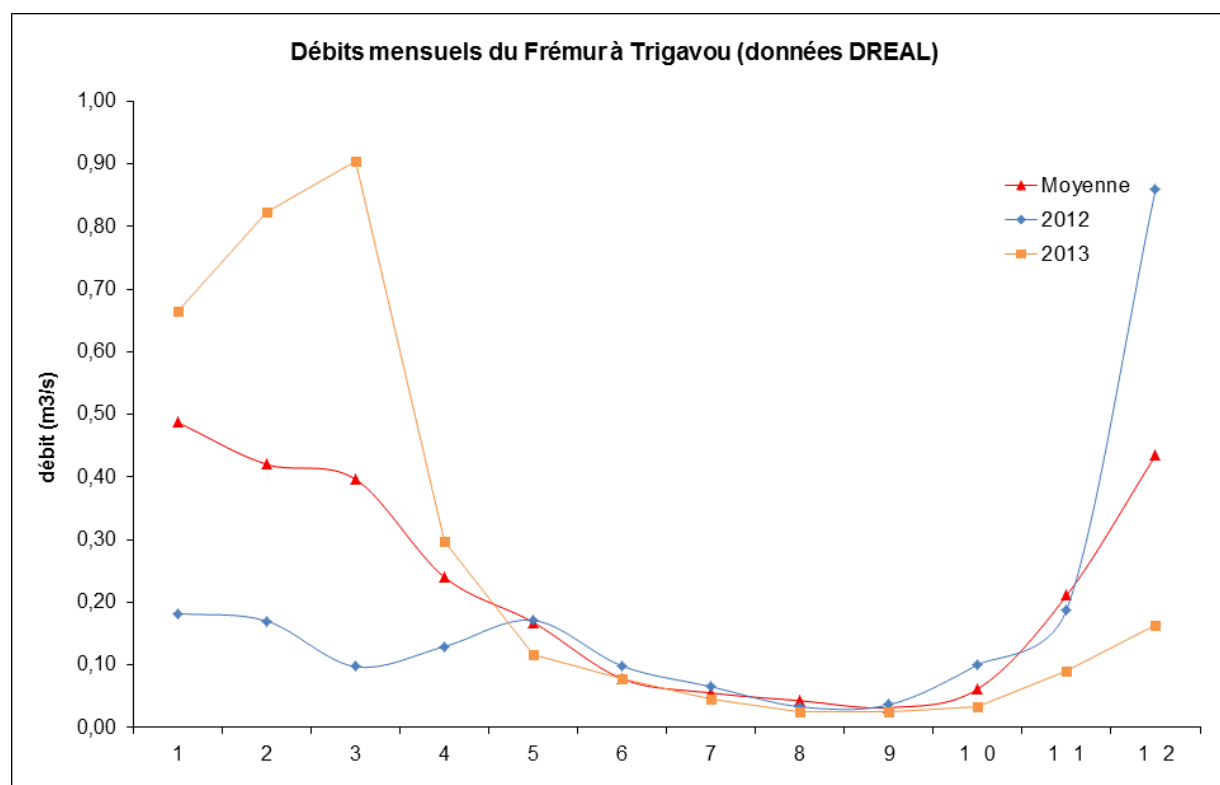
**FIGURE 5 : SYNTHES DES EVENEMENTS HYDROLOGIQUES DU FREMUR MESURES A LA STATION DE PLESLIN TRIGAVOU (SOURCE BANQUEHYDRO).**

débits classés - données calculées sur 8147 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 (m3/s)	1.750	1.340	0.865	0.572	0.328	0.216	0.143	0.097	0.068	0.047	0.033	0.024	0.019	0.014	0.010

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

Le début de l'année 2012 a présenté une hydrologie relativement faible avec débits moyens pour les mois de janvier, février, mars et avril près de deux fois inférieurs aux débits moyens mensuels interannuels (FIGURE 7). 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. Ces fortes précipitations observées en décembre 2012 se sont prolongées jusqu'en mars entrainant des débits moyens mensuels nettement supérieurs à la moyenne interannuelle (deux fois supérieurs pour le mois de mars). Par contre, la période de mai à décembre 2013 a été relativement sèche : les débits ont été légèrement plus faibles que la moyenne interannuelle entre mai et octobre et plus de deux fois plus faibles en novembre et décembre. Cependant, il faut signaler un nombre important de tempêtes entre fin décembre 2013 et février 2014 qui ont fortement augmenté l'hydrologie.



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

Les débits importants observés de décembre 2012 à avril 2013 ont permis une surverse à Bois Joli assez tôt (mi-décembre) par rapport à 2011 et qui s'est prolongée jusqu'à fin mai-début juin. Ces conditions hydrologiques inhabituelles ont rendu possible la dévalaison des anguilles sur une longue période ce qui peut expliquer le nombre relativement important d'anguilles dévalantes. De même, elles ont permis un bon débit d'attrait qui peut expliquer les fortes remontées observées fin avril début mai 2013. Par contre, la période estivale relativement sèche a créé des problèmes de débits, absence de surverse à Pont es Omnès, qui ont pu entraver des migrations à la fois de montaison et de dévalaison. La dévalaison 2013-2014, qui semblait compromise (niveau de la retenue très bas jusqu'à mi-décembre), a commencé avec la surverse début janvier 2014, bien aidée par les tempêtes qui ont rapidement rempli la retenue.

Contrairement à la campagne de pêche 2012, l'hydrologie n'a pas affecté les pêches d'automne. Le niveau d'eau sur le secteur Villou était bas. Ce secteur présentait donc des faciès d'écoulement lotiques et un habitat comparable aux autres années de suivi (sauf 2012 et 2007).

## 2.3 Qualité de l'eau du Frémur

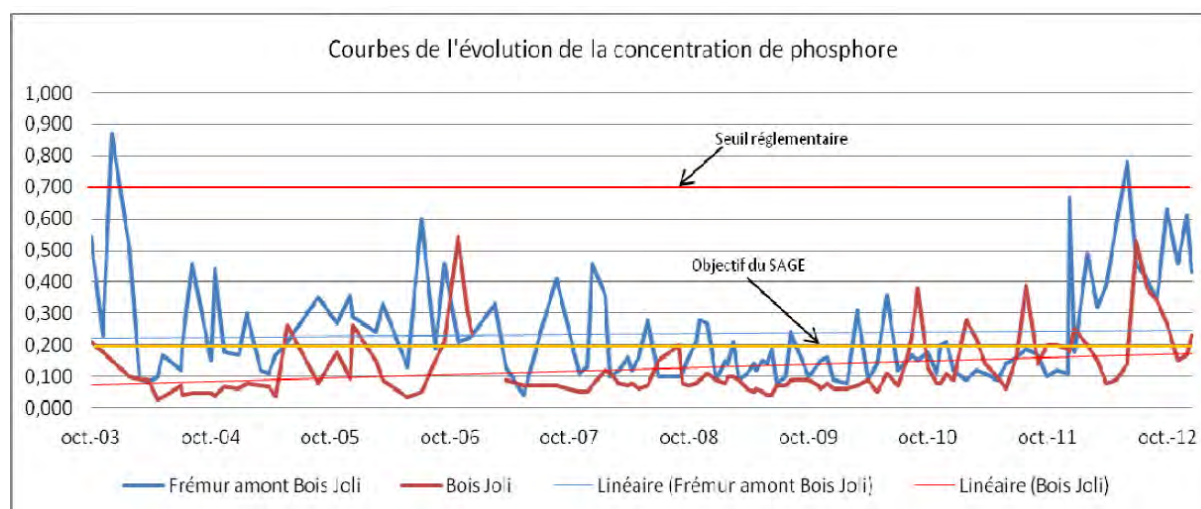
Les données de qualité d'eau présentées ci-après ont été recueillies sur 2 stations appartenant au cours principal du Frémur. La première est située à Trigavou en amont du réservoir de Bois-Joli et est suivie par la DREAL. La seconde, située au niveau de la prise d'eau potable à l'aval de la retenue de Bois-Joli, est suivie par le SMPEPCE. Ces stations permettent de suivre l'évolution de la qualité de l'eau au cours du temps, mais également d'amont en aval sur le « complexe de Bois-Joli ». Les prélèvements d'eau sont effectués tous les mois par les différents acteurs en charge du suivi. Les données sont ensuite échangées et analysées (les données décrites ci-après ont été transmises par le SMPEPCE).

Différents paramètres physico-chimiques ont été étudiés de manière régulière depuis 1997 sur la station de Trigavou et depuis 2003 sur la station de Bois-Joli. L'évolution, entre 2003 et 2012, des concentrations dans l'eau de certains de ces paramètres est présentée dans ce rapport. Notamment concernant les Phosphates (FIGURE 8), les Nitrates (FIGURE 9) ou encore le Carbone Organique Dissous (FIGURE 10). Enfin, le cas des pesticides est succinctement abordé ainsi que les résultats d'indices biologiques (Tableau 1).

**Les phosphates :** Ces derniers se retrouvent dans l'eau sous plusieurs formes moléculaires, notamment sous forme d'Orthophosphates facilement utilisables pour la croissance des algues et plantes aquatiques. La concentration moyenne interannuelle observée pour les Orthophosphates de 2007 à 2012 est de 0.19 mg/l pour la station de Trigavou contre 0,09 mg/l à la station de Bois-Joli. Les valeurs des percentiles 90 sont respectivement de 0,31 mg/l contre 0,14 mg/l pour les années 2011 et 2012. Les valeurs moyennes de 2013 sont de 0,22 mg/l à Trigavou et de 0.06 mg/l à l'aval de Bois-Joli. Ces valeurs correspondent à un indice de bon état écologique selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (MEDDAT, 2012). La valeur seuil de 0.5 mg/l (limite entre l'indice de qualité bon et moyen) n'a été dépassée qu'une seule fois pour chaque station, en août 2007 à Trigavou avec une concentration de 0,54 mg/l et 0,6 mg/L à Bois-Joli en août 2010. Le paramètre orthophosphate n'est donc pas déclassant pour l'évaluation de l'état physico-chimique du Frémur. De plus, on peut constater une nette diminution des concentrations d'amont en aval, renseignant sur la consommation de ces orthophosphates par les communautés phytoplanctoniques présentes dans la retenue de Bois-Joli. Enfin, les concentrations semblent rester stables au regard des trois dernières années de prélèvement, pour les deux stations de suivi.

## - Le Bassin Versant du Frémur -

**Le phosphore total :** Une légère hausse des concentrations en phosphore total est observée dans le Frémur pour les 2 stations de prélèvement. Cette contamination plus importante en 2011, 2012 et 2013 peut s'expliquer par les périodes de fortes pluies observées ces dernières années (SMPEPCE, 2012). Sur la période 2003 – 2012, la moyenne interannuelle est de 0,23 mg/l à l'amont de Bois Joli et de 0,13 mg/l au niveau de Bois Joli. Les percentiles 90 pour les années 2011 et 2012 sont de 0,22 mg/L en amont de Bois-Joli et de 0,15 mg/l au niveau du barrage. Ce qui correspond à un indice de qualité moyen selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux de surfaces continental (MEDDAT, 2012). Plusieurs pics au-dessus de 0.2 mg/l (valeur seuil entre l'indice de qualité bon et moyen) ont été enregistrés en 2011, 2012 et 2013, uniquement pour la station en amont de Bois-Joli. Le paramètre Phosphore Total est donc déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur. Enfin un gradient amont-aval est également constaté avec des concentrations plus faibles à l'aval. Ce phénomène pouvant être expliqué par une accumulation du phosphore dans les sédiments de la retenue par la décantation des matières en suspension ou par l'assimilation d'orthophosphates par le phytoplancton qui alimente ensuite directement ou indirectement la sédimentation biogène (JIGOREL A. *et al*, 2005).



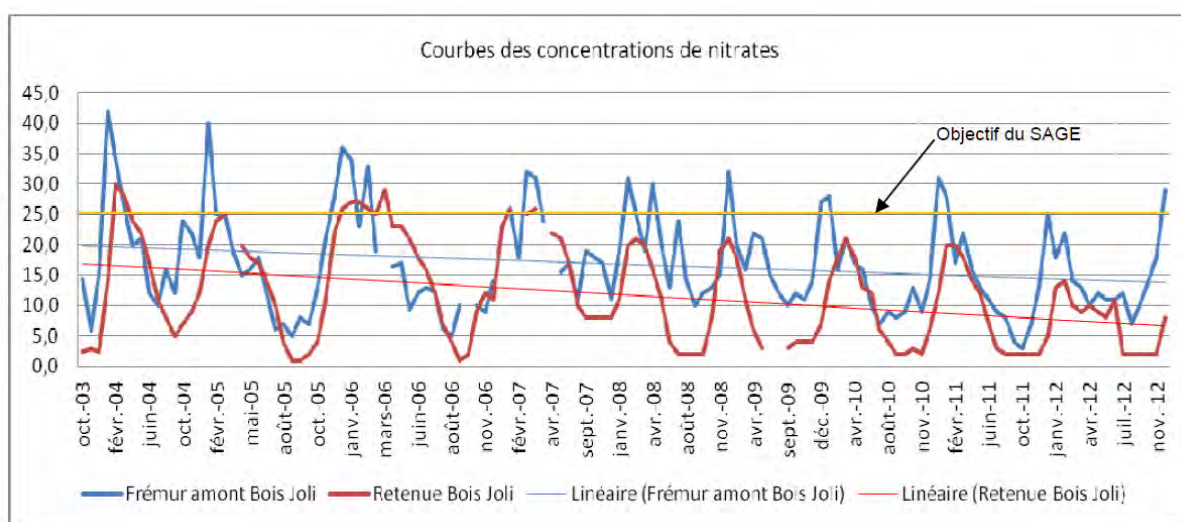
**FIGURE 8 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PHOSPHORE ENTRE 2003 ET 2012 (DONNÉES SMPEPCE, STATION : DREAL TRIGAVOU ET DE BOIS-JOLI, MISE EN FORME SMPEPCE).**

**Les nitrates :** Cet élément est également essentiel à la croissance des plantes aquatiques. Les concentrations en Nitrates sont globalement semblables pour les 2 stations avec une légère diminution d'amont en aval mettant en avant une consommation des nitrates dans la retenue. Le même profil se répète tous les ans avec une petite hausse des concentrations pendant la période hivernale et une baisse en été (FIGURE 9). Des valeurs maximums ont été observées en janvier 2004 à Trigavou avec 0,42 mg/l et 0,30 mg/l au niveau de Bois-Joli en février 2004. De plus, les percentiles 90 sont d'environ 27 mg/l pour Trigavou et 18 mg/l pour Bois-Joli, considérant les années 2008 à 2012. La tendance



## - Le Bassin Versant du Frémur -

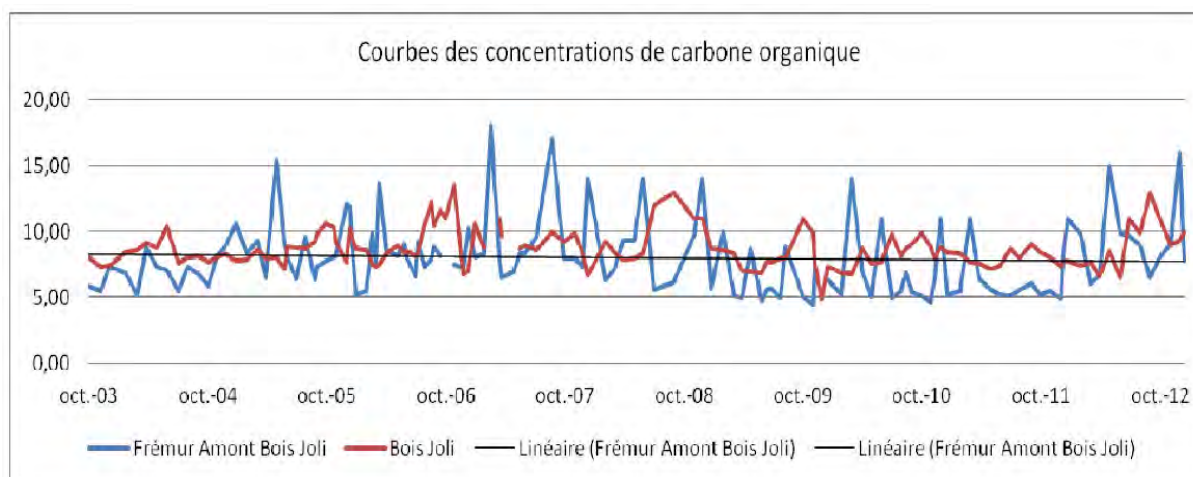
générale semble être à la baisse depuis 2007, cependant une hausse des concentrations est observée sur l'année 2013 avec une moyenne annuelle de 13,2 mg/l au niveau de Bois-Joli contre 7 mg/L en 2012 ou encore 8 mg/l en 2011. Ainsi, les concentrations en nitrate montrent un bon indice de qualité de l'eau selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (MEDDAT, 2009). La limite du seuil, fixée à 50 mg/l n'ayant jamais été dépassée au cours des 10 dernières années, ce paramètre n'est pas déclassant pour la qualité de l'eau du Frémur.



**FIGURE 9 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN NITRATE (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) DE 2003 À 2012 (DONNÉES SMPEPCE, STATION : DREAL TRIGAVOU ET SMPEPCE BOIS JOLIE, MISE EN FORME SMPEPCE).**

**Le carbone organique dissous :** Le carbone organique dissous (COD) permet de mettre en évidence la pollution organique du milieu aquatique. Des concentrations trop élevées en COD peuvent altérer les réserves d'oxygène des cours d'eau, consommées par les micro-organismes aquatiques lors de la dégradation des molécules organiques. Pour les années 2008-2012, les percentiles 90 sont semblables en amont et en aval de la retenue de Bois-Joli avec 12 mg/l. la moyenne interannuelle étant de 6 mg/l en amont de la retenue de Bois-Joli et de 8 mg/l en aval. Concernant l'année 2013 la moyenne annuelle est d'environ 12 mg/l pour les 2 stations. Une augmentation des concentrations est ainsi observée sur les trois dernières années. Ainsi, en considérant la valeur seuil de 10 mg/l, entre l'indice de qualité moyen et médiocre selon le guide technique d'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales (MEDDAT, 2012), le paramètre Carbone organique apparaît le plus déclassant. Il classe le cours d'eau Frémur en état physico-chimique médiocre. Ces fortes concentrations en carbone organique peuvent être liées aux problèmes de traitement des eaux usées et rejets de stations d'épurations non conformes, observées sur le bassin versant du Frémur.

## - Le Bassin Versant du Frémur -



**FIGURE 10 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN CARBONE ORGANIQUE ENTRE 2003 ET 2012 (DONNÉES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU ET LA STATION DE BOIS-JOLI, MISE EN FORME SMPEPCE).**

**Les pesticides :** Les teneurs en pesticides sont régulièrement mesurées sur différentes stations du Frémur. En 2010, dans tous les prélèvements, au moins une molécule est égale ou supérieure à la norme de 0,1 µg/l. Le nombre de molécules retrouvées est important avec au maximum 22 molécules en mai 2010 et un total de 5,9 µg/l (la norme étant à 5µg/l). De plus, à la même période, des taux dépassant 33 fois la norme des 0,1 µg/l en glyphosate ont été observés dans le Frémur. Les principales molécules les plus retrouvées restent les désherbants, tels que le diuron, l'isoprotuon ou encore l'atrazine (désherbant du maïs interdit depuis 2003). Les dates de détection de ces substances coïncident avec les périodes d'utilisation sur les différentes cultures présentes sur bassin versant (Source : SMPEPCE 2012).

**Les indices biologiques :** Des indices biologiques, Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) pour les macroinvertébrés et Indice Biologique Diatomé (IBD), sont régulièrement réalisés sur le Frémur (Tableau 1). Concernant les IBGN, les notes obtenues 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. Il met en évidence une altération par les matières organiques.

L'Indice Poisson Rivière (IPR) est par contre mauvais (Tableau 2). Cet indice biologique est le plus déclassant pour l'état biologique du cours d'eau.

## - Le Bassin Versant du Frémur -

**Tableau 1 : RESULTATS DES IBGN ET IBD REALISES SUR LE FREMUR ENTRE 2007 ET 2009 (DONNEES SMPEPCE, STATION DREAL TRIGAVOU, MISE EN FORME FISH PASS).**

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

**Bilan :** La Directive Cadre Européenne sur l'Eau vise à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015. L'état écologique est la synthèse de l'état biologique et de l'état physico-chimique. Les données pour le Frémur sont présentées dans le Tableau 2 ci-dessous :

**Tableau 2 : SYNTHESE DES RESULTATS CONCERNANT L'ETAT BIOLOGIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET HYDROMORPHOLOGIQUE SUR LE FREMUR (DONNEES AELB, SMPEPCE 2012)**

	ETAT BIOLOGIQUE	IBD	IBGN	IPR	ETAT PHYSICO-CHIMIQUE (p.pégase)	saturation O2	COD (Etat avec COD/sans COD)	PO4	P total	NH4	NO3	Etat hydromorpho (Syrah)
Frémur	48	65	8			45	36	73	59	70	71	

	indice >80	très bon état
	60<indice<80	bon état
	40<indice<60	état moyen
	20<indice<40	état médiocre
	indice<20	état mauvais
	Absence de données	

**Abréviations :**

- ME : masse d'eau
- IBD : indice diatomées
- IBGN : indice biologique global
- DBO5 : demande biologique en oxygène
- COD : carbone organique dissous
- Po4 : phosphates (phosphore dissous)
- NH4 : amoniac (azote réduit)
- NO3 : nitrate

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. Le complexe de Bois-Joli (regroupant une succession de trois retenues dont la plus amont est utilisée pour la production d'eau potable) est une masse d'eau fortement modifiée (MEFM) méso-eutrophe dont l'objectif d'atteinte du bon état écologique est reporté à 2021. Les paramètres déclassant au titre de la DCE sont les macropolluants (phosphore et carbone organique dissous) pour l'état physico-chimique, la morphologie du cours d'eau et enfin l'IPR en terme d'état biologique. L'Agence de l'Eau Loire Bretagne considère qu'en 2010-2011, l'état écologique du Frémur est mauvais (SMPEPCE, 2012)

### 3 Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2013

#### 3.1 État initial

L'état initial de la population d'anguilles 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 11):** situé à 2 km de la mer et utilisé comme retenue pour le fonctionnement de l'usine d'eau potable.



FIGURE 11 : VUE AVAL DU BARRAGE DE PONT AVET AVEC SA PASSE A ANGUILLES (FISH PASS).

**- Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2013 -**

**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 12).



**FIGURE 12 : 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 13).



**FIGURE 13 : 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'anguilles du Frémur (TABLEAU 3).

**TABLEAU 3: 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	2013
<b>Paramètres caractérisant la population d'anguille sédentaire (1)</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Opérations de marquage individuel (2)</b>	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X
<b>Opération de recaptures individuelles (3)</b>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Flux d'anguilles et caractéristiques des individus (4)</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Opérations de marquage-recapture de masse (5)</b>				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 lenticules 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 dévalaison capturées sur le piège de Pont es Omnès n'ont pas été marquées en raison de la très faible

## - Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2013 -

probabilité de recapture. En 2001, 2002, 2003, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013 toutes les anguilles argentées ou en phase d'argenteure et la plupart des anguilles de longueur supérieure à 250 mm 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, 2013-2014.

**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 réservé 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 démonté fin février 1999. Il a été remonté dans le cadre de l'étude spécifique de comptage 2000-2001

## - Rappel des opérations effectuées de 1995 à 2013 -

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 permet de quantifier le nombre d'anguilles et qualifier les états (blessure, etc...) des anguilles qui empruntent ce système pour dévaler et de connaître les périodes de dévalaison par ce système.

**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, sur leurs fonds propres, 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<sup>er</sup> janvier au 31 décembre de chaque année.**

**Pour la dévalaison, chaque campagne est définie du 1<sup>er</sup> 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 (lentique).

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

#### 4.1.1 *Milieu lentique*

**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 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.

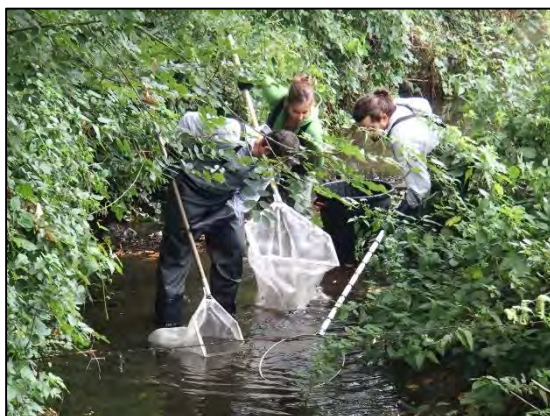
**Depuis 2006**, la technique de pêche est celle des points de sondage. Un point de pêche de 30 secondes est réalisé tous les 3 mètres sur chaque rive. Des points supplémentaires en milieu de cours d'eau sont réalisés quand la largeur excède ponctuellement 3 mètres. Le temps affecté à un point de pêche 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 -

PASE<sup>2</sup>, 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 limitées 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 (Figure 14).** 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, héliophytes, 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.



**Figure 14 : PECHE ELECTRIQUE ET CHANTIER DE BIOMETRIE SUR LE FREMUR (FISH PASS)**

Ainsi, pour le Frémur, afin de pouvoir comparer les pêches d'automne de 2013 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 2013 sont les mêmes que celles pêchées en 2012, hormis une station qui a été déplacée d'une cinquantaine de mètres du fait d'une fermeture

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

## **- Méthodologie des suivis sur le Frémur -**

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.

## 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 11).

#### ➤ 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'anguilles en montaison nommé ci-après dans ce rapport « la montée ». **Le suivi de montaison sur ce piège a été arrêté en 2012. Il a cependant été remis en fonctionnement de manière ponctuelle durant l'été 2013 pour pallier aux problèmes de débit et à l'absence de surverse.**

Un piège de dévalaison a également été installé sur ce dernier (FIGURE 12). 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 13). 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 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.

Sur l'ensemble de l'année 2013, 106 relèves ont été réalisées au niveau de la passe de montée de Bois Joli et du piège de dévalaison de Pont es Omnès (TABLEAU 4) (les passages supplémentaires dépendent des conditions hydrauliques générant plus ou moins de relèves que les prévisions). Une relève a également été faite sur le piège de montée de Pont es Omnès pour les raisons expliquées précédemment (cf § 4.2.1). La fréquence de passage a été d'environ un passage tous les 3 jours. Concernant le piège du filtre de la station de pompage, 75 relèves ont été effectuées.

**TABLEAU 4 : PASSAGES SUR LES PIEGES DE CAPTURE, ANNEES 1996 A 2013. (FISH PASS).**

Station	Année																	
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ascenseur Bois Joli	20	100	121	68	79	125	130	58	142	134	92	103	111	106	110	105	108	106
piège montée PeO	37	147	186	143	140	130	155	91	161	145	122	110	111	109	110	105	15	1
piège dévalaison PeO	36	147	186	147	152	128	153	91	165	147	124	111	115	108	112	105	110	106
piège dévalaison BJ			34	14	5													
piège filtre station de pompage																	61	75

### 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.**

Toutes les anguilles capturées sont mesurées (longueur totale) (FIGURE 15) et pesées. **Pour les pêches d'automne 2013 et la dévalaison 2013-2014, des mesures complémentaires de diamètre oculaire et de longueur de la nageoire pectorale ont été réalisées.** Le stade de maturité de l'anguille est estimé sur les critères de coloration externe, diamètre oculaire et présence d'une ligne latérale

## - Méthodologie des suivis sur le Frémur -

différenciée. La présence de marque individuelle est testée sur toutes les anguilles capturées (taille > 200 mm).



FIGURE 15 : BIOMETRIE (MESURE DE LA TAILLE ET DU DIAMETRE DE L'OEIL) 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 2013 constitue donc la 18<sup>ème</sup> année de recapture pour les plus anciennes anguilles marquées. En 2013, 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).

**- Méthodologie des suivis sur le Frémur -**



**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 2013.



## 5 Montées (Suivi annuel)

---

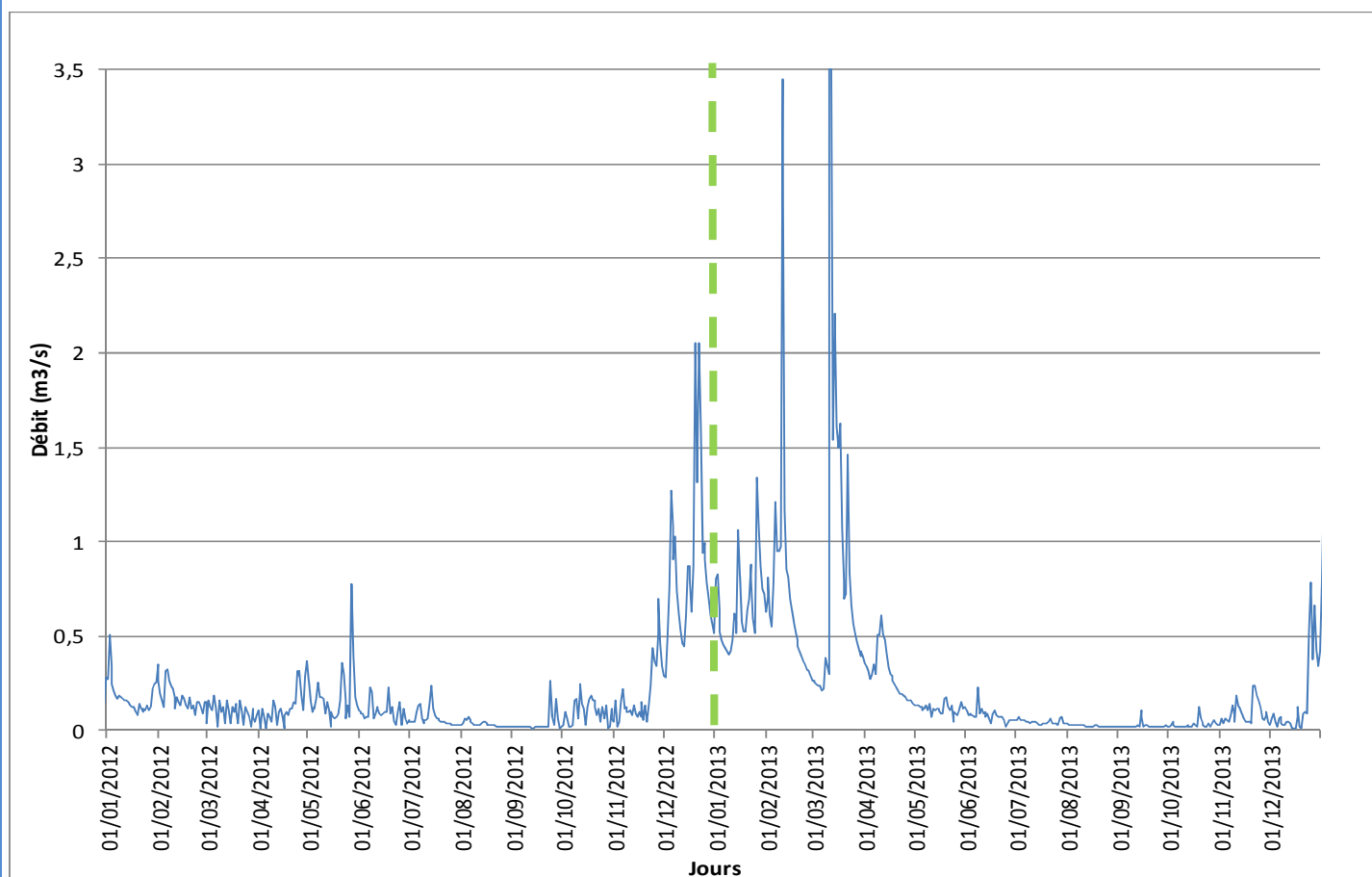
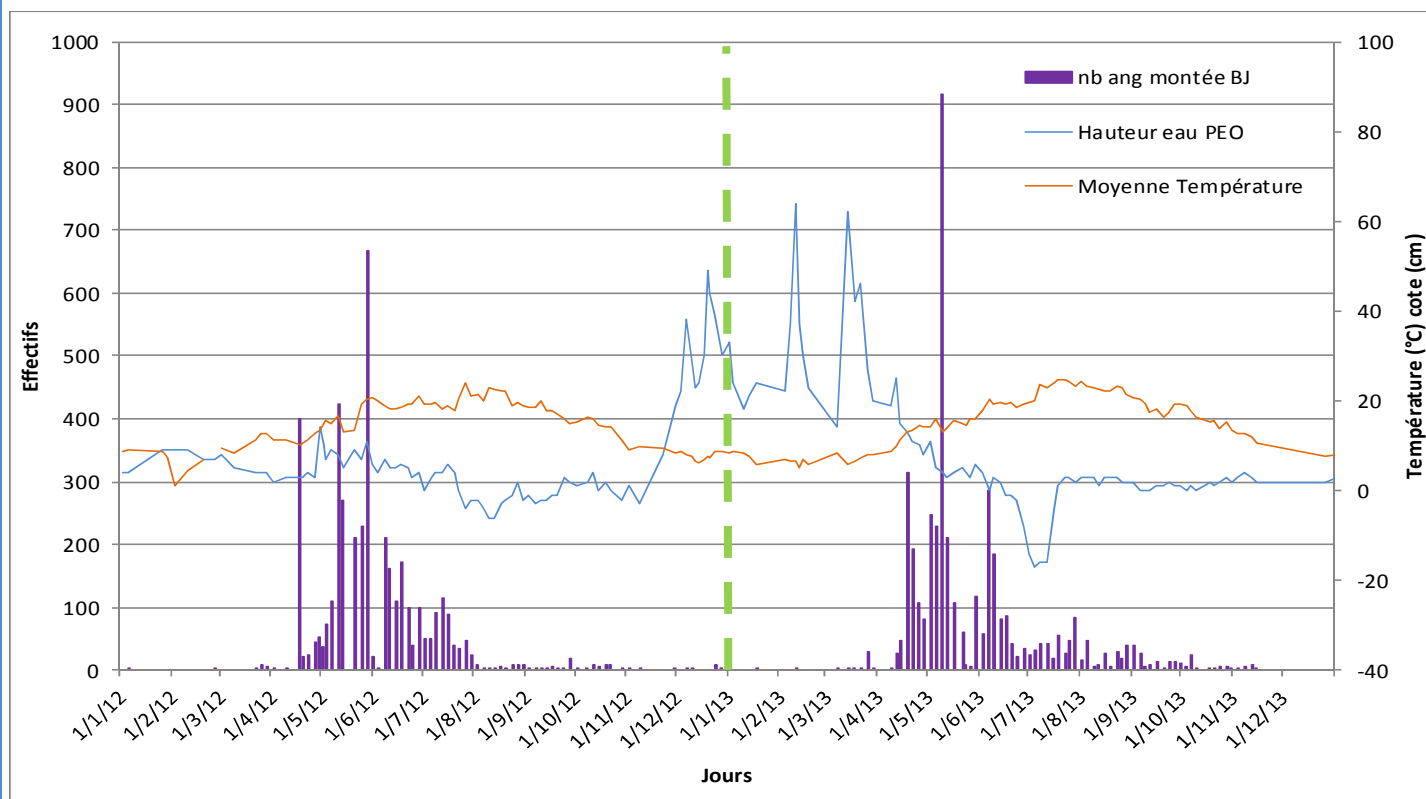
Depuis 2012, les captures des montées sont effectuées uniquement sur le piège de Bois Joli.

### 5.1 Déroulement des montées

Pour l'année 2013, la migration anadrome a commencé fin mars au niveau du piège de Bois Joli comme pour le suivi 2012 (FIGURE 17). Ponctuellement, quelques individus ont tout de même entrepris une migration avant cette date. Le premier pic de migration, plus de 300 individus, s'est déroulé à la mi-avril juste après la baisse des débits et le début de l'augmentation de la température de l'eau. Deux autres pics de migration ont eu lieu par la suite. Le plus important est visible mi-mai avec plus de 900 individus, l'autre a eu lieu début juin avec près de 300 individus. Comme cela a été observé auparavant, les pics de migrations se déroulent directement après des augmentations ponctuelles de débit. La plus grande partie de la migration s'est effectuée entre mi-avril et fin juin. Cependant des migrations régulières de plusieurs dizaines d'individus ont tout de même été relevées entre juillet et septembre. Après la mi-septembre, les migrations ont été très faibles et même absentes au mois de décembre.

La migration anadrome 2013 est assez semblable à celle de 2012 sauf pour les mois d'août et de septembre où elle présente des migrations plus importantes. Les fortes précipitations de début de printemps couplées à une surverse tardive du barrage de Bois Joli semblent avoir permis une bonne stimulation du comportement de migration.

**- Montées (Suivi annuel) -**

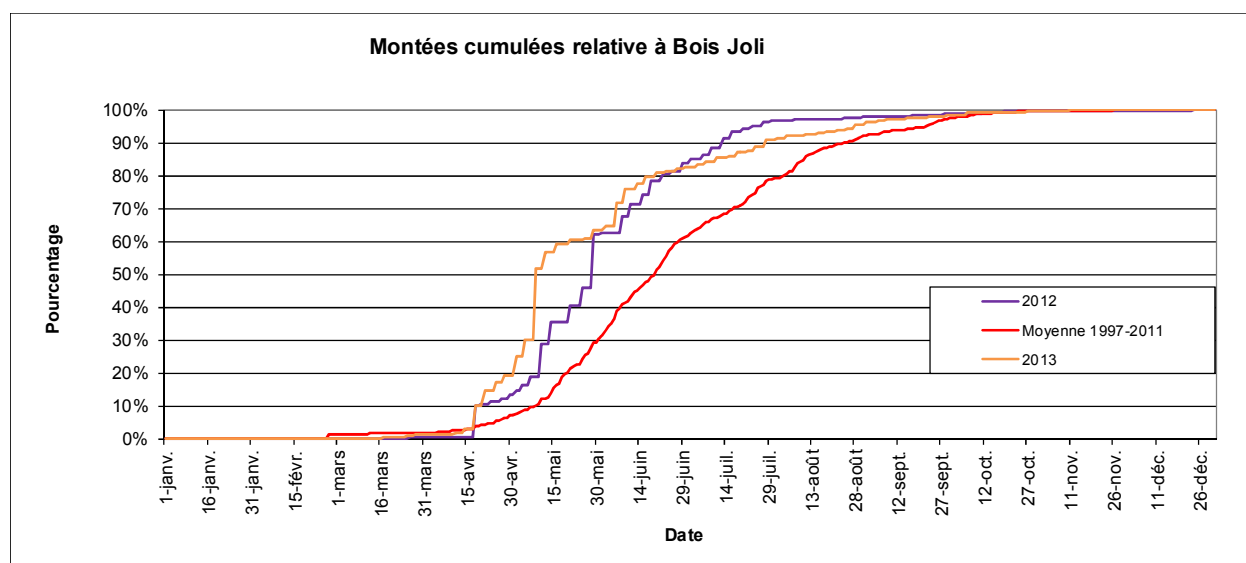


**FIGURE 17 : EN HAUT, EVOLUTION DES EFFECTIFS D'ANGUILLES EN MONTEE SUR LE PIEGE DE BOIS JOLI SUR LE FREMUR EN 2011 ET 2012. EN BAS, DEBIT JOURNALIER OBSERVE SUR LE FREMUR (FISH PASS, DONNEES HYDROLOGIQUE : DREAL).**

## - Montées (Suivi annuel) -

A Bois Joli, le début de la migration anadrome 2013 est semblable à celui de 2012. Il est près d'un mois plus tardif que la moyenne interannuelle (FIGURE 17). Par rapport à 2012, en proportion, la migration a été plus intense entre le 15 avril et le 30 mai.

La migration 2013 a été très condensée avec 80% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juin. En 2013, le pourcentage de 80% de montée cumulée relative a été atteint 1,5 mois plus tôt que la moyenne interannuelle. La forme "d'escalier" de la courbe confirme les trois pics de colonisation visibles dans la FIGURE 17.



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

Le taux moyen mensuel de recrutement sur le Frémur entre 1997 et 2013 (FIGURE 19) souligne que la période de migration s'étale principalement d'avril à septembre à Bois Joli. La migration de 2013 est assez semblable à la migration 2012. Près de 45% des civelles ont migré au mois de mai. La montée 2013 présente des taux de recrutement mensuel beaucoup plus importants pour les mois d'avril et mai que le taux moyen interannuel pour ces mêmes mois. Comme pour la saison 2012, ceci confirme également une migration plus précoce qu'à l'accoutumé.

## - Montées (Suivi annuel) -

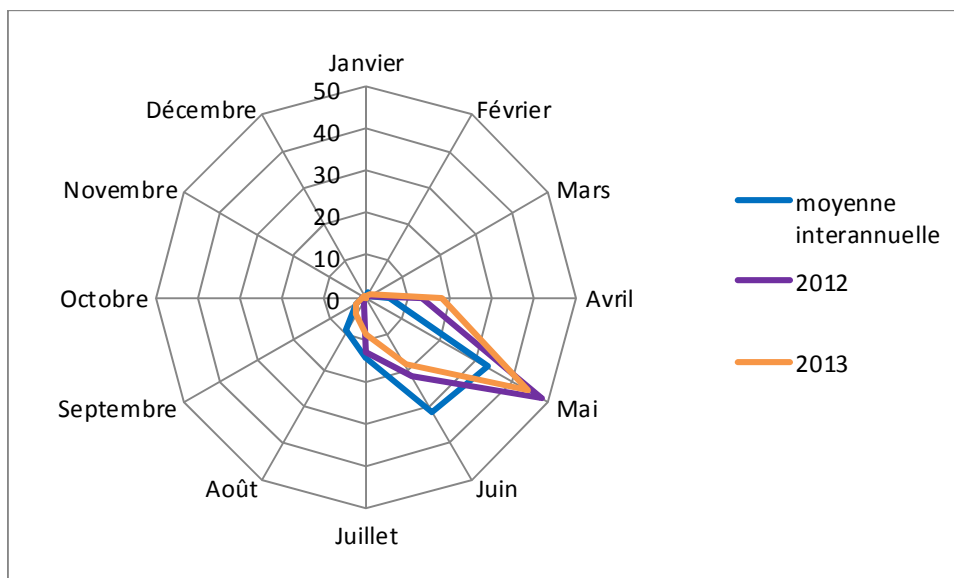


FIGURE 19 : TAUX MOYEN MENSUEL DE RECRUTEMENT SUR LE FREMUR A BOIS JOLI EN 2012 (FISH PASS).

## 5.2 Effectifs des montées

Les effectifs en montée sont présentés en FIGURE 20. Afin de garder l'historique des données sur le site de Pont es Omnès, les recrutements sur ce site jusqu'en 2010 sont toujours indiqués. 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 étaient visibles 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.

Au cours de l'année 2013, 4279 individus ont emprunté la passe de montaison de Bois Joli. Cet effectif est semblable à celui enregistré en 2012 (4166 individus). Sur les 17 années de suivi de la montaison à Bois Joli, la migration 2013 est la 11<sup>ème</sup> en termes d'effectifs.

## - Montées (Suivi annuel) -

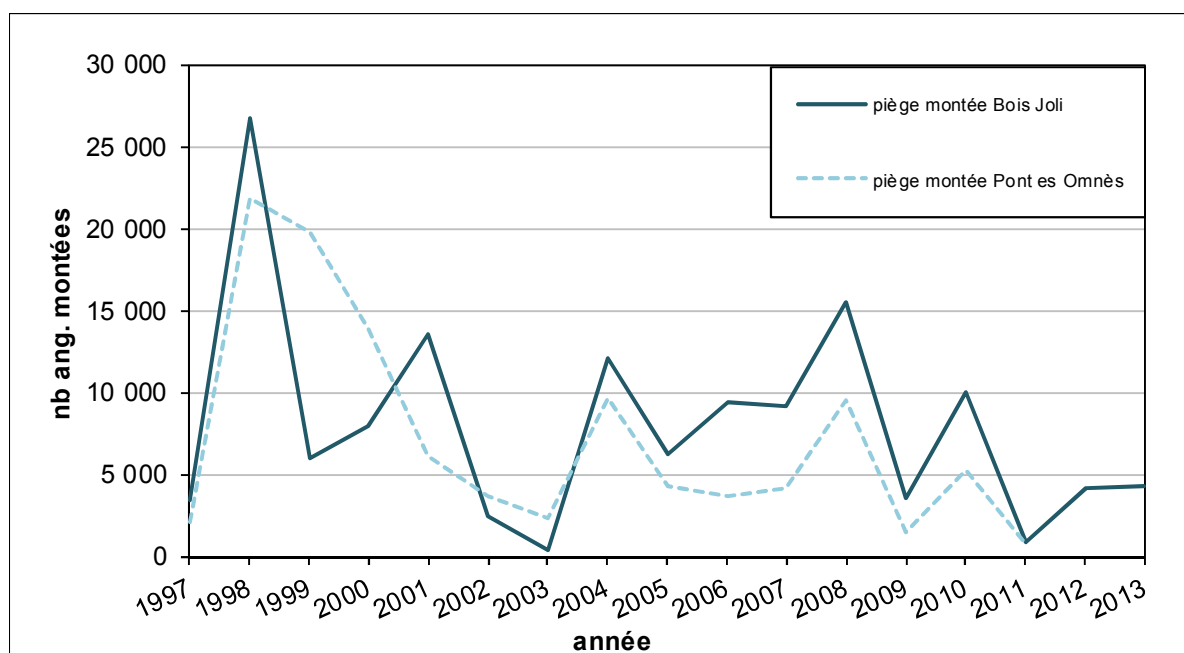


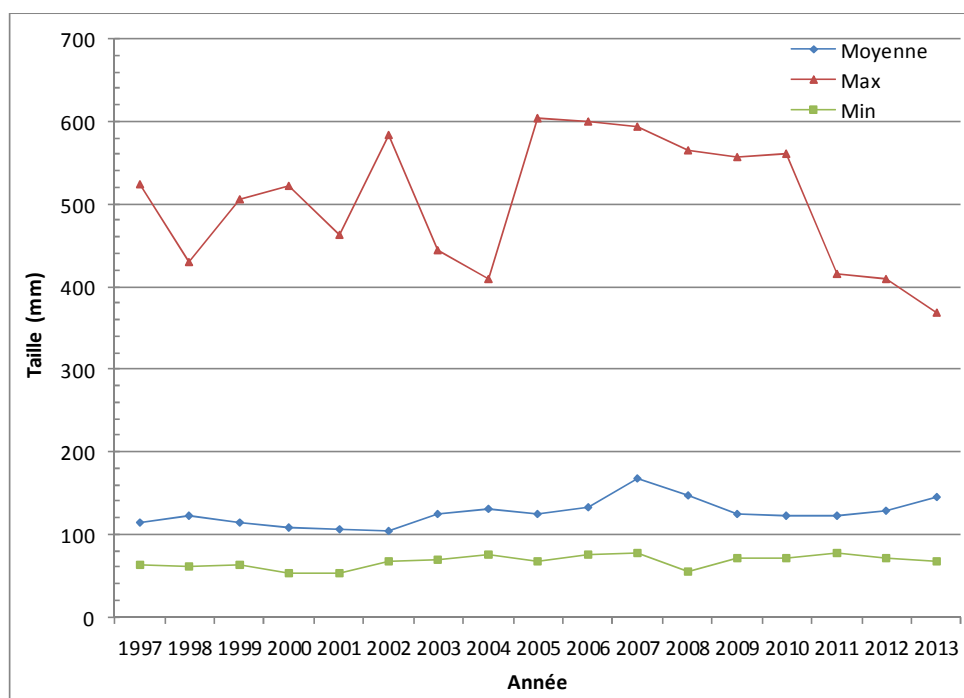
FIGURE 20 : BILAN DES MONTEES BRUTES SUR LES DEUX PIEGES. FREMUR DE 1997 A 2012. (FISH PASS).

### 5.3 Caractéristiques des individus en montée

Pour la saison 2013, les anguilles en montée à Bois Joli avaient une taille moyenne de 145 mm pour un minimum de 68 mm et un maximum de 368 mm (FIGURE 21). Cette taille moyenne est supérieure de 17 mm à la taille moyenne de 2012 (128 mm). De plus, elle apparaît assez élevée au regard des tailles moyennes des autres campagnes de suivi (3<sup>ème</sup> valeurs sur 17 suivis). Les individus en migration cette année apparaissent donc en moyenne plus grands que la plupart des autres années.

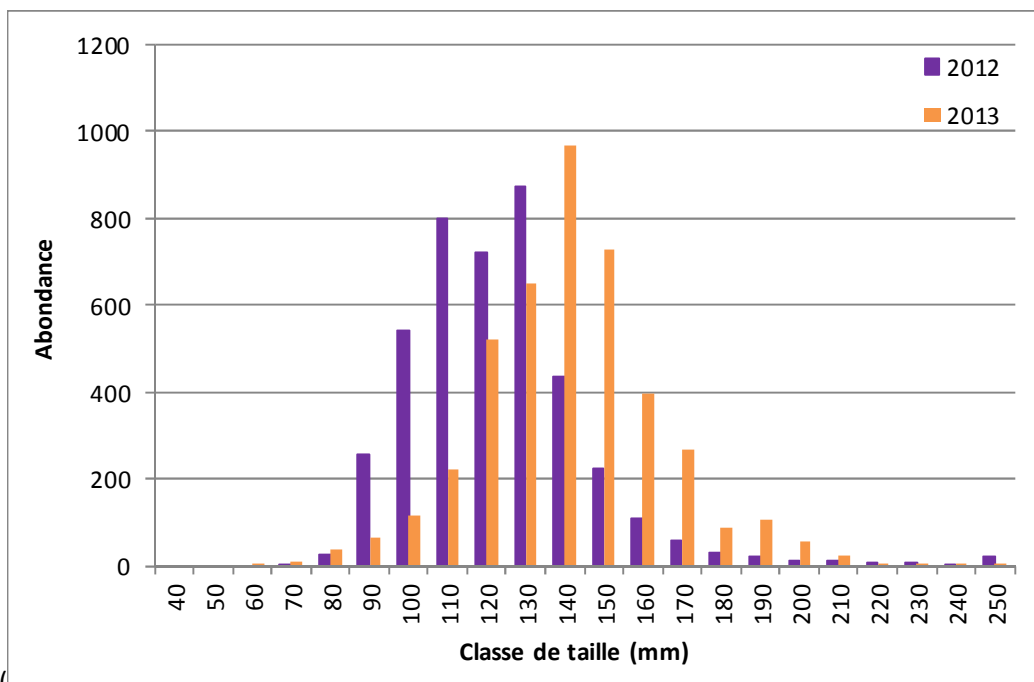
Au total, 6 individus de plus de 250 mm ont emprunté la passe pour leur migration anadrome. Ces individus montrent toutefois qu'une fraction de la population, considérée comme sédentaire en phase de croissance (**voir rapport annuel 2003, "Sédentarité des anguilles"**) reprend sa migration. Pour la migration 2013, 106 individus de moins de 100 mm ont été observés dans la passe de Bois Joli, ce qui représente seulement 2.5% des effectifs migrants.

**- Montées (Suivi annuel) -**



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

A Bois Joli, les distributions des tailles des anguilles en montée sont très différentes entre 2012



et 2013 (

Figure 22). En effet, pour la campagne 2012 le mode était centré autour de 120 mm et pour la campagne 2013, il est centré autour de 140 mm. Cette année, peu d'anguilles de taille inférieure à 120mm ont emprunté la passe. A l'opposé, un nombre beaucoup plus important d'anguilles entre 140 et 170 mm a été observé en migration.

### - Montées (Suivi annuel) -

En 2013, la majorité des anguilles en migrations mesure donc entre 110 et 170 mm. Elles sont globalement de tailles plus importantes qu'en 2012. Cette différence pourrait s'expliquer par une différence de croissance ou par un faible recrutement des individus de l'année à Bois Joli couplée à une forte reprise de migration d'individus de 1 ou 2 ans.

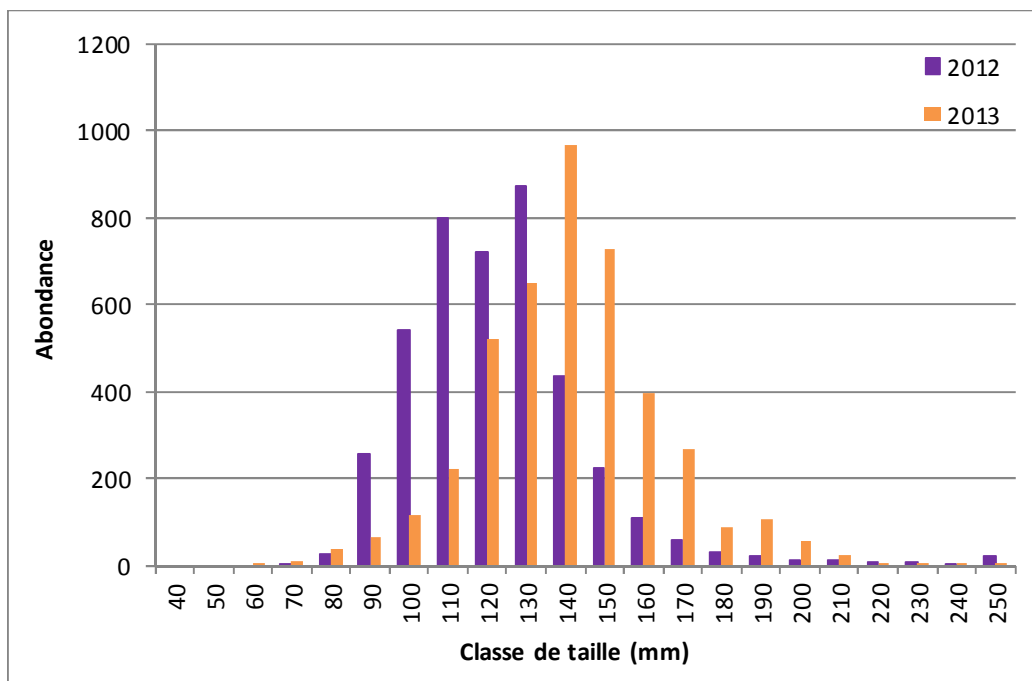


FIGURE 22 : DISTRIBUTIONS DE LA TAILLE DES ANGUILLES CAPTUREES EN 2012 ET EN 2013 SUR LE PIEGE DE MONTEE DE BOIS JOLI (TAILLE <=250 MM) (FISH PASS).

Pour la saison 2013, une diminution de la taille se dessine au cours de l'année. Ainsi, au début de l'année (mars-avril), les individus en migration seraient globalement de plus grande taille que le reste de l'année. Les mois de mai et juin présentent une grande hétérogénéité de tailles des migrants laissant supposer un mélange de plusieurs cohortes en migration.

### - Montées (Suivi annuel) -

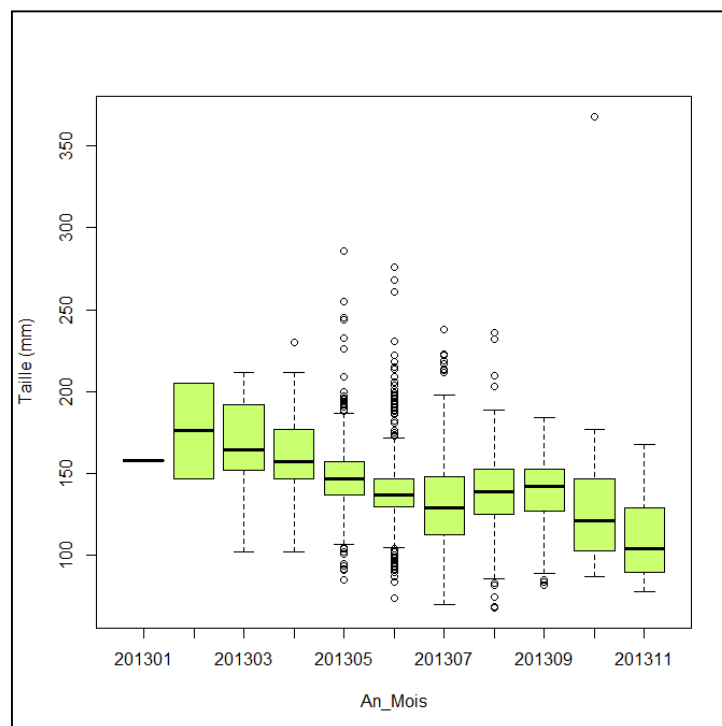


FIGURE 23 : BOXPLOT DE LA TAILLE DES ANGUILES EN MONTEE A BOIS JOLI EN FONCTION DU MOIS DE L'ANNEE (FISH PASS)

Pour la campagne 2013, la migration anadrome a commencé fin mars au niveau du piège de Bois Joli. Le pic de migration le plus important s'est déroulé en Mai.

En termes d'effectifs, le recrutement 2013 est moyen avec 4279 individus (11<sup>ème</sup> valeur depuis le début du suivi).

Les anguilles en migrations présentaient une taille moyenne globalement plus importante que les autres années (sauf 2007 et 2008).



## 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 24).

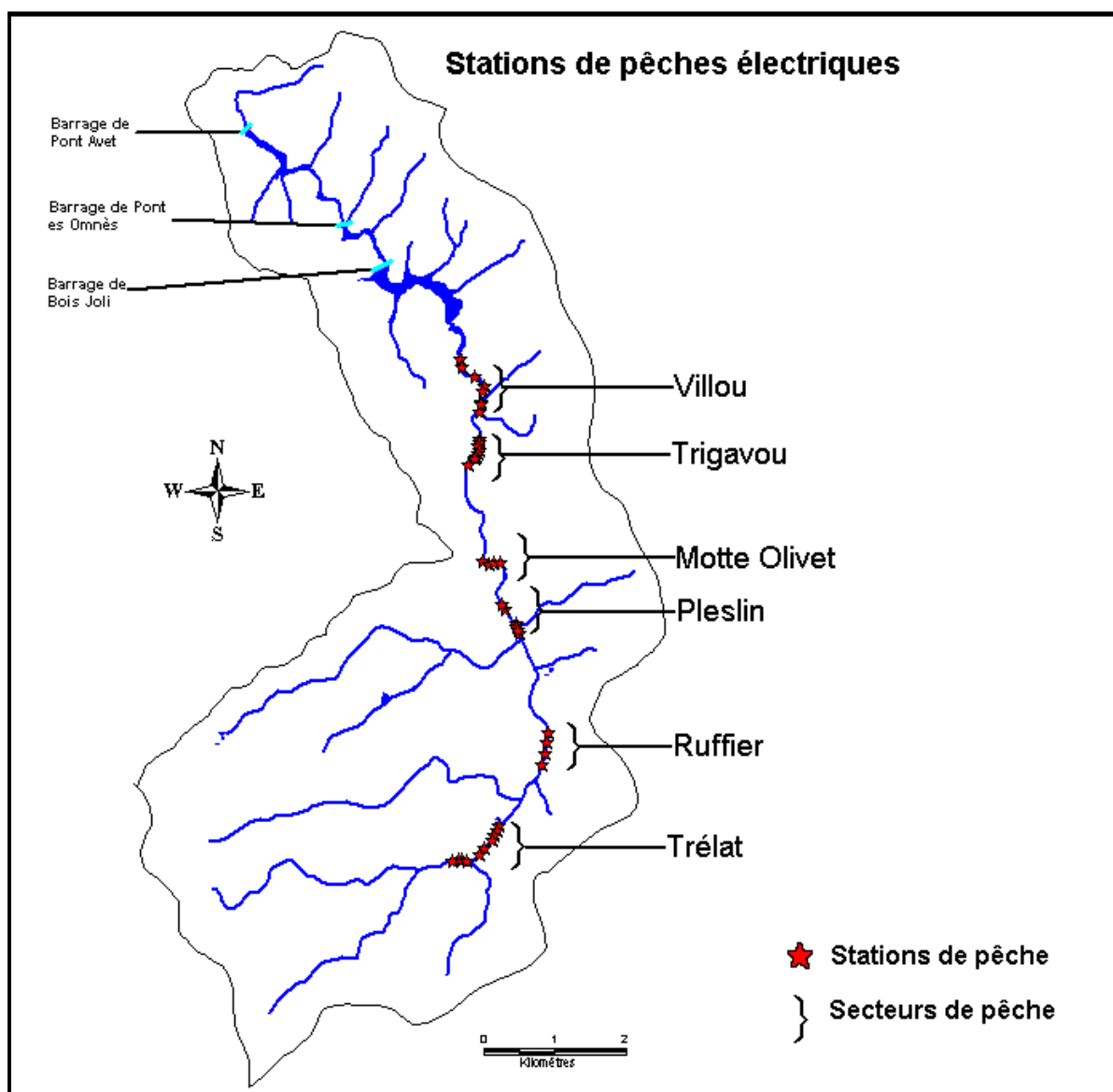


FIGURE 24 : BASSIN VERSANT DU FREMUR : LOCALISATION DES PASSES A ANGUILLES, DES PIEGES DE CONTROLE ET DES STATIONS DE PECHE (SOURCE : BD-CARTHAGE, REALISATION. V .MAZEL, FISH PASS).

**- Evaluation du stock (Suivi annuel) -**

Le tableau suivant (TABLEAU 5) 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 5 : PASSAGES PECHE ELECTRIQUE DE 1995 A 2013 (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	2013
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	1
	Villou 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		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	1
	Villou 3				2	2	2	2	2	2	2	2	1		1	1	1	1	1	1
	Villou 5				3										1	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	1
	Trigavou aval 2	2	2	6	2	4	2	3	2											1
	Trigavou aval 3	2	3	7	2	4		2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trigavou aval 4										2	3	1	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	1
	Trigavou amont 2	2			2	2	2	2		2				1	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	1
	Motte Olivet 1	2	3	4	3	2	3	2	2	2	2	2	1	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	1
	Motte Olivet 4					2	2	2	2	3	3	2	2	1	1	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	1
	Pleslin lagunage 1	2	2	7	4	2	2	2	2	2	2	2	1	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	1
	Pleslin lagunage 3	1	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	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	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	1
	Ruffier 1	2	4	2	2	4	2	2	3	2	2	2	1	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	1
	Ruffier 4	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3		3	1	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	1
	Trélat 2	2	3	4	2	2	3	2	2	2	2	2	1	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	1
	Trélat 4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Trélat amont	Trélat 5	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 11					2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 6		2		2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Trélat 12					2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>nb passages</b>		<b>69</b>	<b>79</b>	<b>97</b>	<b>86</b>	<b>91</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	<b>73</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>nb stations</b>		<b>32</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>nb secteurs</b>		<b>11</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

## 6.2 Conditions de pêche

La campagne automnale 2013 de pêche électrique pour le suivi du stock s'est déroulée entre le 9 et le 13 septembre.

Le débit du cours d'eau au mois de septembre au moment des pêches était légèrement inférieure à la moyenne interannuelle ce qui souligne un étiage marqué pour la campagne 2013. Contrairement à la campagne 2012, le niveau d'eau sur le secteur Villou était bas ce qui a permis une meilleure efficacité de pêche et des captures plus importantes.

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) (FIGURE 25).



FIGURE 25 : LE SECTEUR DE TRELAT EN 2013

### 6.3 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 2013 aux années précédentes, sur l'ensemble des secteurs pêchés, il faut éliminer les secteurs aval (Pont es Omnès et Pont Avet) des résultats.

**Au cours de la campagne 2013, 14 espèces ont été échantillonnées sur les 23 recensées dans les pêches depuis 1995. Ce résultat est plus élevé que celui de la campagne 2012. Le nombre d'espèces recensées cette année est comparable aux 14 espèces recensées en moyenne sur le Frémur depuis le début du suivi.**

Cette année 9 espèces sont absentes (12 espèces étaient également absentes en 2012). **Les espèces absentes sont :**

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

Par rapport à la campagne 2012, le rotengle, le carassin et la perche soleil ont été échantillonnés. 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 2013. L'absence du flet et du mullet ces dernières années s'explique

## - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

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.**

Sur l'ensemble du suivi 1995-2013 (FIGURE 26, FIGURE 27, TABLEAU 6, TABLEAU 7), trois espèces dominent le peuplement, 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 interannuel.

En 2013, la loche et le gardon dominent le peuplement avec une occurrence respective de 35% et 25%. Contrairement aux autres années, la troisième espèce en occurrence est la brème bordelière avec près de 20%. L'anguille n'occupe que la quatrième place et ne représente que 12% des effectifs. Ces quatre espèces représentent plus de 90 % du peuplement piscicole du Frémur.

Les trois espèces majoritaires du peuplement en biomasse en 2013 sont : l'anguille avec 44%, le gardon avec 37%, suivi de la loche franche avec 7 %. Ces trois espèces représentent plus de 80% de la biomasse du peuplement en 2013. En comparaison avec l'occurrence moyenne interannuelle, les proportions sont relativement semblables pour l'anguille et la loche. Par contre, pour le gardon, la biomasse est plus importante de 7 % par rapport au peuplement interannuel.

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

- La densité en anguilles est deux fois plus importante que l'année 2012 mais reste deux fois plus faible que la densité moyenne interannuelle. La biomasse est près de deux fois plus importante qu'en 2012 et reste légèrement plus faible que la biomasse moyenne

## - *Evaluation du stock (Suivi annuel)* -

interannuelle. Cependant, une biomasse aussi importante n'avait pas été observée depuis 2008.

- Concernant le gardon, les densités observées en 2013 sont 3 fois plus importantes qu'en 2012 mais restent près de deux fois plus faibles que la densité moyenne interannuelle. Concernant la biomasse, celle-ci est proche de la biomasse moyenne interannuelle.
- La densité en loche franche est stable sur les trois dernières campagnes 2011,2012 et 2013 mais reste deux fois plus faible que la densité moyenne interannuelle. La biomasse en loche franche observée en 2013 est légèrement plus faible qu'en 2012 et est 30 % plus faible que la biomasse moyenne interannuelle.
- La densité de brème bordelière n'a jamais été aussi importante depuis le début du suivi avec une densité plus de 6 fois supérieure à la moyenne interannuelle alors que la biomasse est trois fois plus faible. Ceci s'explique par la capture très importante de brèmes bordelière de petites tailles notamment sur les secteurs de Pleslin et Villou.

### **Concernant les espèces secondaires, on constate pour la campagne 2013 que :**

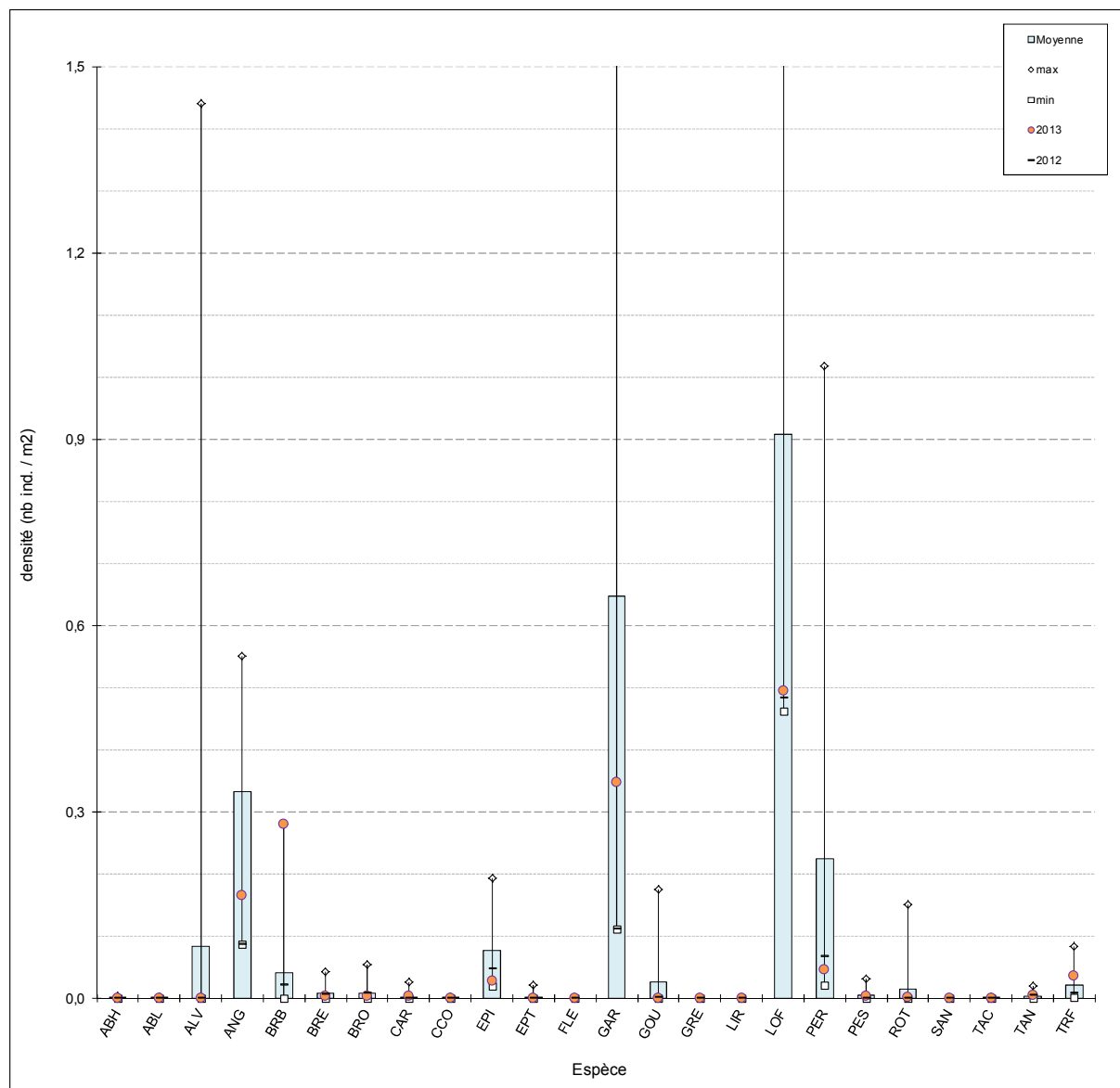
- La densité en truite fario est 30% plus importante que la densité moyenne interannuelle et 4 fois plus importante qu'en 2012. Par contre, concernant la biomasse de 2013, celle-ci est deux fois plus faible que la moyenne interannuelle et 5 fois plus faible que la biomasse de 2012. Ces observations s'expliquent par la capture plus importante que les autres années de truitelles sur les secteurs de Ruffier et Trélat amont.
- Pour la perche, la densité et la biomasse continuent leur diminution. Ainsi, la densité de perche est 5 fois plus faible que la moyenne interannuelle et la biomasse 2 fois plus faible.
- La densité de brochets est 2 fois plus faible que la moyenne interannuelle et la biomasse 5 fois plus faible. Comparativement à 2012, la densité et la biomasse suivent la même tendance. Ceci s'explique par les faibles captures de brochetons sur le secteur de Villou, les faibles hauteurs d'eau observées cette année sur ce secteur sont moins favorables à cette espèce.

Malgré un doublement des densités d'anguilles par rapport à 2012, l'anguille ne fait plus partie, cette année, des trois espèces majoritaires du peuplement du Frémur. L'augmentation des densités de gardon et de brème bordelière souligne une dégradation du peuplement piscicole et de la qualité du milieu sur le Frémur principalement entre les secteurs de Pleslin et Villou.

## - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

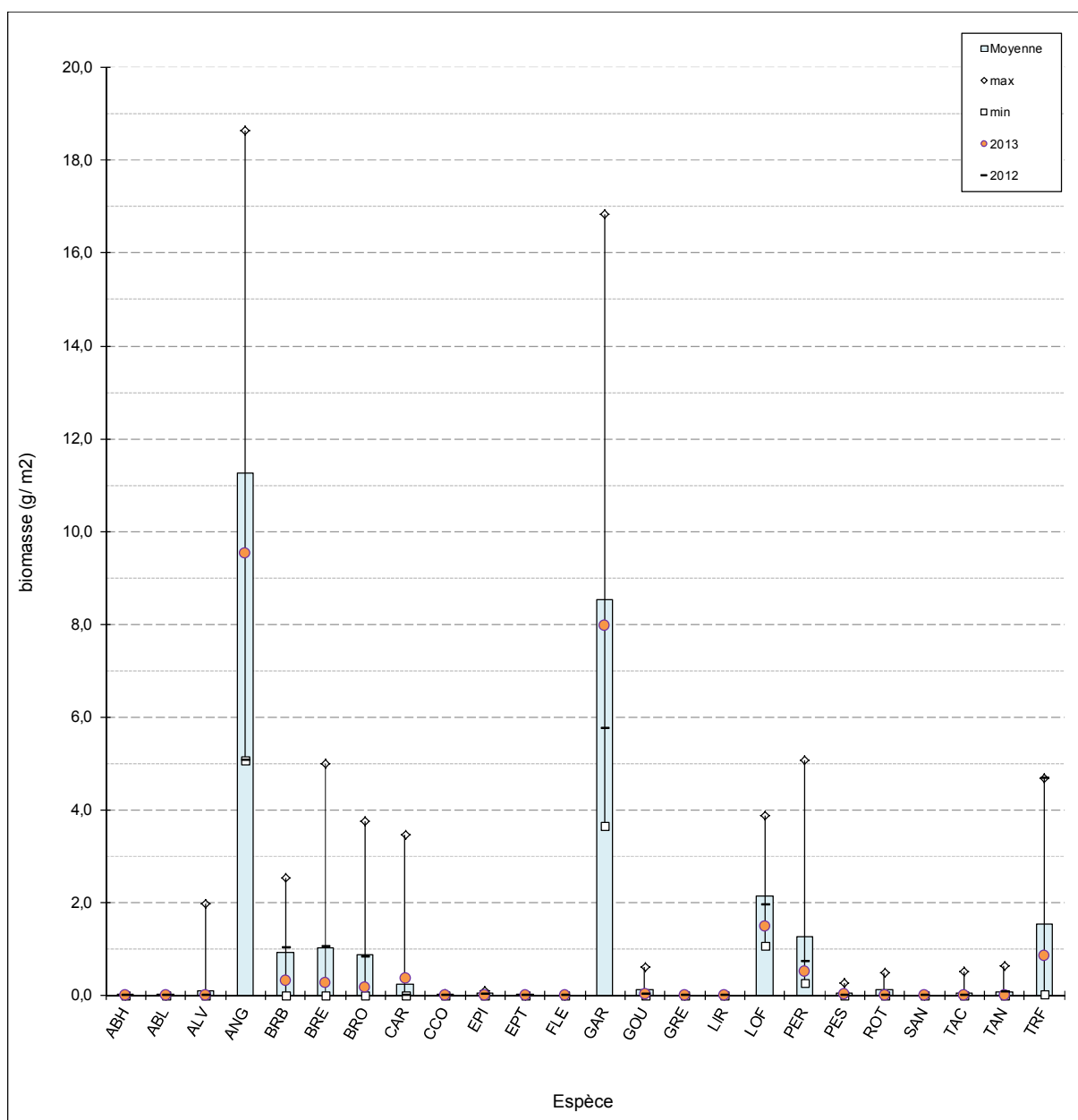
L'augmentation de densités de truitelles, notamment sur les secteurs amont, est intéressante et reste à confirmer dans les prochains suivis vis-à-vis de la qualité de l'eau.

L'analyse du peuplement piscicole reflète donc un habitat dégradé avec une diminution de la représentation de l'anguille dans le peuplement piscicole du Frémur.



**FIGURE 26 : EVOLUTION DES DENSITES MOYENNES 2013 ET 2012 DES ESPECES CAPTUREES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013. 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 6 : DENSITE MOYENNE PAR ESPECE (IND./M<sup>2</sup>) OBTENUES PAR PECHEES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)**

densité (ind./m2)	Espèce																							Densité 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	0,153	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%
2013	0,000	0,000	0,000	0,166	0,280	0,004	0,004	0,004	0,000	0,029	0,000	0,000	0,347	0,001	0,000	0,000	0,496	0,047	0,004	0,002	0,000	0,000	0,006	0,037	12%	8%
Moyenne	0,000	0,000	0,084	0,333	0,042	0,008	0,008	0,003	0,000	0,078	0,001	0,000	0,648	0,027	0,000	0,000	0,908	0,225	0,005	0,015	0,000	0,000	0,004	0,022	14%	5%
% peuplement interannuel	0,0%	0,0%	3,5%	13,8%	1,7%	0,4%	0,3%	0,1%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	26,9%	1,1%	0,0%	0,0%	37,7%	9,3%	0,2%	0,6%	0,0%	0,0%	0,2%	0,9%		
% peuplement 2013	0,0%	0,0%	0,0%	11,6%	19,7%	0,3%	0,3%	0,3%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	24,4%	0,1%	0,0%	0,0%	34,8%	3,3%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%	2,6%		

**- Evaluation du stock (Suivi annuel) -**

**TABLEAU 7 : BIOMASSE MOYENNE PAR ESPECE (G/M<sup>2</sup>) OBTENUES PAR PECHES ELECTRIQUES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (PONT AVET ET PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007).(FISH PASS)**

biomasse (g/m <sup>2</sup> )	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%
2013	0,000	0,000	0,000	9,527	0,332	0,264	0,176	0,378	0,000	0,013	0,000	0,000	7,971	0,023	0,000	0,000	1,484	0,519	0,023	0,011	0,000	0,000	0,016	0,868	44%	8%
Moyenne	0,000	0,000	0,110	11,265	0,933	1,020	0,871	0,243	0,004	0,043	0,000	0,000	8,521	0,137	0,000	0,000	2,141	1,260	0,048	0,115	0,000	0,051	0,084	1,528	40%	5%
%peuplement interannuel	0,0%	0,0%	0,4%	39,7%	3,3%	3,6%	3,1%	0,9%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	30,0%	0,5%	0,0%	0,0%	7,5%	4,4%	0,2%	0,4%	0,0%	0,2%	0,3%	5,4%		
%peuplement 2013	0,0%	0,0%	0,0%	44,1%	1,5%	1,2%	0,8%	1,7%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	36,9%	0,1%	0,0%	0,0%	6,9%	2,4%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	4,0%		

### - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

La densité relative du peuplement (hors anguille) apparait en légère augmentation par rapport à 2012 (FIGURE 26). Elle reste cependant faible avec une tendance à la diminution depuis 2002. La biomasse globale du peuplement (hors anguille) est en diminution par rapport à 2012. Ces deux observations peuvent s'expliquer notamment par la capture importante de juvéniles (gardon et brème) sur le secteur Villou.

Concernant l'anguille, la densité relative est en légère augmentation par rapport à 2012. Par contre, la biomasse relative de l'anguille est en nette augmentation par rapport à 2012 avec plus de 40% de la biomasse.



**FIGURE 28 : EVOLUTION INTER ANNUELLE DE 1995 A 2013 DES PARAMETRES DE L'ANGUILLE RAPPORTES A CEUX DU PEULEMENT DU FREMUR (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)**

**La densité relative de l'anguille est en légère augmentation et la biomasse relative en forte hausse.**

## 6.4 Paramètres de la population d'anguille

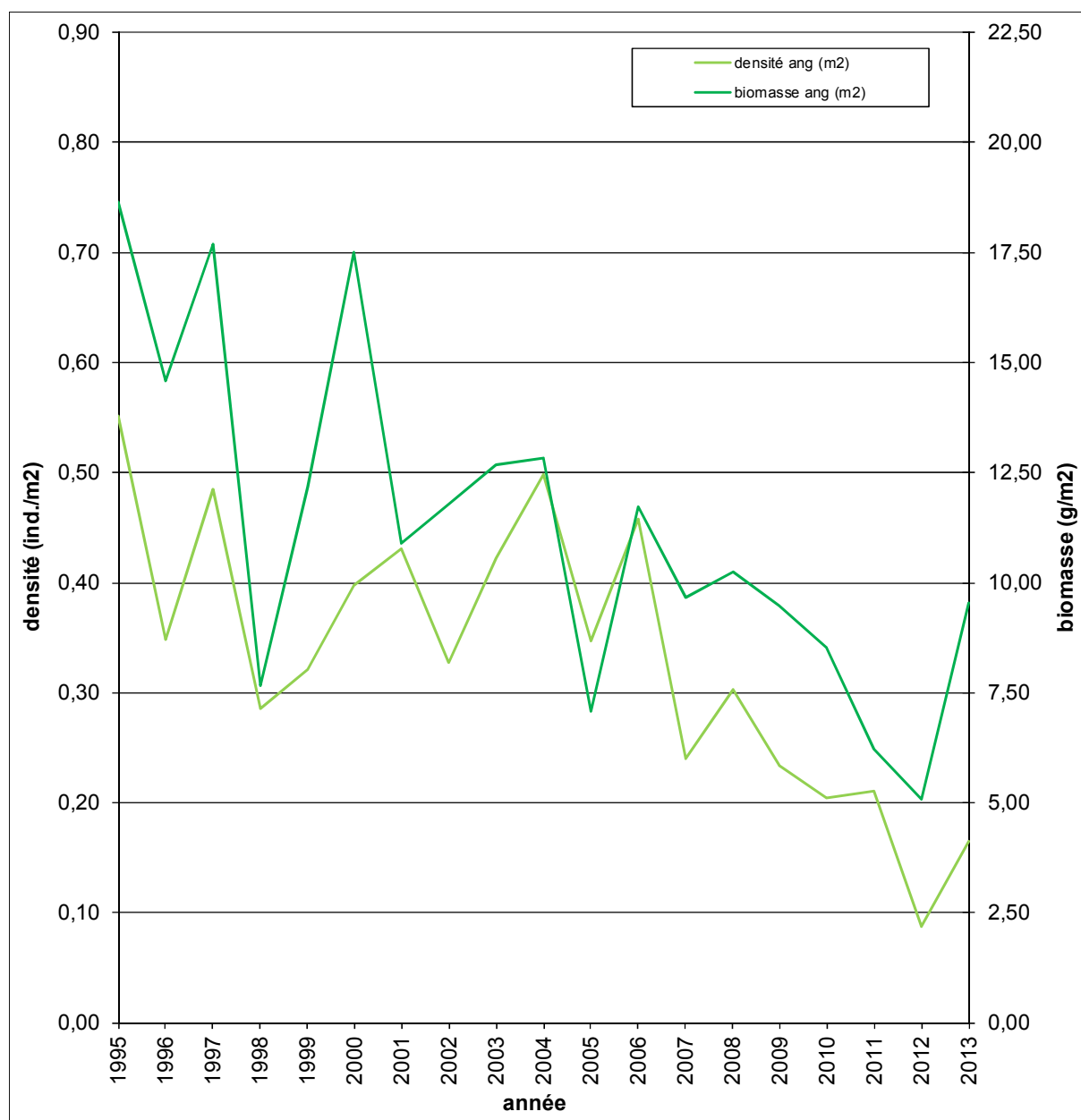
### 6.4.1 Densité, biomasse

Pour le suivi 2013, la densité et la biomasse sont globalement en augmentation dans les milieux lotiques suivis par pêche électrique (FIGURE 29).

La densité de 0.17 ind/m<sup>2</sup> est près de deux fois supérieure à celle de 2012 mais reste la deuxième valeur la plus faible depuis le début du suivi en 1995 (moyenne interannuelle : 0.34 ind./m<sup>2</sup>, valeur 2012 : 0.09 ind./m<sup>2</sup>). Ce résultat peut s'expliquer par les recrutements moyens à Bois Joli en 2012 et 2013 (11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> remontées en effectifs) mais aussi par des bonnes conditions de pêche sur le secteur Villou comparativement à 2012. Une **chute importante de la densité depuis 2006 et la vidange de Bois Joli est visible**. De plus, sur la période 1995-2013, **cette tendance à la baisse des densités est significative** (coefficient de corrélation de Kendall tau=-0.54, p<0.01).

La biomasse de l'anguille en 2013, 9.5 g/m<sup>2</sup>, reste inférieure à la biomasse moyenne interannuelle (moyenne interannuelle : 11.26 g/m<sup>2</sup>) mais représente la plus forte valeur depuis 2007. Sur la période 1995-2013, **la baisse de la biomasse est significative** (coefficient de corrélation de Kendall tau=-0.59, 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 2013 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)**

Pour la saison 2013, le poids moyen des anguilles est stable par rapport à 2012, autour de 58g/ind (FIGURE 30). Cette stabilité s'explique par un doublement des densités associée à un doublement des biomasses entre 2012 et 2013. Cependant, les valeurs observées en 2012 et 2013 restent très supérieures aux autres années. Ceci s'explique principalement par les faibles densités enregistrées ces deux dernières années.

- Evaluation du stock (Suivi annuel) -

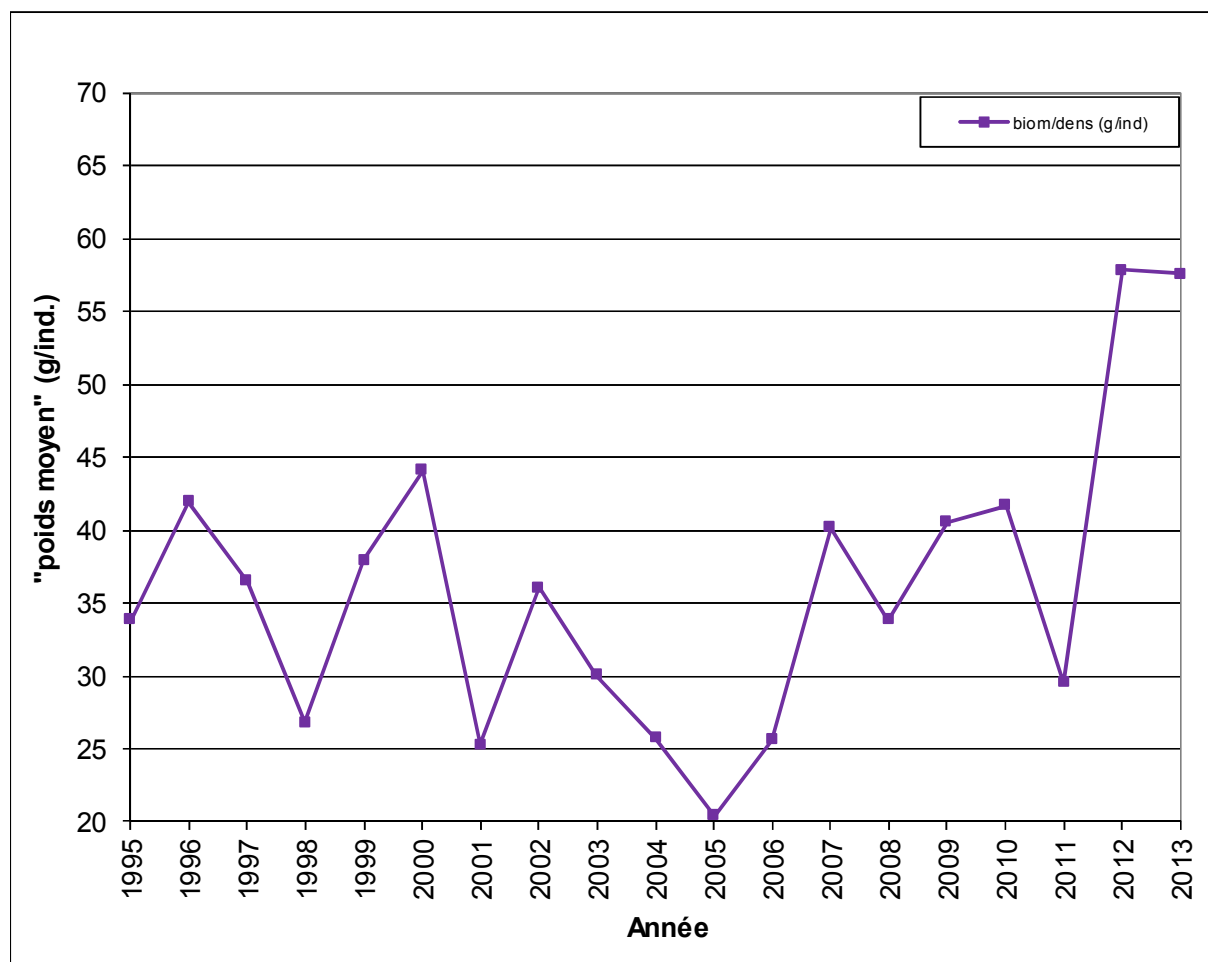


FIGURE 30 : EVOLUTION ANNUELLE DU "POIDS MOYEN" DES ANGUILLES SUR LE FREMUR DE 1995 A 2012, (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). POIDS MOYEN CALCULE PAR LE RAPORT DE LA BIOMASSE SUR LA DENSITE. (FISH PASS)

La densité et la biomasse en anguille dans le bassin versant restent faibles malgré une augmentation entre 2012 et 2013. Le poids moyen est comparable à 2012 mais reste très élevé par rapports aux autres campagnes. La population d'anguilles du Frémur est donc en cours de vieillissement avec un faible renouvellement.

Sur la période 1995-2013, la densité et la biomasse suivent une diminution significative.

#### 6.4.2 Répartition

Depuis 2006, la description de la répartition des densités et biomasses de l'anguille sur l'axe Frémur ne comprend plus 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.

D'après la moyenne interannuelle, le secteur Villou présente généralement des densités importantes (sauf 2007 et 2012), par rapport aux autres secteurs, qui ne s'accompagnent 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 soulignant un recrutement plus faible qu'à Villou et la présence d'anguilles plus grandes (poids plus importants).

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 peuvent 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) -**

Pour la campagne 2013, la densité observée sur le secteur Villou reste relativement faible, 0.29 ind/m<sup>2</sup>, comparativement à la moyenne interannuelle (0.79 ind/m<sup>2</sup>) (FIGURE 32). Cependant, sur ce secteur une nette augmentation est visible par rapport à 2012 (0.03 ind/m<sup>2</sup>). Elle s'explique en partie par les meilleures conditions de pêche. Sur ce secteur, la biomasse suit la même tendance que les densités.

Sur le secteur de Trigavou, les densités de 2013 (0.35 ind/m<sup>2</sup>) apparaissent comparables à la moyenne interannuelle (0.38 ind/m<sup>2</sup>). La biomasse de 2013 (19.6g/m<sup>2</sup>) est même supérieure à la biomasse moyenne interannuelle (14.3 g/m<sup>2</sup>). Les valeurs de 2013 montrent également une augmentation par rapport à 2012.

Le secteur Motte Olivet est le seul à présenter une densité plus faible que l'année 2012 avec 0.17 ind/m<sup>2</sup> contre 0.26 ind/m<sup>2</sup> l'an passé. Cette densité est, de plus, la plus faible depuis le début du suivi. Alors que les recrutements sur les deux secteurs aval sont en augmentation, le secteur Motte Olivet ne semble pas en bénéficier. Des difficultés de franchissement peuvent ainsi être suspectées au niveau du barrage du Moulin de la Marche. La biomasse reste bien plus faible que la moyenne interannuelle mais est comparable à celle de 2012.

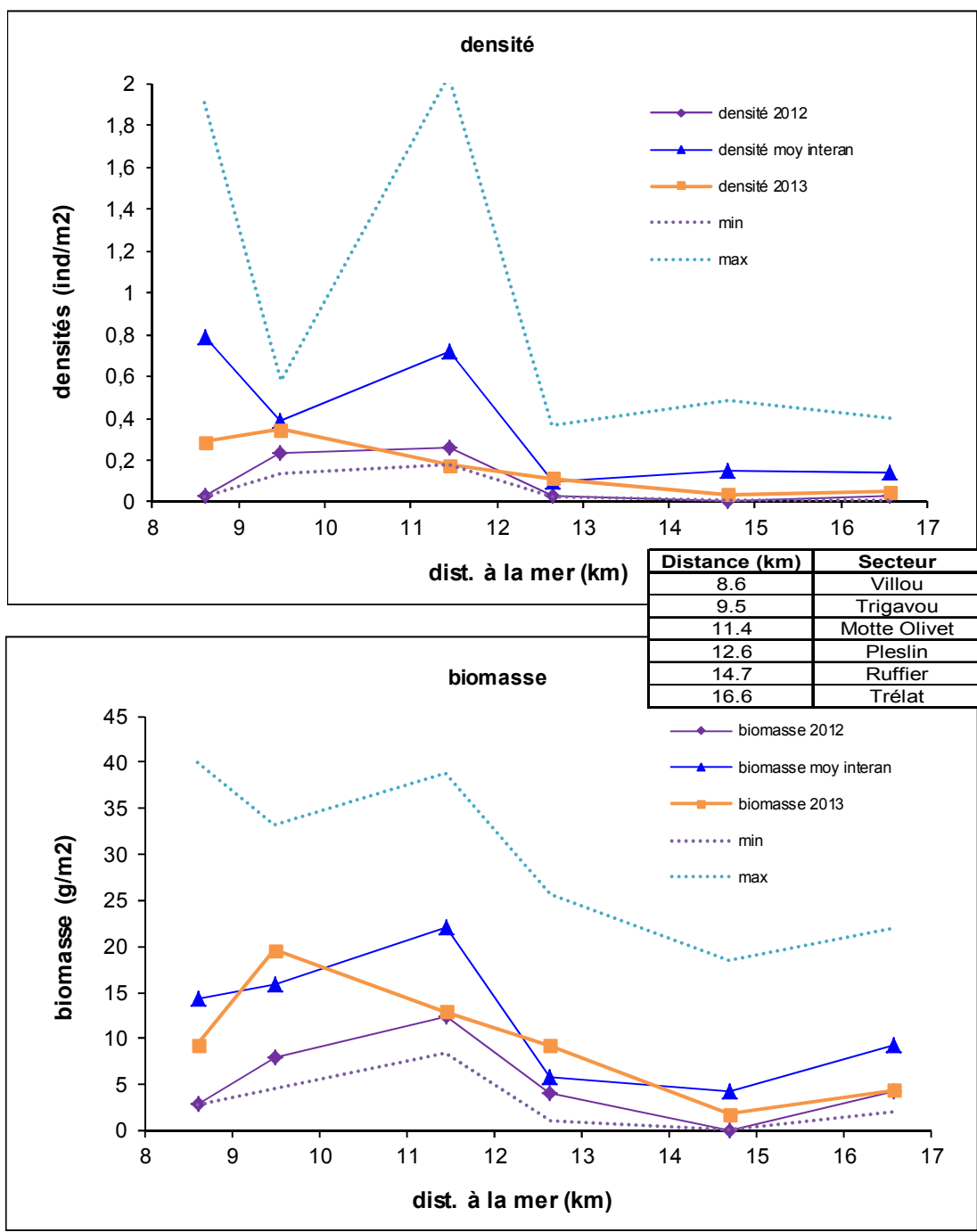
Sur le secteur Pleslin, la densité de 2013 (0.11 ind/m<sup>2</sup>) est comparable à la moyenne interannuelle (0.1 ind/m<sup>2</sup>) et plus de 3 fois supérieure à la densité de 2012 (0.033 ind/m<sup>2</sup>). Pour la biomasse, elle est près de deux fois plus importante que celle de 2012 et que la moyenne interannuelle.

Pour les secteurs plus amont : Ruffier et Trélat les valeurs de densité et de biomasse sont très faibles et très inférieures à la moyenne interannuelle. Par rapport à 2012, le secteur Ruffier présente une légère augmentation des densités et biomasses. Le secteur Trélat présente une densité et une biomasse comparable à 2012.

Les populations en place sur les secteurs Villou et Trigavou montrent une amélioration au niveau des densités par rapport à la campagne 2012. Le secteur Motte Olivet apparaît, par contre, au plus bas des densités jamais observées soulignant des problèmes de recrutement sur ce secteur. Les stations amont : Ruffier et Trélat apparaissent relativement stables avec des densités et biomasses faibles 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 2012, 2013 ET MOYENNE DEPUIS 1995. (FISH PASS)**

### - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

L'évolution des densités d'anguilles sur les différents secteurs entre 1995 et 2013 est présentée en FIGURE 33. Les stations Villou et Motte Olivet présentent des variations très importantes selon les années. Pour le secteur Villou, ceci peut s'expliquer par la position aval de ce secteur où 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, une très forte baisse a été observée en 2006. Depuis cette date, les densités sur ce secteur semblent avoir une tendance à la baisse.

Le secteur Trigavou apparaît, 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.

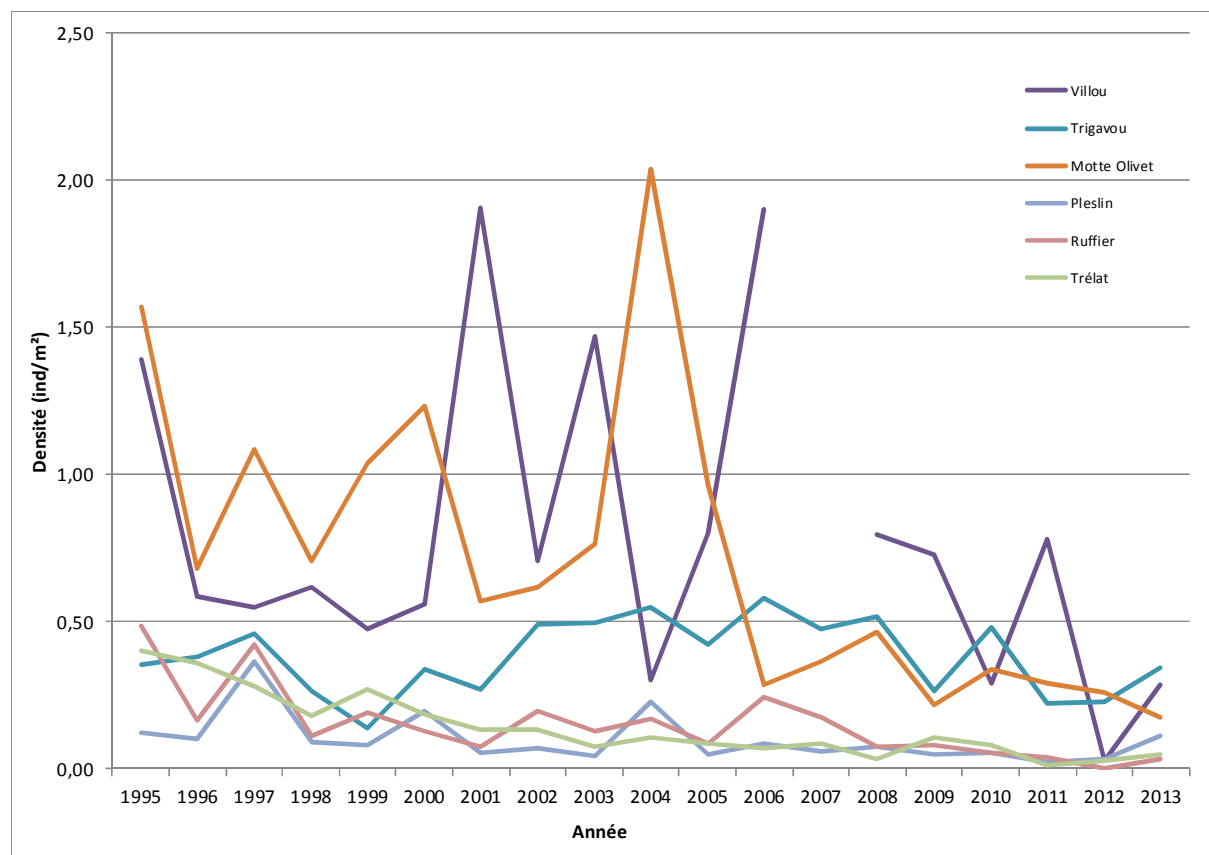


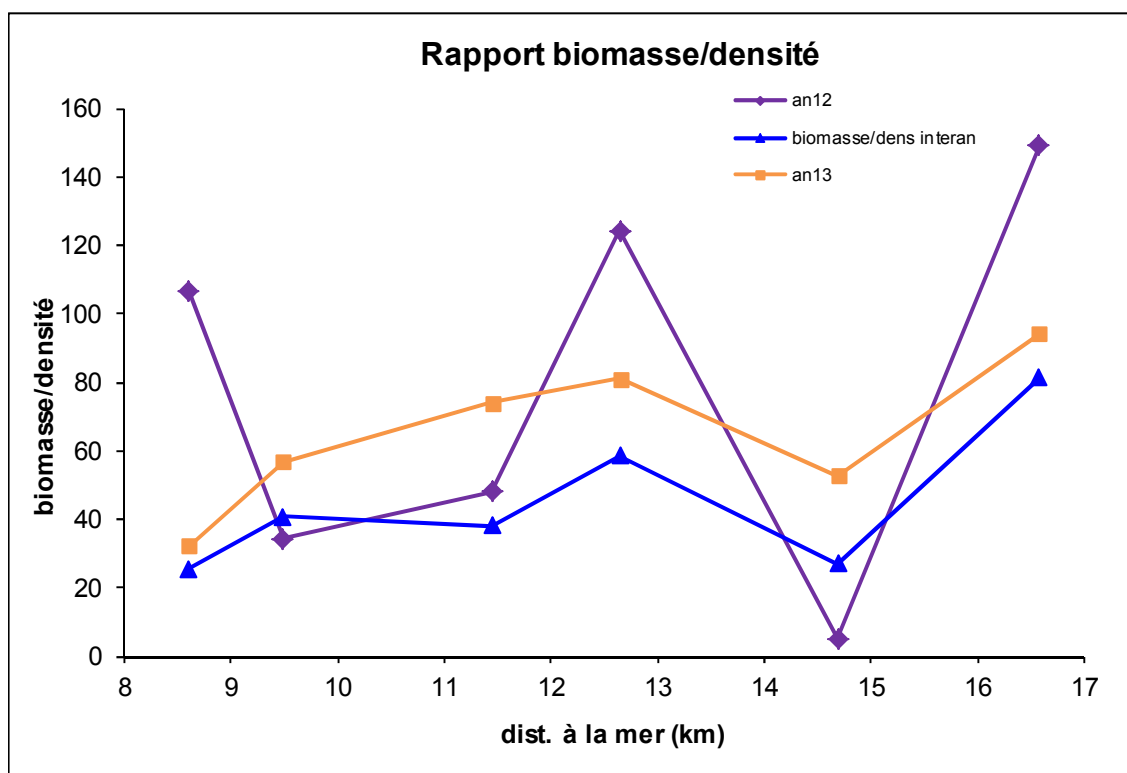
FIGURE 33 : EVOLUTION DES DENSITES (IND/M<sup>2</sup>) PAR SECTEUR ENTRE 1995 ET 2013 (FISH PASS)

### - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

La FIGURE 34 illustre l'évolution des valeurs de poids moyen (calculé ici par le rapport de la biomasse sur la densité). Le poids moyen interannuel suit 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 2013 confirme ce constat général d'une augmentation du poids moyen avec la distance à la mer. Les poids moyens observés au cours de la campagne 2013 sur chaque secteur sont tous supérieurs à la moyenne interannuelle. Seul le secteur Villou présente un rapport biomasse/densité peu éloigné de la moyenne. Ceci confirme donc les plus faibles densités sur pratiquement tous les secteurs et un vieillissement assez généralisé de la population.

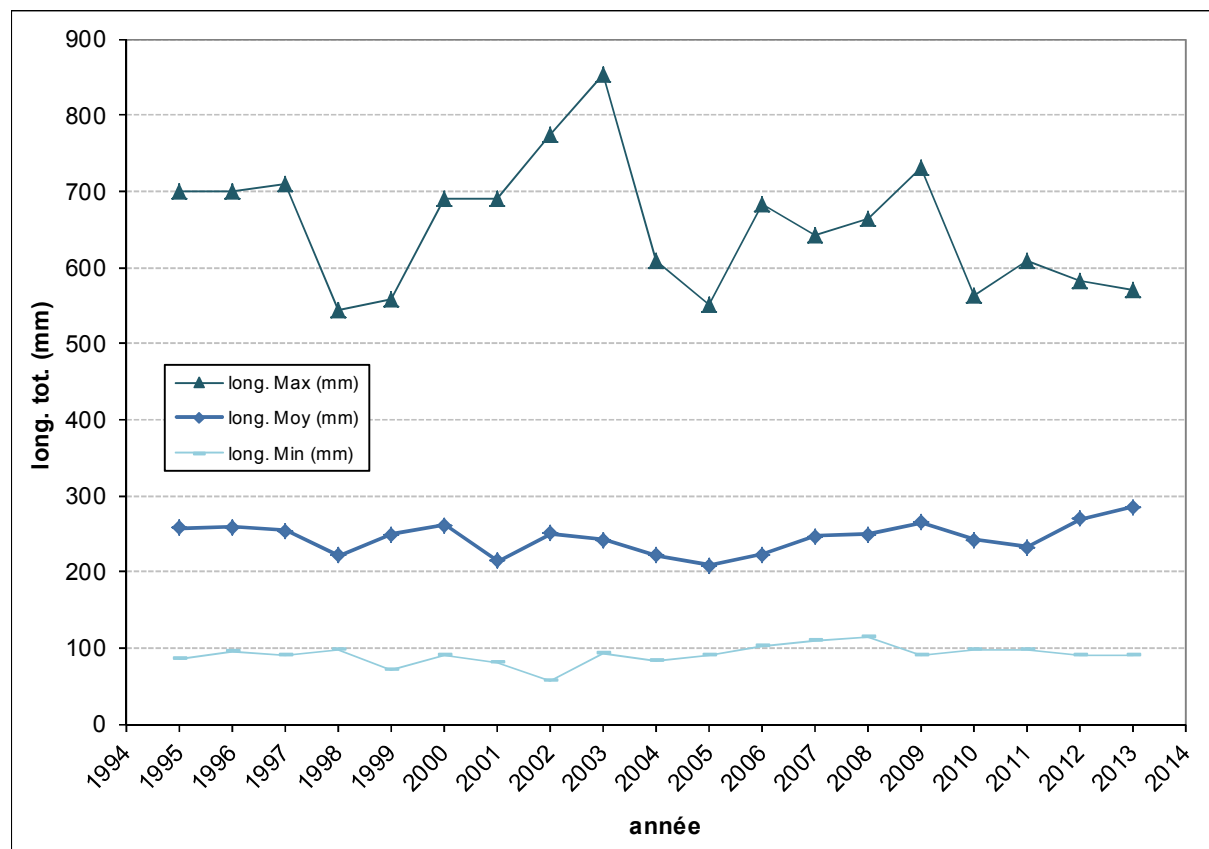
Par rapport à 2012, sur le secteur Villou, la baisse du poids moyens s'explique principalement par les plus fortes densités.



**FIGURE 34 : EVOLUTION DU PARAMETRE POIDS MOYEN (CALCULE PAR LE RAPPORT BIOMASSE SUR DENSITE) PAR SECTEUR POUR 2012, 2013 ET MOYENNE INTER-ANNUELLE DEPUIS 1995. (FISH PASS)**

### 6.4.3 Les tailles

#### 6.4.3.1 Sur le bassin versant



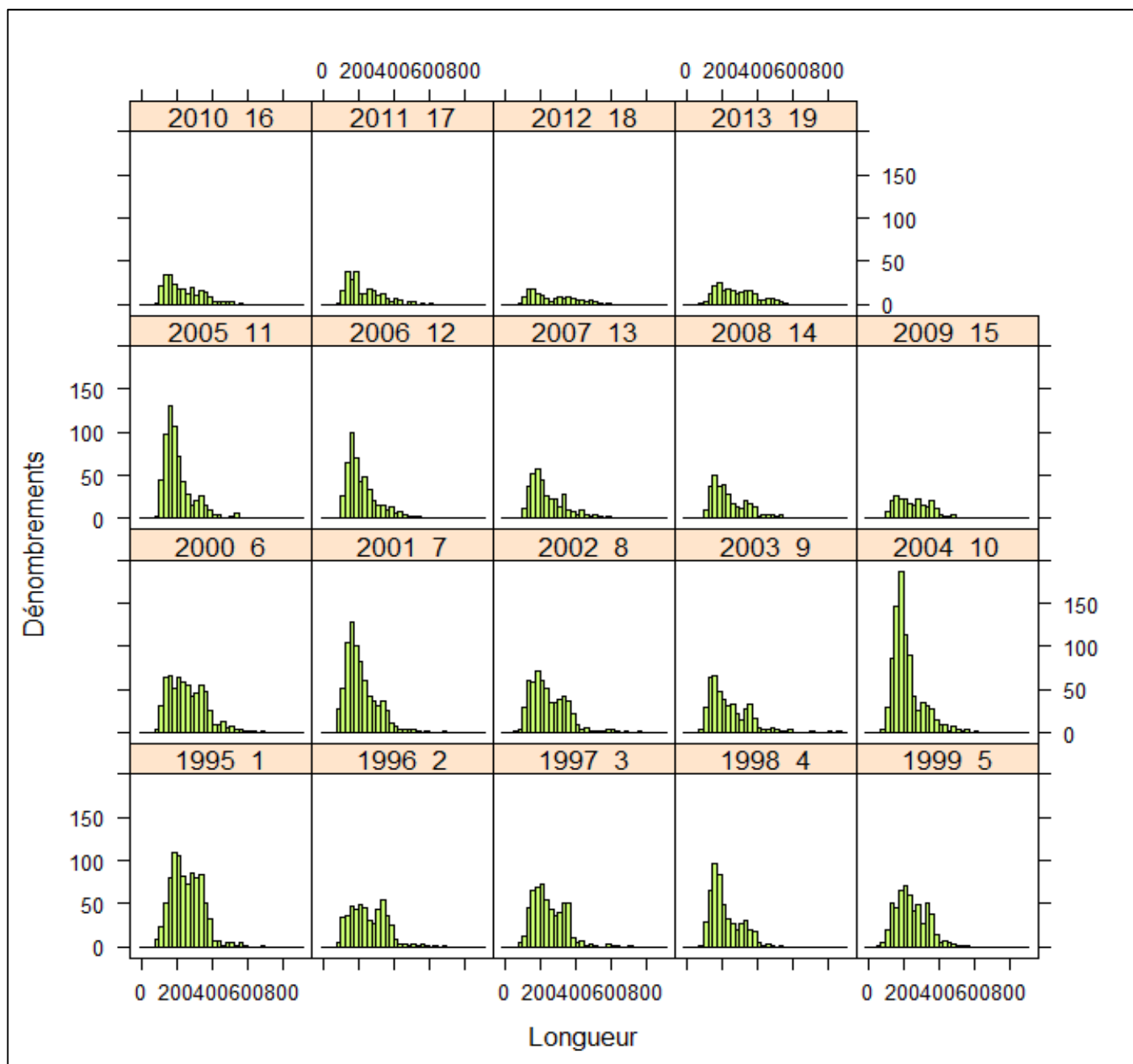
**FIGURE 35 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DES LONGUEURS TOTALES DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (SECTEURS DE PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007). (FISH PASS)**

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.

En 2013, la taille moyenne des anguilles échantillonnées sur le bassin versant est de 285 mm. Elle est supérieure de près de 4 cm à la taille moyenne interannuelle (245 mm) et de 1.5 cm à la taille moyenne de 2012 (270mm). Cette tendance à l'augmentation de la taille confirme les faibles recrutements et le vieillissement de la population d'anguille du Frémur.

Les tailles extrêmes sont cependant relativement stables depuis 2010.

**- Evaluation du stock (Suivi annuel) -**



**FIGURE 36 : DISTRIBUTION DES LONGUEURS D'ANGUILLE SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 EN PAS DE 2.5 MM (SECTEURS PONT AVET, PONT ES OMNES EXCLUS, VILLOU EXCLU EN 2007) (FISH PASS).**

Pour la campagne 2013, la distribution en tailles des anguilles (FIGURE 36) présente des modes peu marqués. Une cassure est visible approximativement à 400 mm qui peut correspondre à l'absence de la fraction mâles des individus qui ont effectués leurs dévalaison. Pour les individus de taille inférieure à 400 mm, les effectifs sont globalement inférieurs aux autres suivis (sauf 2009 et 2012). Par contre, le nombre d'individus de taille supérieure à 350 mm semble en augmentation par

### **- Evaluation du stock (Suivi annuel) -**

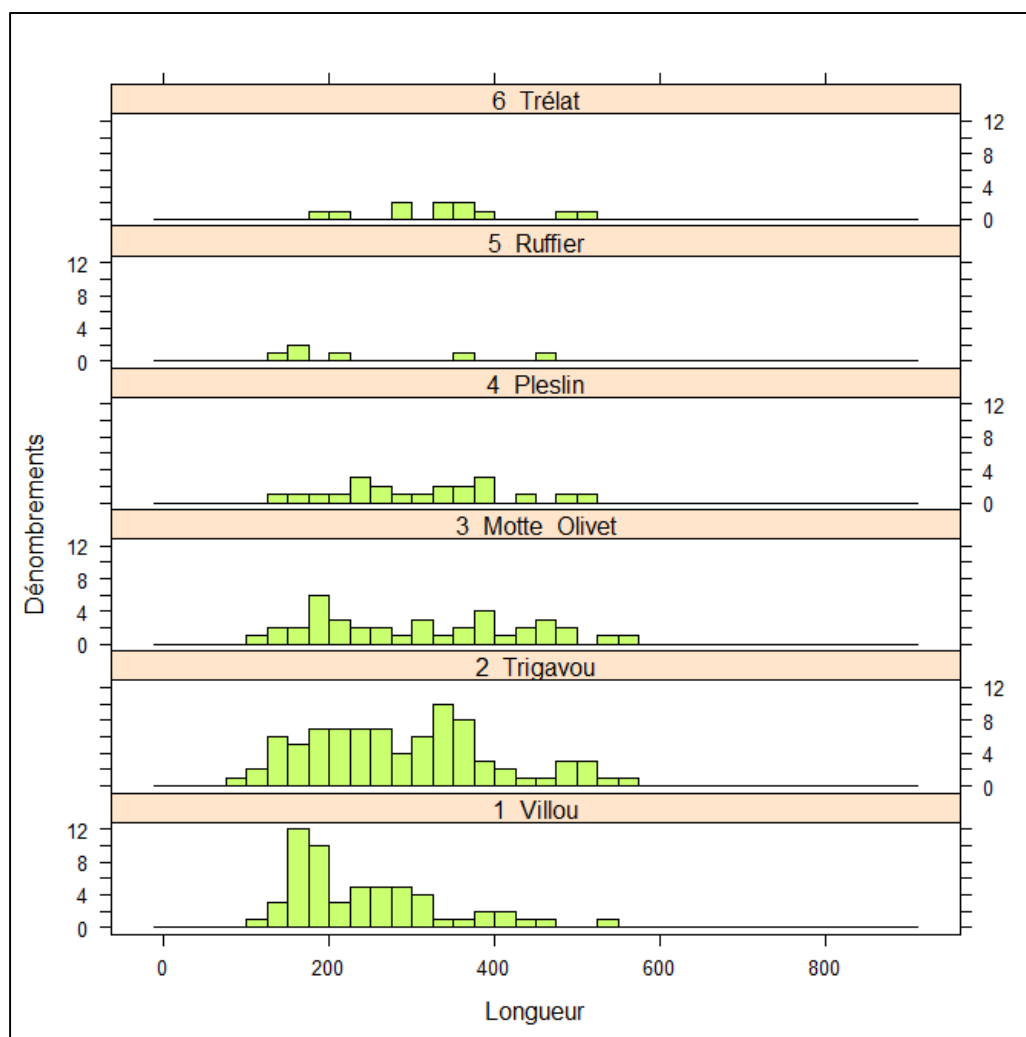
rapport aux années précédentes. Ces observations confirment un vieillissement de la population d'anguilles en place et laissent supposer une production plus importante d'anguilles femelles.

Les premiers modes entre années illustrent 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 montaisons importantes certaines années au niveau de Bois Joli (2010 par exemple).

## - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

### 6.4.3.2 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 on s'éloigne de la mer (FIGURE 36).

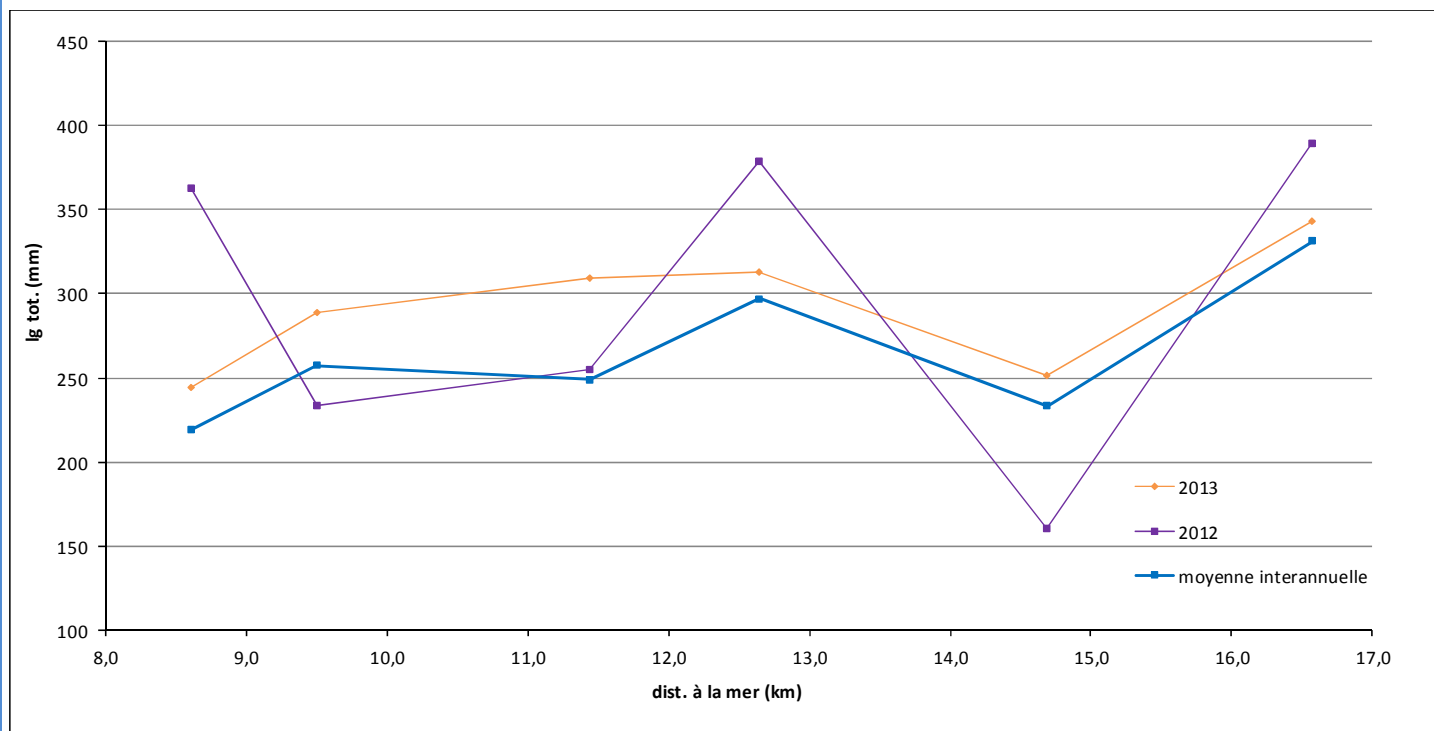


**FIGURE 37 : DISTRIBUTION DES TAILLES D'ANGUILLES PAR SECTEUR SUR LE FREMUR EN 2013, PAS DE 2.5 MM (FISH PASS).**

Le secteur Villou est le seul sur lequel un mode se détache pour les individus de taille inférieure à 200 mm. Ce mode peut correspondre au recrutement des anguilles d'1 ou 2 ans dans le bassin versant. Sur ce secteur peu d'anguilles supérieures à 325 mm sont présentes. Sur le secteur Trigavou, malgré un nombre important d'anguilles, aucune réelle structuration en classes de tailles ne se dessine. Une cassure à 375 mm est cependant visible, pouvant être expliquée par la dévalaison des mâles. Sur les secteurs de Motte Olivet, Pleslin, Ruffier et Trélat, aucune réelle structuration en

### - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

classes de taille n'est visible. Pour les secteurs Ruffier et Trélat, la distribution des anguilles est assez éparse entre les classes de taille. Sur les trois secteurs amont, seulement quelques individus de moins de 200 mm sont présents confirmant les très faibles recrutements et les difficultés de colonisation de certains secteurs.



**FIGURE 38 : TAILLES MOYENNES DES ANGUILLES PAR ANNEE ET PAR SECTEUR SUR LE FREMUR DE 1995 A 2013 (FISH PASS).**

D'après la moyenne interannuelle, une augmentation de la taille des anguilles est visible le long du gradient aval-amont (FIGURE 37). Pour la campagne 2013, la taille moyenne des anguilles suit la même évolution que la moyenne interannuelle. Cependant, la taille moyenne 2013 est plus importante que la taille moyenne interannuelle sur chacun des secteurs. Ceci confirme le vieillissement et le faible renouvellement de la population d'anguilles sur le bassin versant.



## - *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 une densité et une biomasse moyenne toutes deux supérieures à 2012 mais restant inférieures à la moyenne interannuelle. Sur ce secteur, les anguilles sont majoritairement de petite taille.
- **Le secteur de Trigavou** dispose cette année d'une densité proche de la moyenne interannuelle mais avec une biomasse, une taille moyenne et un poids moyen supérieurs soulignant une plus forte représentativité des individus de grande taille sur secteur par rapport à la moyenne interannuelle. Ceci peut en partie s'expliquer par les fortes captures dans un microhabitat (enrochement) au niveau de la station de jaugeage, favorable aux plus grandes anguilles. Par rapport à 2012, l'ensemble des paramètres étudiés est supérieur en 2013.
- **Sur le secteur de Motte Olivet**, il présente en 2013 la plus faible densité depuis le début du suivi. La biomasse est comparable à 2012 mais reste très inférieure à la moyenne interannuelle. Les tailles moyennes et poids moyens sont très supérieurs à la moyenne interannuelle et aux valeurs de 2012. Ceci s'explique par la faible abondance d'individus de petite taille et le vieillissement de la population en place sur ce secteur. De plus, ce secteur plutôt intéressant en terme d'habitat, présente un déficit en jeunes anguilles soulignant un effet potentiel du barrage situé à l'aval de ce secteur (barrage de l'étang de la Marche).
- **Le secteur de Pleslin**, pour 2013, dispose d'une densité comparable à la moyenne interannuelle et une biomasse près de deux fois supérieure. Ce dernier point peut s'expliquer en partie par la modification de l'habitat, secteur devenant plus lentique et plus colmaté (du fait probablement de la station de lagunage), qui est moins favorable aux petites anguilles. La taille moyenne et le poids moyen plus élevés que la moyenne interannuelle soulignent de plus un vieillissement de la population et un faible renouvellement.
- **Le secteur de Ruffier** a une abondance et une densité plus élevée qu'en 2012 où seulement un individu avait été échantillonné sur ce secteur. Les densités et biomasses restent cependant faibles par rapport à la moyenne interannuelle. La taille moyenne et le poids moyen sur ce secteur sont par contre relativement élevés. Ceci s'explique par la faible présence d'anguilles de petite taille (3 individus) et la présence de 2 grands individus qui influencent fortement ces moyennes.

## - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

- **Le secteur de Trélat**, comme les autres années, a un recrutement très faible, il présente des anguilles principalement de grande taille en très faible densité. Par rapport à 2012, la présence d'un plus grand nombre d'individus de taille inférieure à 300 mm, a fait diminuer le poids et la taille moyenne des anguilles sur ce secteur.

### 6.4.4 Coefficient de condition

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

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

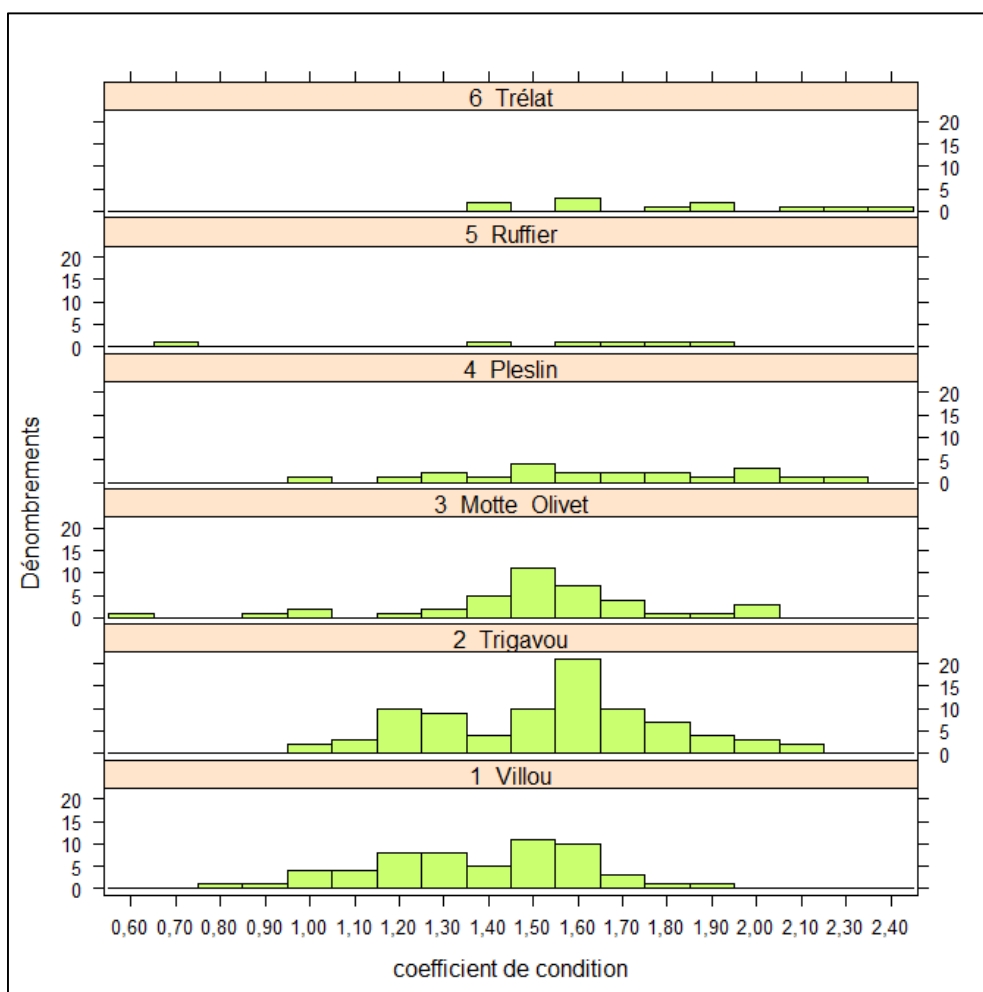
Avec **KC** : coefficient de condition ;

**PDS** : Poids individuel en grammes

**LG**: Longueur totale en mm.

Pour la campagne 2013, les coefficients de condition apparaissent augmentés avec la distance à la mer (FIGURE 39). Il est d'environ 1.4 sur la station Villou et de 1.9 sur la station Trélat. Pour les secteurs Villou et Trigavou, les plus faibles coefficients de condition moyens (1.4 et 1.5) s'expliquent par la forte présence de petites anguilles, de coefficient de condition généralement plus faible. Le secteur Motte Olivet présente aussi un coefficient de condition moyen proche de 1.5 mais avec une plus forte hétérogénéité (min : 0.6 et max : 2.05). Les secteurs Pleslin, Ruffier et Trélat présentent des coefficients de condition en moyenne plus élevés (environ 1.7 pour Pleslin, 1.6 pour Ruffier et 1.9 pour Trélat) s'expliquant par un faible nombre d'individus comprenant majoritairement des anguilles de grande taille.

**- Evaluation du stock (Suivi annuel) -**

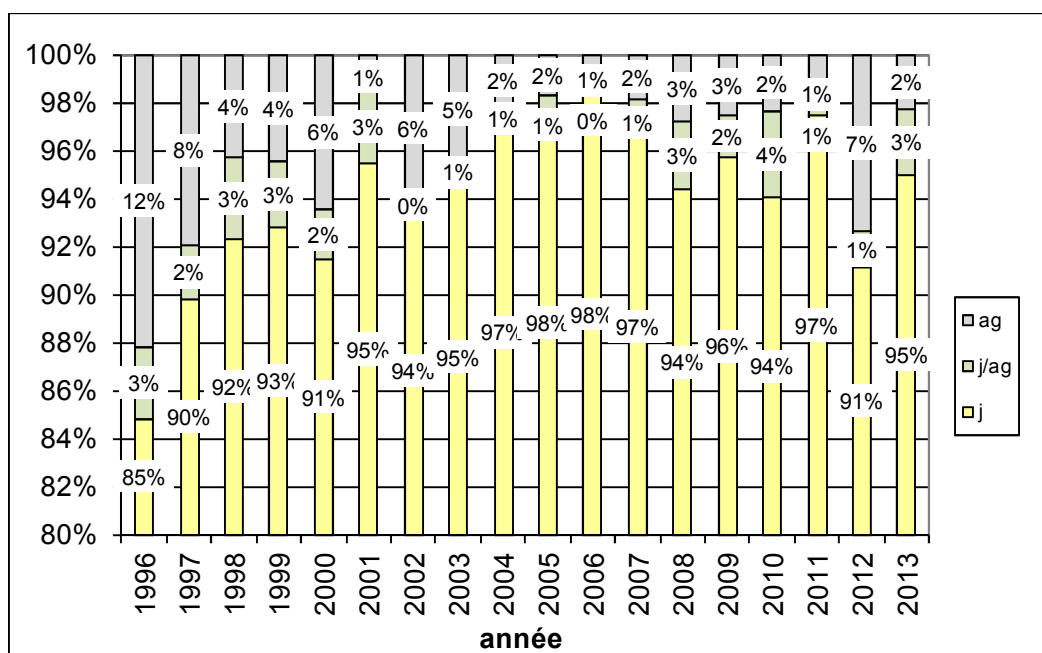


**FIGURE 39 : DISTRIBUTION DES COEFFICIENTS DE CONDITION DE L'ANGUILLE SUR LE FREMUR EN 2013 PAR SECTEUR. (FISH PASS)**

### 6.4.5 Argenture

Pour la campagne 2013, les captures d'anguilles argentées lors des pêches d'automne sont relativement faibles avec seulement 2% (FIGURE 31). A ce pourcentage s'ajoute 3% d'anguilles jaune/argentée qui n'ont pas terminé leur métamorphose. Le pourcentage d'anguilles argentées est plus faible qu'en 2012. Ceci peut s'expliquer par des effectifs en anguilles jaunes plus importants. Le pourcentage cumulé d'anguille argentée et d'anguille jaune argentée est moyen (5%), ce qui peut être mis en relation avec la dévalaison moyenne observée cette année (voir chapitre suivant).

**- Evaluation du stock (Suivi annuel) -**



**FIGURE 40 : EVOLUTION INTER-ANNUELLE DE 1996 A 2013 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)**

Lors des pêches d'automne 2013, ce sont 5 anguilles argentées et 6 anguilles jaunes/argentées. Ces anguilles argentées ou en cours d'argenteure ont principalement été capturées sur les secteurs aval du bassin versant (Trigavou et Motte Olivet), ce qui peut laisser penser qu'elles ont commencé leur migration de dévalaison.

**TABLEAU 8 : POURCENTAGE D'ANGUILLES ARGENTÉES (NOMBRE D'INDIVIDUS) PAR SECTEUR, FREMUR 2012 (FISH PASS)**

Stade	Secteur					
	Villou	Trigavou	Motte Olivet	Pleslin	Ruffier	Trélat
<b>j</b>	100% (57)	94% (80)	87% (34)	100% (21)	100% (6)	91% (10)
<b>j/ag</b>	0%	3% (3)	8% (3)	0%	0%	0%
<b>ag</b>	0%	2% (2)	5% (2)	0%	0%	9% (1)

## - Evaluation du stock (Suivi annuel) -

### 6.4.6 Etat sanitaire

L'état sanitaire des anguilles a été codifié selon la codification de l'Onema (Beaulaton et Pénil, 2009, voir annexe 4).

Les anguilles saines ne représentent que 39% des effectifs, 61% des anguilles présentent donc une ou plusieurs pathologies (FIGURE 41). En effet, 39% des anguilles présentent une seule pathologie et 21% des anguilles en présentent deux.

Les principales pathologies observées sont des érosions (ER) (48% des pathologies observées), des hémorragies (29%) et des parasites (Autres parasites, 15%).

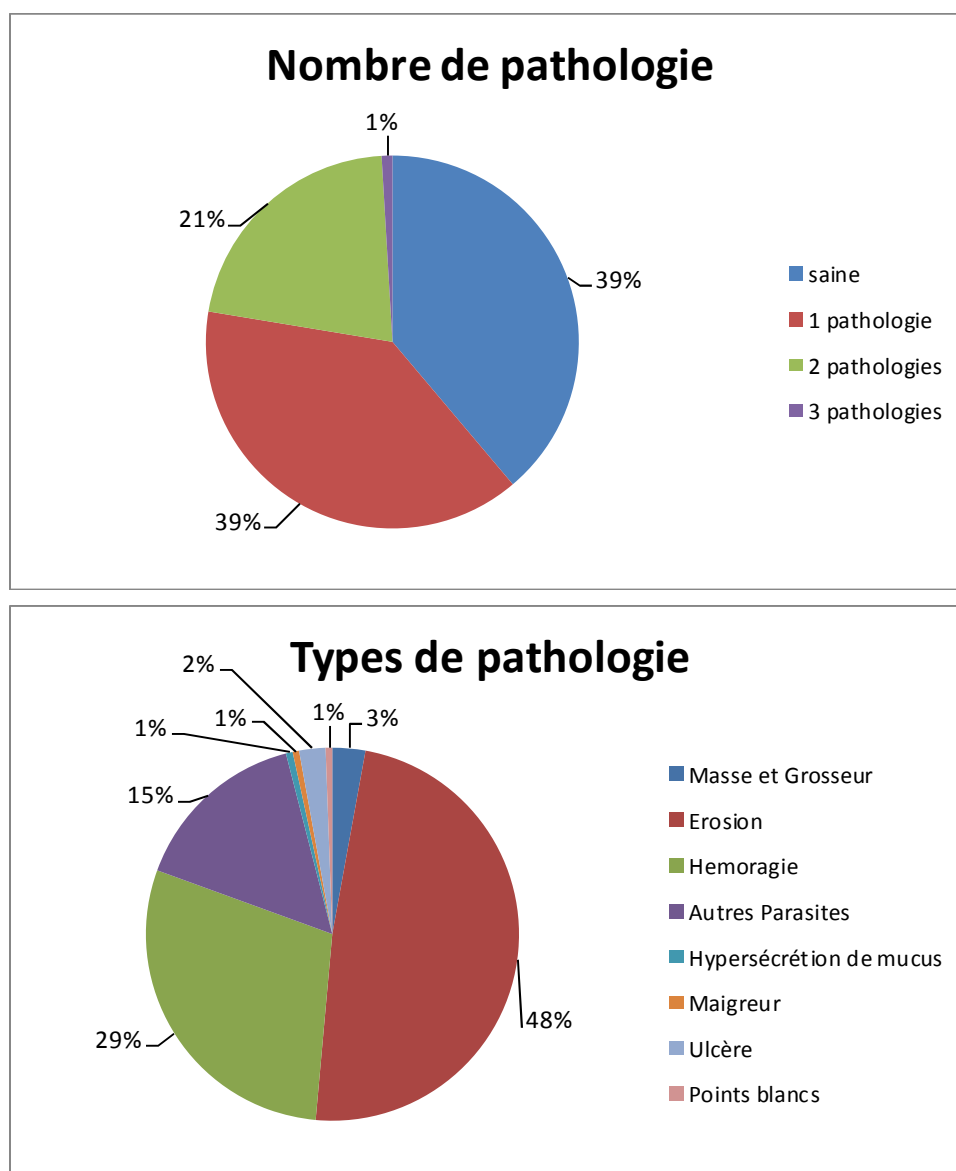


FIGURE 41 : PATHOLOGIE DES ANGUILLES ECHANTILLONNEES EN PECHE ELECTRIQUE SUR LE FREMUR EN 2013 (FISH PASS)

## 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 2013, le matériel et les opérateurs de terrain réalisant le marquage étant les mêmes. Les tests réalisés en 2009 avaient 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 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 20% (TABLEAU 9). Les pêches réalisées avec le MNHN durant l'été 2012 ont montré de faibles recaptures sur les zones non échantillonnées annuellement. Ce faible taux de recapture sur les différents sites de pêches électriques pourrait s'expliquer par le déplacement et la dispersion des individus vers des zones lenticules difficilement échantillonnables.

Lors de la campagne d'automne 2013, 88 anguilles ont été marquées. C'est le nombre le plus important depuis 2008.

Concernant les recaptures, 30 anguilles marquées ont été recapturées. Cela représente les meilleures recaptures depuis 2002. Ceci s'explique par les importantes opérations de marquage qui ont eu lieu depuis 2008 après un arrêt du marquage entre 2003 et 2008. Toutes les anguilles recapturées marquées en 2013 avaient été marquées entre 2008 et 2012.

**- Marquage individuel (Suivi annuel) -**

**TABLEAU 9 : 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	2013		
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	5	103	52%
2009														8	4	3	2	69	25%
2010															9	6	10	80	31%
2011																5	3	47	17%
2012																1	10	81	14%
Total	65	22	19	32	17	33	25	23	6	1	4	0	23	19	23	20	30	1722	20%

Au moment de leur marquage, 28 des anguilles recapturées étaient au stade jaune et 2 au stade jaune/argentée (marquées en 2010) (TABLEAU 10). Lors de la recapture en 2013, les deux anguilles marquées jaune/argentée n'avait pas changé de stade. Par contre, 1 anguille marquée jaune en 2010 a été recapturée au stade argenté. De même, deux anguilles jaunes sont passées au stade jaune argenté (marquage respectivement en 2008 et 2010).

La croissance des individus recapturés marqués en 2013 a pu être étudiée :

- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2012 est de 27 mm/an (écart-type : 18.7 mm).
- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2011 est de 56.3 mm/an (écart-type : 24.3 mm).
- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2010 est de 24 mm/an (écart-type : 12.5 mm).
- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2009 est de 41.9 mm (écart-type : 21.7 mm)
- La croissance moyenne annuelle des individus marqués en 2008 est de 21,2 mm (écart-type : 6.7 mm).

Concernant le déplacement des anguilles :

- **22 ont été recapturées exactement sur la même station et ne se sont donc pas déplacées.**
- **7 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) -**

- 1 anguille a été recapturée sur un secteur différent. Elle s'est déplacée de près de 800m.

Les anguilles se sont donc très peu déplacées entre le marquage et leur recapture alors que plusieurs années peuvent les séparer. Les anguilles marquées semblent donc relativement sédentaires.

**TABLEAU 10 : CARACTERISTIQUES, CROISSANCE ET DEPLACEMENT DES INDIVIDUS MARQUES EN 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 ET RECAPTURES DURANT LES PECHEES ELECTRIQUES DE L'AUTOMNE 2013 (FISH PASS).**

Marque	Recapture (2013)					Marquage					croissance moyenne annuelle (mm)	déplacement
	taille	stade	lieu	station	distance	taille	stade	lieu	station	distance		
<b>Marquage 2012</b>												
6CA3F32	450	j	Motte Olivet	56	11,586	442	j	Motte Olivet	56	11,586	8	0
6CA2601	323	j	Motte Olivet	56	11,586	288	j	Motte Olivet	56	11,586	35	0
6CA3280	367	j	Villou	23	8,593	356	j	Villou	23	8,593	11	0
6CA4418	375	j	Trélat	11	16,469	366	j	Trélat	11	16,469	9	0
6CA22B7	491	j	Pleslin	27	12,709	465	j	Pleslin	27	12,709	26	0
6CA4E7B	312	j	Trigavou	5	9,494	301	j	Trigavou	5	9,494	11	0
6CA45D4	307	j	Trigavou	5	9,494	281	j	Trigavou	4	9,447	26	0,047
6CA26D3	340	j	Trigavou	4	9,447	309	j	Trigavou	4	9,447	31	0
6CA3F48	321	j	Trigavou	36	9,393	275	j	Trigavou	36	9,393	46	0
7203E1C	503	j	Trigavou	36	9,393	437	j	Villou	-	8,593	66	0,8
<b>Marquage 2011</b>												
6CA3077	379	j	Motte Olivet	56	11,586	286	j	Motte Olivet	56	11,586	46,5	0
6CA4175	364	j	Ruffier	16	14,898	287	j	Ruffier	16	14,898	38,5	0
6CA2521	448	j	Villou	23	8,593	280	j	Villou	22	8,511	84	0,082
<b>Marquage 2010</b>												
6CA316F	383	ag	Motte Olivet	56	11,586	330	j	Motte Olivet	56	11,586	17,7	0
6CA3643	439	j	Motte Olivet	56	11,586	348	j	Motte Olivet	56	11,586	30,3	0
6CA4431	485	j/ag	Motte Olivet	30	11,489	464	j/ag	Motte Olivet	56	11,586	7,0	-0,097
6CA4392	392	j	Pleslin	27	12,709	299	j	Pleslin	28	12,807	31,0	-0,098
6CA51C7	445	j	Pleslin	48	12,411	322	j	Pleslin	48	12,411	41,0	0
6CA339A	383	j	Trigavou	36	9,393	316	j	Trigavou	36	9,393	22,3	0
6CA4D9A	361	j	Trigavou	36	9,393	249	j	Trigavou	36	9,393	37,3	0
6CA2156	366	j	Trigavou	3	9,363	292	j	Trigavou	3	9,363	24,7	0
6CA3AF3	569	j/ag	Motte Olivet	56	11,586	564	j/ag	Motte Olivet	56	11,586	1,7	0
6CA4286	369	j/ag	Trigavou	3	9,363	288	j	Trigavou	3	9,363	27,0	0
<b>Marquage 2009</b>												
6CA2203	540	j	Villou	23	8,593	311	j	Villou	23	8,593	57,3	0
6CA4C10	367	j	Pleslin	27	12,709	261	j	Pleslin	28	12,807	26,5	-0,098
<b>Marquage 2008</b>												
6CA2D46	452	j	Motte Olivet	56	11,586	379	j	Motte Olivet	56	11,586	14,6	0
6CA2DCA	453	j	Motte Olivet	56	11,586	322	j	Motte Olivet	56	11,586	26,2	0
6CA3F4C	409	j	Trigavou	5	9,494	269	j	Trigavou	4	9,447	28,0	0,047
6CA2528	546	j/ag	Trigavou	3	9,393	478	j	Trigavou	3	9,363	13,6	0,03
6CA258A	511	j	Trigavou	1	9,393	392	j	Trigavou	36	9,393	23,8	0

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



## - Marquage individuel (Suivi annuel) -

Sur l'ensemble des anguilles recapturées en 2013, la croissance moyenne annuelle est de 29 mm (TABLEAU 11). Celle-ci est proche des croissances moyennes annuelles observées en 2012 et 2011.

**TABLEAU 11 : SYNTHÈSE DES CROISSANCES MOYENNES ANNUELLES DES INDIVIDUS MARQUÉS ET RECAPTURES SUR LE FRÉMUR PAR ANNÉE (FISH PASS)**

Année de recapture	Croissance moyenne annuelle (mm)
2009	19,8
2010	11,6
2011	23
2012	25,7
2013	29

Ces croissances moyennes annuelles apparaissent plus faibles que celle de 61,7 mm/an estimée sur la population d'anguilles du Frémur par otolithométrie entre 1998 et 2004 (Guillouët et al., 1998 à 2004 ; Mazel et al., 2012). Ainsi, plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette différence : un effet du Pit Tag sur la croissance comme supposée par Mazel et al. (2012), une diminution globale des croissances sur le Frémur ces dernières années, une surestimation des croissances par la technique d'otolithométrie utilisée entre 1998 et 2004. Sur ce dernier point, Acou et al. 2013 ont développé une méthode d'otolithométrie donnant des résultats proches de ceux observés par Pit-Tag. Des études complémentaires devraient permettre de répondre à ces interrogations.

### 7.3 Recapture des individus marqués en dévalaison

Les recaptures moyennes en dévalaison depuis le début du suivi sont de 14% (TABLEAU 12). 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 depuis en 2008 étaient pour la plupart de taille moyenne (250-300 mm) et au stade jaune ce qui peut expliquer les faibles taux de recapture observés. Pour l'année 2012, le MNHN lors des pêches d'été a marqué des individus de taille plus importante (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 (12 individus).

## - Marquage individuel (Suivi annuel) -

Au cours de la dévalaison 2012/2013, 26 anguilles marquées ont été recapturées. C'est la meilleure recapture observée depuis l'année 2000. Ceci est à mettre en relation avec les excellentes conditions de dévalaison (surverse de fin novembre à début mai) et l'effectif important d'anguilles en dévalaison (646 dévalantes).

La dévalaison 2013/2014 n'est pas encore terminée. Au 24/02/2014, seulement 2 anguilles marquées ont été recapturées. L'une d'elles a été marquée en 1996, lors de la première année de marquage sur le Frémur.

L'une des anguilles recapturées en dévalaison a été marquée il y a 16 ans. Lors de son marquage en 1996, au niveau du secteur de Trélat, elle mesurait 233 mm. A la recapture, sa taille était de 526 mm. Cet individu reflète bien la durée importante de la phase de vie continentale de certaines anguilles du Frémur.

**TABLEAU 12 : 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			2013
1996	15	7	11	11	5	1	3	6	5		1		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%
2013																		1	88	1%
<b>Total</b>	15	19	28	24	38	8	16	20	15	9	11	6	6	4	5	4	26	2	1810	14%

## 8 Dévalaison (Suivi annuel)

Les années de dévalaison sont définies avec des limites allant du 1<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> 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.

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 jusqu'à début mai 2013. Les conditions ont donc été très favorables pour la dévalaison.**

Pour la dévalaison 2013-2014, le niveau d'eau dans la retenue était descendu relativement bas durant l'été et l'automne (côte min 25,63). Cependant, les tempêtes de fin décembre-début janvier, ont permis un remplissage rapide pour un début de surverse le 6 janvier 2014.

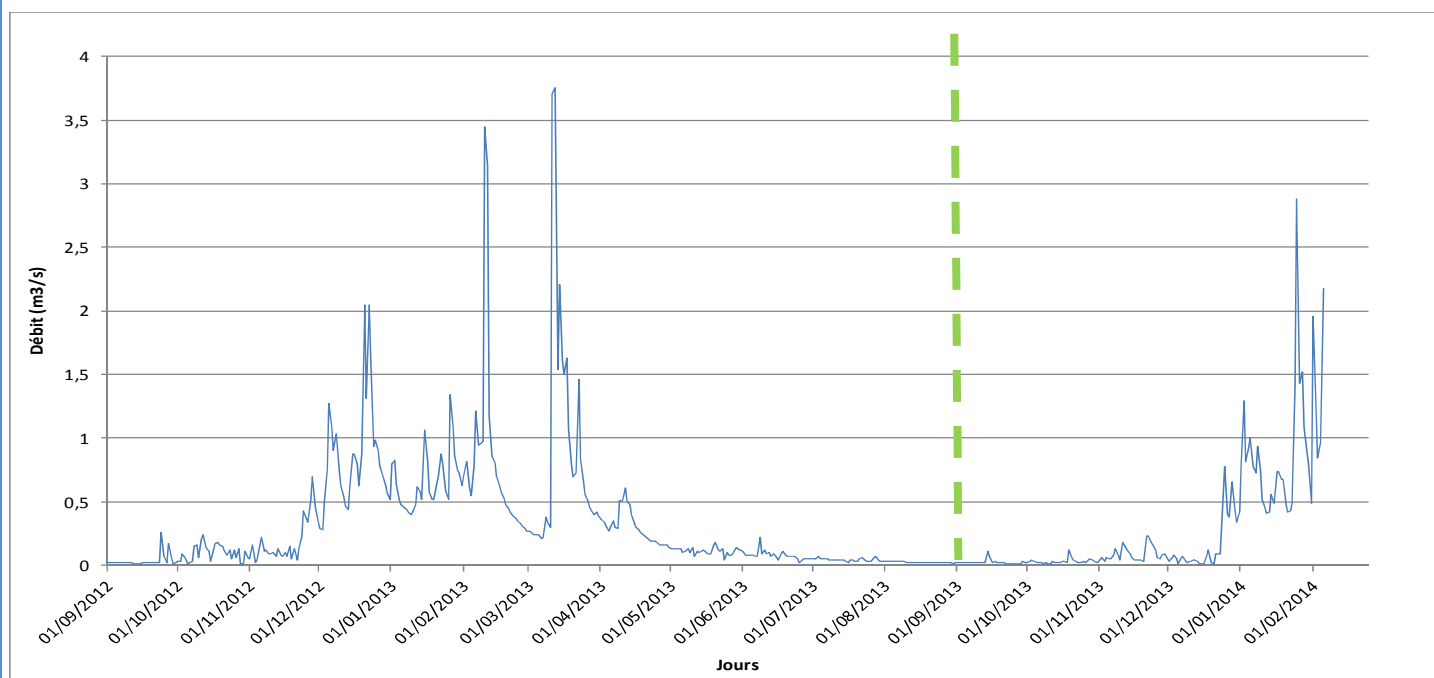
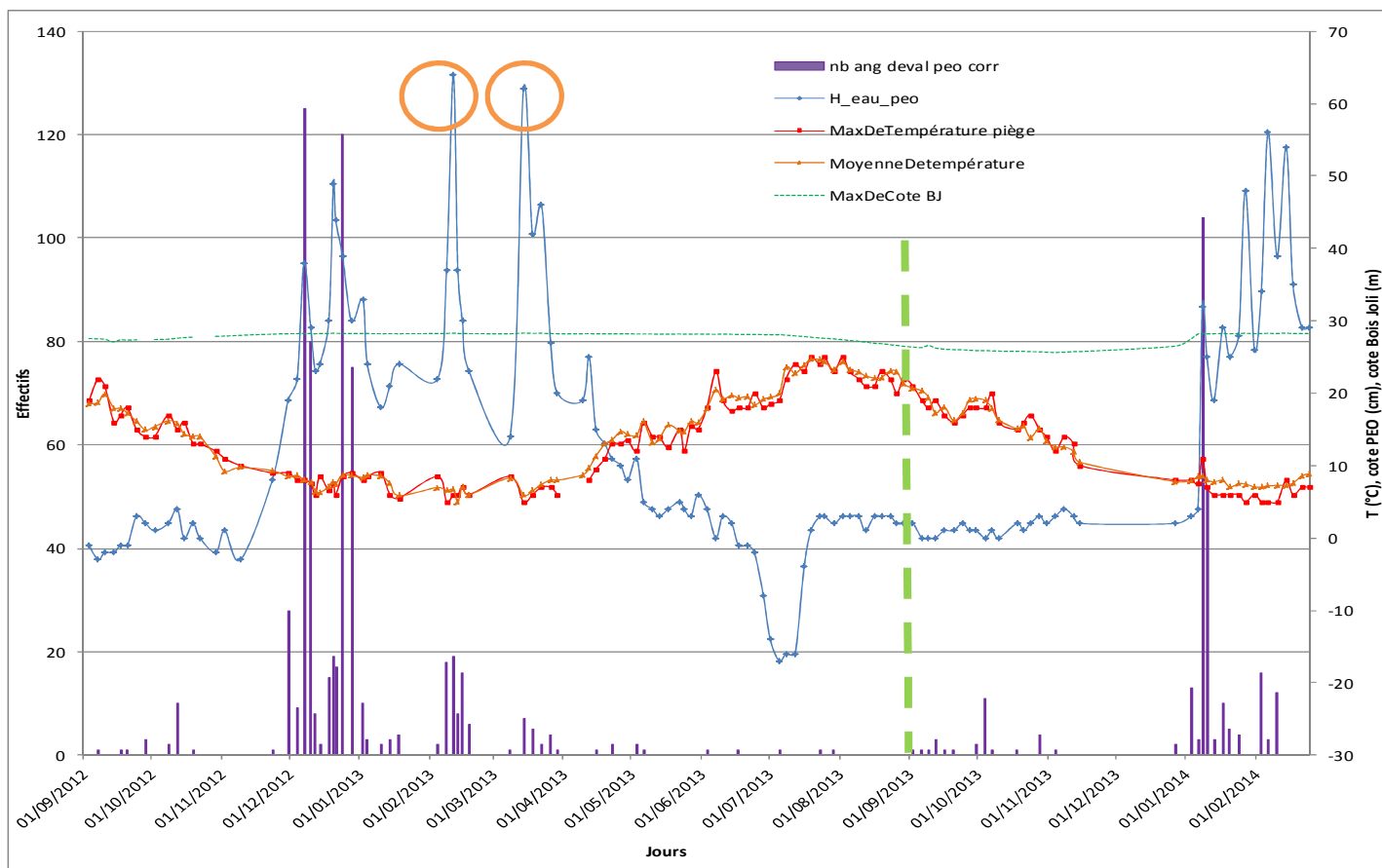
### 8.1 Déroulement de la dévalaison

La dévalaison 2012/2013 a été relativement importante avec deux pics majeurs, l'un début décembre, l'autre fin décembre. Ces deux pics apparaissent directement liés aux premières augmentations de débit du Frémur. Ceci s'explique par la surverse précoce à Bois Joli. Deux autres pics de débit ont été observés, l'un le 11/02/2013 et l'autre le 14/03/2013. Ils ont causé une forte augmentation de la hauteur d'eau à Pont es Omnès, créant une surverse par-dessus la digue de Pont es Omnès et donc favorisant un échappement d'une partie des anguilles dévalantes à ces dates. Après l'arrêt de la surverse de Bois Joli, début mai, seulement quelques anguilles ont été observées en dévalaison.

La dévalaison 2013/2014 est toujours en cours actuellement. Quelques dévalaisons ont eu lieu en septembre et octobre. La surverse au niveau du barrage a débuté au 6 janvier. Contrairement à la dévalaison 2012/2013, le pic de dévalaison a eu lieu en décalage par rapport aux premières

## - Dévalaison (Suivi annuel) -

augmentations de débit du Frémur le temps que le barrage se remplisse et surverse. Dès la surverse, un pic important de plus d'une centaine d'individus a été observé.



**FIGURE 42 : HAUT : EVOLUTION DES EFFECTIFS (CORRIGES) D'ANGUILLES SUR LE PIEGE DE PONT ES OMNES POUR LES DEVALAISONS 2012/2013 ET 2013/2014 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 2013/2014 sont arrêtées pour ce rapport au 24/02/2013. 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 2013/2014 sera toutefois exploité et interprété dans le prochain rapport.**

**La dévalaison 2012-2013 a été remarquable avec 646 anguilles dévalantes.** C'est la dévalaison la plus importante depuis 2007. En termes d'effectif, **il s'agit de la 8<sup>ème</sup> dévalaison depuis le début du suivi.** Cette importante dévalaison peut être en partie expliquée par la faible et tardive dévalaison 2011/2012 (surverse fin avril 2012). En effet, il est possible qu'une partie des dévalantes ait commencé leur dévalaison en 2011-2012 et soit restée en stabulation dans la retenue de Bois Joli en attente de conditions optimales.

**Pour la dévalaison 2013-2014, les données de dévalaison sont incomplètes. Au 24 février 2014, 255 anguilles dévalantes ont été comptabilisées à Pont es Omnès. A cette date, la dévalaison 2013-2014 est la 16<sup>ème</sup> en effectif.**

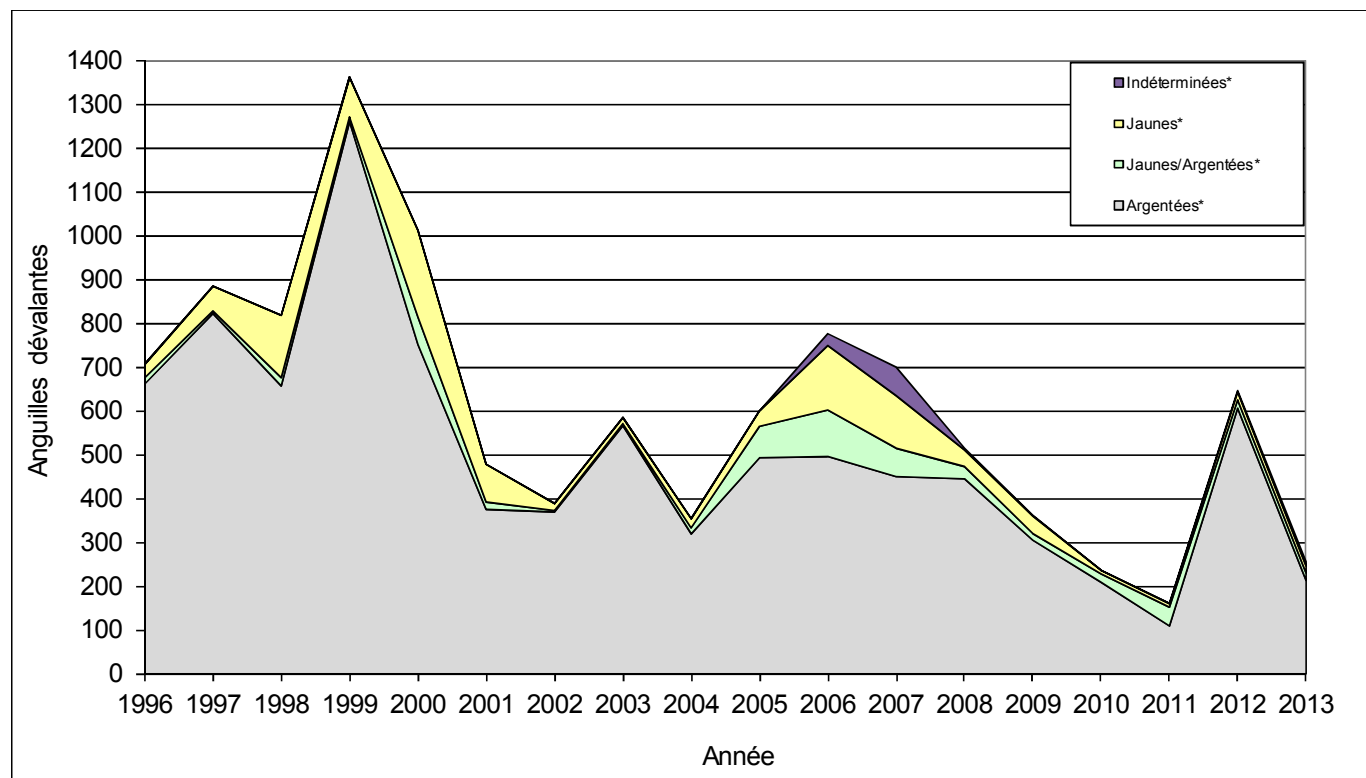
Le nombre d'anguilles dévalantes par année et par stade est présenté en FIGURE 43 et Annexe 3. Ce nombre de dévalaisons est corrigé pour l'échappement lorsque des tests d'échappement sont réalisables (échappement possible lors de fortes crues).

Les anguilles dévalantes sont majoritairement des anguilles argentées (FIGURE 43). Le nombre d'anguilles jaunes dévalantes est très variable selon les années. 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.

### - Dévalaison (Suivi annuel) -

Pour la dévalaison 2012/2013, les anguilles au stade argenté étaient au nombre de 606 et 19 étaient en cours d'argenture (jaune-argenté).

Pour la dévalaison 2013/2014, 213 des anguilles dévalantes sont au stade argenté et 17 sont en cours d'argenture (jaune-argenté).



**FIGURE 43: STADE ET EFFECTIF CUMULE PAR ANNEES DES ANGUILLES CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2013. \*EFFECTIFS CORRIGES. (FISH PASS)**

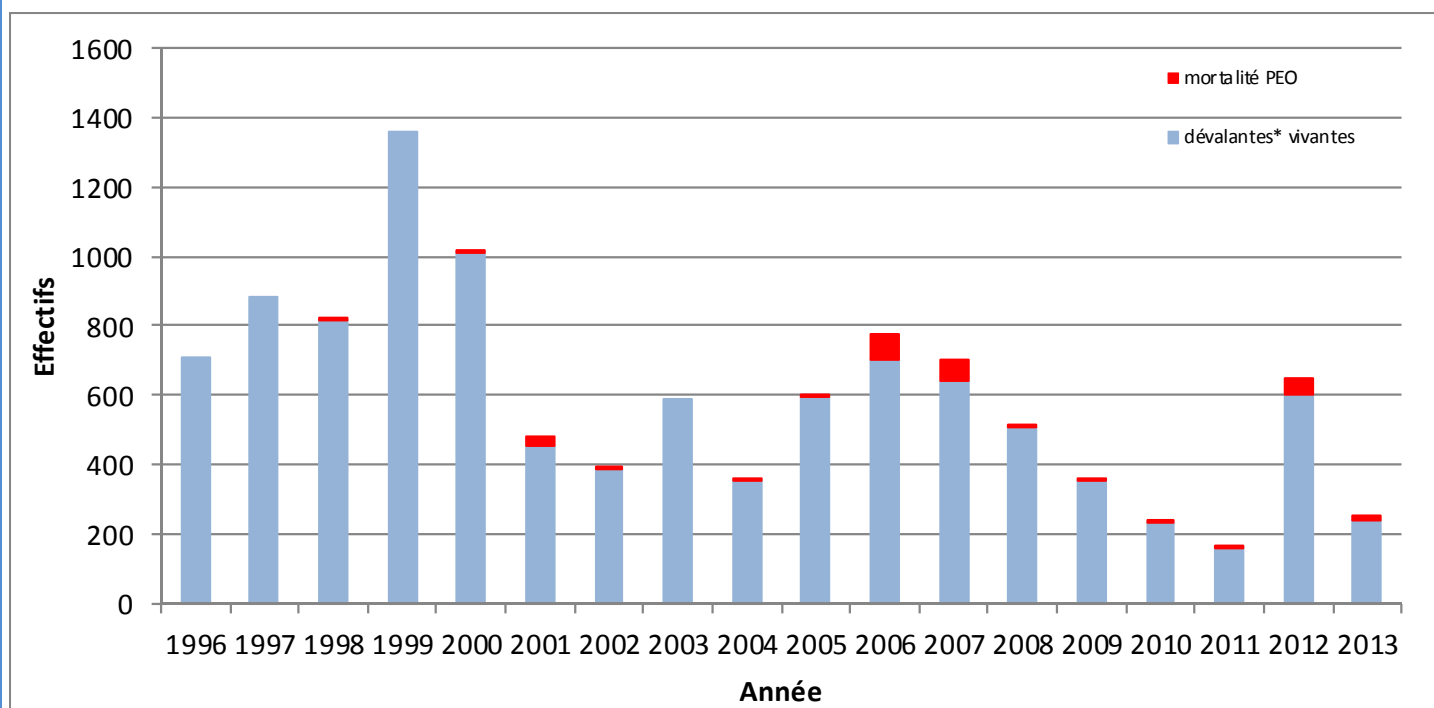
## - Dévalaison (Suivi annuel) -

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 du premier filtre
- 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 2012/2013, 48 individus ont été retrouvés morts, ce qui représente plus de 7 % des individus en dévalaison (FIGURE 44).

Pour la dévalaison 2013/2014, au 24 février, 14 anguilles mortes ont été retrouvées dans le système de dévalaison, représentant 5.8 % des anguilles dévalantes.



**FIGURE 44 : NOMBRE D'ANGUILLES DEVALANTES VIVANTES ET MORTES PAR ANNEE, CAPTUREES AU PIEGE DE PONT ES OMNES DE 1996 A 2013 (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 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.

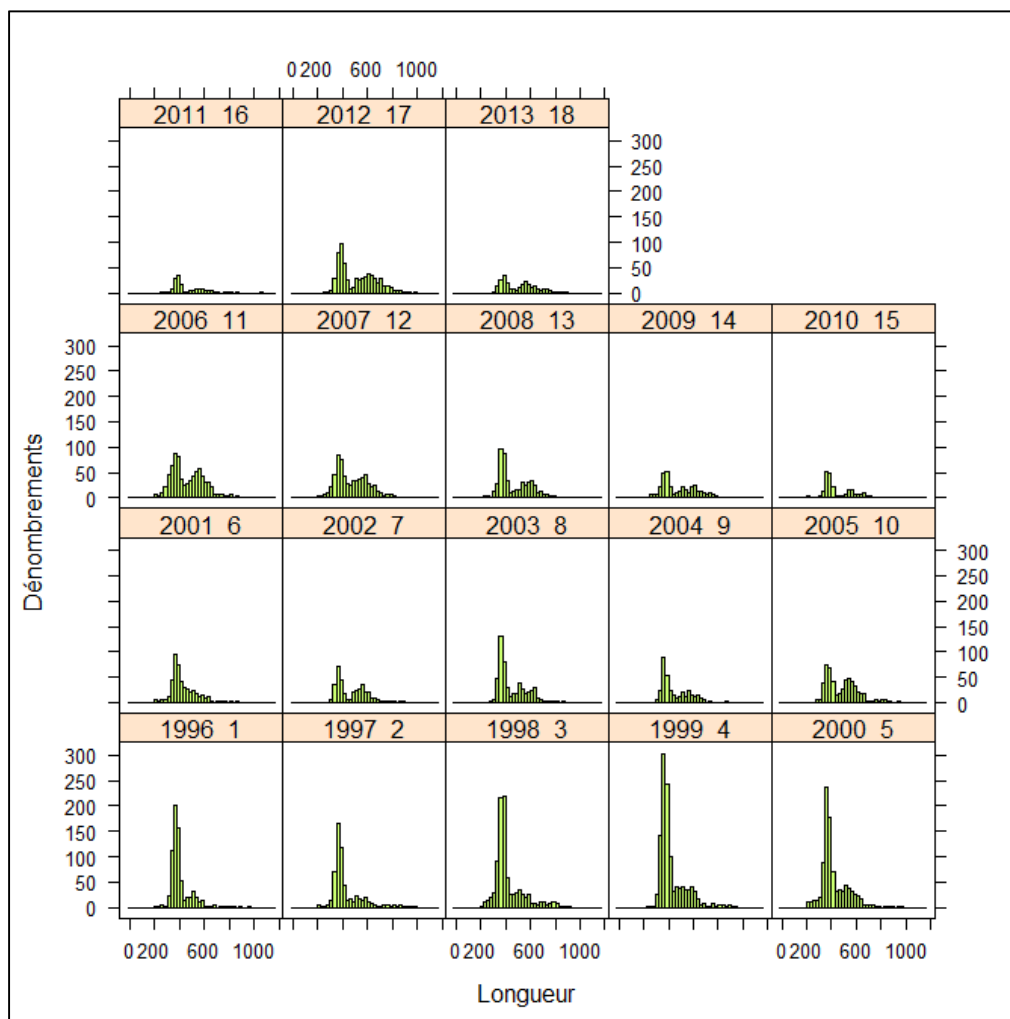
#### 8.3.1 Structure en classe de taille

La dévalaison 2012-2013 présente des modes bien marqués du fait des importants effectifs en dévalaison (FIGURE 45). Les effectifs d'individus pour les deux modes apparaissent en nette augmentation par rapport aux dévalaisons 2009, 2010 et 2011.

Pour la dévalaison 2013-2014, les deux modes sont beaucoup plus aplatis confirmant une baisse des effectifs à la fois chez les mâles (<450mm) et les femelles (>450 mm).



**- Dévalaison (Suivi annuel) -**



**FIGURE 45 : DISTRIBUTION DES TAILLES DES ANGUILES DEVALANTES PIEGEES AU PONT ES OMNES DE 1996 A 2013. (FISH PASS)**

### 8.3.2 Sex-ratio

Depuis 2005, les petites dévalantes (<450 mm) ont des effectifs proches des anguilles de grande taille (>450 mm) (FIGURE 46). 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.

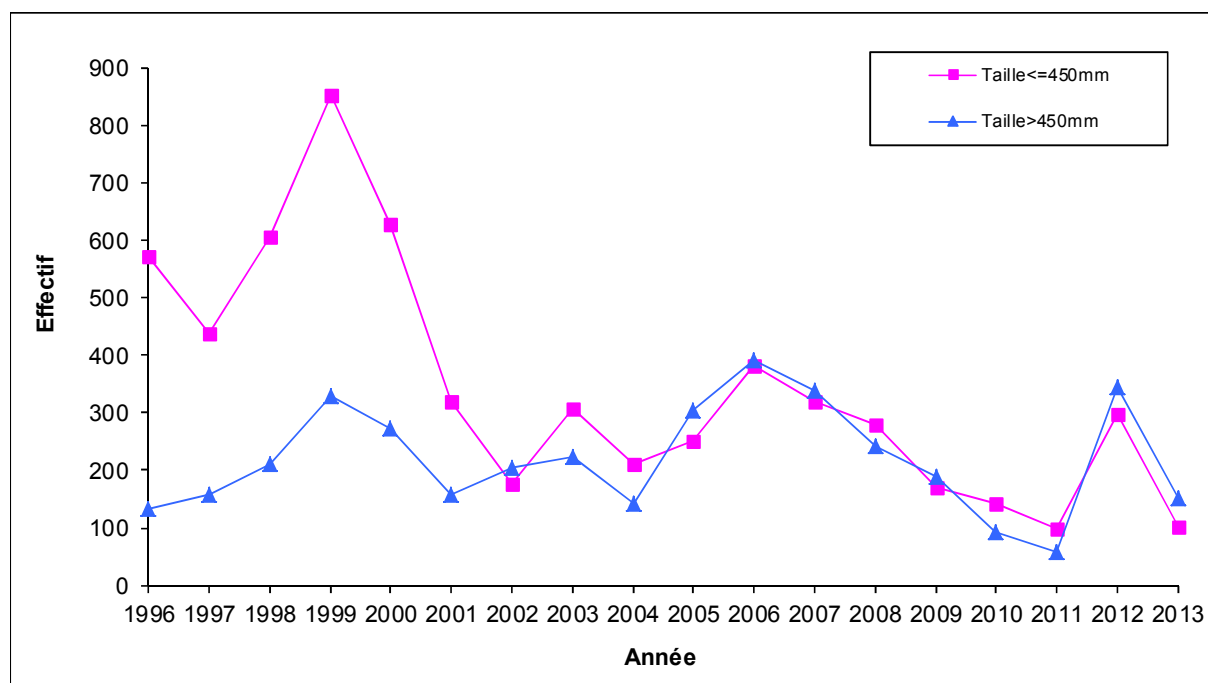
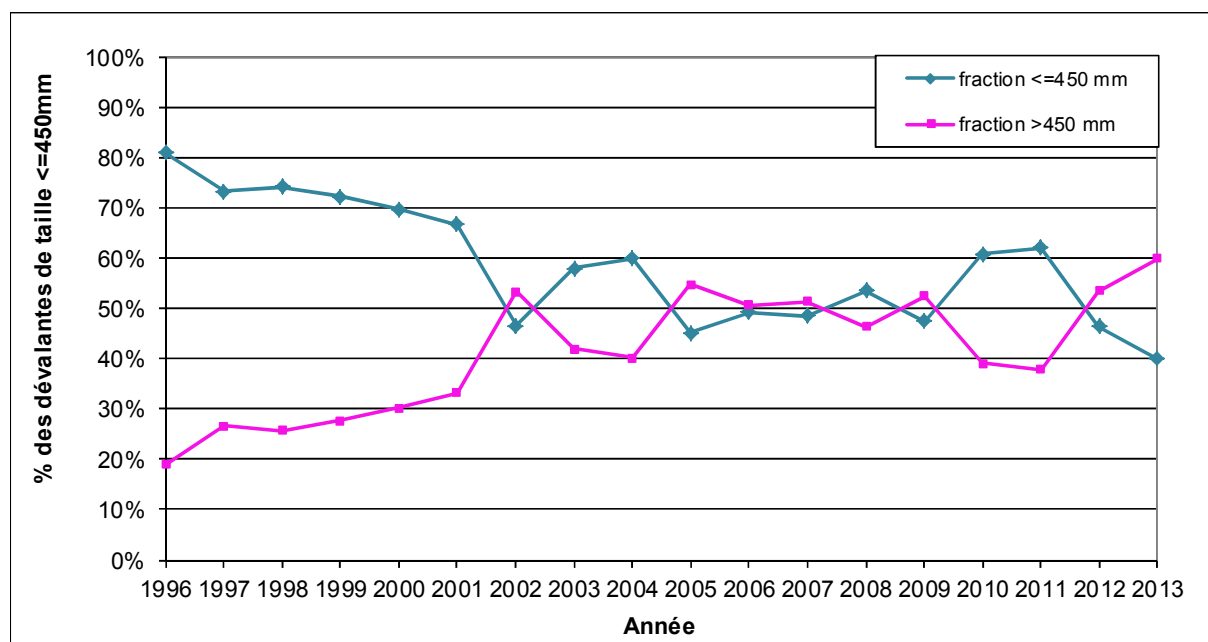
La FIGURE 46 montre que la proportion d'anguilles dévalantes < 450 mm est en baisse de 1996 à 2002. Depuis 2002, une certaine stabilité s'installe dans le sexe ratio avec en moyenne 50% d'individus >450mm et 50% < 450 mm.

La dévalaison 2012/2013 présente une proportion d'individus de moins de 450mm de 46 % (299 individus), soit une baisse de 16% par rapport à la dévalaison 2011/2012. De plus, avec 54%

### - Dévalaison (Suivi annuel) -

d'individus de plus de 450 mm (346 individus), le sexe-ratio est donc, pour le moment en faveur des femelles.

Pour la dévalaison 2013/2014, la proportion des individus de taille inférieure à 450 mm continue à baisser et représente ainsi plus que 40% du peuplement (102 individus). Les individus de taille > 450 mm sont donc majoritaires avec 60% des effectifs (153 individus). Le sexe ratio est donc en faveur des femelles pour cette dévalaison sur le Frémur.



**FIGURE 46 : HAUT : PROPORTION DES ANGUILES DEVALANTES DE MOINS DE 450 MM DE 1996 A 2013 BAS : EFFECTIFS DES ANGUILES DEVALANTES DE PART ET D'AUTRE DE LA TAILLE DE 450 MM DE 1996 A 2013. (FISH PASS)**

### 8.3.3 Taille et Poids

Pour la dévalaison 2012/2013, la taille moyenne des anguilles dévalantes est de 518 mm pour un poids moyen de 311 g (FIGURE 47).

Pour la dévalaison 2013/2014, la taille moyenne est en légère augmentation avec une taille moyenne de 521 mm. Le poids moyen, 306 g, est, par contre, en légère diminution par rapport à la dévalaison précédente.

Depuis le début du suivi, la taille moyenne et le poids moyen ont une tendance nette à l'augmentation. Ceci rejoint les observations du sexe ratio qui est devenu plus favorable pour les femelles au cours des années. 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'anguilles jaunes. La taille maximum est également assez constante avec des individus d'environ 900 à 1000 mm.

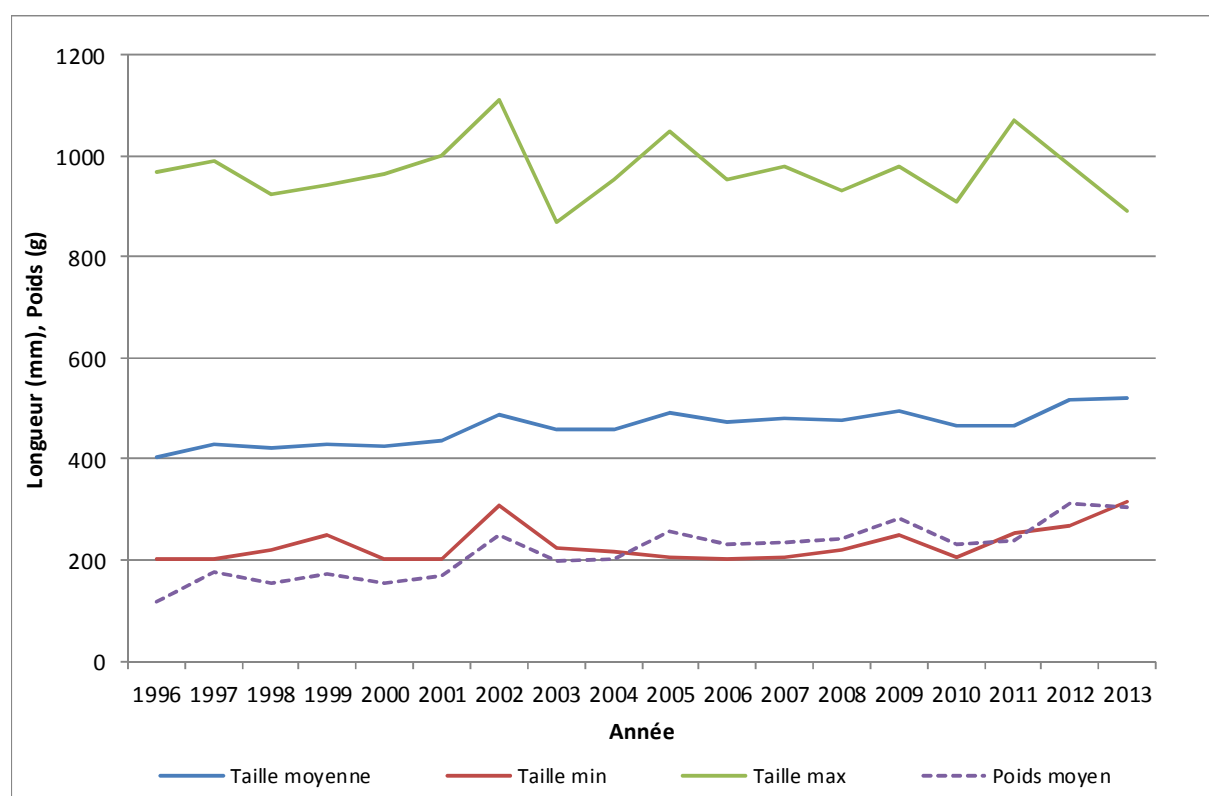


FIGURE 47 : TAILLE ET POIDS DES ANGUILLES EN DEVALAISON DE 1996 A 2013 (FISH PASS)

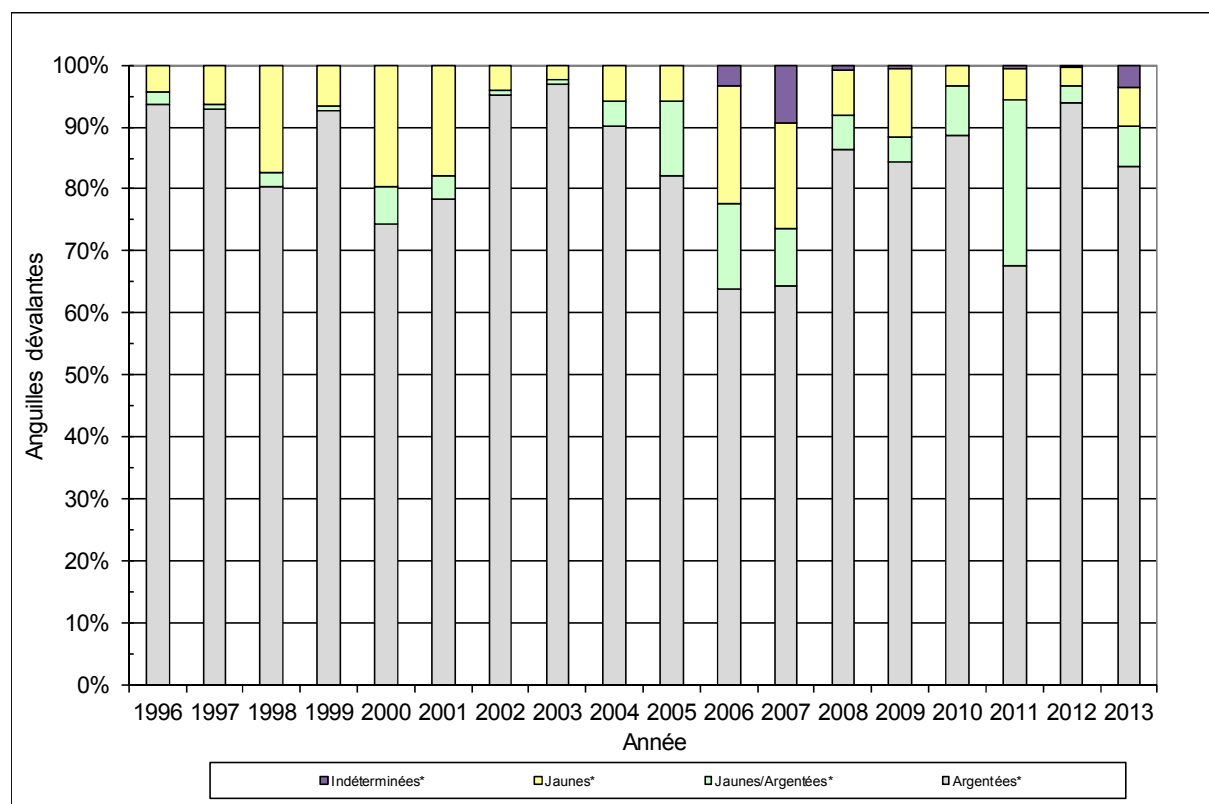
## - Dévalaison (Suivi annuel) -

### 8.3.4 Stade de maturité

Sur l'ensemble du suivi, plus de 80% des anguilles échantillonnées en dévalaison sont argentées ou en cours d'argenteure (FIGURE 48). 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 2012/2013, 97 % des anguilles étaient argentées ou en cours d'argenteure. Ceci représente le meilleur taux depuis la dévalaison 2003/2004.

Pour la dévalaison 2013/2014, les anguilles argentées ou en cours d'argenteure représentent 90% des anguilles dévalantes. Pour près de 4% des anguilles en dévalaison, le stade n'a pu être déterminé. En effet, celles-ci étaient mortes et abimées lors des relèves.



**FIGURE 48 : PROPORTIONS RELATIVES DES ANGUILLES PAR STADE DE MATUREITE DANS LES DEVALAISONS ANNUELLES DU FREMUR DE 1996 A 2013 (TAILLE>250 MM). (FISH PASS)**

### 8.3.5 Coefficient de condition

Pour la dévalaison 2012/2013, le coefficient de condition moyen est de 1.76 (FIGURE 49).

Pour la dévalaison 2013/2014, actuellement en cours, le coefficient de condition moyen est de 1.77, ce qui est donc très proche de la dévalaison précédente.

Sur l'ensemble du suivi, il apparait une tendance à l'augmentation du coefficient de condition médian. Cette observation rejoint celles déjà faites sur le l'augmentation de la taille moyenne et du poids moyen. Ceci peut 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).

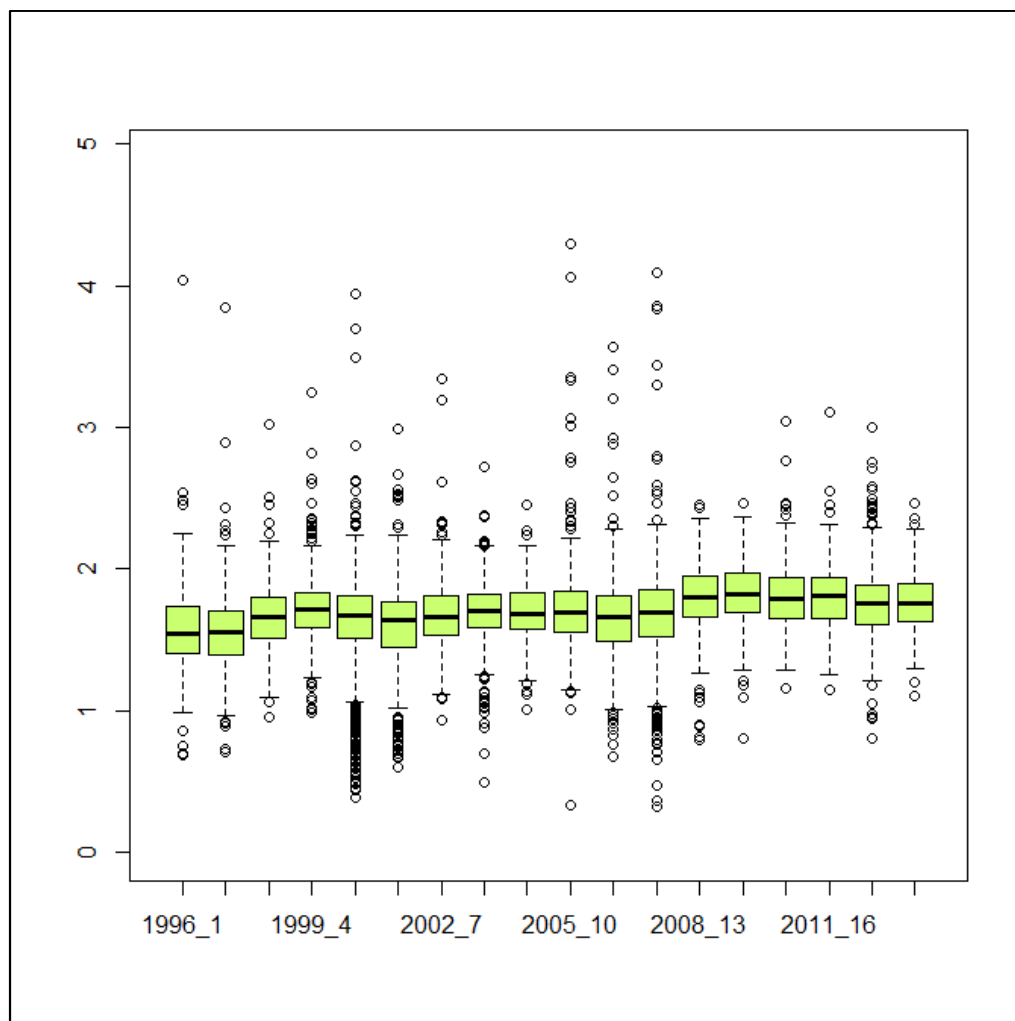


FIGURE 49 : BOX PLOT DES COEFFICIENTS DE CONDITION DES ANGUILES DEVALANTES SUR LE FREMUR DE 1996 A 2013. (FISH PASS)

### 8.3.6 Etat sanitaire

L'état sanitaire des anguilles en dévalaison est présenté ci-dessous (FIGURE 50). Pour la dévalaison 2012-2013, 54% des anguilles sont saines et 39% présentent une ou plusieurs pathologies. Sur ce dernier point, 29%, donc la majorité des anguilles, n'ont qu'une pathologie. La mortalité est notable avec 7 % des dévalantes.

Pour la dévalaison 2013-2014, les anguilles saines ne représentent que 29% des anguilles dévalantes. Ainsi, 65% des anguilles en dévalaison présentent une ou plusieurs pathologies externes. Cependant, la plupart des anguilles ne présente qu'une pathologie (38 %). Par rapport à la dévalaison 2012-2013, les anguilles sont donc dans un état sanitaire plus mauvais. Par contre, la mortalité est très proche (6% contre 7 %).

- Dévalaison (Suivi annuel) -

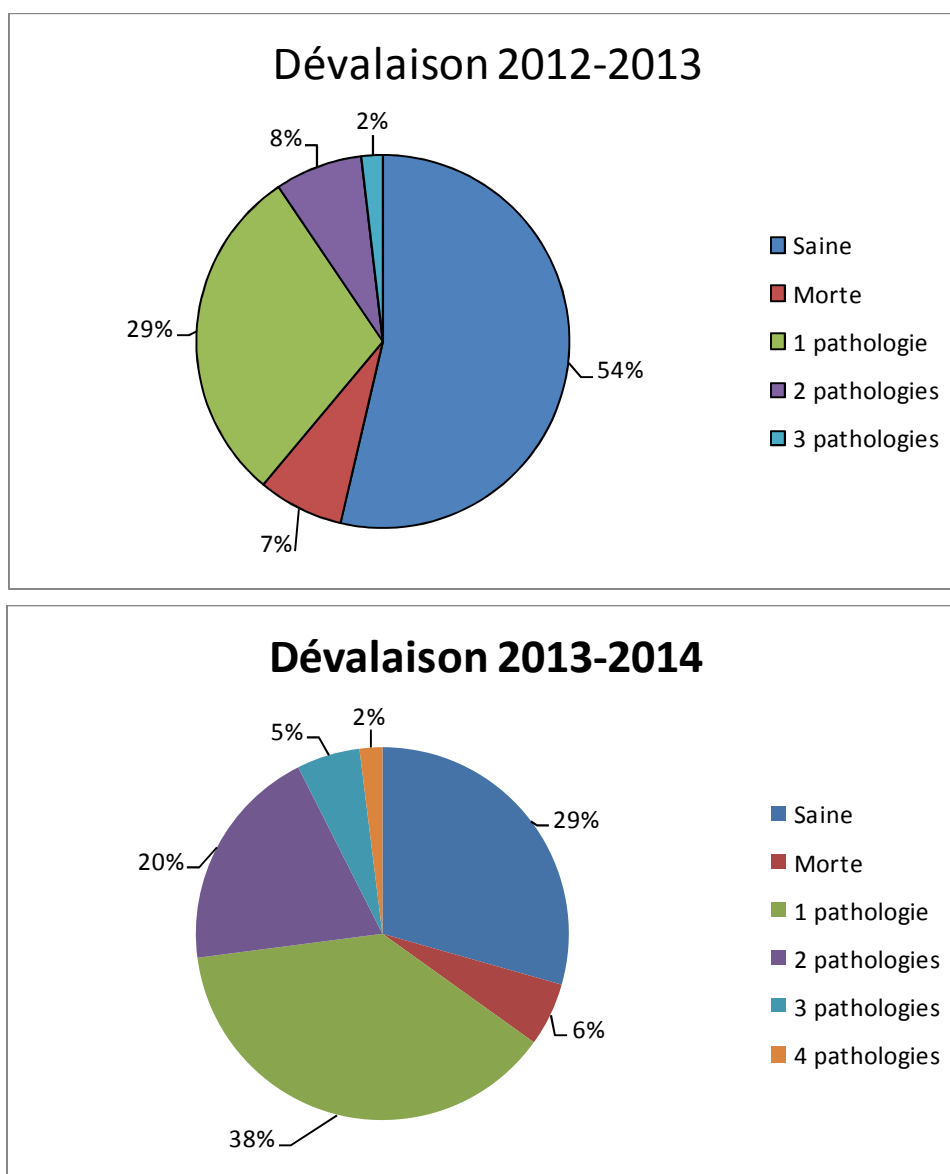


FIGURE 50 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES EN DEVALAISON. EN HAUT, DEVALAISON 2012-2013. EN BAS, DEVALAISON 2013-2014. (FISH PASS)

Les pathologies les plus récurrentes sur les dévalaisons 2012/2013 et 2013/2014 sont les érosions (respectivement 58% et 63%), les hémorragies (respectivement 21 et 14 %), les masses et grosseurs (respectivement 11% contre 4%) et les altérations de la couleur (respectivement 6% et 8%) (FIGURE 51, FIGURE 52, FIGURE 53). Ainsi, pour ces deux dévalaisons, les pathologies majoritaires sont en proportion assez semblables.

Ces différentes pathologies externes peuvent être expliquées en partie par la hauteur de chute du Bois Joli (12 m), par des fortes vitesses et débits au niveau de Pont es Omnès qui ont pu causer des chutes et impacts violents. Pour cette dernière hypothèse, la modification de l'ouvrage de Pont es Omnès, (réhaussement de la ligne d'eau d'environ 30 cm pour remettre la passe de

## - Dévalaison (Suivi annuel) -

montaison en fonctionnement gravitaire demandé en 2012), a pu augmenter les risques de lésions sous certaines conditions hydrologiques en augmentant la hauteur de chute, la longueur de chute (choc possible avec la grille de protection contre les embâcles) et en diminuant le pouvoir de filtration de la grille.

De plus, l'utilisation par certaines anguilles du système de pompage et son filtre auto nettoyant pour la dévalaison ont également pu provoquer de nombreuses pathologies (voir chapitre suivant).

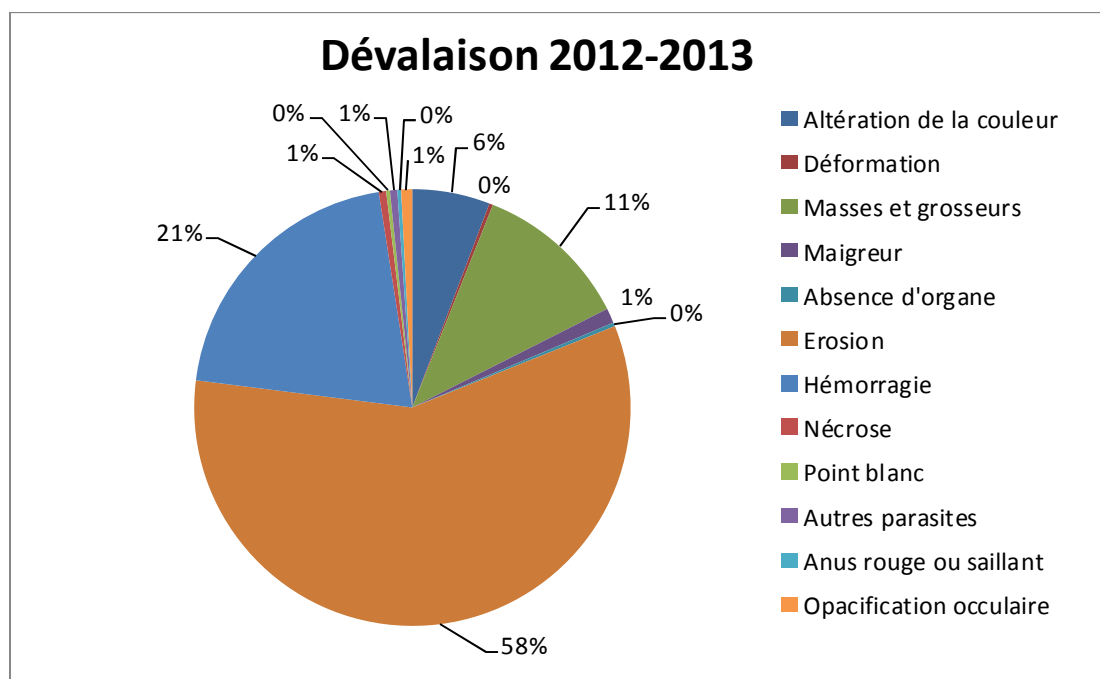
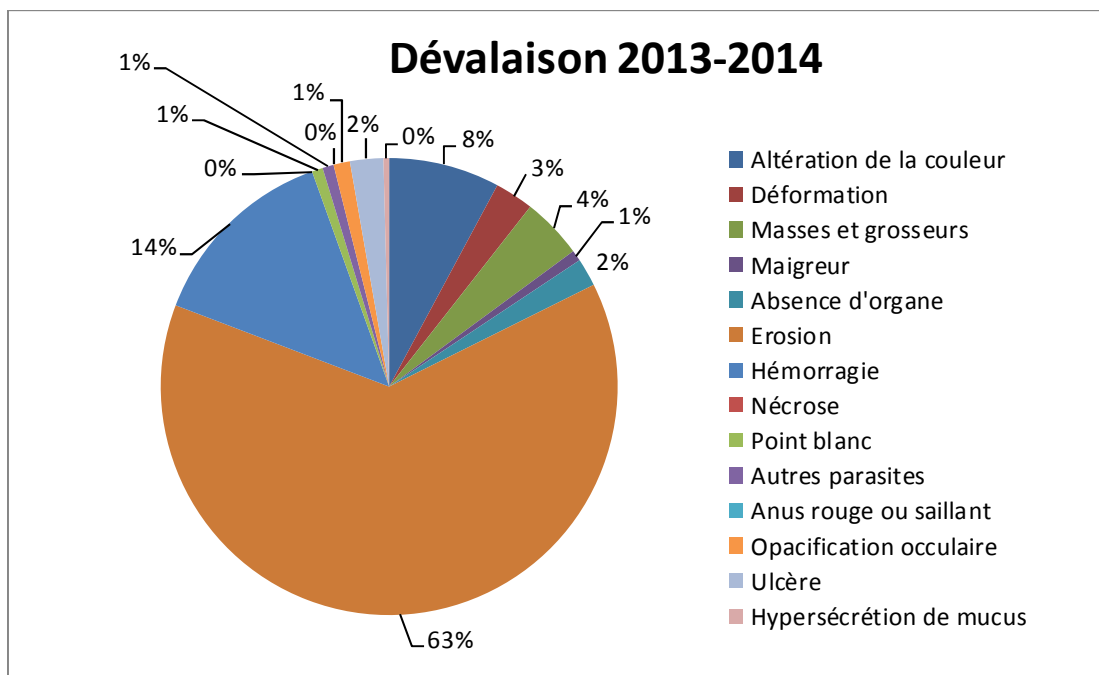


FIGURE 51 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2012-2013. (FISH PASS)



**- Dévalaison (Suivi annuel) -**



**FIGURE 52 : PATHOLOGIE EXTERNE DE LA DEVALAISON 2013-2014. (FISH PASS)**



**FIGURE 53 : EROSION ET HEMORRAGIE OBSERVEES SUR UNE ANGUILE EN DEVALAISON. (FISH PASS)**

## - Dévalaison (Suivi annuel) -

**La dévalaison 2012-2013, avec 646 dévalantes, représente la 8<sup>ème</sup> dévalaison en termes d'effectifs depuis le début du suivi.** C'est la dévalaison la plus importante depuis 2007. La proportion d'individus retrouvés morts était de 7%.

Pour la dévalaison 2013-2014, la dévalaison est encore incomplète. Au 24 février 2013, **255 anguilles dévalantes** ont été comptabilisées à Pont es Omnès. **La dévalaison 2013-2014 est pour le moment faible et représente la 16<sup>ème</sup> dévalaison en termes d'effectif.** La mortalité observée en dévalaison est actuellement de 5.8%.

Les individus de taille > 450 mm représentent près de 60 % pour cette dévalaison. Le sexe ratio est donc en faveur des femelles.

**L'état sanitaire des anguilles en dévalaison est mauvais : 39 % des anguilles présentent une pathologie externe pour la dévalaison 2012/2013 et 65% pour la dévalaison 2013/2014. Les principales pathologies sont des érosions et des hémorragies.**

## 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 54). 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 55).

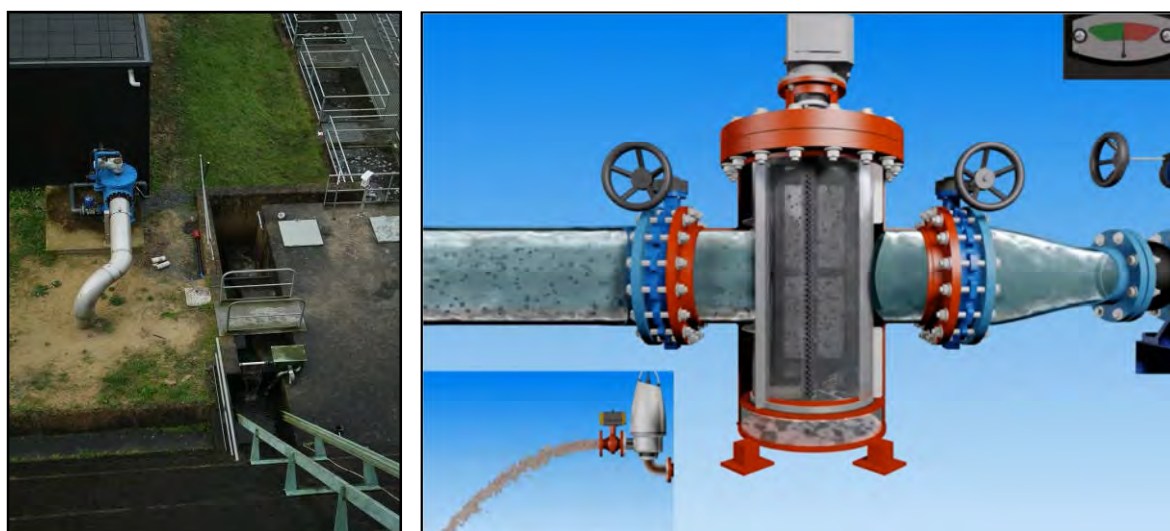


FIGURE 54 : A GAUCHE, FILTRE DU SYSTEME DE POMPAGE A BOIS JOLI (FISH PASS). A DROITE, PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU FILTRE. (TIMEX)

- Dévalaison (Suivi annuel) -



**FIGURE 55 : SYSTEME DE PIEGEAGE AU NIVEAU DU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS)**

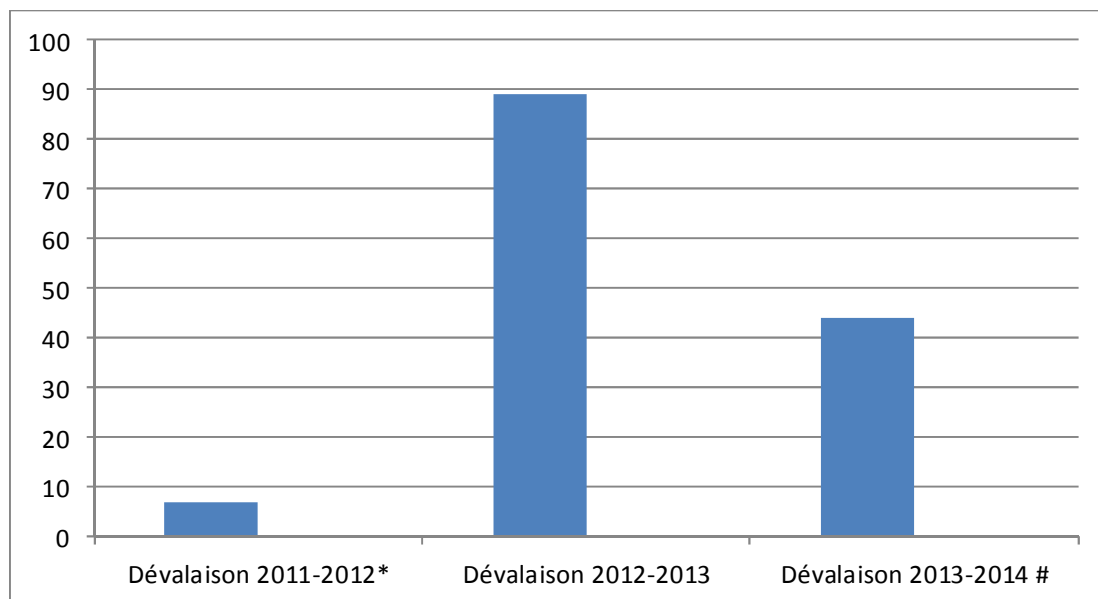
#### 8.4.1 Effectifs

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 :

- L'anguille
- Le brochet
- Le gardon
- Le sandre
- La perche
- L'écrevisse américaine

### - Dévalaison (Suivi annuel) -

Concernant l'anguille, les effectifs sont assez variables, entre 7 et 89 individus avec un total de 140 depuis mars 2012. Pour la dévalaison 2012-2013, 89 anguilles ont été échantillonnées entre le 1<sup>er</sup> septembre 2012 et le 31 Août 2013. Ceci représente près de 14% de la dévalaison observée à Pont es Omnes (646 individus). Concernant la dévalaison 2013-2014, au 24 février 2014, 44 anguilles ont emprunté la conduite de pompage pour la dévalaison, soit plus de 17% de la dévalaison observée à Pont es Omnes.



**Figure 56 : EFFECTIF EN ANGUILE AU NIVEAU SYSTEME DE REJET DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DE LA POMPE. (FISH PASS).\* : DONNEES DE MARS A AOÛT, # : DEVALAISON ENCORE EN COURS.**

Pour les dévalaisons 2012-2013 et 2013-2014, la part des anguilles argentées est majoritaire avec respectivement 71% et 77% (Figure 57). Cependant, une part non négligeable d'anguilles jaunes est présente environ 11.4% et 25.3%.

### - Dévalaison (Suivi annuel) -

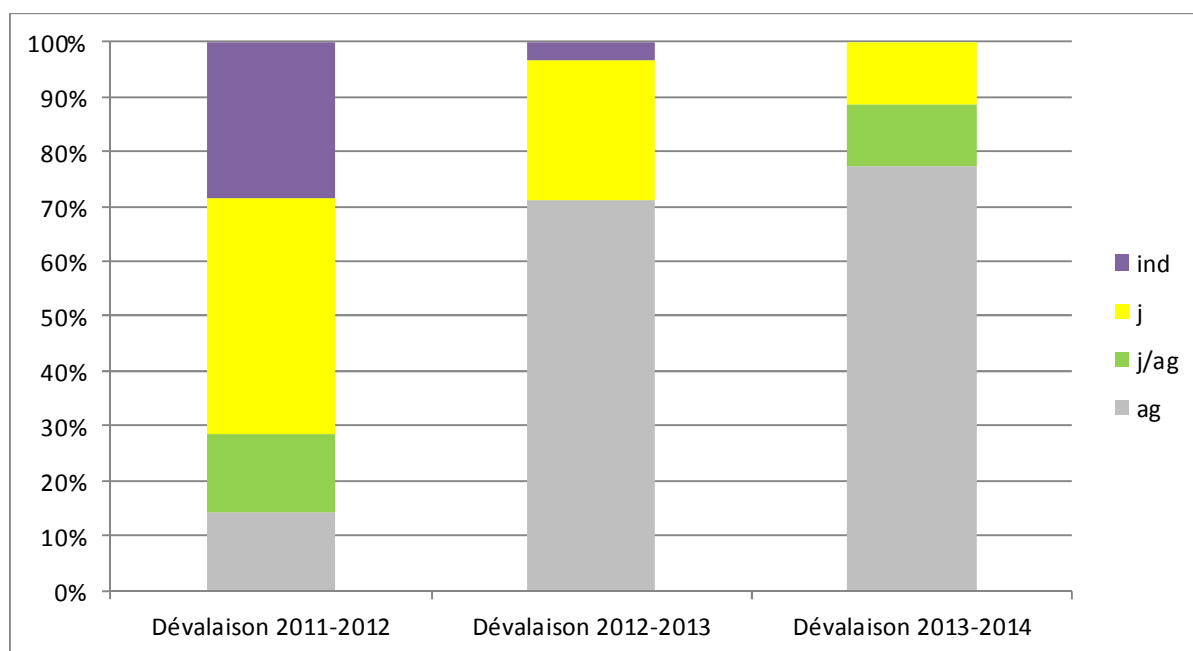


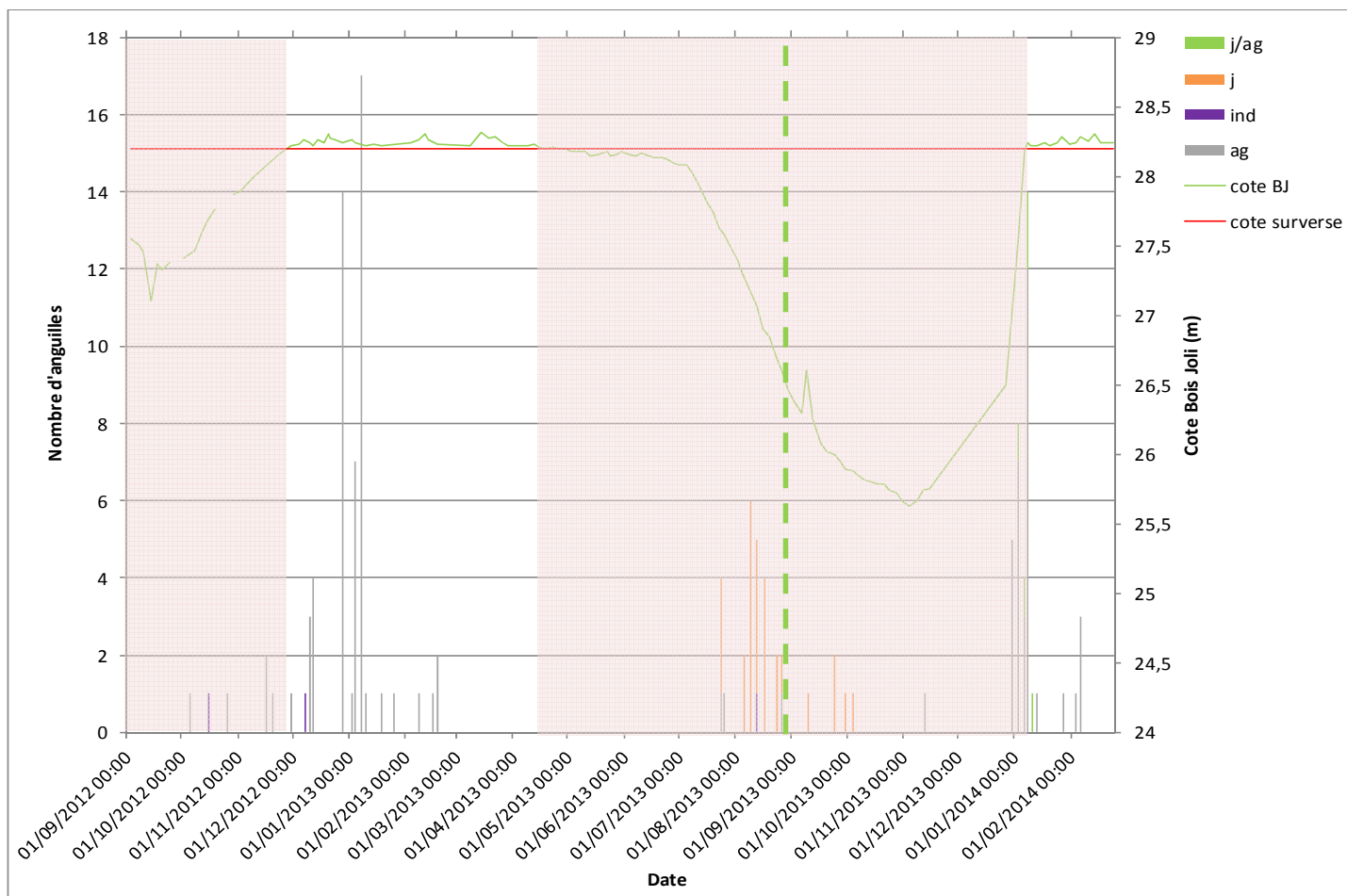
Figure 57 : Stade des anguilles en dévalaison par la conduite de pompage sur le Frémur

#### 8.4.2 Déroulement de la dévalaison par la conduite de rejet des effluents de lavage du filtre de la pompe

Le déroulement des dévalaisons 2012-2013 et 2013-2014 met ainsi en évidence l'utilisation de la conduite de pompage (rejet du filtre) aussi bien pendant la surverse de Bois Joli (période blanche) que pendant l'absence de surverse (période rose) (Figure 58). De plus, deux périodes de migration sont clairement visibles : l'une se déroulant en hiver, l'autre durant l'été.

Les individus dévalant pendant la période hivernale sont essentiellement des anguilles argentées, soulignant le comportement de migration catadrome en vue de rejoindre la mer. Par contre, les dévalaisons observées en période estivale sont essentiellement réalisées par des anguilles jaunes, laissant supposer un comportement de fuite de la retenue. Ce comportement pourrait être lié à des problèmes de qualité d'eau ou de blooms algaux fréquents sur Bois Joli.

## - Dévalaison (Suivi annuel) -



**Figure 58 : Déroulement des dévalaisons 2012-2013 et 2013-2014 en fonction de la cote de Bois Joli.**

### 8.4.3 Pathologie et mortalité directe

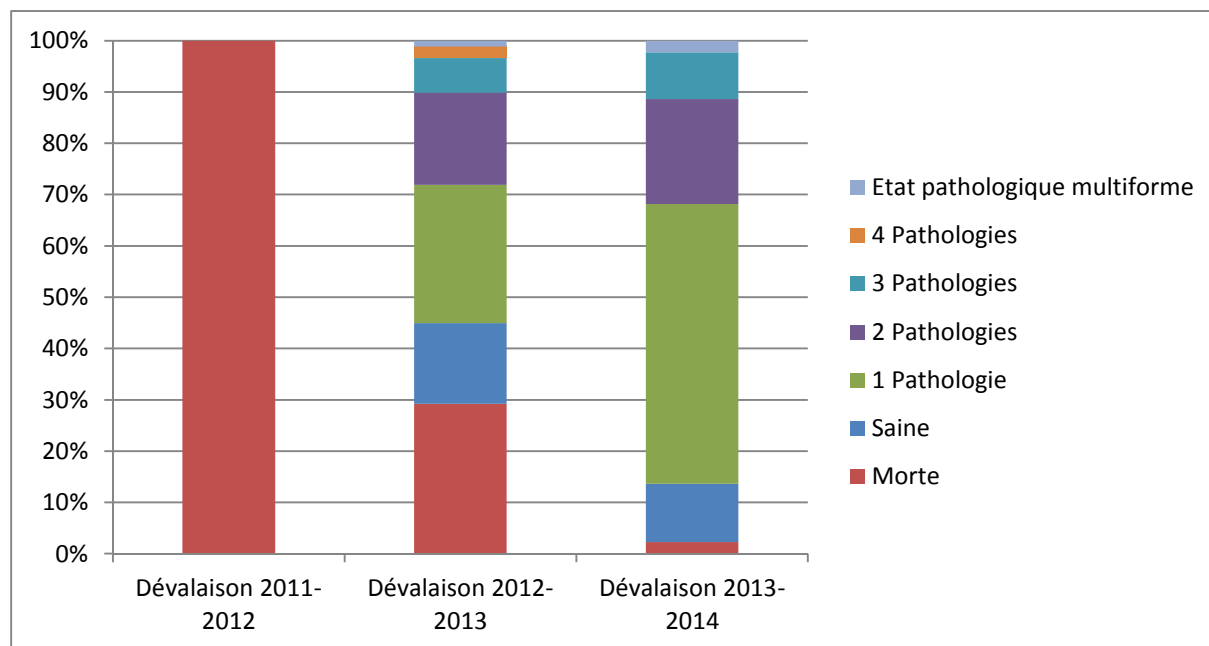
Pour 2011-2012, les 7 anguilles ayant empruntées ce système ont toute été retrouvées mortes (mortalité 100%) (Figure 57). Pour les dévalaisons 2012-2013 et 2013-2014, respectivement 26 et 1 anguilles ont été retrouvées mortes ce qui représente une mortalité directe de 30 % et 2%. La mortalité directe apparait avoir diminuée entre les deux dévalaisons.

Pour la dévalaison 2012-2013, 17 % sont saines ce qui induit que 53% ont une ou plusieurs pathologies externes. La majorité ne présente qu'une pathologie (27 %).

Pour la dévalaison 2013-2014, la proportion d'anguilles saines est, par contre, plus faible (11%). Près de 87% présentent un mauvais état externe. Les anguilles présentant 1 seule pathologie sont les plus représentées (55%).

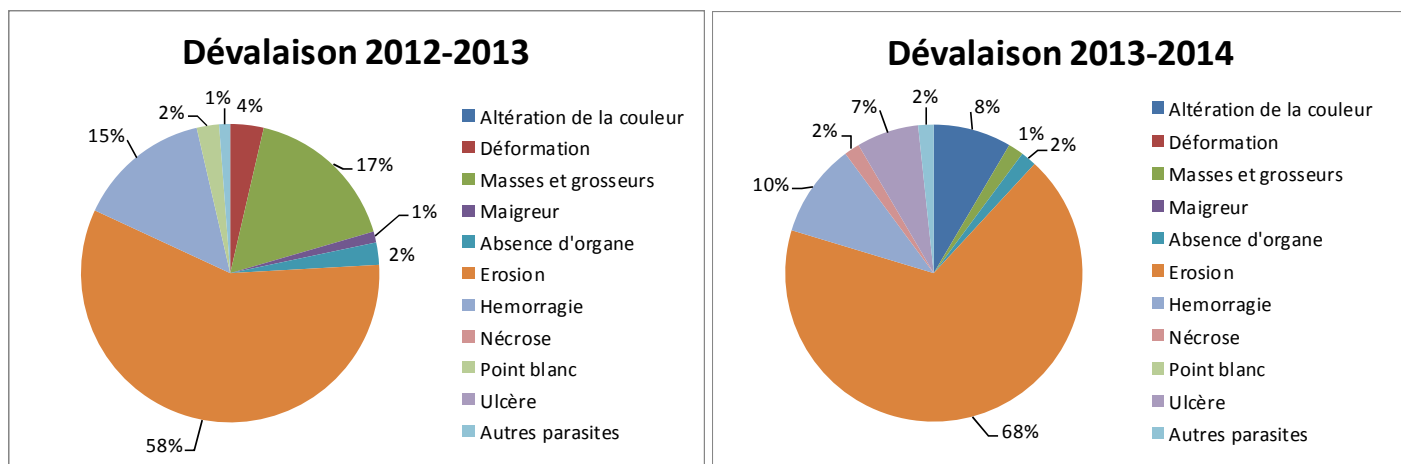
Le pourcentage d'anguilles saines apparait donc 2 à 3 fois plus faible que celles piégées à Pont es Omnès.

**- Dévalaison (Suivi annuel) -**



**FIGURE 59 : ETAT SANITAIRE DES ANGUILES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE. (FISH PASS)**

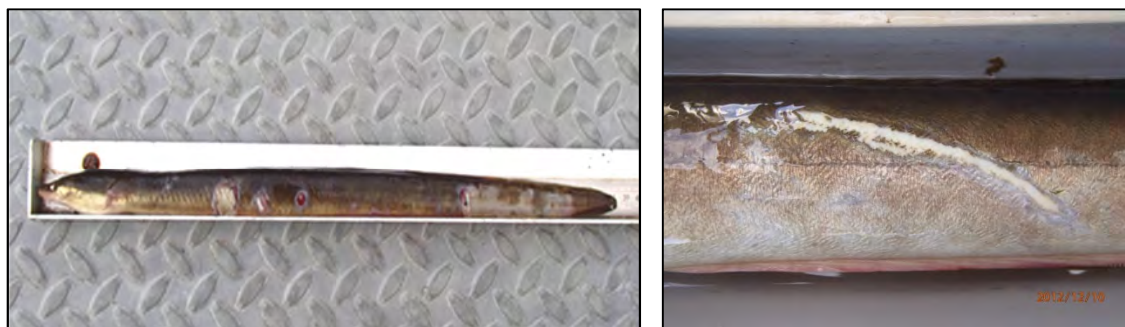
L'analyse des types de pathologies souligne que les érosions sont les principales pathologies pour les anguilles dévalant par le système d'évacuation des effluents du filtre du pompage (58 % pour 2012-2013, 68% pour 2013-2014) (FIGURE 60 et FIGURE 61). Les masses et grosseurs représentent 17% des pathologies de la dévalaison 2012-2013 mais seulement 1% de la dévalaison 2013-2014. Ensuite, les hémorragies sont la deuxième pathologie la plus fréquente avec 10% pour la dévalaison 2013-2014 et la troisième pathologie pour la dévalaison 2012-2013 avec 15 %.



**FIGURE 60 : PATHOLOGIE DES ANGUILES AYANT DEVALEES PAR LE SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE EN 2012-2013 ET 2013-2014. (FISH PASS)**



## - Dévalaison (Suivi annuel) -

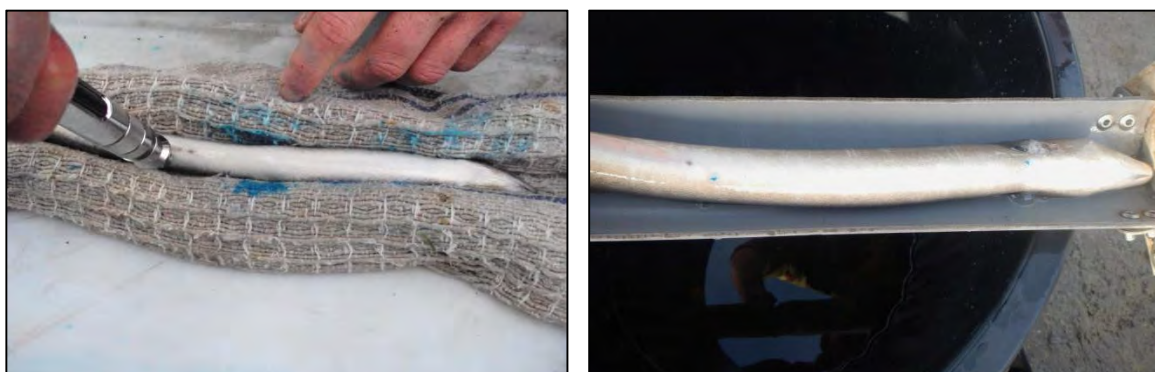


**FIGURE 61 : A GAUCHE, ANGUILE PRESENTANT DES EROSIONS, HEMORRAGIES ET ULCERES. A DROITE, ANGUILE PRESENTANT UNE EROSION. (FISH PASS)**

### 8.4.4 Mortalité différé

Suite au constat de capture dans le système d'évacuation des effluents de lavage du filtre du pompage d'anguilles vivantes mais présentant de nombreuses pathologies (érosions, hémorragies,...), certaines anguilles argentées ont été marquées au Dermojet puis remises à l'eau à Bois Joli. La recapture s'est effectuée au piège de dévalaison de Pont es Omnès. Les recaptures effectuées à Pont es Omnès permettent d'évaluer la mortalité différée dans le milieu naturel. En effet, du fait de leurs blessures, il est possible que certaines anguilles succombent plusieurs jours après leur passage dans le filtre ou soient plus vulnérables à la prédation.

Ainsi, 26 anguilles ont été marquées au dermojet, avec un code unique, entre le 6 janvier et le 3 février (FIGURE 62). Parmi ces anguilles marquées au dermojet, seulement 5 anguilles ont été recapturées au piège de Pont es Omnès. Elles ont été recapturées entre 4 et 11 jours après leurs remises à l'eau.



**FIGURE 62 : MARQUAGE AU DERMOJET DES INDIVIDUS VIVANTS CAPTURES DANS LE PIEGE DU SYSTEME D'EVACUATION DES EFFLUENTS DE LAVAGE DU FILTRE DU POMPAGE (FISH PASS)**

## **- Dévalaison (Suivi annuel) -**

Le rapport de 5 individus recapturés sur les 26 individus relâchés permet **d'évaluer une mortalité différée de près de 81 %**. Il est donc possible d'estimer une **mortalité totale** (directe +différée) de **93% pour la dévalaison 2012/2013 et de 82 % pour la dévalaison 2013/2014**. Pour rappel, la mortalité totale de la dévalaison de 2011/2012 était de 100%. Les anguilles dévalant par le système d'évacuation des eaux de lavage du filtre ont donc une probabilité de mortalité de l'ordre de 82 à 100% suivant les années.

Cette mortalité différée n'est qu'une première évaluation. Il est en effet possible qu'une partie des anguilles ait stoppée leurs migration et dévalent dans quelques semaines ou mois. De plus, il est possible qu'une partie des anguilles perde leur marque comme le signale Simon (2007). L'effet du marquage au dermojet sur la mortalité des anguilles devra être étudié même si Simon (2007) n'a constaté aucune mortalité du fait du marquage sur des anguilles saines.

**Depuis mars 2012, date de mise en fonctionnement de l'usine d'eau potable, 140 anguilles ont dévalé par le système d'évacuation des eaux de lavage du filtre de la pompe.**

**Des dévalaisons par ce système ont été observées** aussi bien pendant la surverse de Bois Joli que pendant l'absence de surverse.

Les principales pathologies observées sur les anguilles sont des érosions et hémorragies.

La mortalité directe est de l'ordre de 2 à 100 % suivant les dévalaisons étudiées. La mortalité différée est évaluée entre 81 et 93%.

## 9 Problèmes rencontrés en 2013

Au cours de la campagne 2013, plusieurs problèmes ont été rencontrés :

- Problèmes de surverse à Pont es Omnès

Avec la remise en fonctionnement gravitaire sans piégeage de la passe de montaison de Pont es Omnès, le niveau d'eau du plan d'eau a été remonté d'environ 35 cm. Le plan d'eau est donc plus sensible aux crues et hausses de niveau. Ainsi, à deux reprises pour la dévalaison 2012/2013, l'eau a surversée par-dessus la digue conduisant à un échappement d'une partie des anguilles en dévalaison. Pour les mêmes conditions hydrologiques, le piège est donc moins efficace qu'avant 2012.

De plus, la réhausse du plan d'eau a conduit également à une augmentation de la hauteur de chute, un allongement du point de chute de l'eau et une diminution du pouvoir de filtration de la grille. Ceci pouvant augmenter les risques de chocs violents pour les anguilles.

Pour améliorer l'efficacité du piégeage, il pourrait être envisagé d'enlever les bastaings de réhausse du plan d'eau (environ 35 cm) pendant la période de dévalaison. En parallèle, une passe de montée pourrait être remise en fonctionnement par piégeage.



FIGURE 63 : FREMUR A LA LIMITE DE SURVERSE SUR LA DIGUE DE PONT ES OMNES

## - Problèmes rencontrés en 2013 -

- Problème d'alimentation de la passe et de débit

Durant la période estivale, des problèmes d'irrigation de la passe de montaison, d'absences de surverses et de fuite à travers les bastaings ont été constatés (FIGURE 64). Ceci a donc empêché la montaison des anguilles et la dévalaison de l'ichtyofaune pendant plusieurs jours durant la période estivale. Ce problème semble devenir récurrent puisqu'il a déjà été enregistré l'an dernier.

En mesure d'urgence, la passe de montaison a été remise en fonctionnement par piégeage et les anguilles ont été montées manuellement. De plus, les bastaings ont été étanchéifiés entre eux par une bâche afin de limiter les fuites et remonter le niveau du plan d'eau pour permettre une surverse au-dessus des bastaings et l'alimentation de la passe à anguilles. Des améliorations devront être discutées avec la ville de Dinard, le SMPEPCE et la Saur.



**FIGURE 64 : A GAUCHE, ABSENCE DE SURVERSE A PONT ES OMNES ET FUTES AU DESSUS DES BASTAINGS. A DROITE, PASSE A ANGUILE A SEC (FISH PASS).**

- Problème de rupture du câble de l'ascenseur de Bois Joli.

En novembre, le câble de l'ascenseur s'est rompu et a cassé la bonde du vivier (FIGURE 65). Les réparations ont été effectuées rapidement par le SMPEPCE et la SAUR.

## - Problèmes rencontrés en 2013 -



**FIGURE 65 : ASCENSEUR DE BOIS JOLI APRES RUPTURE DU CABLE**

- Problème de mauvais état général de la cage

La cage de dévalaison montre des signes critiques de vieillissement avec des soudures qui lâchent et une forte corrosion sur certaines parties qui engendre des trous dans les parois. Des réparations régulières sont effectuées avec des ajouts de morceau de grilles rivetées. Cependant, du fait de son état dégradé, dans le laps de temps avant réparation, il est possible qu'un échappement ponctuel soit possible dans la cage pour les plus petites anguilles. Ces réparations sont des « pansements » peu durables dans le temps et ne permettent pas de garantir une absence d'échappement vu l'état dégradé de la cage.

La cage doit donc être impérativement changée avant la prochaine dévalaison pour maintenir un suivi de qualité.

## 10 Bilan des travaux de l'année 2013 et Discussion

Pour la campagne 2013, la migration anadrome a commencé fin mars au niveau du piège de Bois Joli. En termes d'effectifs, le recrutement 2013 est moyen avec 4279 individus (11<sup>ème</sup> valeur depuis le début du suivi). La migration 2013 a été très condensée avec 80% des effectifs en montée entre le 15 avril et le 15 juin. Le premier pic de migration, plus de 300 individus, s'est déroulé à la mi-avril juste après la baisse des débits et le début de l'augmentation de la température de l'eau. Les anguilles en migration présentaient une taille moyenne globalement plus importante que les autres années (sauf 2007 et 2008).

Pour le suivi 2013, la densité et la biomasse sont globalement en augmentation dans les milieux lotiques suivis par pêche électrique. La densité de 0.17 ind/m<sup>2</sup> est près de deux fois supérieure à celle de 2012 mais reste la deuxième valeur la plus faible depuis le début du suivi en 1995 (moyenne interannuelle : 0.34 ind./m<sup>2</sup>, valeur 2012 : 0.09 ind./m<sup>2</sup>). Ce résultat peut s'expliquer par les recrutements moyens à Bois Joli en 2012 et 2013 (11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> remontées en effectifs) mais aussi par des bonnes conditions de pêche sur le secteur Villou comparativement à 2012. Les populations en place sur les secteurs Villou et Trigavou montrent une amélioration au niveau des densités par rapport à la campagne 2012. Le secteur Motte Olivet apparaît, par contre, au plus bas des densités jamais observées soulignant des problèmes de recrutement sur ce secteur. Ainsi, le barrage de l'étang de la Marche, couplé à des recrutements moyens à faibles ces trois dernières années, semble avoir un impact de plus en plus prononcé sur les densités et les biomasses observées sur l'amont du bassin versant. Les densités sur Motte Olivet sont en constante diminution depuis 2006. De plus, pour 2013, les densités chutent de plus de 30% entre Trigavou et Motte Olivet. Le barrage de Motte Olivet, a quant à lui, un effet structurant depuis le début du suivi, avec une densité moyenne interannuelle 7 fois plus faible sur le secteur Pleslin que sur le secteur Motte Olivet. Il semble ainsi dommageable, que sur une rivière index, à l'heure des problématiques de continuité écologique et des zones d'actions prioritaires anguilles, que ces barrages ne soient, a priori pas équipés ou gérés de façon à faciliter la montaison. Comme cela avait déjà été montré au début du programme Frémur, avec les équipements de Bois Joli, Pont es Omnès et Pont Avet, le suivi réalisé dans le bassin versant permettrait de mettre en évidence les effets de rétablissement de la continuité piscicole sur les ouvrages de l'étang de la Marche et de Motte Olivet. Les stations amont : Ruffier et Trélat apparaissent relativement stables avec des densités et biomasses faibles de plus en plus vieillissantes et sans renouvellement contrairement aux secteurs plus aval.

Lors de la campagne d'automne 2013, 88 anguilles ont été marquées. C'est le nombre le plus important depuis 2008. Concernant les recaptures, 30 anguilles marquées ont été recapturées. Cela représente les meilleures recaptures depuis 2002. Sur l'ensemble des anguilles recapturées en 2013, la croissance moyenne annuelle est de 29 mm. Celle-ci est proche des croissances moyennes annuelles observées en 2012 et 2011.

Pour la dévalaison 2013/2014, quelques dévalaisons ont eu lieu en septembre et octobre. Dès la surverse du barrage le 6 janvier 2014 un pic important de plus d'une centaine d'individus a été observé. Au 24 février 2014, 255 anguilles dévalantes ont été comptabilisées à Pont es Omnès ce qui représente la 16<sup>ème</sup> dévalaison en terme d'effectif. Les individus de taille > 450 mm sont majoritaires avec 60% des effectifs (153 individus), le sexe ratio est donc en faveur des femelles pour cette dévalaison. Concernant l'état sanitaire des dévalantes, les anguilles saines ne représentent que 29% des anguilles dévalantes. Ainsi, 65% des anguilles en dévalaison présentent une ou plusieurs pathologies externes. La mortalité a été évaluée à 6% de la fraction dévalante.

Depuis mars 2012, date de mise en fonctionnement de l'usine d'eau potable, 140 anguilles ont dévalé par le système d'évacuation des eaux de lavage du filtre de la pompe. Des dévalaisons par ce système ont été observées aussi bien pendant la surverse de Bois Joli que pendant l'absence de surverse. Pour la dévalaison 2013-2014, près de 87% présentent un mauvais état externe. Les principales pathologies observées sur les anguilles sont des érosions et hémorragies. D'après les premières études de mortalité totale (directe + différée), les anguilles dévalant par le système d'évacuation des eaux de lavage du filtre ont une probabilité de mortalité de l'ordre de 82 à 100% suivant les années.

## 11 Etude du déplacement des anguilles en dévalaison 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. Les données récoltées par Fish Pass et le MNHN ont été traitées dans le cadre d'un stage réalisé par Marc Besson. Son rapport, très dense et écrit en anglais, a été résumé en français pour le rendre plus accessible. Il est illustré par des photographies réalisées lors des opérations de terrains.

### Résumé du rapport de Marc BESSON (2013) : Perturbation du comportement migratoire de l'anguille (*Anguilla anguilla*) en période de dévalaison, sur une rivière fragmentée par des barrages.

« Le stock d'anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) a fortement diminué depuis les années 1980. Cette forte baisse est en partie due à la désorientation et à la mortalité des anguilles argentées engendrée par les barrages, turbines ou encore réservoirs, qui bloquent les corridors de migration lors de leur dévalaison.

Cette étude a été menée sur le Frémur, dans le but d'évaluer l'impact de tels ouvrages sur le comportement de dévalaison des anguilles. Cette rivière est en effet représentative des hydrosystèmes littoraux de l'ouest de la France et est perturbée par des ouvrages hydrauliques. Notamment, le barrage de Bois Joli situé à 5 km de l'estuaire et qui du haut de ces 14 mètres forme un important réservoir d'approvisionnement en eau potable. Ce dernier constitue le principal obstacle à la migration des anguilles argentées en période de dévalaison.

Il a déjà été mis en évidence que face aux barrages équipés de turbines et déversoirs, les anguilles argentées modifient leurs dynamiques migratoires et adoptent des comportements d'approche indirecte, ou modifient leur choix de route. Ces comportements de "recherche" retardent le franchissement des obstacles et pourraient réduire les réserves d'énergie accumulées par les anguilles argentées et donc réduire leur succès de reproduction. Néanmoins, l'impact des réservoirs et des barrages sans turbines a mal été documenté, d'où la pertinence de cette étude.



### **Matériel et méthode :**

Une méthode de suivi en télémétrie hydro acoustique a été mise en œuvre pour étudier le comportement migratoire de 20 anguilles argentées femelles, face aux barrages de Bois Joli (Barrage BJ) et au barrage de Pont es Omnes (Barrage PeO), situé à 1 km en aval du précédent. Ces anguilles, capturées dans le piège de dévalaison du barrage PeO, ont fait l'objet de mesures biométriques, puis ont été équipées d'émetteurs acoustiques (FIGURE 66) et marquées à l'aide de Pit Tag. Le but de ces manipulations étant de repérer individuellement chaque anguille au cours de leur déplacement et lors de leur recapture.



**FIGURE 66 : MARQUAGE D'UNE ANGUILE ARGENTEE AVEC UNE MARQUE ACOUSTIQUE (FISH PASS).**

Cinq hydrophones (récepteurs acoustiques) ont ensuite permis de suivre le déplacement des poissons (FIGURE 67). Ils ont été disposés sur 3 km de linéaire du cours d'eau et déployés depuis l'amont du réservoir BJ (de H1, disposé à l'entrée du réservoir, à H4 disposé au niveau du Barrage BJ), jusque dans le réservoir de PeO (avec H5, disposé entre les deux barrages). Les anguilles ont ainsi été relâchées en amont du réservoir de BJ et suivies sur une période de 226 jours (du 18 décembre 2012 au 2 août 2013, cette dernière date correspondant à la dernière détection d'une anguille).



**FIGURE 67 : HYDROPHONE MIS EN PLACE SUR LA RETENUE DE BOIS JOLI (FISH PASS).**

Grâce aux données enregistrées par les hydrophones il a notamment été possible de calculer pour chaque anguille, un Temps Minimal Passé dans la zone d'étude (TMP, en jours), correspondant au temps entre la libération et la dernière détection de l'anguille par le système acoustique. La vitesse de dévalaison (en km/jour) entre hydrophones a également été calculée, avec le temps des premières arrivées à chacun des hydrophones. De plus, il a été possible de repérer dans quelle gamme de profondeur les anguilles ont évolué en se rapprochant du barrage et de comptabiliser le nombre de passages au niveau de H4. Ceci a permis d'évaluer le comportement de « recherche » des individus et de calculer leur l'activité journalière (A).

Certaines variables environnementales ont aussi été recueillies tout au long de l'étude, telles que la hauteur d'eau au barrage BJ, le débit moyen journalier, la température journalière de l'eau, la pression atmosphérique ainsi que les phases lunaires, pour établir des relations possibles avec le comportement migratoire anguilles.

### **Résultats :**

#### **Efficacité de la détection et mortalité après marquage :**

L'efficacité du système de détection acoustique a été considérée comme très bonne, car 100 % des anguilles ont été détectées par les 4 hydrophones disposés en amont du barrage BJ. Ainsi il est assumé que l'efficacité de détection aval au niveau de l'hydrographe H5 serait d'avantage liée à la capacité de franchissement de l'ouvrage par les anguilles qu'à l'efficacité du système de détection.

Les anguilles sont restées entre 1,12 et 226 jours (TMP) dans la zone d'étude. Quatre anguilles ont notamment été recapturées rapidement dans le système de piégeage du barrage POE, suite à un TMP inférieur à 6 jours (ces 4 anguilles ont été relâchées à nouveau en amont du barrage BJ pour agrémenter une seconde étude).

Concernant la mortalité après marquage, seulement une autre anguille a présenté un petit TMP, inférieur à 50 jours, mais sans recapture (ce qui peut s'expliquer par une défaillance de l'émetteur ou du système de piégeage ou encore par la mort de l'individu). Ceci nous confirme un taux de survie des individus de 95 %, 50 jours après marquage.

Déplacement vers l'amont :

De rares événements de migration amont ont été remarqués dans le réservoir du barrage BJ. Ces mouvements ont eu lieu seulement pendant des périodes d'écoulement d'eau plus faible. Une seule anguille est cependant passée de l'hydrophone H2 à H1 sans être détectée par la suite, indiquant une possible migration amont.

Différents types de comportement migratoire de dévalaison :

Les données récoltées ont permis de différencier 4 comportements de migration différents lors de la dévalaison. Les anguilles ont ainsi été classées dans 4 groupes.

Le groupe 1 : constitué des anguilles dites « migrantes fructueuses », qui ont franchi avec succès les deux ouvrages pour continuer leur migration en aval. Seulement 7 anguilles marquées ont été recapturées dans le système de piégeage du barrage POE.

Le groupe 2 : constitué des anguilles dites « migrantes infructueuses », car elles ne sont pas parvenues au piège du barrage POE, alors qu'elles ont franchi le barrage BJ. Six anguilles font partie de ce groupe, elles ont été détectées par l'hydrophone H5, mais jamais recapturées.

Le groupe 3 : constitué des anguilles dites « migrantes craintives », elles se déplacent vers l'aval du réservoir du barrage BJ, mais n'ont pas franchi ce dernier. Sept anguilles ont été détectées à l'hydrographe H4, mais jamais au H5.

Le groupe 4 : constitué des anguilles dites « non migrantes », elles ont arrêté leur migration dans le réservoir du Barrage BJ sans même atteindre l'hydrophone H4. Deux anguilles appartiennent à ce groupe, elles font cependant parties des 4 anguilles recaptures au début de l'étude et relâchées une seconde fois en amont du Barrage BJ.

Les vitesses de dévalaison, calculées pour chaque anguille, sont très variables à l'intérieur des groupes de comportement, mais aussi entre les groupes. Il n'y a donc pas de relation significative entre le comportement de dévalaison et la vitesse de dévalaison. Cette variabilité serait due à un délai de franchissement observé avant chaque ouvrage. Cette vitesse n'est pas non plus liée aux données biométriques mesurées sur les anguilles, ce qui suggère une flexibilité individuelle de l'anguille argentée face aux obstacles à franchir.

Après avoir été libérées dans le réservoir du barrage BJ, les vingt anguilles présentent une vitesse de migration de  $0,097 \text{ km/jour} \pm 0,146$ , ce qui est très lent comparativement aux vitesses observées dans les estuaires mondiaux, par exemple dans le fleuve Loire, qui n'est perturbé par aucun barrage et où il a été observé une vitesse de migration de  $1,91 \text{ km/jour} -1 \pm 1,550$  (Besson données non publiées) en 2012/2013.

Enfin, il a été remarqué que les anguilles n'ont franchi le barrage BJ que pendant la nuit, en empruntant la crête de surverse du barrage et lors de conditions environnementales très favorables : débit de la rivière  $> 1500 \text{ L/s}$  et un niveau d'eau au barrage supérieur à  $28,26 \text{ m NGF}$ . Cependant, il est important de signaler qu'aucune des anguilles marquées n'a emprunté le système d'évacuation des eaux de lavage du filtre du pompage par lequel les anguilles peuvent dévaler.

#### Comportement autour du Barrage BJ :

Aux abords du barrage, les anguilles argentées ont été détectées de 1 à 288 fois par individu, avec une durée moyenne pour chaque passage de 9 minutes à plus de 4 heures et à des profondeurs variant de  $0,7$  à  $10,9$  mètres. Certaines anguilles ont été très actives et ont parcouru une gamme importante de profondeur en approchant du barrage BJ, tandis que d'autres ont approché le barrage en restant proches de la surface. Ces comportements ne semblent cependant pas être liés aux types de comportement migratoire de dévalaison, ni aux caractéristiques biométriques des anguilles.

Toutefois, les anguilles qui n'ont pas été bloquées ou retardées lors du franchissement du barrage BJ (franchissement en moins de 5 jours après libération) ont évolué dans de plus faibles profondeurs que celles qui ont été retardées. De plus, la dernière détection des anguilles « migrantes fructueuses et infructueuses » s'est produite à de très faibles profondeurs, ce qui confirme un franchissement par la crête du barrage BJ. Les « migrantes craintives », sont les seules anguilles qui ont été détectées en profondeur lors de leur dernière détection au H4, ce qui laisse penser qu'elles n'essayaient pas de s'échapper par la surverse du barrage.

Toutes les anguilles « migrantes fructueuses et infructueuses » ont passées le barrage de BJ de nuit et pendant la période de surverse (fenêtre temporelle de 137 jours). Le reste de l'étude se concentre donc uniquement sur cette période.

Activité, mouvements de dévalaison et facteurs environnementaux :

La migration a été retardée pour 80 % des 20 anguilles initialement relâchées. Trois périodes de franchissement ont ainsi été identifiées: la première entre 1 et 6 jours après déversement (pas de retard), la seconde entre 49 et 58 jours après la libération (retard 1) et la troisième entre 83 et 89 jours après la libération (retard 2). Ces trois périodes de dévalaison semblent être liées à des facteurs environnementaux, en particulier le débit et la température de l'eau. L'effet du débit sur l'activité des anguilles a notamment été plus important pour les « migrantes fructueuses » que pour les « migrantes infructueuses ».

De plus, la pression atmosphérique et les cycles lunaires ont influencés de manière significative l'activité des « migrantes infructueuses » avec une plus faible activité enregistrée lors des phases de pleine lune contrairement à une activité plus élevée au cours des phases de nouvelles la lune. Concernant les « migrantes craintives », leur activité dans le réservoir BJ a été peu expliquée par les facteurs environnementaux.

Le pourcentage de nouvelles anguilles détectées au H5 et la présence / absence des anguilles au H5 a été liée aux pics de débit d'eau. Lorsque le débit d'eau était supérieur à 1200L.s<sup>-1</sup>, et que le niveau d'eau du réservoir du barrage BJ était supérieur à 28.26 m, la présence des anguilles à H5 était significativement plus élevée. Enfin, dans les données de présence, nous avons démontré que le taux d'anguilles détectées dans H5 était négativement lié à la température.

**Discussion:**

Il apparaît nettement que les mouvements de dévalaison des anguilles sont retardés sous l'effet du réservoir du barrage BJ. Les faibles vitesses de dévalaison observées s'expliquent par l'adoption de mouvements bidirectionnels et d'une tendance à descendre en profondeur dans le réservoir. De tels comportements ont déjà été mis en évidence dans des retenues de barrage avec turbine et ont également été associés à un franchissement retardé des ouvrages. Ici, tous les groupes de comportements migratoires ont été affectés par des retards au niveau du Barrage BJ, avec une tendance rechercher le fond à l'approche du barrage.

Malgré de très bonnes conditions hydrologiques observées au cours de l'étude, autorisant le franchissement du barrage BJ jusqu'au 3 mai 2013 par surverse, seulement un tiers des 24 anguilles relâchées (comprenant les 2 expériences) ont franchi les 2 barrages et 58,33 % n'ont franchi que le premier Barrage BJ après le premier lâché. Plusieurs hypothèses sont alors envisageables pour expliquer l'absence de recapture pour les migrantes infructueuses :

- Le barrage POE peut représenter un obstacle difficile à franchir pour les anguilles.

- Le barrage BJ peut engendrer de grosses incapacités physiques ou comportementales altérant la suite de la migration des anguilles. Ce qui est probable considérant que 3 des anguilles « migrantes fructueuses » ont en effet été recapturées avec des blessures.

- Les anguilles ont pu passer hors du champ de l'hydrophone H5 en se sédentarisant en profondeur dans le réservoir PeO. Legault a montré en 1998 que 80 % des anguilles qui franchissaient le barrage de BJ atteignaient le piège du barrage de PeO en 3,5 jours, indiquant que les anguilles ne se sédentarisent pas dans le réservoir PeO, après franchissement du barrage BJ. Ce phénomène a été confirmé dans cette étude considérant que toutes les anguilles ont été détectées moins de 10 fois au niveau de H5, et que leur temps total de détection était inférieur à 3 Jours pour les « migrantes fructueuses » et inférieur à 13 heures pour les « migrantes infructueuses ».

- Les anguilles ont aussi pu se faire prédater ou pêcher.

- Enfin, le manque de recapture sur le système de piégeage du barrage PeO peut s'expliquer par le fait que les anguilles ont pu contourner ce dernier. (*cf surverse au niveau de la digue de PeO expliquée dans ce rapport*)

En conséquence, il y a une forte probabilité pour que les « migrantes infructueuses » aient adopté le même comportement migratoire que les « migrantes fructueuses » et que ces anguilles aient échappé au système de piégeage installé sur le barrage de POE. Il est aussi possible qu'elles soient mortes avant d'être recapturées. Il semble donc que le barrage POE a eu une plus faible influence sur la migration des anguilles argentées comparativement au barrage de BJ.

Ce dernier peut en effet induire une mortalité directe ou retardée sur les anguilles qui le franchissent, au même titre qu'un barrage équipé de turbines.

Les mesures biométriques ont confirmé que les anguilles marquées étaient toutes des anguilles argentées. Malgré ce stade morphologique, des conditions environnementales favorables et le fait que ces anguilles avaient déjà franchi une ou deux fois les mêmes barrages, elles ont eu encore de grandes difficultés à se déplacer en aval du barrage de BJ. L'impact du barrage de BJ semble d'autant plus important que sur les quatre anguilles de la deuxième expérience (recapturées puis relâchées une seconde fois), une seule anguille a réussi à passer le barrage de BJ une troisième fois. Ainsi, quel que soit le nombre de passages vers les barrages, aucun processus d'apprentissage ne semble établi.

Enfin, l'importance des débits d'écoulement d'eau a été confirmée sur le comportement de dévalaison des anguilles argentées. En effet, tous les mouvements vers l'aval se sont produits pendant des hausses de débit d'eau. De plus, il a été montré que l'augmentation du débit explique de manière significative la détection des anguilles en aval du barrage de BJ. Il a également été remarqué une réponse d'activité distincte avec l'augmentation des débits d'eau.

En effet les anguilles ayant réussi à franchir les barrages du Frémur semblaient être plus réactives aux augmentations de débit, alors que les «migrantes craintives » ont réagi à plus long terme à ces augmentations. La température semble également influencer l'activité et le comportement de dévalaison des anguilles. Cependant ce paramètre augmente tout au long de la période de l'étude et la corrélation pourrait être liée à un effet de temps.

### **Conclusion:**

Le Frémur est une rivière qui ne présente pas de turbines, les réservoirs et les barrages sont utilisés pour l'approvisionnement en eau potable et la régulation du débit d'eau. Il apparaît que les anguilles du Frémur dévalent majoritairement par-dessus la crête du barrage de Bois Joli, sur laquelle l'eau ne déborde que lors de conditions environnementales très favorables. C'est pourquoi cet habitat apparemment sain et théoriquement sûr pour la dévalaison (aucune turbine), semble être un piège pouvant être fatal pour les anguilles argentées. La plasticité phénotypique de l'anguille diadrome a déjà été décrite : la plasticité migratoire des civelles ou encore la variabilité individuelle des anguilles jaunes dans leurs durées de phase de croissance dans les rivières. Ainsi, les différents comportements migratoires de dévalaison observés dans cette étude, apportent un nouvel élément de réponse concernant la plasticité comportementale de l'espèce, adoptée ici par les anguilles argentées face aux réservoirs et barrages au cours de leur migration. »

Cette étude apporte des premiers éléments sur la migration catadrome dans les retenues d'eau potable. Il faut cependant rappeler qu'elle s'est déroulée dans une année extrêmement favorable pour la dévalaison. Les résultats doivent donc être pris avec prudence. De plus, l'absence de triangulation (qui permet de localiser précisément l'individu dans la masse d'eau « XYZ ») n'a pas permis d'étudier précisément le comportement des anguilles à l'approche du barrage de Bois Joli. En effet, la portée des émetteurs (rayon de 200 m minimum) ne permet pas de conclure sur la position dans l'espace (lors de la détection, l'individu se situe dans un rayon de 200 mètres à une profondeur « Z »), le comportement des anguilles vis-à-vis du barrage lors de leurs différents passages à proximité de l'hydrophone du barrage de Bois Joli. Seul le passage fructueux donne quelques informations. Ainsi, des investigations complémentaires semblent importantes à mener pour affiner le comportement des anguilles devant les ouvrages. Ceci permettrait d'avoir des bases comportementales dans l'optique de la mise au point de système de dévalaison sur ce type de retenues.

## 12 Opérations pour 2014

Pour l'année 2014, les opérations de suivi de la passe de montaison de Bois Joli et de la passe de dévalaison de Pont es Omnès sont reconduits. Il est prévu de réaliser de nouveau les mesures du diamètre oculaire et de la taille de la pectorale pour les anguilles argentées en dévalaison.

Afin d'améliorer les connaissances portant sur les flux migratoires de l'anguille à l'échelle du Frémur, des opérations de marquage individuel sont toujours prévues au cours des pêches électriques automnales de 2014.

Le suivi au niveau du système de rejet des effluents de lavage de la pompe est également maintenu afin de disposer de données plus importantes.

De nouvelles opérations pourraient également être mises en œuvre en 2014. D'anciennes stations notamment en aval de Pont es Omnès devraient être probablement échantillonnées au cours de la campagne 2014. Les résultats permettront 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.

D'un point de vue matériel, le changement de la cage de dévalaison devrait être réalisé d'ici la fin de l'année 2014.

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. Des publications sont en cours de rédaction par Clarisse Boulenger. Des résumés de celles-ci seront intégrés dans le prochain rapport Frémur.



## 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.

JIGOREL, A., BOUEDO, A., NICOLAS, R., MORIN, J.P. (2005). Stockage du phosphore dans les sédiments d'un réservoir eutrophe (Gouet, BRETAGNE, FRANCE). *The Fourth inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources*, 15pp.

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.

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.

MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (2012). Guide technique Évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau), décembre 2012. Edition Mars 2013, 84 pp.

## **- Bibliographie -**

SIMON, J. (2007). Evaluation of marking European silver eels with visible implant elastomer tags and alcian blue. *Journal of Fish Biology*, 70: 303–309.

SYNDICAT MIXTE DE PRODUCTION D'EAU POTABLE DE LA COTE D'EMERAUDE (2013). Contrat de Bassin versant Frémur-baie de Beaussais 2008-2012, Bilan 2012, Bilan technique pluriannuel sur 5 ans (2008-2012), Version 2. Rédaction SMPEPCE, septembre 2013, 56 pp. sans les annexes.

## ***14 Annexes***

---

### **14.1 Annexe 1 : Densité et biomasse de l'anguille de 1995 à 2013**

**- Annexes -**

Densité moyenne de l'anguille (ind./m<sup>2</sup>) 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	2013
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	0,29
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	0,35
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	0,17
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	0,11
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	0,03
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	0,05
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	0,17
Moyenne (sans PAet 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	0,17

Biomasse moyenne de l'anguille (g./m<sup>2</sup>) 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	2013
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	9,3
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	19,6
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	12,9
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	9,2
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	1,8
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	4,4
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	9,56
Moyenne (sans PAet 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	9,56

## 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		
2013	4 279		
<b>moyenne</b>	<b>7 986</b>	<b>7 222</b>	<b>-</b>

## 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	606	19	18	3	646
2013	213	17	16	9	255

\*Effectifs pouvant être corrigés pour l'échappement

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

Code pathologique <sup>(0)</sup>		Code localisation anatomique <sup>(2)</sup>	
Tab. 1		Tab. 2	
Code lésion et parasitisme <sup>(1)</sup>		Localisation	Code
Absence de lésion ou de parasite		Corps	C
<b>Lésions anatomo-morphologiques</b>		Colonne vertébrale	V
Absence d'organe <sup>(4)(5)</sup>	C_imp    OO S    AO	Tête	T
Altération de la couleur	S    AC	Bouche	G
Anus rouge ou saillant	S    US	Œil	Y
Bulle de gaz	S    BC	Opercule / Branchies	O
Déformation difformité	D    AD	Tronc	W
Hypersécrétion de mucus	S    SM	Abdomen	A
Exophtalmie	D    EX	Dos	H
Opacification oculaire	S    CO	Nageoire pectorale	P
Maigreur	D    AM	Nageoire principale	N
Érosion	S    ER	Pédoncule caudal	K
Hémorragie	S    HE	Orifice anal	X
Ulcère (dont hémorragique) <sup>(6)</sup>	N/S    UL		
Nécrose	S    NE		
Masses et grosseurs (dont kyste) <sup>(6)</sup>	N/S    AC		
<b>Parasitisme externe</b>			
Point blanc	C_imp    Code S    PB		
Mycose (« mousse »)	S    PC		
Crustacés <sup>(7)</sup>	N/S    CR		
Hirudinés	N    HH		
Autres parasites que les 4 précédents <sup>(7)</sup>	N/S    PX		
Parasites (une des 5 catégories au-dessus) <sup>(7)</sup>	N/S    PT		
Tab. 3			
<b>Code importance (C_imp)<sup>(3)</sup></b>			
<b>Nombre (N)</b>	<b>Code</b>		
N= 0	0		
N=< 3	1		
N= 4 à 6	2		
N= 7 à 10	3		
N >10	4		
<b>Surface atteinte (S)</b>	<b>Code</b>		
S = 0%	0		
S < 5%	1		
S = 5 à 10%	2		
S = 10 à 20%	3		
S > 20%	4		
<b>Degré d'altération (D)</b>	<b>Code</b>		
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 FDPPMA 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 Nivelle. 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 Nivelle. 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., 2012. Using length-frequency analysis to determine the age of *anguilla anguilla* (L.), J. Appl. Ichtyol.

Mazel, V., Charrier, F., Legault, A. and Laffaille, P. 2012. Long-term effects of passive integrated transponder tagging (PIT tags) on the growth of the yellow European eel (*Anguilla anguilla*). Journal of Applied Ichthyology

**2013 (2)**

Acou A., Virag L., Boulenger C., Meunier F., Charrier F., Reveillac E., Feunteun E., (2013). Comment, à partir d'un seul otolithe, âger une anguille sans exclure d'autres analyses ? Colloque National de Sclerochronologie, Rennes, 2 au 4 juillet 2013.