

VOLET POISSONS MIGRATEURS

Contrat de Projet Etat-Région
2007 - 2013



SUIVI SCIENTIFIQUE
DES MIGRATIONS DE
POISSONS DE LA
PASSE A BASSINS DU
BARRAGE D'ARZAL

(VILAINE, MORBIHAN)

2011

Maître d'ouvrage :



Brice Sauvaget

Cédric Briand

Edition :

Avril 2012

Réalisé avec le concours de :



Etablissement public du ministère
chargé du développement durable



PREFECTURE DE LA REGION BRETAGNE



1 SOMMAIRE

1	Sommaire	2
2	Résumé	3
3	Avant-propos : cadre financier de l'action	3
3.1	Nature de l'opération	3
3.2	Localisation	3
3.3	Contexte actuel et intérêt du suivi des migrations	3
3.4	Contenu de l'opération pour 2011	4
3.5	Coût prévisionnel 2011	4
3.6	Plan de financement	4
3.7	Maître d'ouvrage	4
4	Introduction	5
5	Site d'étude	5
5.1	Le barrage	5
5.2	Les passes à anguilles	6
5.3	La passe à bassins	8
6	Fonctionnement et suivi de la passe à bassins	9
6.1	Fonctionnement de la passe à bassins	9
6.1.1	Principe	9
6.1.2	Catégories d'état de la passe à bassins	9
6.2	Système de suivi vidéo numérique	10
6.3	Enregistrement vidéo	10
6.4	Dépouillement vidéo	11
6.5	Echappement au dispositif de franchissement	12
7	Suivi vidéo des migrations en 2011	13
7.1	Programmation d'un algorithme de calcul	13
7.2	Remplacement des armoires électriques	13
7.3	Fonctionnement du dispositif de franchissement	14
7.4	Suivi du dispositif de comptage	18
7.5	Calcul des débits transitant par la passe à bassins	20
7.6	Opérations de vidéo contrôle	20
8	Données migratoires	21
8.1	Aloses	21
8.1.1	Migration journalière	21
8.1.2	Migration interannuelle	22
8.1.3	Taille des aloses migrantes	26
8.1.4	Scalimétrie	27
8.1.5	Alosons	28
8.2	Lamproies	29
8.2.1	Migration journalière	29

8.2.2 Migration interannuelle	30
8.2.3 Taille des lamproies migrantes.....	34
9 Visites	36
10 Bibliographie	37
11 Remerciements	37

2 RESUME

En 2011, le suivi vidéo numérique de la passe à bassins a été **lancé le 14 mars et stoppé le 1^{er} juillet**. 3053 aloses et 4462 lamproies marines ont emprunté la passe à bassins.

3 AVANT-PROPOS : CADRE FINANCIER DE L'ACTION

Ce rapport correspond au compte rendu de l'action **SUIVI SCIENTIFIQUE DES MIGRATIONS DE POISSONS AU BARRAGE D'ARZAL (2011)** (Vilaine56_91_2011), succinctement décrite ci-dessous.

3.1 Nature de l'opération

Suivi vidéo des migrations de poissons. Ouverture du site au public, communication auprès des scolaires et éducation à l'environnement.

3.2 Localisation

Lieux : barrage d'Arzal (56). Morbihan : La Roche Bernard.

3.3 Contexte actuel et intérêt du suivi des migrations

La passe à poissons, mise au point en 1997 et 1998 est suivie depuis sa mise en fonctionnement, de manière quotidienne durant les pics de migration, et plusieurs fois par semaine en dehors de ces périodes. Une salle vitrée pour l'enregistrement et la visualisation du passage des poissons est intégrée au site, et permet d'accueillir le public, à qui est également proposée une exposition permanente sur le thème des espèces piscicoles du bassin de la Vilaine, des projections vidéo, et la visite d'autres parties du barrage permettant de mieux cerner les enjeux et les aspects techniques de l'existence du barrage d'Arzal.

La passe est constituée de deux dispositifs :

- une passe à anguilles, qui est un plan incliné équipé d'un substrat rugueux (brosse) débouchant sur un vivier. Elle permet de piéger les civelles et anguillettes, mesurer leurs caractéristiques biologiques et l'importance des migrations, avant de les relâcher dans le plan d'eau à l'amont du barrage. Son suivi est assuré dans le cadre de l'action Vilaine_92_2011.
- une passe à bassins à fentes verticales attractive et efficace pour les autres migrateurs : l'alose, la lamproie marine, les salmonidés (saumon, truite de mer) et les espèces susceptibles de passer de la mer à l'eau douce.

De nombreuses espèces migratrices franchissent chaque année la passe d'Arzal. Les aloses qui avaient disparu de la Vilaine ont franchi la passe avec des effectifs compris entre 50 et 250 individus entre 1996 et 2001. Après ces cinq premières années, le retour des premières aloses a permis de franchir un premier seuil dans la population. Avec la construction des passes de l'Oust, l'alose est de retour en Vilaine et le suivi vidéo se poursuit pour évaluer la poursuite de la restauration du stock.

En 2005, un système d'enregistrement et de traitement numérique des images a été mis en service (non financé par les crédits du contrat retour aux sources). Ce dispositif a été complété par une base de données et des interfaces développées sous Java (saisie des données) et R (traitement graphique). Ces outils ont été élaborés dans le cadre du projet Stacom (Station de Contrôle des Migrateurs) en collaboration avec le CSP puis l'ONEMA <http://trac.eptb-vilaine.fr:8066/tracstacom>. Stacom a pour vocation d'être utilisé par les gestionnaires des stations de contrôle et les scientifiques impliqués dans le suivi scientifique des poissons. Il apporte via le module de saisie et les traitements automatisés un moyen efficace de stockage des données, un gain de temps et un meilleur confort pour le traitement des données. Il apporte également des garanties et une facilité de sauvegarde essentielles.

3.4 Contenu de l'opération pour 2011

- Le suivi vidéo des aloses, lamproies et des grands salmonidés est réalisé au printemps.
- Les visites des passes à poissons sont assurées par un vacataire en mai-juin le week-end et les jours fériés, et du mercredi au dimanche de juillet à septembre.
- Un rapport synthétique récapitulant les données de l'année est réalisé et communiqué selon la liste de diffusion du CPER volet poissons migrateurs.

3.5 Coût prévisionnel 2011

Postes de dépense	Montant (€)
Suivi vidéo de la passe à bassins d'Arzal	15 000
Saisie, analyse, traitement, développement	8 000
Communication, ouverture de la passe au public	7 000
TOTAL	30 000

3.6 Plan de financement

Sources de financement	Montant (€)	%
Conseil régional de Bretagne	9 000	30
Agence de l'eau	15 000	50
Autofinancement	6 000	20
TOTAL	30 000	100

3.7 Maître d'ouvrage

Institution d'Aménagement de la Vilaine (IAV) - 56 130 LA ROCHE-BERNARD
(tél : 02.99.90.88.44 - fax : 02.99.90.88.49)

Contact / Correspondance : M. BRIAND (chef de service)

Conduite des études : M. BRIAND, M. SAUVAGET (technicien)

Administration - Comptabilité : Mme HERVE (secrétaire générale)

Coordination : Mme GERMIS - **Bretagne Grand Migrateurs** (tél : 06.83.24.99.81)

4 INTRODUCTION

Le barrage estuarien d'Arzal, situé sur la Vilaine, est un obstacle majeur à la circulation des poissons migrateurs. Entre 1970 et 1995, année de la mise en service de dispositifs de franchissements, leurs populations ont très fortement régressé sur le fleuve, voire même disparues.

Les passes à poissons du barrage d'Arzal, mises en service à l'automne 1995, font l'objet d'un suivi régulier. En 1996 et 1997, les migrations dans la passe à bassins ont été comptabilisées sur l'ensemble de l'année. Depuis 1998, seule la période favorable (généralement de mars à juin) fait l'objet d'un suivi. Pour 2011, le suivi a débuté le 14 mars et a été arrêté le 1^{er} juillet.

Ce rapport décrit succinctement le fonctionnement de la passe à fente verticale du barrage et de son système de vidéosurveillance associé. Il fait également la synthèse des passages de poissons migrateurs par la passe à bassins en 2011 (la migration sur les passes à anguilles est traitée dans un autre rapport). Enfin, il présente les chiffres de la fréquentation touristique des passes à poissons.

5 SITE D'ETUDE

5.1 Le barrage

L'ouvrage, édifié entre 1965 et 1970, est constitué d'une partie centrale de 160 mètres comprenant 5 vannes et une écluse, et d'une digue en terre de 360 mètres (**Photo 1**). Il bloque l'onde de marée à 12 kilomètres de l'embouchure et constitue une rupture nette entre le milieu estuarien et le plan d'eau douce artificiellement créé à l'amont. Le marnage à l'aval est de 7 mètres lors des grandes marées.



Photo 1.- Vue aérienne du barrage estuarien d'Arzal.

5.2 Les passes à anguilles

Les civelles et les anguillettes d'une taille inférieure à 15 - 30 cm n'ont pas une capacité de nage suffisante pour franchir le seuil aval de la passe à bassins (Briand et Bousson, 1996). Un ouvrage de franchissement spécifique à l'anguille a été construit en parallèle de la passe à bassins. Il se compose :

- de 2 rampes (modèle standard FISH PASS, Legault, 1994) disposées 10 mètres à gauche et à droite de l'entrée de la passe à bassins. Il s'agit de pans inclinés à 45°, mesurant 4 et 5 mètres, qui plongent dans l'estuaire (**Photo 2**). Ils sont garnis de brosses verticales montées sur un support PVC, avec une circulation d'eau à la base (**Photo 3**). Cette humidité permanente permet aux anguilles de progresser par reptation en "prenant appui" sur les brosses. Celles-ci sont plus ou moins espacées pour permettent aux différents stades (civelle, anguillette et anguille) de remonter le dénivelé. Chaque rampe dispose d'une goulotte séparée de la surface de reptation qui assure une attraction pour les anguilles grâce à l'arrivée d'eau douce en estuaire (débit d'attrait). La rampe la plus longue est scindée en 3 parties séparées par 2 bacs de repos permettant aux civelles de se reposer au cours de l'ascension,
- d'un dispositif de capture, situé à la suite d'un chenal qui collecte les anguilles des 2 rampes (**Photo 4**). Il est constitué d'une petite rampe débouchant sur un vivier de stockage d'une capacité de 1 m³. Ce dernier est équipé d'une grille de fond amovible par laquelle l'eau circule et s'évacue par une vanne de vidange. L'alimentation en eau du dispositif de franchissement est assurée par une pompe électrique captant l'eau dans la retenue du barrage.

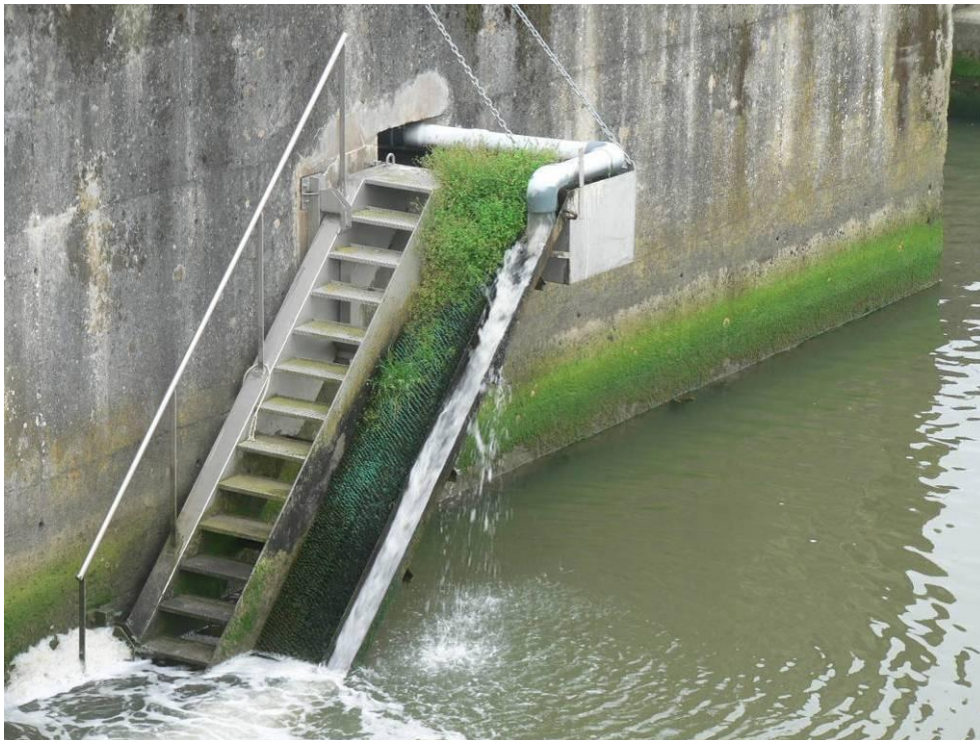


Photo 2.- Passe à anguilles (côté gauche de la passe à bassins).

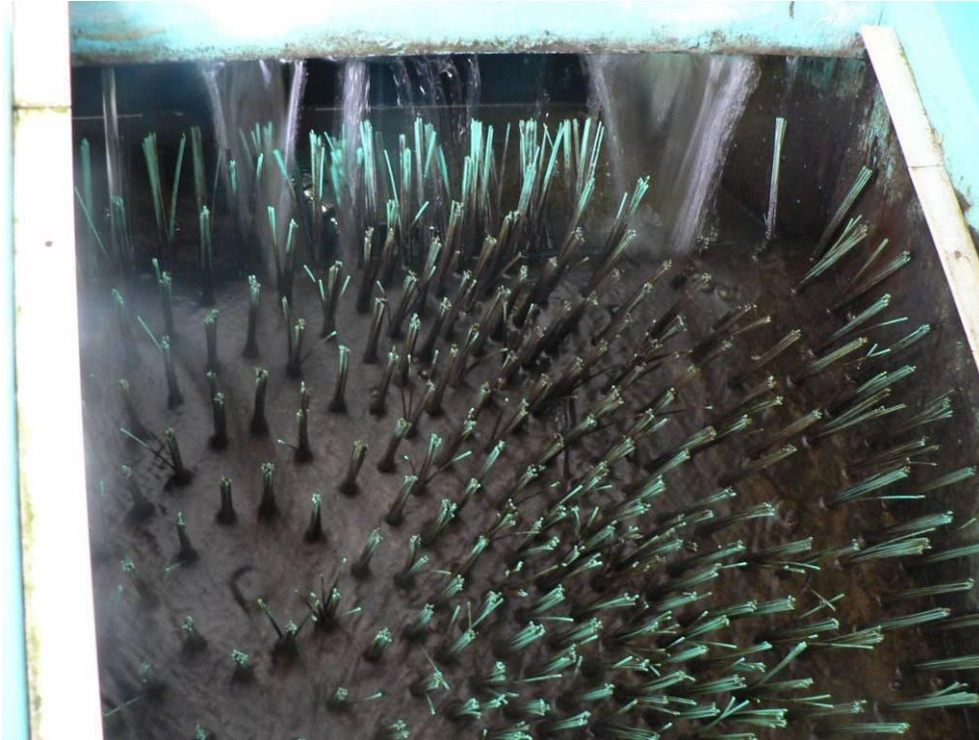


Photo 3.- Brosses verticales permettant la remontée des anguilles.



Photo 4.- Vivier de stockage des anguilles migrantes.

Le suivi de ce dispositif de piégeage est rapporté dans le document relatif à l'action « Gestion de l'anguille sur le bassin versant de la Vaine (2011) ».

5.3 La passe à bassins

Elle est composée de **9 bassins successifs** reliés entre eux par des fentes verticales (Larinier *et al.*, 1995). Des chutes s'établissent entre les bassins et permettent de passer de la cote de l'estuaire à la cote du plan d'eau amont (*la passe constitue une sorte d'escalier hydraulique*). Le poisson est attiré à l'entrée de la passe par un courant d'eau douce ; il va remonter successivement la chute aval et les différents bassins de la passe à poissons pour se retrouver à l'amont du barrage (**Figure 1**).

Les **paramètres hydrauliques de la passe** conditionnent le passage des espèces migratrices : le courant doit être suffisant pour attirer le poisson vers l'entrée de la passe, mais pas trop puissant pour lui permettre de franchir les chutes qui s'établissent entre chaque bassin. Ces paramètres doivent rester compris dans une gamme de valeurs permettant le franchissement des espèces que l'on désire faire passer. Ils dépendent étroitement du niveau d'eau amont et de la hauteur de chute qui s'établit en entrée de passe. Or, le niveau aval lié à la marée, et le niveau amont lié à la gestion du plan d'eau par le barrage, sont très fluctuants. Une série de vannes gérées par un automate permet d'adapter en permanence le nombre de bassins (*le nombre de marches d'escalier nécessaires pour franchir le dénivelé*) et la hauteur de chute aval (*la hauteur de la première marche*). La mise au point de la passe a été réalisée en 1996 et a permis de caler les conditions de course, d'ouverture et de fermeture des différentes vannes en fonction du niveau de la marée (Briand, 1996).

La passe à bassins est **franchissable par plusieurs espèces marines**, avec les grands migrateurs (saumon, truite de mer, alose, lamproie, mulot, anguille au stade adulte) et d'autres espèces dont les passages sont anecdotiques (bar, athérine, flet), mais également par des espèces d'eau douce dévalant en estuaire par l'écluse ou par les vannes lors des épisodes de forts débits (sandre, gardon, ablette, brème ...). Ce type de passe est le seul capable de s'adapter aux grandes variations de niveaux amont et aval rencontrées en estuaire.



Figure 1.- Reconstitution pédagogique vue de dessus et en 3D de la passe à bassins du barrage d'Arzal.

6 FONCTIONNEMENT ET SUIVI DE LA PASSE A BASSINS

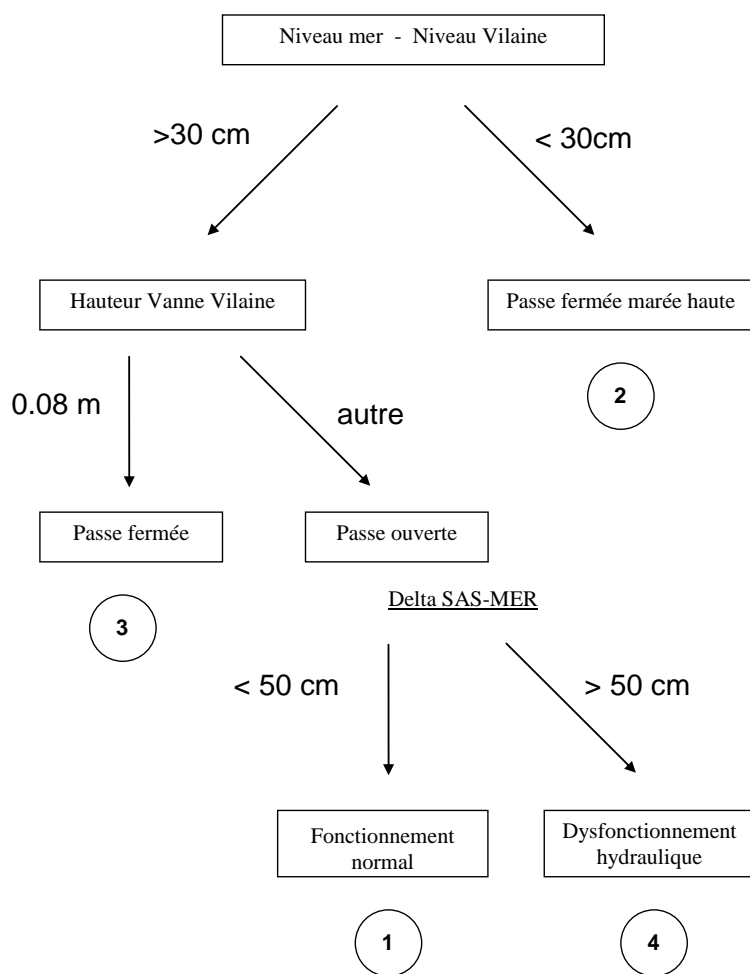
6.1 Fonctionnement de la passe à bassins

6.1.1 PRINCIPE

Le rôle du barrage d'Arzal est de limiter au maximum les entrées d'eau salée en Vilaine. La passe à bassins, située à l'interface de la mer et de l'eau douce, subit donc des contraintes liées aux marées.

Un automate informatique gère les vannes aval et amont de la passe à bassins en fonction des niveaux d'eau de la mer et de la Vilaine. La passe fonctionne seulement quand le niveau de la mer est inférieur au niveau amont. La contrainte de sécurité de 30 cm sert à empêcher les intrusions d'eau salée dans le plan d'eau amont. La passe reste en fonctionnement à basse mer mais on considère qu'au-delà de 50 cm la chute à l'aval de la passe n'est plus franchissable. Lorsque le niveau dans le dernier bassin à l'aval de la passe (Niveau SAS), est situé 50 cm en dessus du niveau mer, la passe est considérée en dysfonctionnement hydraulique.

6.1.2 CATEGORIES D'ETAT DE LA PASSE A BASSINS



5 Si aucune donnée disponible

Les différents fonctionnements sont (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) :

- (1) **Fonctionnement normal.**
- (2) **Arrêt ponctuel lié au fonctionnement du dispositif :** marée haute.
- (3) **Arrêt technique :** la passe est arrêtée mais compte tenu du niveau de la mer, elle pourrait être en fonctionnement. Les limitations de fonctionnement en période d'étiage sont incluses dans cette catégorie.
- (4) **Dysfonctionnement hydraulique :** à basse mer, la hauteur de chute à l'aval empêche la migration des poissons.
- (5) **Inconnu :** pas de données provenant de la base de données du barrage.

Figure 2.- Schéma de décision pour le fonctionnement du dispositif de franchissement.

6.2 Système de suivi vidéo numérique

En 2005, le système de vidéo-comptage fonctionnant avec un FOR.A (appareil de traitement des signaux vidéo) et 2 magnétoscopes en série a été remplacé par un système vidéo numérique mis au point par le Pr. Cattoen de l'ENSEEIH de Toulouse (Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique, d'Electronique, d'Informatique et des Télécommunications) en collaboration avec le GHAAPPE (Groupe d'Hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement). L'environnement matériel comprend un PC standard équipé d'une carte d'acquisition vidéo qui est reliée à une caméra (**Photo 5**). Ce système est installé à la sortie de la passe à bassins (voir la légende 3 de la **Figure 1**) qui se termine par un couloir équipé d'une vitre devant un caisson lumineux. Les poissons sont filmés en ombre chinoise sur un fond clair ce qui permet de les dénombrer.

Le système de comptage est basé sur un enregistrement numérique des passages de poissons réalisé à l'aide des logiciels SYSIPAP (Système de Surveillance Informatisée des Passes à Poissons). Ce système fonctionne en deux phases :

- la première est une phase d'enregistrement sur le site de séquences vidéo numérisées et compressées d'une taille d'environ 10 Mo (logiciel WSEQ32, vers. 6.0),
- la deuxième est un dépouillement des enregistrements en temps différé (WPOIS32, vers. 5.1).



Photo 5.- Système de suivi vidéo numérique.

6.3 Enregistrement vidéo

Le logiciel d'acquisition de séquences d'images **WSEQ32** (**Figure 3**) comprend les fonctionnalités suivantes :

- déclenchement d'alarme basée sur la détection de mouvements,
- déclenchement d'enregistrement comprimé sur le disque dur d'un PC.

Les paramètres ajustables sont :

- le cycle de mesure,
- le seuil de déclenchement de l'alarme,
- la temporisation de l'alarme,
- le nombre d'images enregistrées précédant la condition de déclenchement.

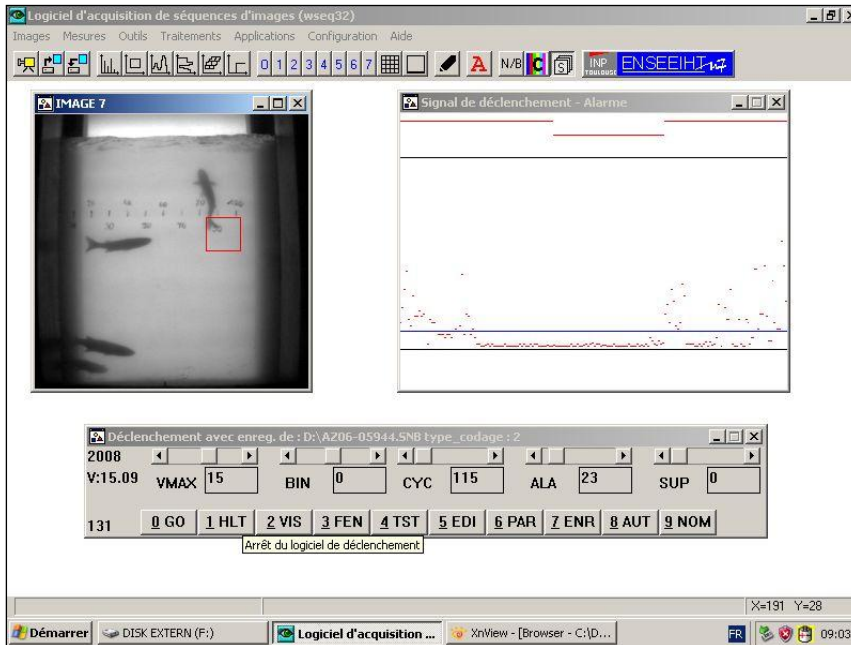


Figure 3.- Logiciel d'acquisition vidéo WSEQ32.

6.4 Dépouillement vidéo

Le logiciel de dépouillement **WPOIS32** (Figure 4) fonctionne sur Arzal de manière manuelle, c'est-à-dire que la personne qui visionne les fichiers vidéo doit reconnaître les différentes espèces et rentrer les effectifs correspondant à l'aide de l'interface "choix espèce". Le résultat du dépouillement est un fichier texte comprenant la liste des événements enregistrés : espèce, montée ou descente, numéro de l'image de sortie, date et heure.

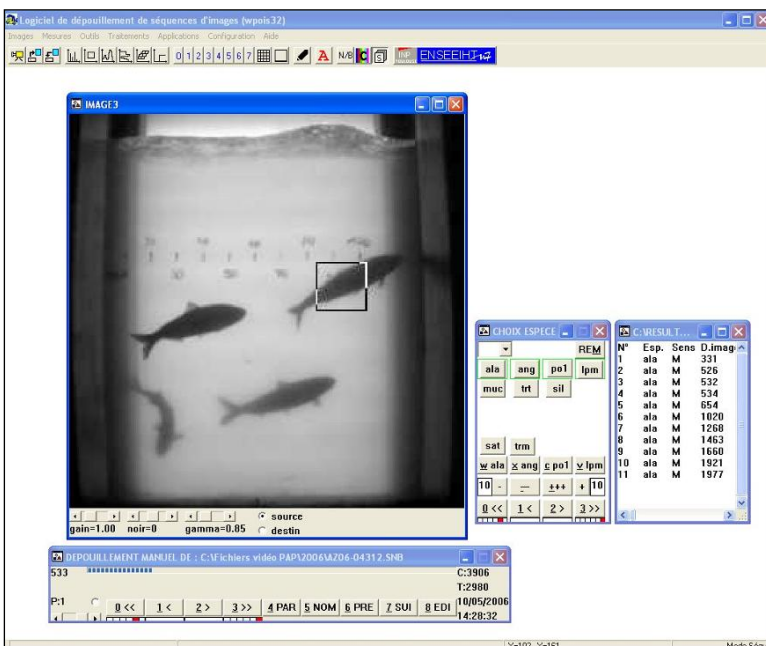


Figure 4.- Logiciel de dépouillement vidéo WPOIS32.

6.5 Echappement au dispositif de franchissement

Le barrage d'Arzal, par son faible dénivelé, reste franchissable par deux voies : les volets et l'écluse. Mais il ne l'est que dans certaines conditions et sur de courtes périodes. La gestion du barrage, liée aux contraintes hydrauliques amont (débit à évacuer) et aval (marée), a une grande incidence sur la franchissabilité du barrage.

Les lâchés d'eau douce peuvent se faire par des vannes wagons ou par des clapets flottants (volets) en surverse. En règle générale, la plus grande part du débit est évacuée de jour, par l'intermédiaire des vannes lorsque le niveau de la marée le permet. L'ouverture des volets la nuit permet de s'affranchir de la surveillance des vannes, les volets flottants empêchent mécaniquement la remontée de l'eau de mer dans le plan d'eau amont.

Lorsque la marée monte jusqu'au niveau des volets, il arrive un moment où ils sont franchissables par des espèces ayant une bonne capacité de nage. **Les chiffres donnés pour l'évaluation des stocks de migrants doivent donc être considérés comme un minimum.**

7 SUIVI VIDEO DES MIGRATIONS EN 2011

En 2011, le suivi vidéo numérique de la passe à bassins a été **lancé le 14 mars et stoppé le 1er juillet**.

7.1 Programmation d'un algorithme de calcul

Un programme de calcul du fonctionnement du DF traite les données de hauteurs des vannes aval et amont et de niveau d'eau dans le SAS pour déterminer les périodes de fonctionnement de la passe à bassins.

Il existe des périodes où l'automate du barrage est en panne, et où les données ne sont pas collectées. Le programme détermine les périodes où les données sont manquantes. Par exemple en 2011, sur une série continue potentielle de 52 560 données d'un intervalle de 10 minutes, l'extraction de la base de données fournit 51 835 valeurs pour la hauteur de vanne aval, 51 818 pour la hauteur de vanne amont et 51 875 pour le niveau d'eau dans le SAS.

A partir de ces données et de l'arbre de décision donné en **Figure 2**, il permet de constituer le fichier indiquant les périodes de fonctionnement du dispositif de franchissement comprenant 2899 lignes qui est réimporté dans la base.

Le programme a permis de recalculer le fonctionnement de la passe à partir de 2003 où les données sont disponibles sur la base. Avant cette date, les données du vidéo-comptage ont été utilisées pour rentrer les données sur le fonctionnement du dispositif dans la base de données. En dehors des périodes de suivi vidéo, il n'est pas possible de récolter des informations sur le fonctionnement et seul le suivi complet de 1997 permet de reconstituer le fonctionnement annuel de la passe. Les données liées à l'arrêt du suivi vidéo ne sont pas intégrées dans ces graphiques.

Les données de fonctionnement de la passe illustrent le fonctionnement en continu de cette dernière sauf lors des arrêts techniques et lors des étiages sévères.

7.2 Remplacement des armoires électriques

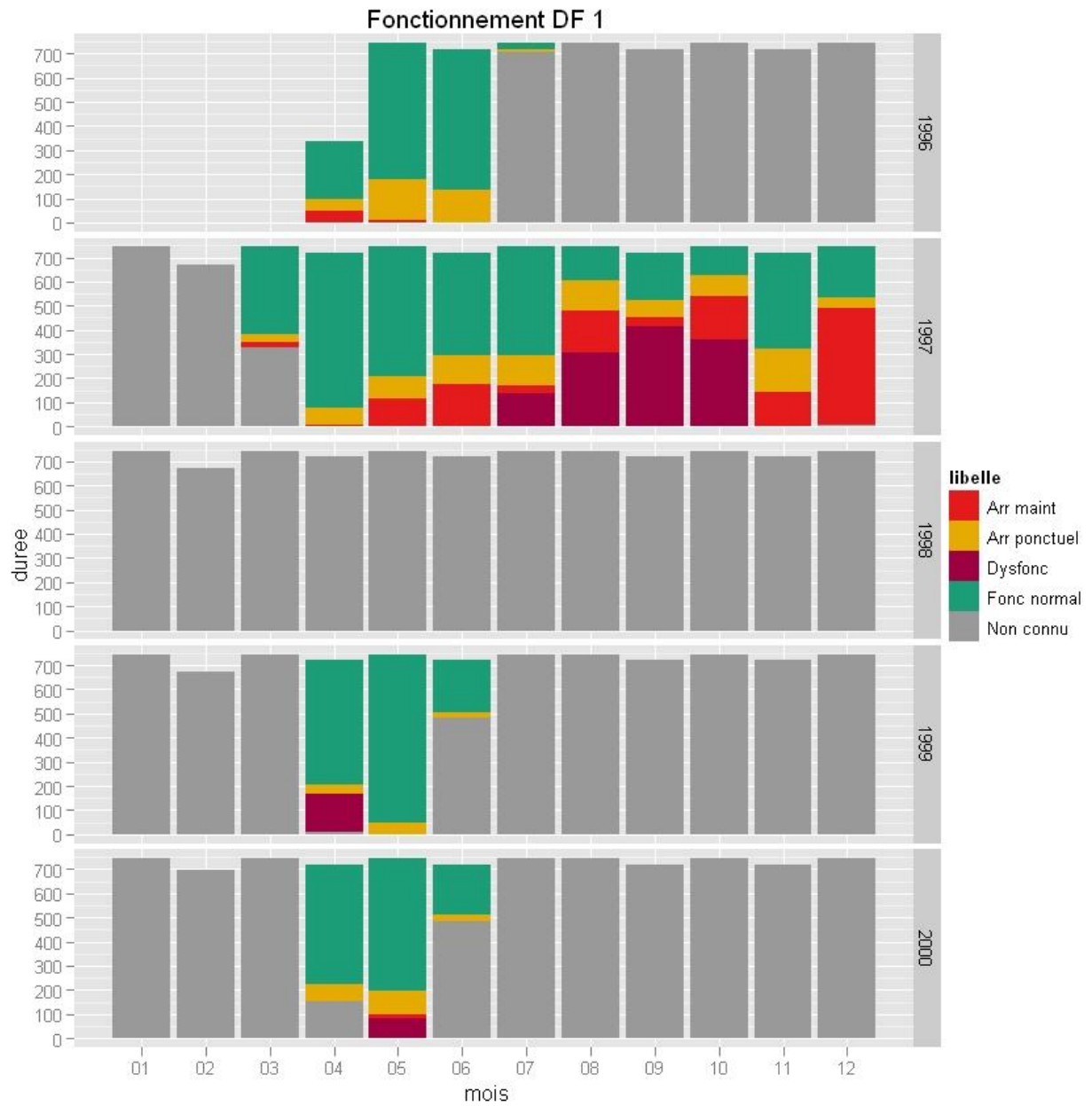
Les armoires électriques qui contrôlent le fonctionnement de la passe à bassins ont été changées entre le 27 septembre et le 20 octobre (**Photos 6 et 7**). L'étude et la fabrication des armoires ainsi que le développement du programme de gestion de la passe à bassins ont été réalisés par des élèves en électronique du lycée Aristide Briand de Saint Nazaire.

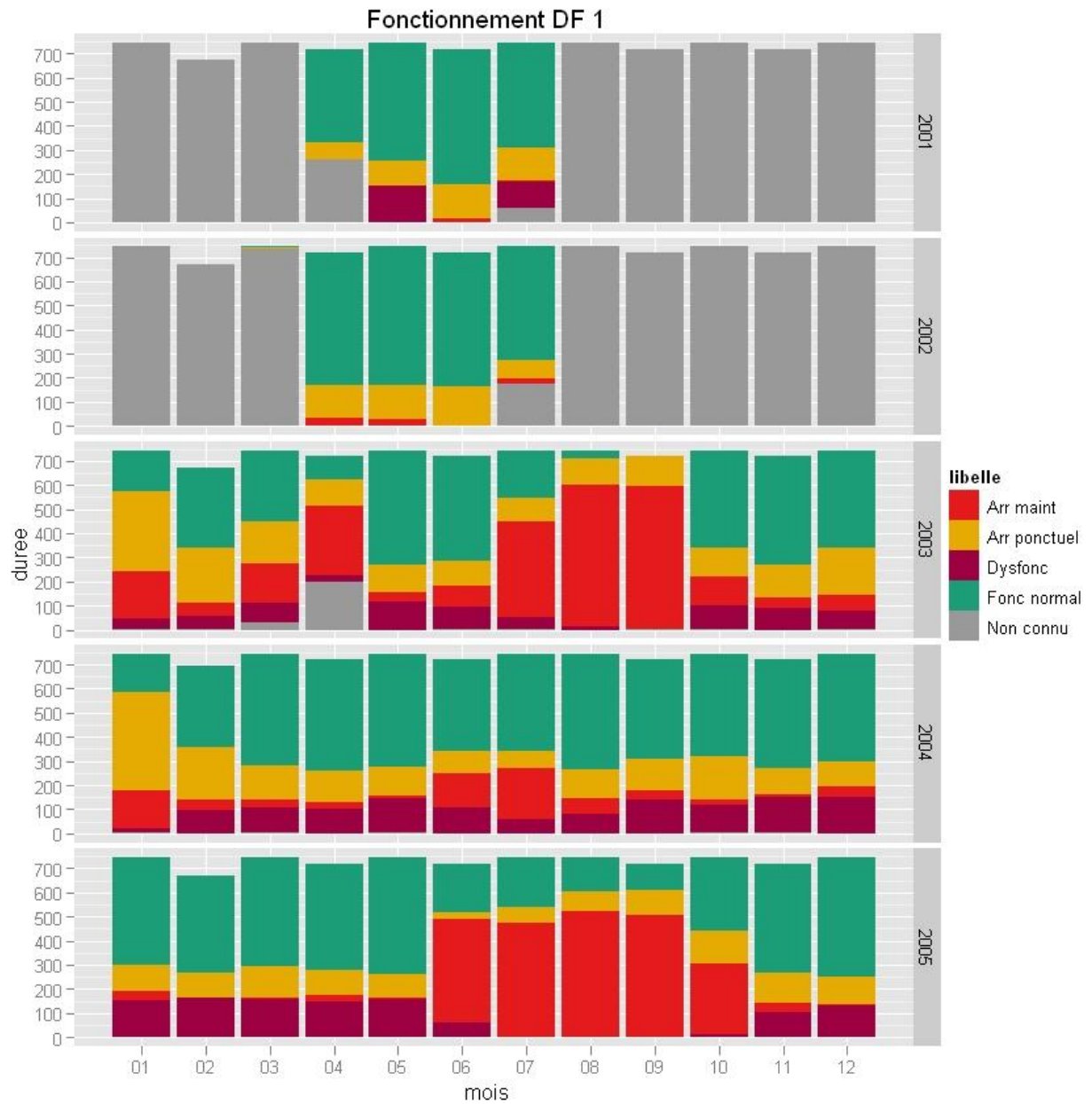


Photos 6 et 7.- Armoire électrique aval et panneau électronique de contrôle de la passe à bassins.

7.3 Fonctionnement du dispositif de franchissement

Le fonctionnement mensuel de la passe à bassins est résumé sur la **Figure 5** pour les années 1996 à 2011.





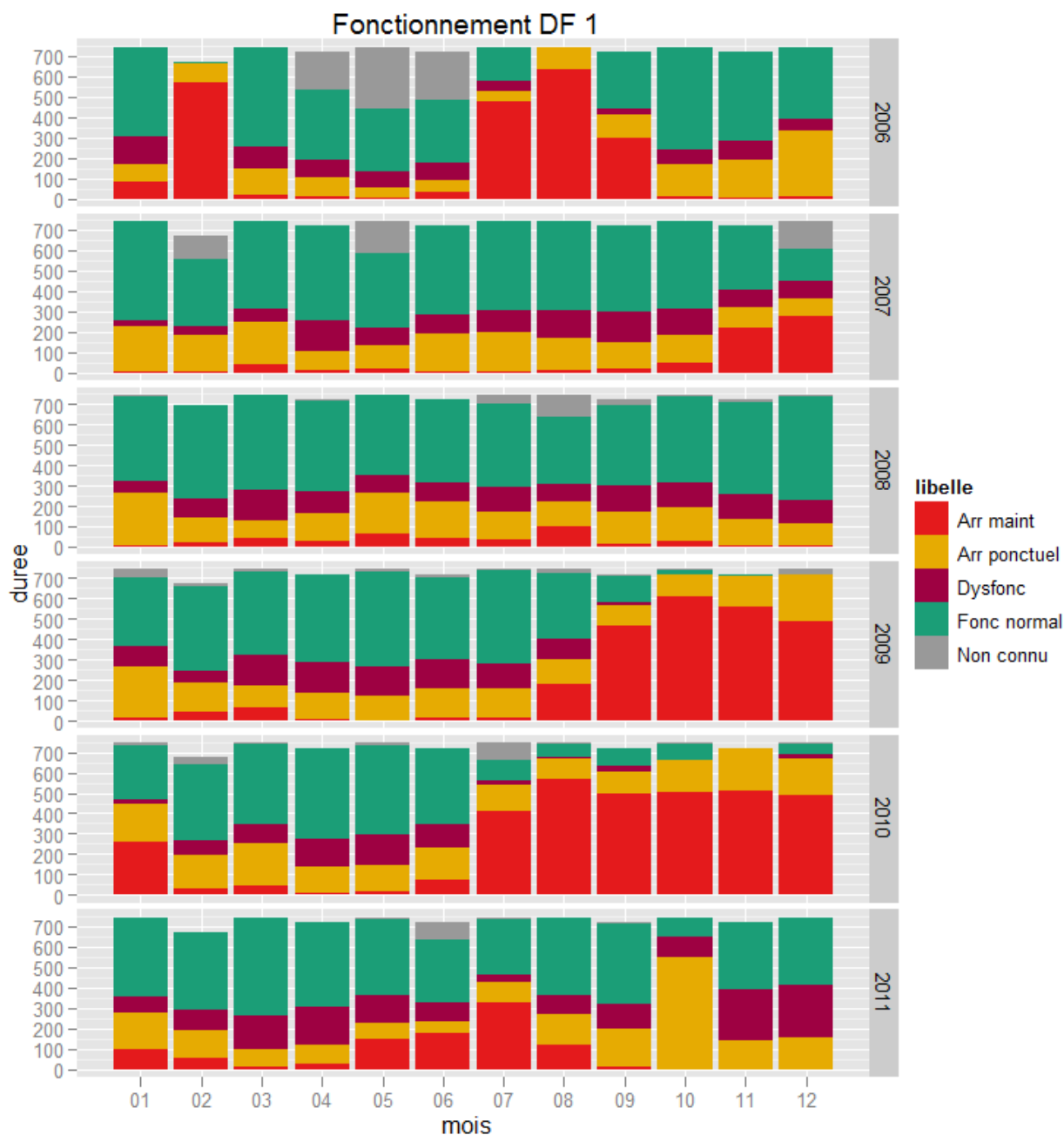


Figure 5.- Etat de fonctionnement mensuel de la passe à bassins de 1996 à 2011.

Entre le 3 mai et le 24 novembre, la passe a été batardée. Quand la passe est batardée, la vanne aval ne descend jamais en fin de course de manière à consommer moins d'eau (**Figure 7**). La passe a également fonctionné à la fin du printemps et une partie de l'été en mode étiage c'est-à-dire qu'elle était fermée dès que la différence entre les niveaux mer et vilaine dépassait 80 cm.

Le remplacement des armoires électriques a entraîné l'arrêt de la passe entre le 27 septembre et le 20 octobre (**Figure 6**, **Figure 7**). Depuis leur mise en service, la passe fonctionne avec quelques difficultés d'où des "Arr ponctuel" et "Dysfnc" plus longs que la normale (**Figure 5**). La passe à bassins devrait fonctionner à nouveau correctement début 2012.

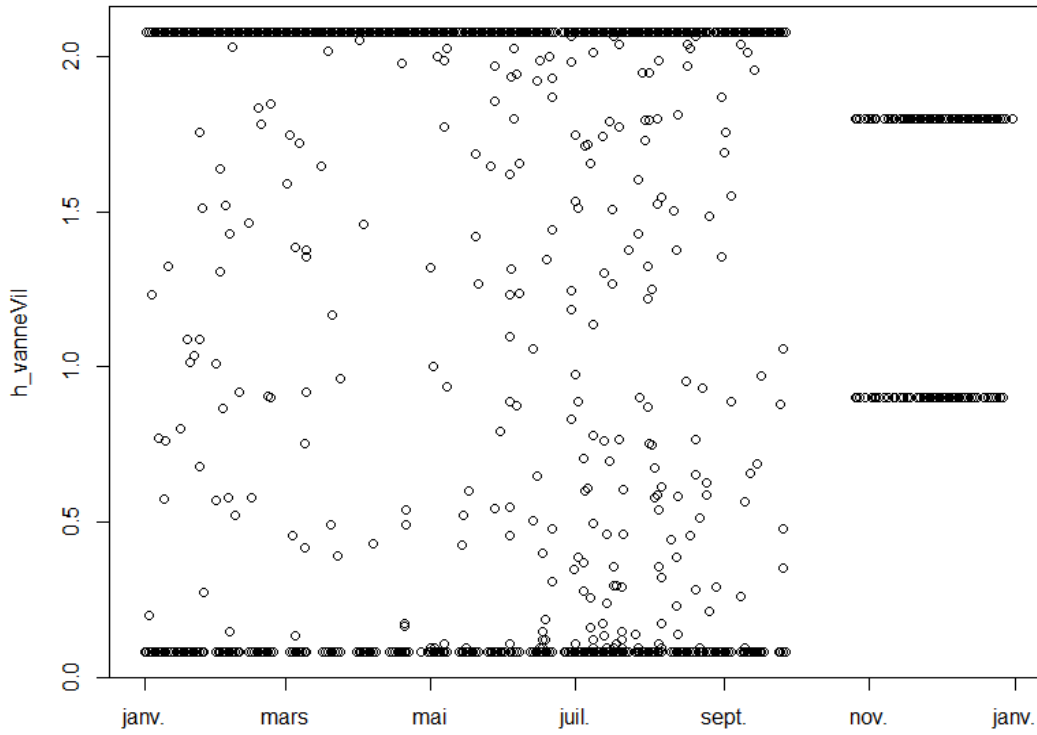


Figure 6.- Hauteur de la vanne côté Vilaine pour l'année 2011.

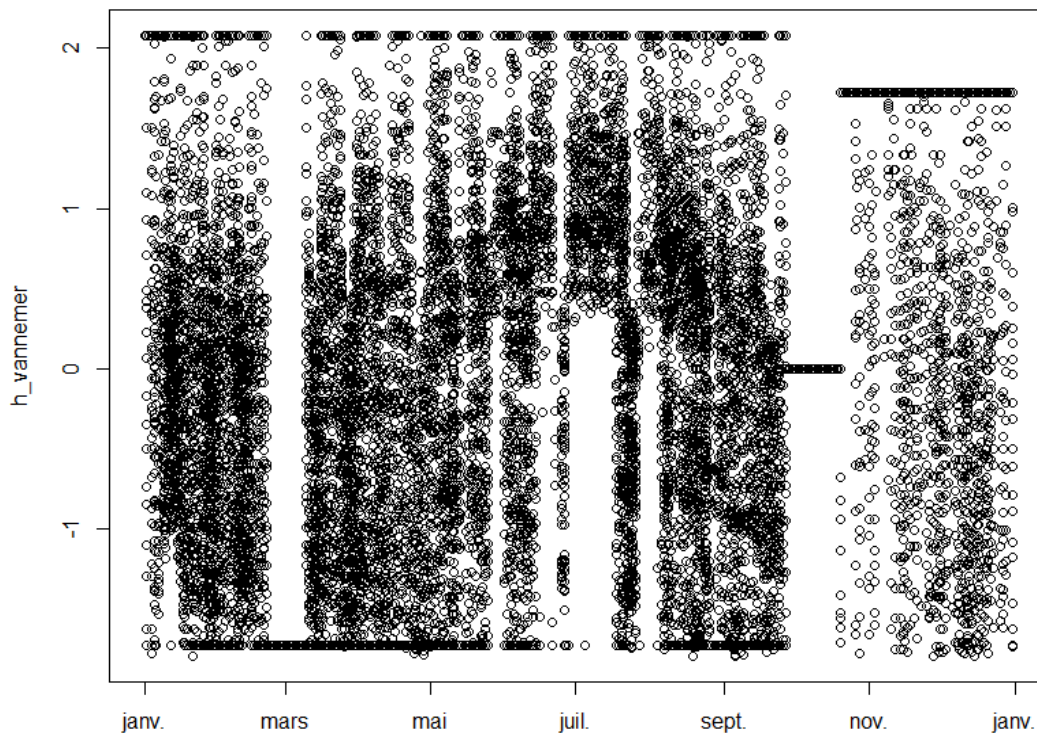


Figure 7.- Hauteur de la vanne côté mer pour l'année 2011.

7.4 Suivi du dispositif de comptage

En 2011, le suivi vidéo numérique s'est effectué sur une durée de 108 jours. Le suivi, commencé tôt dans l'année le 14 mars, a été stoppé le 1^{er} juillet. Les dates de suivi de la passe pour les différentes années sont résumées dans le **Tableau 1**.

Année	Début du suivi vidéo	Fin du suivi vidéo	Nombre de jours
1996	17/04/1996 00:00	02/07/1996 04:30	76
1997	14/03/1997 00:00	21/11/1997 07:20	252
1998	09/05/1998 07:37	16/06/1998 08:00	38
1999	01/04/1999 08:00	10/06/1999 08:00	70
2000	07/04/2000 10:30	10/06/2000 07:00	64
2001	11/04/2001 22:00	26/07/2001 15:00	106
2002	31/03/2002 15:10	22/07/2002 14:40	113
2003	25/04/2003 12:10	07/07/2003 10:30	73
2004	26/04/2004 19:10	01/07/2004 07:30	66
2005	03/03/2005 12:00	28/06/2005 08:57	117
2006	03/04/2006 16:15	15/07/2006 05:50	103
2007	13/03/2007 17:57	26/06/2007 00:00	104
2008	01/04/2008 12:00	01/07/2008 00:00	91
2009	26/03/2009 12:00	01/07/2009 00:00	97
2010	26/03/2010 12:00	01/07/2010 00:00	97
2011	14/03/2011 15:00	01/07/2011 00:00	108

Tableau 1.- Dates de début et de fin de fonctionnement du dispositif de comptage de 1996 à 2011.

Dans le cas où il existe des interruptions dans le suivi vidéo, et si la passe à bassins fonctionne dans le même temps, il est possible que des poissons migrateurs aient échappé au suivi vidéo. Le **Tableau 2** résume la liste des interruptions au cours du suivi vidéo 2011 et leurs causes :

Date début	Date fin	Fonct	Libellé	Cause de l'arrêt
2011/03/14 15:00	2011/05/08 23:04	1	Fonc normal	Lancement du suivi vidéo le 14 mars
2011/05/08 23:04	2011/05/09 14:57	0	Dysfunc	Pas de suivi car disque dur plein
2011/05/09 14:57	2011/07/01 00:00	1	Fonc normal	Arrêt du dépouillement le 1 ^{er} juillet

Tableau 2.- Périodes de fonctionnement et d'arrêt du dispositif de comptage en 2011.

Une analyse interannuelle du fonctionnement du dispositif de comptage est résumée par le nombre d'heures de suivi par mois entre 1996 et 2011 (Figure 8).

Fonctionnement du dispositif de comptage 5

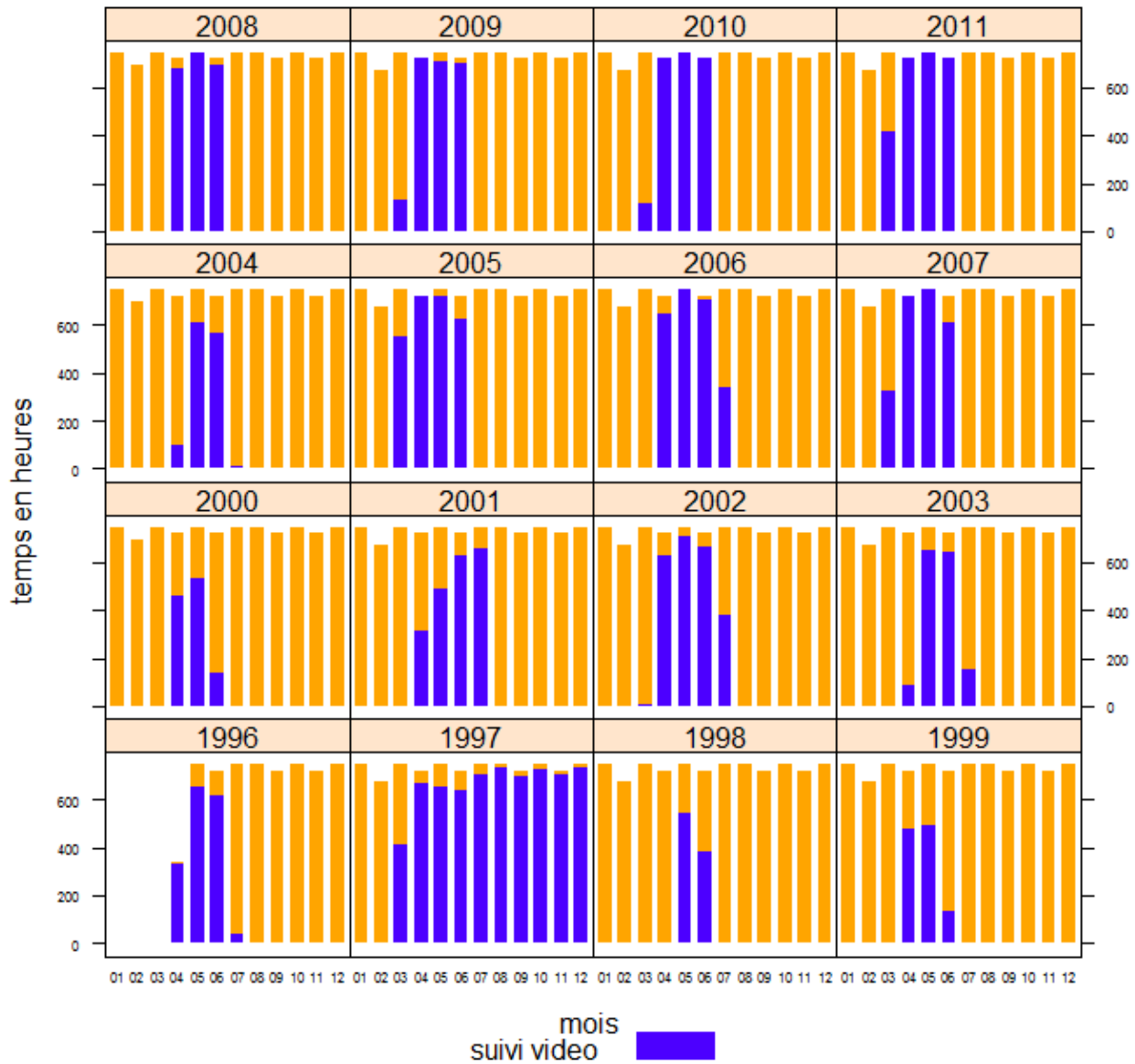


Figure 8.- Etat de fonctionnement du dispositif de comptage de 1996 à 2011¹.

¹ calculDC depuis base.R

7.5 Calcul des débits transitant par la passe à bassins

Les débits sont calculés sur la passe automatiquement par une formule prenant en compte la hauteur de charge sur la vanne aval. Un calcul incluant la cote de la mer, et permettant de tenir compte du noyage de la vanne a été effectué (LARINIER *et al.*).

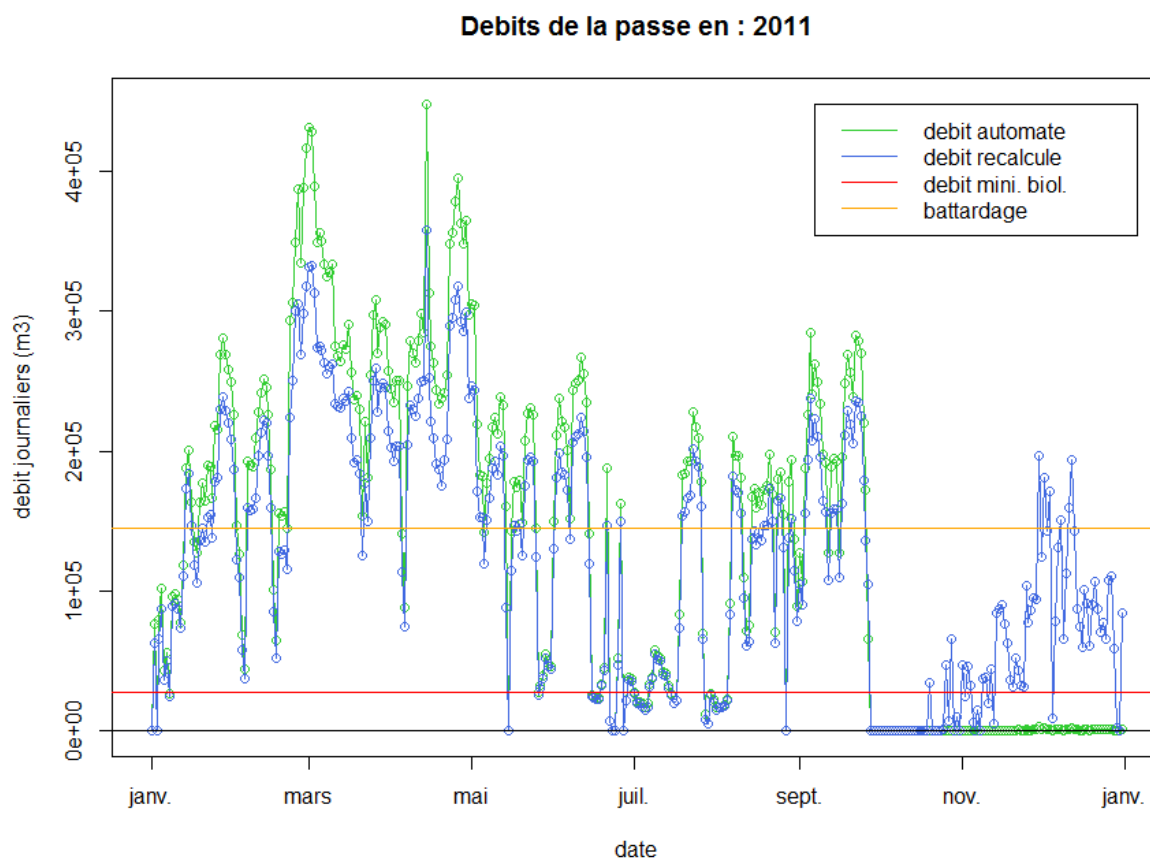


Figure 9.- Calcul du débit par l'automate et corrections tenant compte du noyage de la vanne aval en 2011.

La **Figure 9** montre clairement une diminution du débit de la passe à bassins à partir du 3 mai lorsqu'elle a été batardée. Son débit diminue très fortement lors des périodes d'étiage qui se succèdent jusqu'à la fin août. Après une fermeture entre le 27 septembre et le 20 octobre pour le changement des armoires électriques, le débit reste faible jusqu'au 24 novembre à cause du batardage mais aussi des mauvais réglages de la passe à bassins. Ensuite, le débit remonte mais reste faible, toujours à causes des réglages défectueux.

7.6 Opérations de vidéo contrôle

Dans la base de données, chaque enregistrement est rattaché à une opération de vidéocontrôle avec une date de début et une date de fin. L'algorithme permettant de transférer les données depuis le fichier texte généré par le suivi vidéo numérique vers des opérations à période fixe (par exemple 10 minutes, 1 heure ou une journée) a été développé au sein du projet Stacom. Les données ont été intégrées dans la base de données sur la base d'opérations de 10 minutes. Les opérations de contrôle des migrations ne sont créées que si un poisson a été détecté durant cette période. Au total, 4006 opérations de contrôle des migrations ont été créées pour le suivi 2011.

8 DONNEES MIGRATOIRES

8.1 Aloses

8.1.1 MIGRATION JOURNALIÈRE

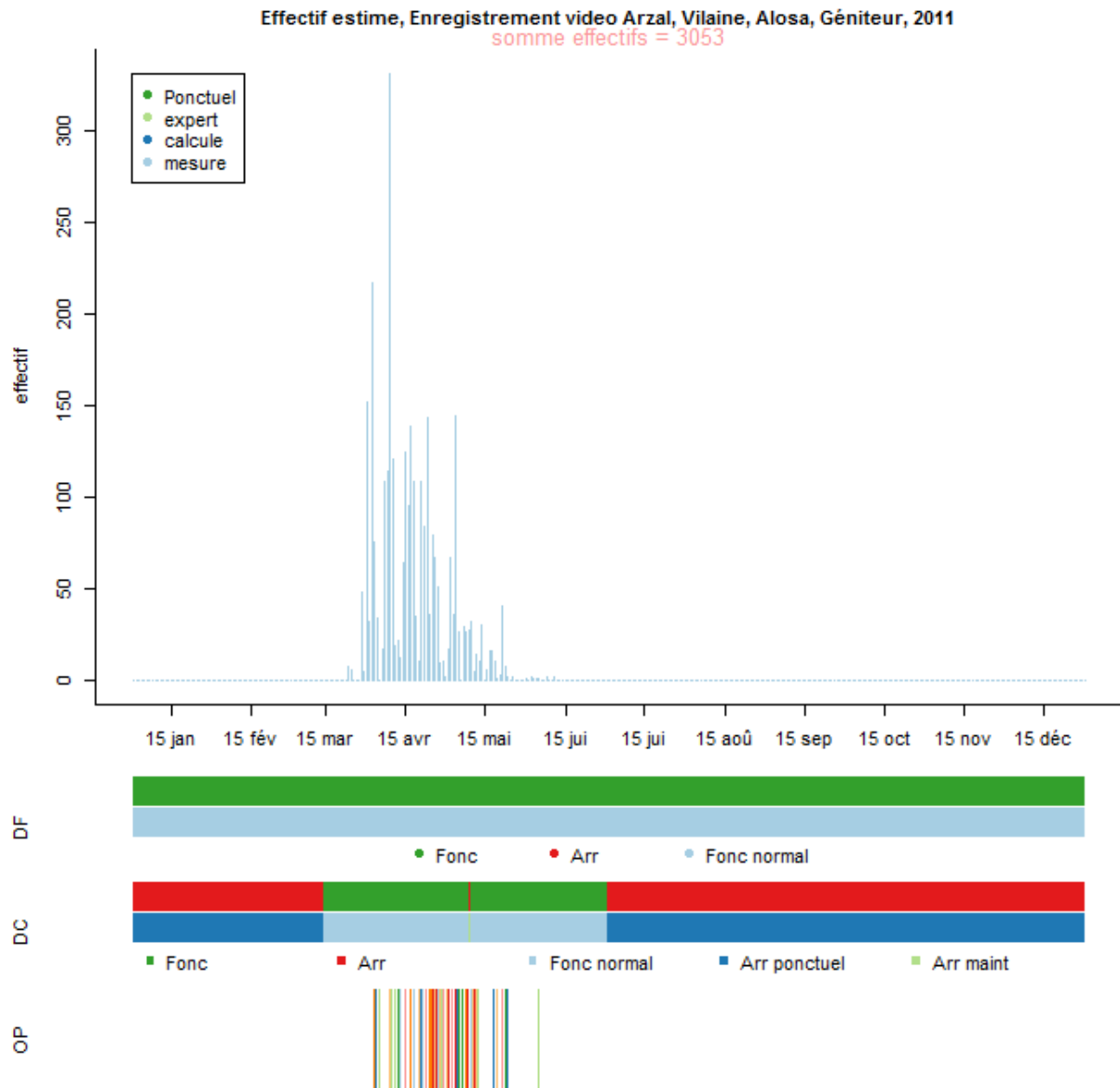


Figure 10.- Migration journalière et synthèse du suivi vidéo des aloses en 2011 (N=3053). En haut, graphique présentant la migration journalière. Les fonctionnements du dispositif de franchissement (DF) et du dispositif de comptage (DC), et les opérations de contrôle des migrations (OP) synthétisent les informations nécessaires à l'évaluation du fonctionnement de la passe à bassins.

8.1.2 MIGRATION INTERANNUELLE

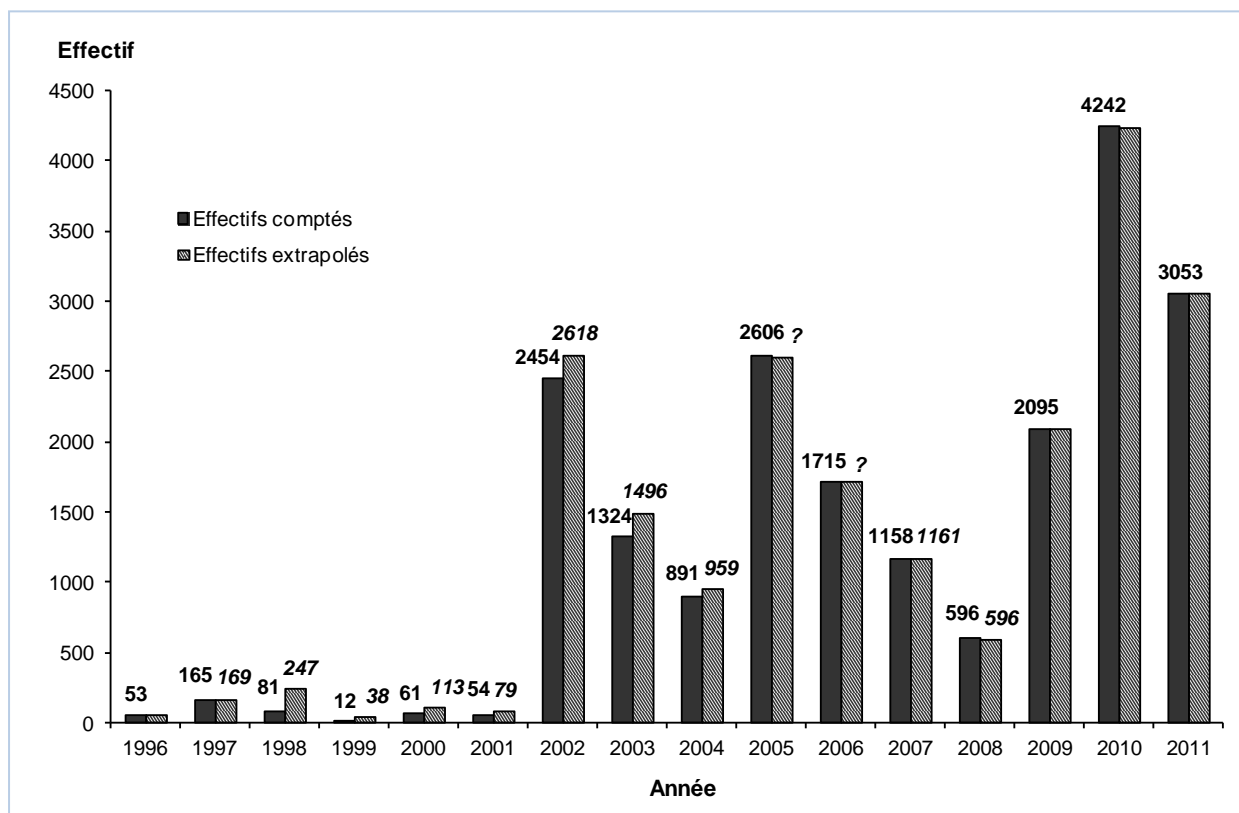


Figure 11.- Migration des aloses entre 1996 et 2011.

Pendant les 6 premières années d'ouverture de la Vilaine à la migration des aloses (1996 à 2001), la moyenne des passages était de 116 individus (**Figure 11**). Du fait de la tendance au « homing » chez l'aloise, le nombre de géniteurs en migration sur la Vilaine a explosé à partir de 2002 et a été multiplié par 15 entre 1996-2001 et 2002-2007 (116 contre 1759 individus). Le cycle des premières aloses en migration sur la Vilaine était de 6 ans, ce qui les plaçait dans la moyenne haute car la majorité de la cohorte en migration est constituée d'individus de 4 à 6 ans (BAGLINIERE et ELIE, 2000).

La migration 2008 avait été très faible avec 596 individus. L'été caniculaire de 2003 pourrait être à l'origine de la baisse de 2008 en raison du faible succès de la reproduction. Les résultats de l'étude scalimétrique réalisée sur 88 aloses en 2011 vont dans ce sens avec une moyenne d'âge de 5 ans pour les reproducteurs capturés par pêche professionnelle (cf. 8.1.4 Scalimétrie).

Les chiffres de 2011 confirment la reprise observée en 2009 avec 3053 aloses migrantes, ce qui est très supérieur à la moyenne de la période 2002-2010 (1749 individus). Comme mentionné précédemment, ce chiffre constitue un minimum d'autant que les conditions hydrauliques ont été très favorables cette année pour le passage sur les volets ; des aloses ont même été capturées en amont de Redon avant même que la première soit observée à la passe à bassins.

Les comptages réalisés sur la Garonne et la Dordogne estiment la migration 2011 à 36 115 individus (stations de comptage + frayères en aval), ce qui représente une très forte baisse par rapport aux plus fortes migrations observées dans les années 90 (369 054 individus en 1996) (données MIGADO).

Sur le bassin versant de la Loire, il a été observé des bulls en aval des stations de comptage mais le nombre de géniteurs potentiels n'a pas été estimé. En 2011, la migration aux stations de comptage est de 530 individus contre 30 818 en 2007 (données LOGRAMI).

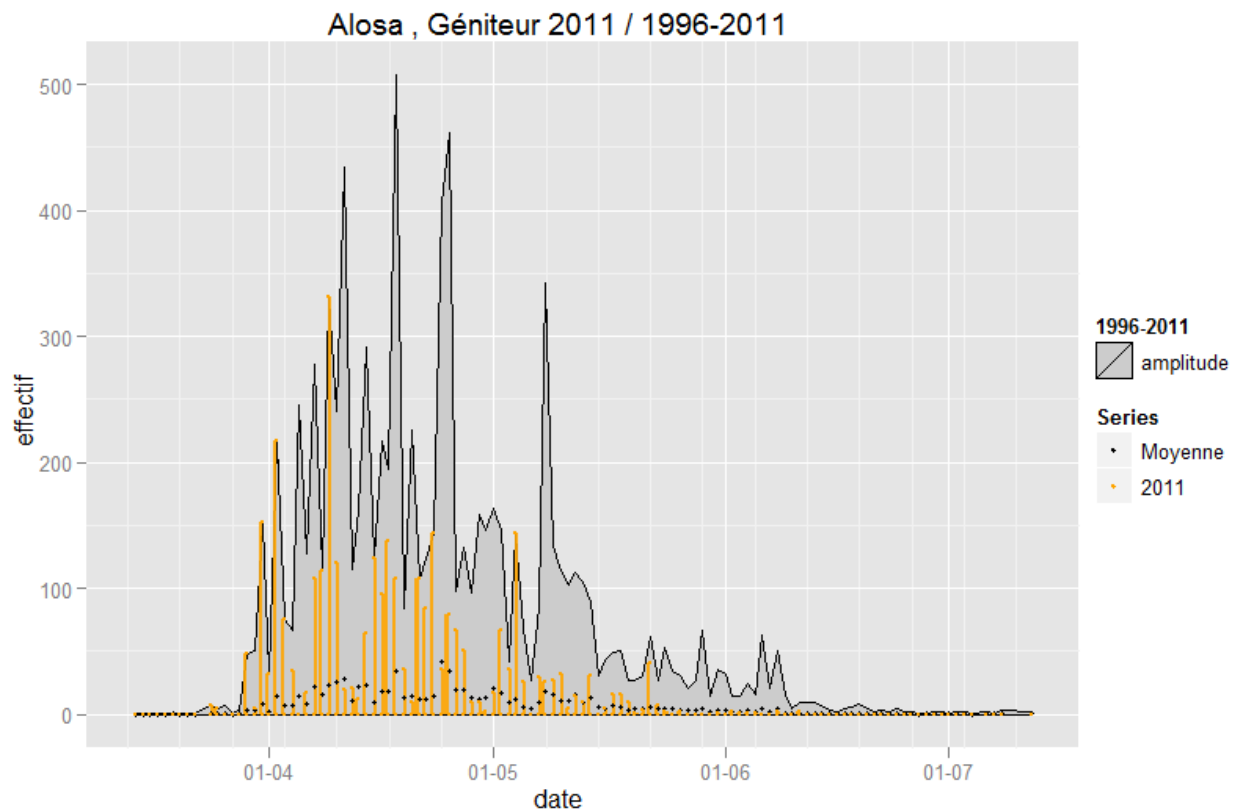


Figure 12.- Comparaison de la migration journalière des aloses en 2011 à la moyenne de la migration 1996-2011. L'amplitude correspond aux valeurs journalières maximales rencontrées depuis la mise en service de la passe à bassins en 1996.

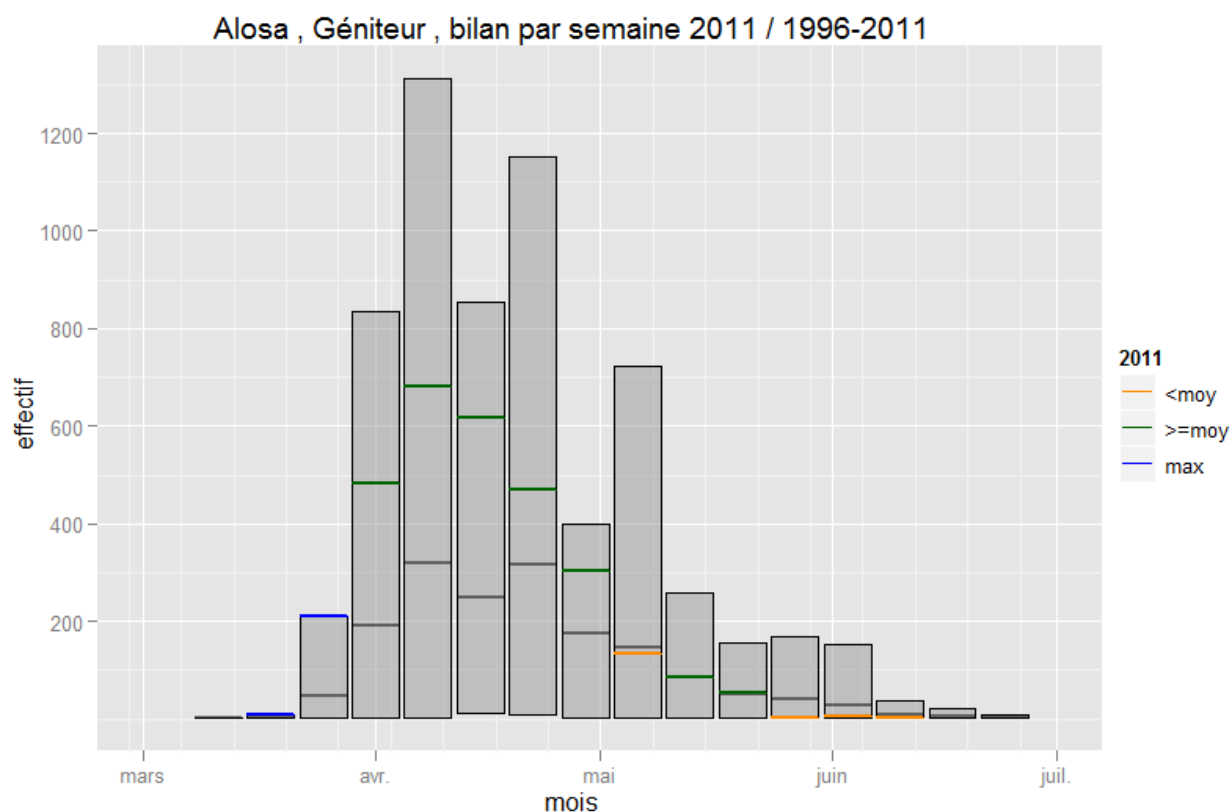


Figure 13.- Comparaison de la migration hebdomadaire des aloses en 2011 à la migration 1996-2011. Les barres rouges sont les valeurs minimales observées depuis 1996 (aucune valeur cette année), les jaunes les valeurs inférieures à la moyenne et les vertes les valeurs supérieures à la moyenne. En gris les mini et maxi historiques et en gris foncé la moyenne historique. Attention, il y a un décalage dans les dates qui sont toutes ramenées à une saison standard en 2000.

Sur la période la plus favorable pour la migration des aloses (du 1^{er} avril au 12 mai), les effectifs migrants en 2011 sont au dessus de la moyenne 1996-2011 avec une migration hebdomadaire supérieure à la moyenne 5 fois sur 6 (**Figure 13**). La migration 2011 est la plus forte enregistrée seulement en début de saison entre le 18 et le 31 mars. Après le 26 mai, elle est très faible avec seulement 10 individus soit 0.3% du total annuel contre 3.6% en moyenne pour la période 2005-2011.

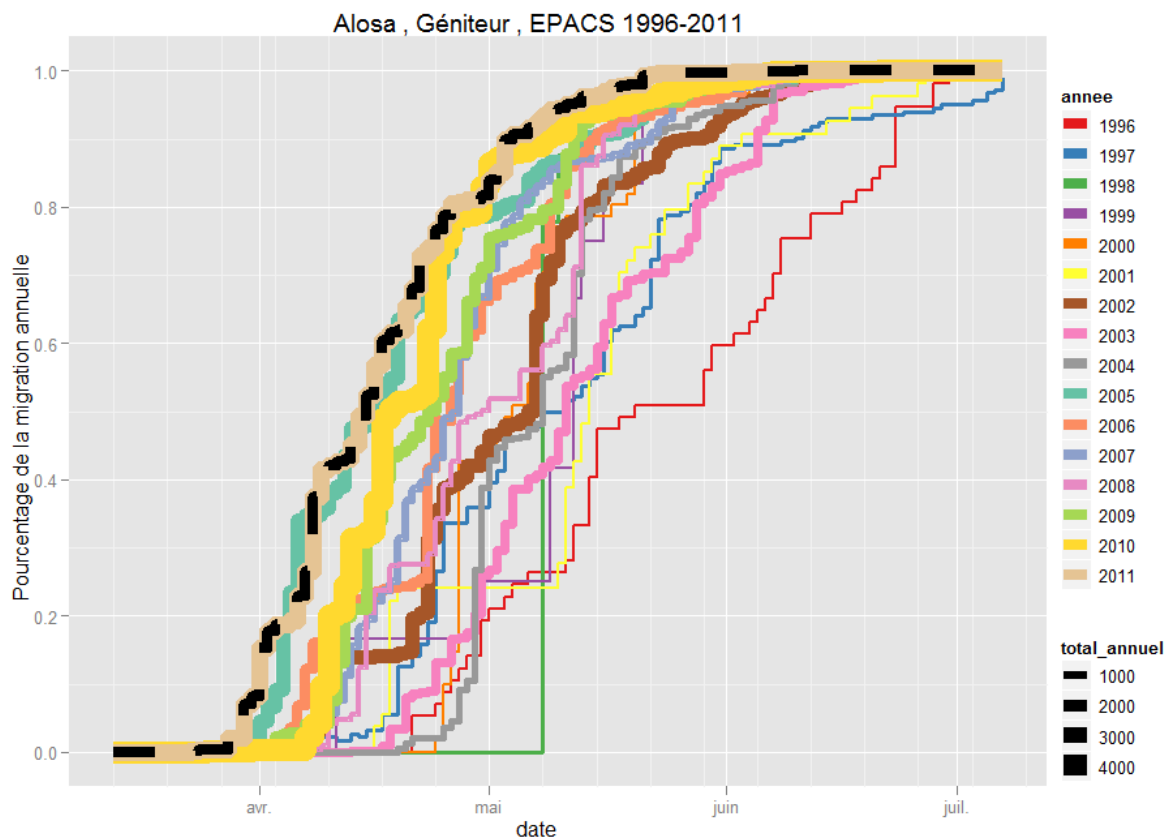


Figure 14.- Pourcentage de migration des aloses en 2011 en fonction de l’avancée de la saison par rapport à la période 1996-2011. La taille du trait est proportionnelle à l’intensité de la migration.

La **Figure 14** montre la précocité de la migration 2011 par rapport à la période 1996-2010. Les trois années 2009-2011 font partie des quatre années les plus précoces de migration.

8.1.3 TAILLE DES ALOSES MIGRANTES



Figure 15.- Tailles des aloses de 2005 à 2011, représentées par des box-plots (N=8020).

Pour la période 1996-2004, les tailles sont mesurées à 50 mm près car elles étaient observées à la vitre avec une faible précision de mesure. Avec l'installation du suivi vidéo numérique en 2005, la taille mesurée en pixels permet, après étalonnage du caisson de visionnage de la passe à bassins, d'avoir une mesure beaucoup plus précise (**Figure 15**). A partir de 2005, à l'exception de 2008, les distributions de tailles sont modales² grâce à cette meilleure précision et à un nombre d'alooses mesurées beaucoup plus important (657 entre 1996 et 2004 contre 8020 entre 2005 et 2011).

Lors de la migration 2011, 659 aloses ont été mesurées par échantillonnage (mesure des 15 premiers individus migrant chaque jour) et 25 hors échantillonnage (les plus petits individus afin de voir si des aloses feintes migrent en Vilaine) soit un total de 674 individus.

² Les données sont modales mais ne suivent pas une distribution normale (Shapiro Wilks $p < 0.001$)

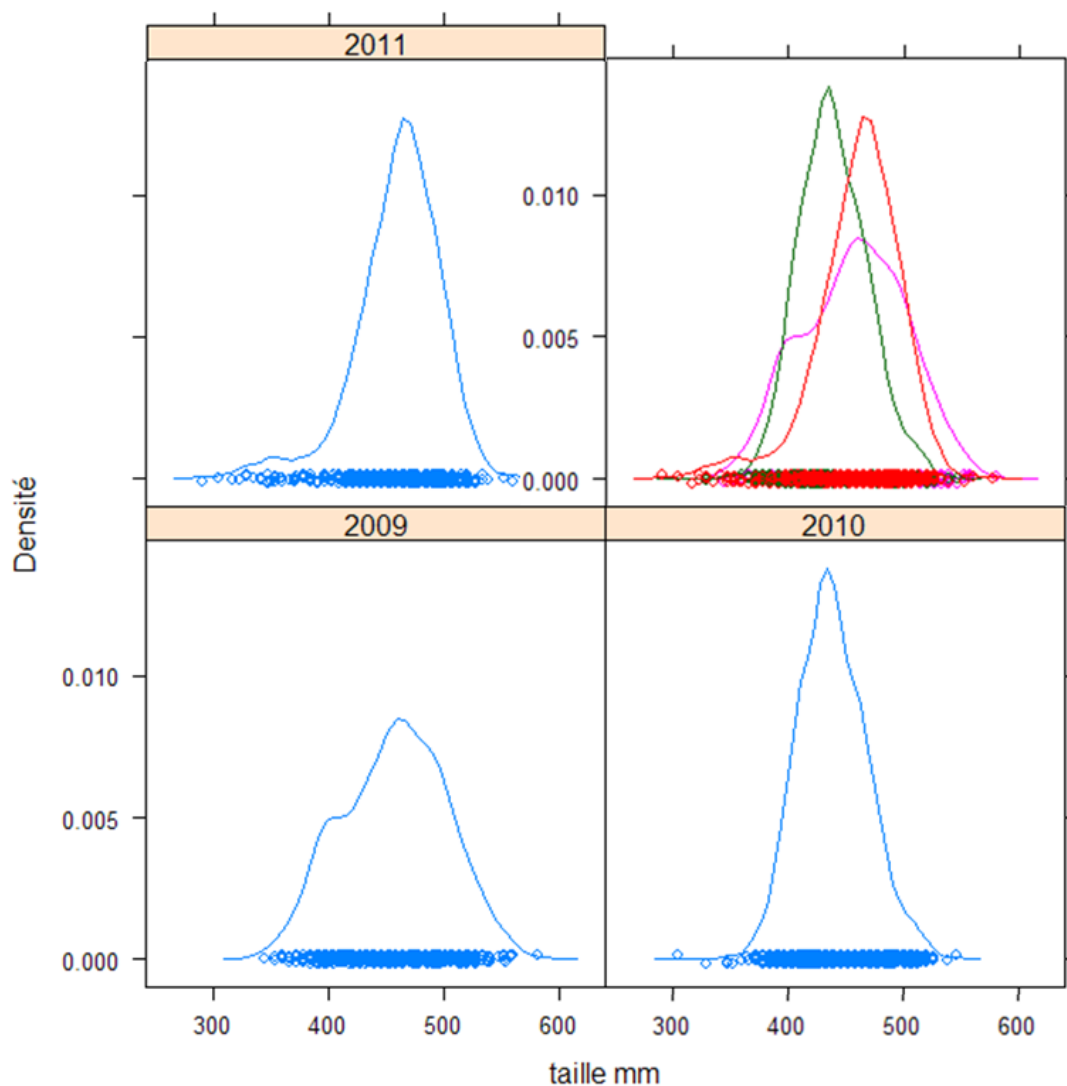


Figure 16.- Distribution comparée des tailles des aloses entre 2009 et 2011.

La distribution des tailles depuis 2009 s'établit comme suit : **2011 (moyenne 465 mm) > 2009 (459 mm) > 2010 (439 mm)** ($p < 0.001$ Wilcoxon, Mann & Whitney) (Figure 16). La structure bimodale de 2009 pourrait renseigner sur la présence de deux cohortes mais elle est peut-être aussi liée à un échantillonnage moins important se traduisant par des artéfacts dans la distribution.

8.1.4 SCALIMETRIE

Pour étudier la population d'aloses en migration sur la Vilaine, nous avons fait appel à Didier Macé, pêcheur professionnel fluvial en amont de Redon. Parmi les aloses qu'il a pêchées entre le 17 mars et le 1^{er} juin 2011, il a effectué la biométrie sur 88 individus et prélevé des écailles sur 86 d'entre eux. Sur les 84 individus qui ne s'étaient pas encore reproduit, la taille moyenne était de 518 mm et le poids moyen de 2104 g.

La lecture des écailles d'aloses a été réalisée en 2011 et 2012 à l'INRA de Rennes par Jean-Luc Baglinière et Richard Sabatié.

Sur les 86 aloses observées, 9 ont 4 ans (2 mâles, 7 femelles), 74 ont 5 ans (32 mâles, 42 femelles) et 3 ont 6 ans (2 mâles, 1 femelle). Cependant, en raison de la sélectivité des engins de pêche de Didier

Macé, les aloses capturées ne sont pas représentatives de la population des aloses en migration sur la Vilaine. La plus petite alose capturée fait 460 mm, alors que sur les 659 aloses mesurées par échantillonnage en 2011 lors du suivi vidéo, 300 individus (soit 45%) font moins de 460 mm et la moyenne est de 462 mm. L'âge moyen à la reproduction des aloses de grande taille sur la Vilaine en 2011 est donc de 5 ans.

La taille moyenne des aloses de 4 ans est de 502 mm et celles des aloses de 5 ans de 521 mm (Figure 17).

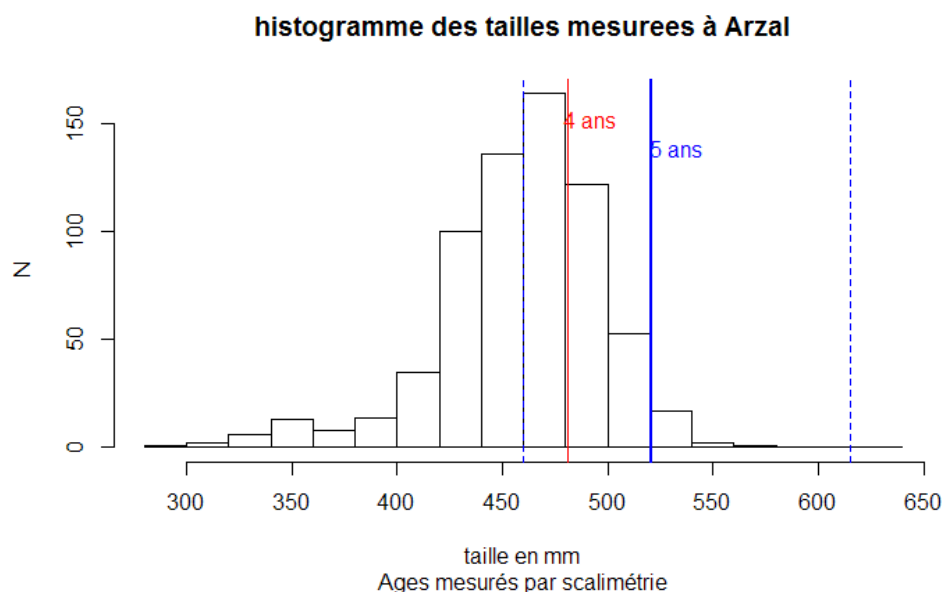


Figure 17.- Histogramme de taille des aloses mesurées à Arzal en 2011. Le trait rouge représente la taille moyenne des âges 4, le bleu celle des âges 5 et les traits pointillés les extrêmes de tailles des âges 5.

Afin de mieux caractériser la population d'aloses de la Vilaine, il est envisagé de poursuivre la biométrie des aloses et le prélèvement d'écaillés en 2012 avec l'aide de Didier Macé. *L'objectif sera de déterminer la structure en taille de chaque classe d'âge en augmentant la fréquence d'échantillonnage des aloses de petite taille.*

8.1.5 ALOSONS

Sur la base d'observations de Didier Macé réalisées en amont de Redon durant l'été 2010, nous souhaitons capturer des alevins en dévalaison et voir s'il s'agissait d'alosons. Malgré un suivi régulier du pêcheur professionnel pendant l'été 2011, il n'a pas observé le même phénomène migratoire qu'en 2010. *Les observations seront reconduites en 2012 et des pêches réalisées si les conditions sont favorables.*

8.2 Lamproies

8.2.1 MIGRATION JOURNALIERE

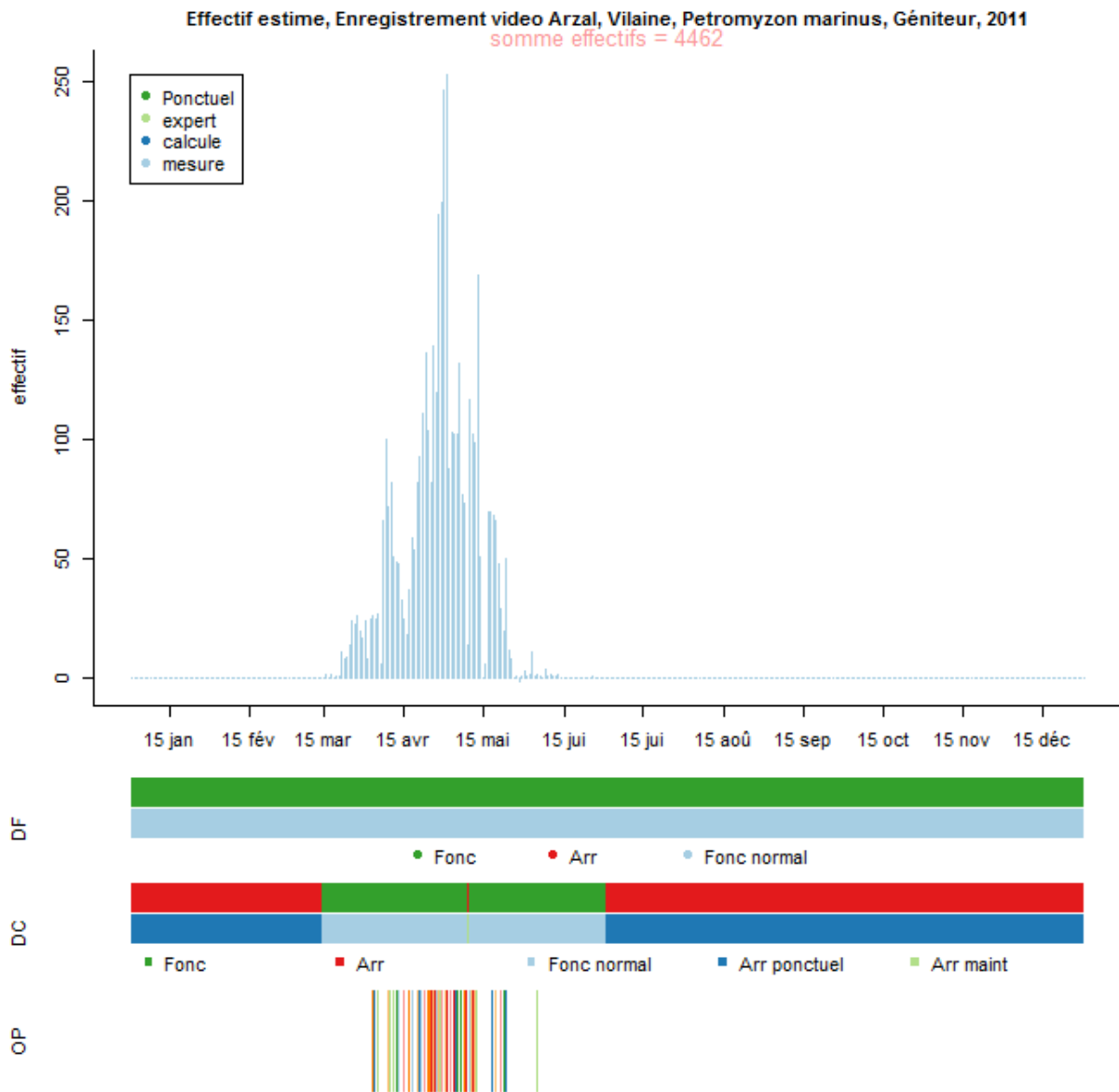


Figure 18.- Migration journalière et synthèse du suivi vidéo de la lamproie pour l'année 2011 (N=4462).

8.2.2 MIGRATION INTERANNUELLE

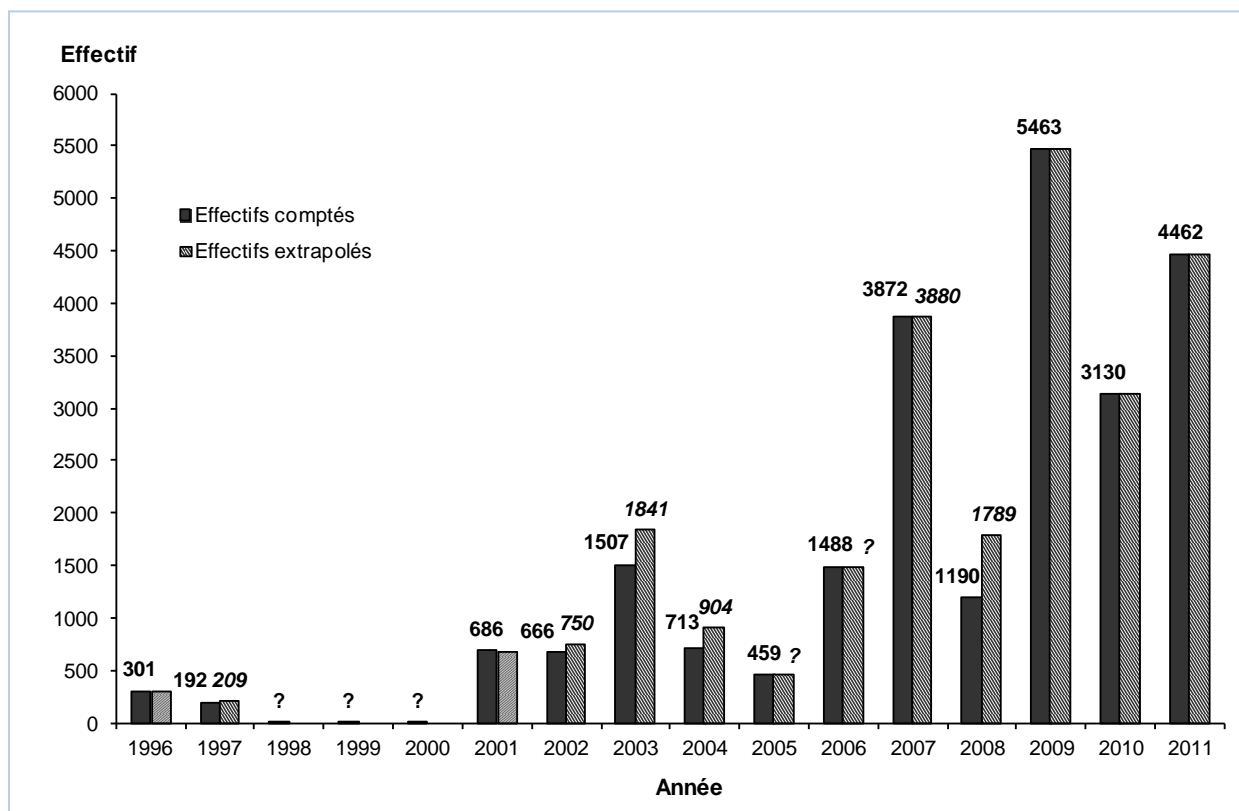


Figure 19.- Migration des lamproies entre 1996 et 2011.

La lamproie marine montre d'importantes variations dans ses migrations depuis 2002. Il est difficile de faire une comparaison avec les années antérieures car il n'y a pas eu de suivi vidéo nocturne de 1998 à 2000 (**Figure 19**).

Les comptages des frayères réalisés chaque année par Dominique BOUSSION (ONEMA 56) montrent que la reproduction a été importante en 2000 et 2001 avec respectivement 1314 et 2275 frayères dénombrées sur le Morbihan, soit plus qu'en 2003 (583) ou 2008 (912) (BOUSSION, 2008). C'est également plus qu'en 2009 où il n'avait compté que 868 frayères malgré les forts passages enregistrés à Arzal (BOUSSION, 2010). Des comptages en Ile-et-Vilaine réalisés en 2009 par Richard Pellerin (FDPPMA 35) ont montré que la lamproie marine y était rare (seulement 22 frayères recensées).

Sachant qu'une frayère doit accueillir en moyenne deux reproducteurs, le déficit enregistré en 2009 entre les comptages à Arzal et sur le terrain est important. Selon Dominique BOUSSION, ce déficit peut avoir plusieurs causes : pêche ciblant la lamproie marine, colmatage rapide des frayères certaines années, reproduction en aval des barrages de navigation de l'Oust et/ou comptage erroné à Arzal ce qui semble probable mais doit être vérifié (BOUSSION, 2010).

Pour les lamproies marines, il est possible d'emprunter les volets du barrage, clapets déversant en surface et se relevant par flottaison à marée haute, lorsque les débits de la Vilaine sont faibles et que le barrage n'est pas géré en vannes. Les comptages à la passe doivent donc être considérés comme un minimum. Pour autant la période de temps où les volets sont franchissables est très courte (10

minutes à 1 heure en fonction des coefficients de marée), et pour 2011, compte tenu du faible débit, il faut s'attendre à des passages encore plus importants que ceux enregistrés à Arzal.

Sur le bassin versant de la Loire, plus de 90% des lamproies ont été comptées sur les deux stations du bassin versant de la Vienne en 2011, avec 9116 individus à Châtellerault (Vienne) et 3802 à Descartes (Creuse). Un suivi exhaustif des frayères en aval des stations a été réalisé et a conduit à l'estimation d'un nombre de géniteurs de 2222 individus à Châtellerault et 577 à Descartes, soit un nombre total estimé à 15 717 lamproies (GUERIT, 2011). En prenant en compte uniquement la migration aux passes à poissons sur ces deux stations, les effectifs de 2011 ne représentent que 14% de ceux de 2007 (12 918 contre 92885 individus).

Sur le bassin versant Garonne-Dordogne, les suivis aux stations de comptage en 2011 dénombrent 543 lamproies sur la Garonne à Golfech et 94 individus sur la Dordogne (90 à Montfourat et 4 à Tuillières). Avec 637 lamproies, l'effectif migrant de 2011 ne représente guère plus de 1% des migrations de 2009 (48 059 individus) (données MIGADO).

Avec des variations dans les migrations annuelles aussi rapides, il est difficile de dire dans quel état est le stock de lamproie marine. Cette espèce est considérée comme vulnérable à l'échelle nationale et européenne.

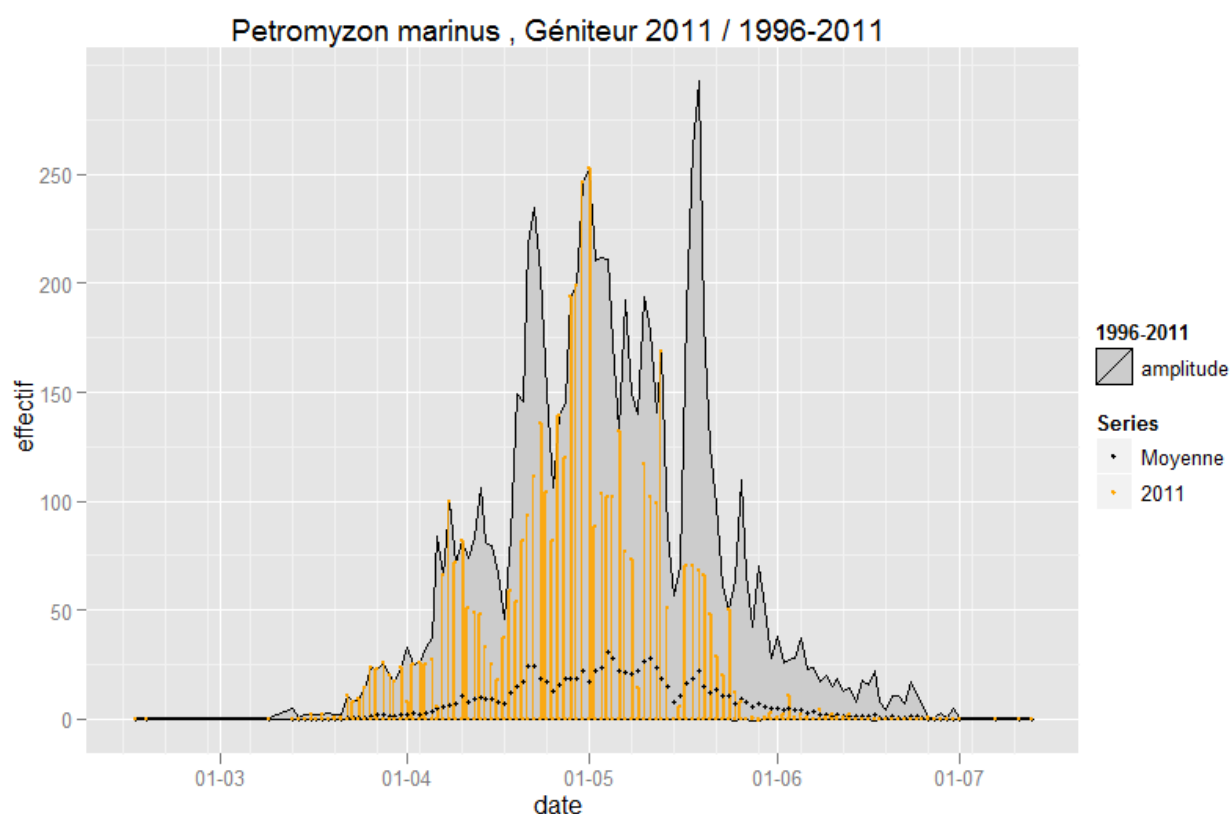


Figure 20.- Comparaison de la migration journalière des lamproies marines en 2011 à la moyenne de la migration 1996-2011. L'amplitude correspond aux valeurs journalières maximales rencontrées depuis la mise en service de la passe à bassins en 1996. Les migrations sont donc souvent proches du maximum observé en mai, et largement supérieures à la migration moyenne.

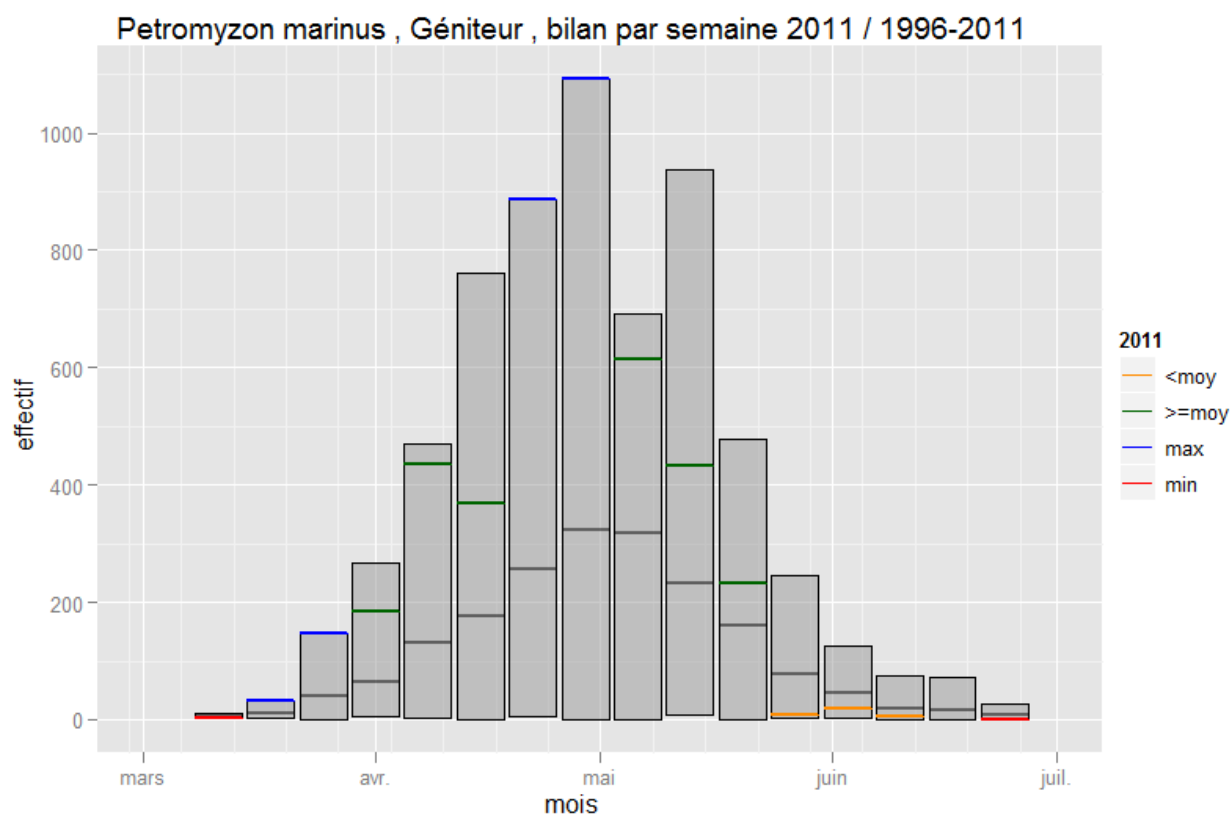


Figure 21.- Comparaison de la migration hebdomadaire des lamproies en 2011 à la moyenne de la migration 1996-2011. Les barres rouges sont les valeurs minimales observées depuis 1996, les jaunes les valeurs inférieures à la moyenne et les vertes les valeurs supérieures à la moyenne. En gris les mini et maxi historiques et en gris foncé la moyenne historique. Attention, il y a un décalage dans les dates ramenées à une année standard en 2000 pour permettre des comparaisons inter-annuelles.

Lors de la période la plus favorable pour la migration des lamproies marines (du 1^{er} avril au 2 juin), les effectifs migrants en 2011 sont nettement au dessus de la moyenne 1996-2011 avec migration hebdomadaire supérieure à la moyenne 8 fois sur 9 (**Figure 21**). La migration 2011 est la plus forte enregistrée entre le 18 et le 31 mars et entre le 22 avril et le 5 mai. Tout comme pour les aloses, après le 26 mai, la migration est très faible avec seulement 34 individus soit 0.8% du total annuel contre 8.6% en moyenne pour la période 2005-2011.

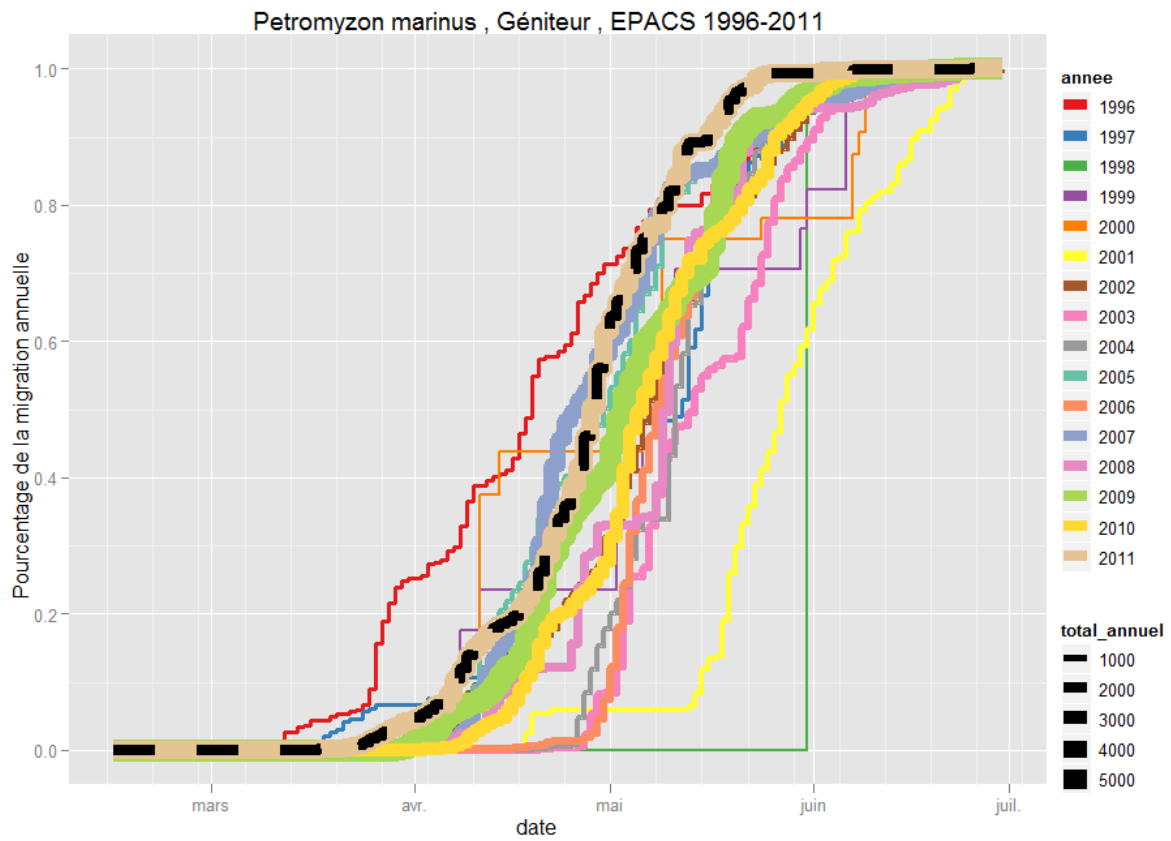


Figure 22.- Pourcentage de migration des lamproies marines en 2011 en fonction de l'avancée de la saison par rapport à la période 1996-2011. La taille du trait est proportionnelle à l'intensité de la migration.

8.2.3 TAILLE DES LAMPROIES MIGRANTES

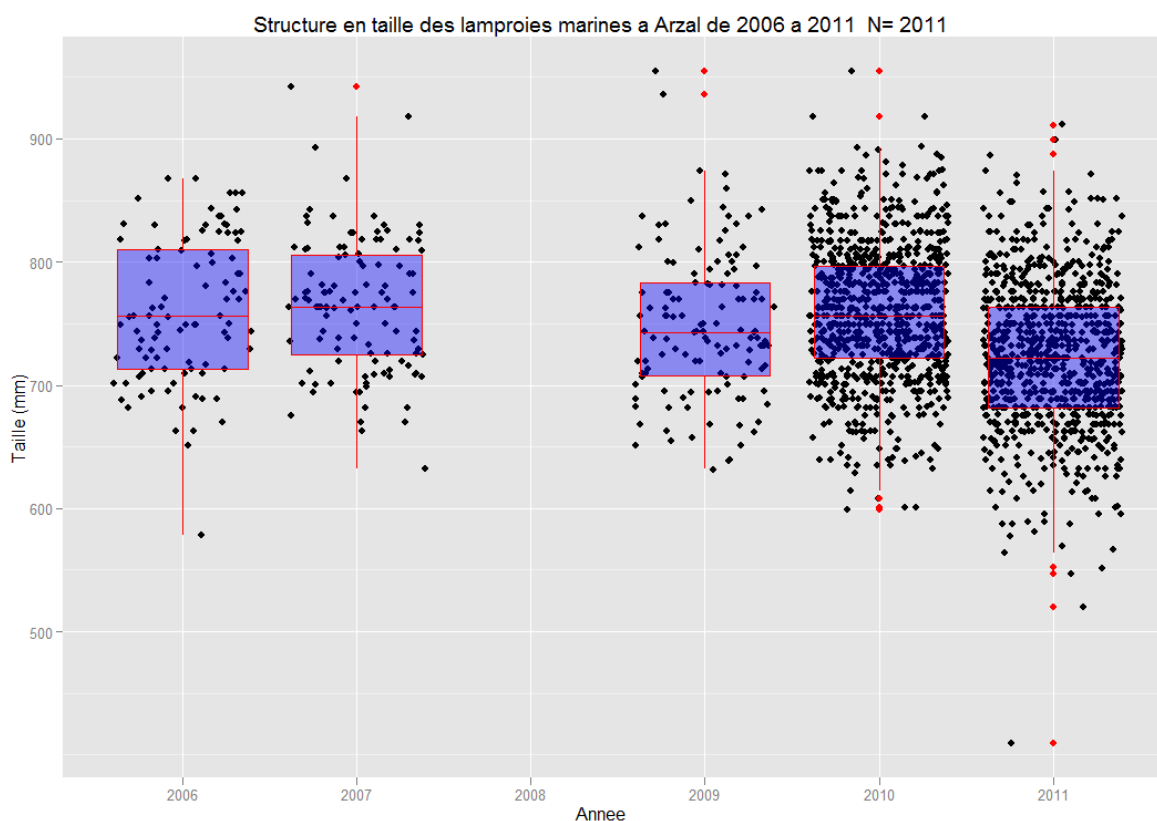


Figure 23.- Tailles des lamproies marines de 2006 à 2011, représentées par des box-plots (N=2011).

La **Figure 23** conserve peu d'années de données de tailles (N=2011) car peu de lamproies marines ont été mesurées depuis 1996. L'effort de mesure de la taille des lamproies entamé en 2006 et amélioré depuis 2010 doit être poursuivi.

Les tailles de 2010 (moyenne 756 mm, Wilcoxon) sont supérieures à celles de 2009 (moyenne 743 mm, Mann Whitney, $p < 0.001$) et celles de 2011 (moyenne 722 mm, Mann Whitney, $p < 0.01$) (**Figure 24**).

comparaison des tailles des lamproies marines entre 2009 et 2011

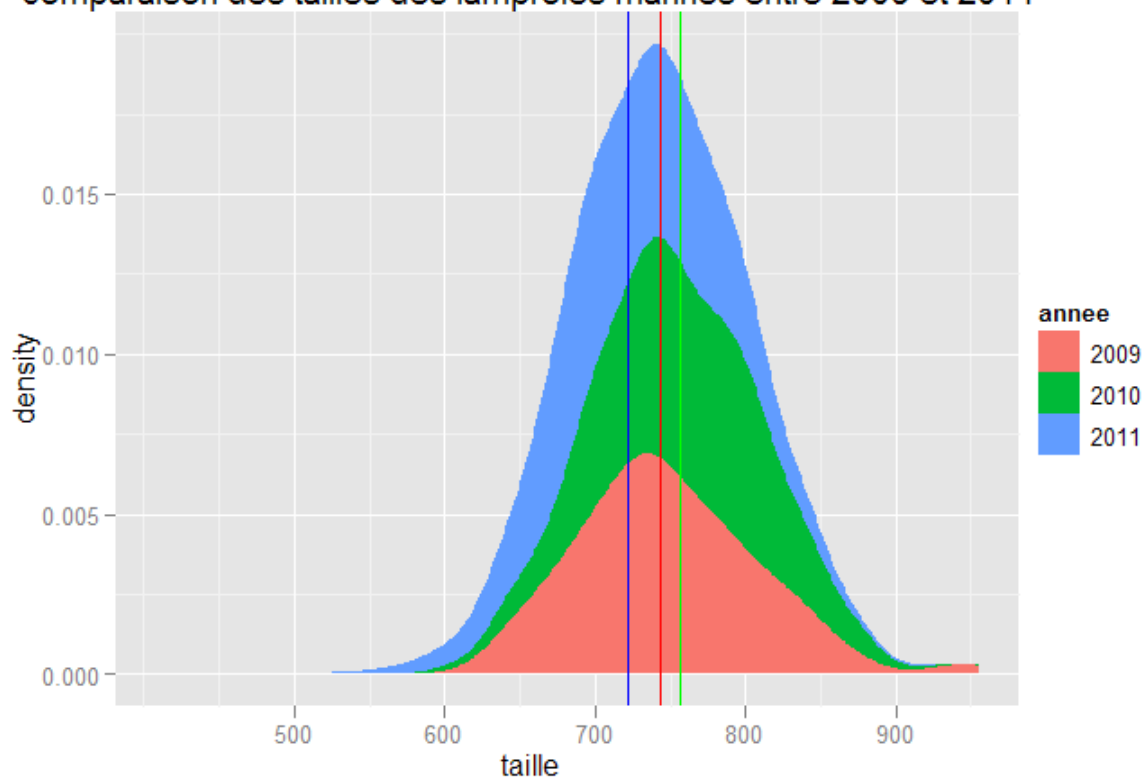


Figure 24.- Comparaison des distributions de tailles des lamproies marines entre 2009 et 2011, les barres verticales représentent les moyennes des tailles pour les différentes années.

9 VISITES

En 2011, les visites des passes à poissons ont été assurées quasiment à part égale entre l'ADPEP d'Arzal qui travaille majoritairement avec les scolaires, et les vacataires de l'IAV (**Tableau 3**).

La fréquentation de 2011 est la plus basse enregistrée depuis 1996 (**Tableau 4**).

	ADPEP	IAV (gratuit)	IAV (payant)	TOTAL
Janvier	0	0	0	0
Février	0	0	0	0
Mars	232	22	0	254
Avril	338	0	0	338
Mai	344	7	60	411
Juin	164	26	58	248
Juillet	30	98	142	270
Août	0	119	207	326
Septembre	101	301	104	506
Octobre	130	0	0	130
Novembre	18	0	0	18
Décembre	0	0	0	0
TOTAL	1357	573	571	2501

Tableau 3.- Fréquentation mensuelle des passes à poissons par opérateur pour l'année 2011.

	Total visiteurs
1996	5 720
1997	6 371
1998	5 084
1999	4 182
2000	1 538 (manque ADPEP)
2001	4 901
2002	4 640
2003	3 681
2004	5 130
2005	3 398
2006	3 792
2007	3 706
2008	3 461
2009	2 798
2010	3 205
2011	2 501

Tableau 4.- Fréquentation annuelle des passes à poissons depuis 1996.

10 BIBLIOGRAPHIE

BAGLINIERE J.L. et ELIE P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) : Ecobiologie et variabilité des populations. CEMAGREF-INRA, Paris, 275p.

BOUSSION D., 2008. Frayères lamproies marines, bassin Oust-Vilaine, année 2008. Rapport ONEMA, 20 p.

BOUSSION D., 2010. Comptage de frayères de lamproies marines, bassin Oust-Vilaine (département du Morbihan), année 2009. Rapport ONEMA, 20 p.

GUERIT A., 2011. Suivi de la migration de la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*) : « Estimation du contingent de géniteurs et évaluation des habitats de reproduction sur le bassin de la Vienne ». Rapport de stage LOGRAMI, 56 p.

11 REMERCIEMENTS

Les services techniques de l'IAV, le personnel du barrage, les vacataires ayant assuré les visites et l'ADPEP d'Arzal.

Didier Macé, Jean-Luc Baglinière et Richard Sabatié pour leur contribution à l'étude des aloses de la Vilaine.