



Etude par radiotélémétrie de la migration du saumon atlantique (*Salmo salar*) au niveau des barrages du Bergeracois sur la rivière Dordogne

Campagne de
suivi 2010



**Etude par radiotélémétrie de la migration
du saumon atlantique (*Salmo salar*)
au niveau des barrages du Bergeracois
sur la rivière Dordogne
- Campagne de suivi 2010 -**

Stéphanie FARGEIX

Stage Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand II

Olivier GUERRI

Etablissement Public Territorial Bassin Dordogne, EPIDOR

Matthieu CHANSEAU

Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Direction Interrégionale Toulouse

Août 2011

SOMMAIRE

1.	Introduction	1
2.	Contexte et objectifs de l'étude	2
2.1.	Problématique du saumon sur la Dordogne	2
2.2.	Objectif de l'étude	4
2.3.	Partenariat	4
3.	Le site d'étude	5
3.1.	La Dordogne	5
3.2.	Les aménagements hydroélectriques du Bergeracois.....	6
3.2.1.	L'aménagement de Bergerac.....	7
3.2.2.	L'aménagement de Tuilières	8
3.2.3.	L'aménagement de Mauzac	10
3.2.4.	Récapitulatif	12
4.	Matériel et méthodes	13
4.1.	Principe de la radiotélémetrie.....	13
4.2.	Période d'étude.....	13
4.3.	Capture des saumons	13
4.4.	Marquage.....	15
4.5.	Transport et lâcher	15
4.6.	Matériel de radiotélémetrie	16
4.7.	Protocole de suivi des poissons.....	17
4.7.1.	Stations fixes de réception-enregistrement.....	17
4.7.2.	Suivis manuels	21
4.7.3.	Suivi vidéo	21
4.8.	Paramètres environnementaux	21
5.	Résultats	23
5.1.	Paramètres environnementaux observés sur la période d'étude.....	23
5.1.1.	Débit et température	23
5.1.2.	Fonctionnement des aménagements hydroélectriques	24
5.2.	Marquages et lâchers effectués	26
5.3.	Impact des aménagements sur la migration des poissons marqués.....	28
5.3.1.	Aménagement de Bergerac.....	28

5.3.2.	Aménagement de Tuilières	29
5.3.3.	Aménagement de Mauzac	30
5.3.4.	Ensemble des trois aménagements	31
5.4.	Comparaison des résultats avec les données 2008.....	32
5.4.1.	Aménagement de Bergerac.....	32
5.4.1.	Aménagement de Mauzac	34
5.5.	Comparaison avec d'autres études de référence	34
6.	Discussion et conclusion.....	37
6.1.	L'impact global des aménagements	37
6.2.	Bergerac : diagnostic et voies de travail possibles.....	37
6.3.	Tuilières : diagnostic et voies de travail possibles.....	38
6.4.	Mauzac : diagnostic et voies de travail possibles.....	40
7.	Bibliographie.....	42
8.	Annexes	43
8.1.	Liste des illustrations	43
8.2.	Détail du comportement des 7 saumons suivis à Bergerac	45
8.3.	Détail du comportement des 11 saumons suivis à Tuilières.....	47
8.4.	Détail du comportement des 5 saumons suivis à Mauzac.....	50
8.5.	Recapitulatif des déplacements par poisson sur toute la saison	52
8.5.1.	Saumon n° 49 561.....	52
8.5.2.	Saumon n° 49 681.....	52
8.5.3.	Saumon n° 49 681.....	53
8.5.4.	Saumon n° 49 801.....	53
8.5.5.	Saumon n° 49 861.....	54
8.5.6.	Saumon n° 49 951.....	55
8.5.7.	Saumon n° 49 931*	56
8.5.8.	Saumon n° 49 891.....	56
8.5.9.	Saumon n° 49 811.....	56
8.5.10.	Saumon n° 49 811.....	57
8.5.11.	Saumon n° 49 931.....	57
8.5.12.	Saumon n° 49 721.....	58
8.5.13.	Saumon n° 49 741.....	58
8.5.14.	Saumon n° 49 910.....	59

1. INTRODUCTION

Suite aux actions d'un programme de restauration engagé à partir de 1978 sur la Dordogne, une population naturelle de saumons atlantiques (*Salmo salar*) est en train de se développer. Mais plusieurs impacts importants persistent et ne lui permettent pas encore d'être autosuffisante. Des actions de repeuplement sont toujours nécessaires pour lui permettre de se maintenir.

Parmi les difficultés rencontrées, il apparaît que les conditions de remontée au niveau des trois barrages du Bergeracois sont insuffisantes. Pour évaluer les conditions de migration au niveau de ces ouvrages un lot de saumons a été équipé de radio-émetteurs et suivi par radiotéléométrie au cours de la saison de migration 2010.

Le présent rapport présente la méthode mise en œuvre et les résultats obtenus. Ces résultats sont analysés en fonction des données déjà connues sur les trois ouvrages concernés et comparés aux performances d'autres ouvrages hydrauliques déjà suivis par des méthodes similaires. Pour chaque ouvrage une analyse de la franchissabilité et des préconisations sont formulées.

2. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

2.1. PROBLEMATIQUE DU SAUMON SUR LA DORDOGNE

Un plan de restauration des poissons migrateurs est en cours sur le bassin de la Dordogne. Il vise en particulier la réimplantation du saumon atlantique (*Salmo salar*) espèce disparue depuis le début du 20^{ème} siècle, à la suite de la construction des barrages sur le cours aval de la Dordogne.

Le plan saumon, lancé en 1978, s'est progressivement développé. Les trois barrages de la basse Dordogne ont été équipés de passes à poissons entre 1985 et 1989. Un réseau de piscicultures a été créé à partir de 1985 pour repeupler la Dordogne et ses affluents. Après une période de mise en place et de montée en charge des installations, les repeuplements ont eu lieu de façon significative et régulière depuis les années 1990.

Après 20 années d'efforts constants, des résultats ont été obtenus avec le retour annuel de plusieurs centaines de géniteurs et de l'activité de reproduction constatée sur les frayères du haut bassin. Mais le niveau de population atteint reste insuffisant. La population n'est toujours pas autosuffisante et son maintien reste dépendant de la poursuite des repeuplements.

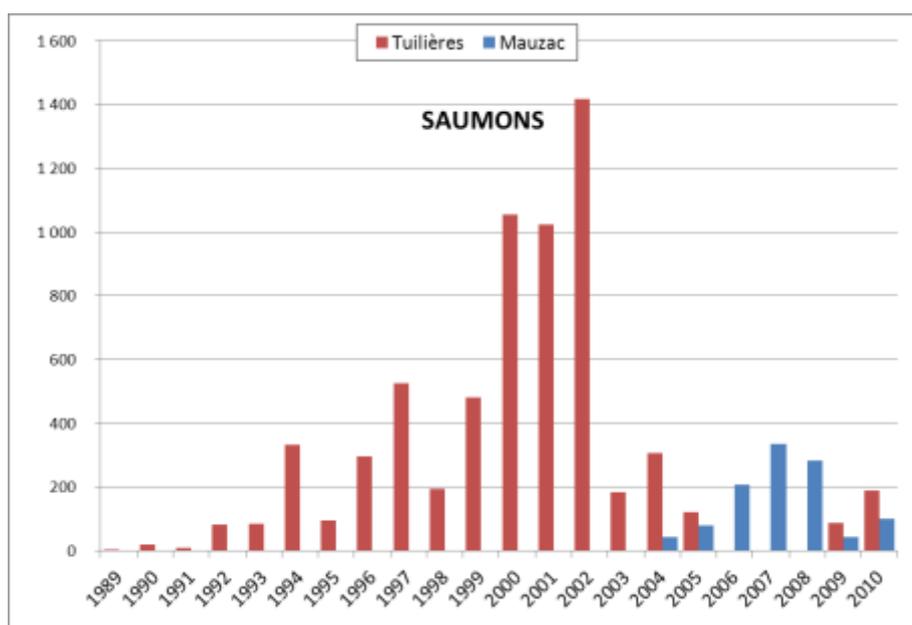


Figure 1 : Effectif des remontées de saumons sur la Dordogne entre 1989 et 2010 aux stations de contrôle vidéo des migrations (données MIGADO).

Plusieurs problèmes ont été identifiés comme exerçant des impacts importants, susceptibles de mettre en cause la réussite de la restauration du saumon sur la Dordogne (CHANSEAU et GUERRI, 2007). L'un des principaux est l'obstacle que représentent encore les barrages du Bergeracois à la remontée des poissons.

Plusieurs arguments démontrent cet impact. Il s'agit en premier lieu du taux de transfert très faible (Tableau 1) observé durant plusieurs années entre les deux stations de contrôle de Tuilières et de Mauzac, alors que celles-ci sont distantes de moins de 15 km et qu'aucun habitat propice au saumon n'existe entre les deux sites.

	Nombre de saumons observés à la station de Tuilières	Nombre de saumons observés à la station de Mauzac	Taux de transfert
2004	306	44	14%
2005	122	79	65%
2009	87	43	49%
2010	189	100	53%

Tableau 1 : Comparaison du nombre de remontées de saumons aux stations de Tuilières et de Mauzac en 2004, 2005, 2009 et 2010 (données MIGADO).

D'une part, un décalage des rythmes migratoires (Figure 2) a été constaté entre la Dordogne (station de Tuilières) et la Garonne (station de Golfech). Des difficultés de franchissement au niveau de Bergerac et de Tuilières pourraient en être la cause. Ceci expliquerait alors que sur la Dordogne, une partie plus importante des saumons doivent attendre la redescente des températures, à l'automne, pour reprendre leur migration vers l'amont (37,6% de migrations automnales sur la Dordogne contre 21,3% sur la Garonne).

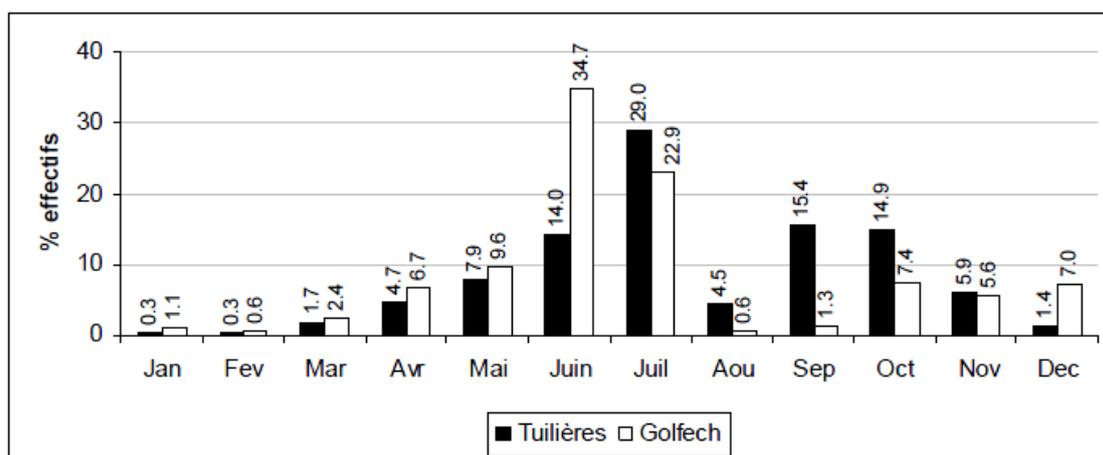


Figure 2 : Comparaison des migrations mensuelles de saumons comptabilisées à Tuilières sur la Dordogne et à Golfech sur la Garonne sur la période 1993/2006. (CHANSEAU et GUERRI, 2007)

Enfin, une première étude de radiotélémetrie réalisée en 2008 par MIGADO (CLAVE et al., 2009) sur la Dordogne révélait d'importantes difficultés de franchissement au niveau du barrage de Mauzac et des retards conséquents au niveau du barrage de Bergerac.

2.2. OBJECTIF DE L'ETUDE

La présente étude a pour but d'apporter des réponses aux différentes interrogations sur l'état de la libre circulation des poissons migrateurs au niveau des aménagements hydrauliques du Bergeracois.

D'une façon générale il s'agit d'évaluer l'impact des 3 aménagements de Bergerac, de Tuilières et de Mauzac. Celui-ci sera évalué pour chaque ouvrage, à la fois en taux de franchissement et en retard de migration. On pourra apprécier, sur cette base, l'impact cumulé des trois ouvrages sur la migration du saumon.

Il s'agit ensuite d'expliquer les éventuelles difficultés auxquelles peuvent être confrontés les poissons, grâce à l'analyse de leur comportement au droit des ouvrages. On cherchera notamment à appréhender l'effet du protocole de fonctionnement des usines en période de migration sur le comportement des poissons. Il s'agira aussi de prêter une attention particulière, au niveau de Tuilières, à l'influence l'ouverture du clapet lors de la dévalaison des smolts. On s'attachera également à analyser l'effet de la 2^{ème} entrée de la passe à poissons de Mauzac.

Il s'agit enfin de formuler des propositions d'amélioration en fonction des résultats obtenus.

2.3. PARTENARIAT

L'étude a été réalisée par EPIDOR avec la collaboration technique de l'ONEMA et de l'association MIGADO. Les partenaires financiers sont l'Europe, EDF et l'agence de l'eau Adour-Garonne. Le matériel de radiotélémetrie a été prêté par l'ONEMA (pôle écohydraulique), EDF et l'association Saumon Rhin.

3. LE SITE D'ETUDE

3.1. LA DORDOGNE

La Dordogne est le cinquième fleuve français par sa longueur. Elle parcourt environ 475 kilomètres et draine un bassin versant de 24 500 km². Au niveau du Bec d'Ambès, elle rejoint la Garonne pour former l'estuaire de la Gironde. Son bassin recoupe cinq régions et onze départements.

Le régime hydrologique de la Dordogne est de type pluvial à pluvio-nival : fluctuations saisonnières de débit avec des périodes de hautes eaux en hiver et des périodes de basses eaux en été. Ce régime est très fortement influencé par un important aménagement hydroélectrique. La Dordogne abrite en effet la deuxième chaîne hydroélectrique française, avec 60 grands ouvrages, 30 usines implantés sur un bassin amont de 5 200 km² et environ 1 milliard de mètres cubes d'eau stockés.

Ces aménagements ont ennoyé la plus grande partie des habitats historiques des saumons. Aujourd'hui il subsiste des habitats propices au saumon sur un tronçon d'environ 30 à 40 km à l'aval des barrages. Mais ces habitats sont vulnérables car exposés aux éclusées (variations de débit très rapides et fréquentes dues à l'exploitation hydroélectrique).

A cette grande hydroélectricité, s'ajoutent des barrages de moindre importance fonctionnant au fil de l'eau. Les plus importants sont au niveau du Bergeracois et sont l'objet de cette étude.

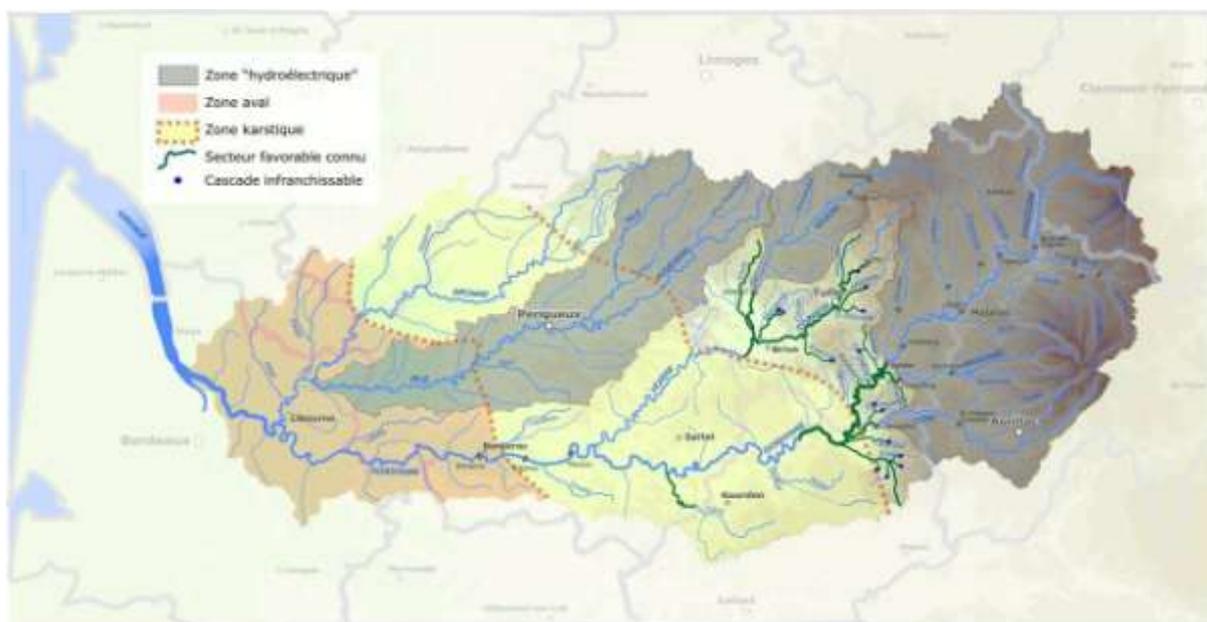


Figure 3 : Carte de localisation des habitats du saumon dans le bassin de la Dordogne. La « zone hydroélectrique » concerne la haute Dordogne, la haute Vézère, la haute Cère et l'Isle dont l'intensité de l'équipement hydroélectrique est actuellement incompatible avec une reconquête par le saumon. La « zone aval » présente des températures estivales incompatibles avec la survie du saumon. Dans la « zone karstique » la plupart des affluents présentent des conditions thermiques estivales compatibles avec la vie du saumon, mais aussi des phénomènes d'assec relativement importants ; les axes principaux présentent des températures estivales qui sont en général trop élevées pour le saumon, hormis sur les portions situées les plus en amont (figurées en vert).

A Bergerac, la surface du bassin versant est de 14 040 km² soit 59% de la totalité du bassin versant de la Dordogne. La station hydrométrique de référence est la station de Lamonzie-Saint-Martin située à 7 km en aval de Bergerac. Le module interannuel calculé sur une période de 52 ans est de 275 m³/s.

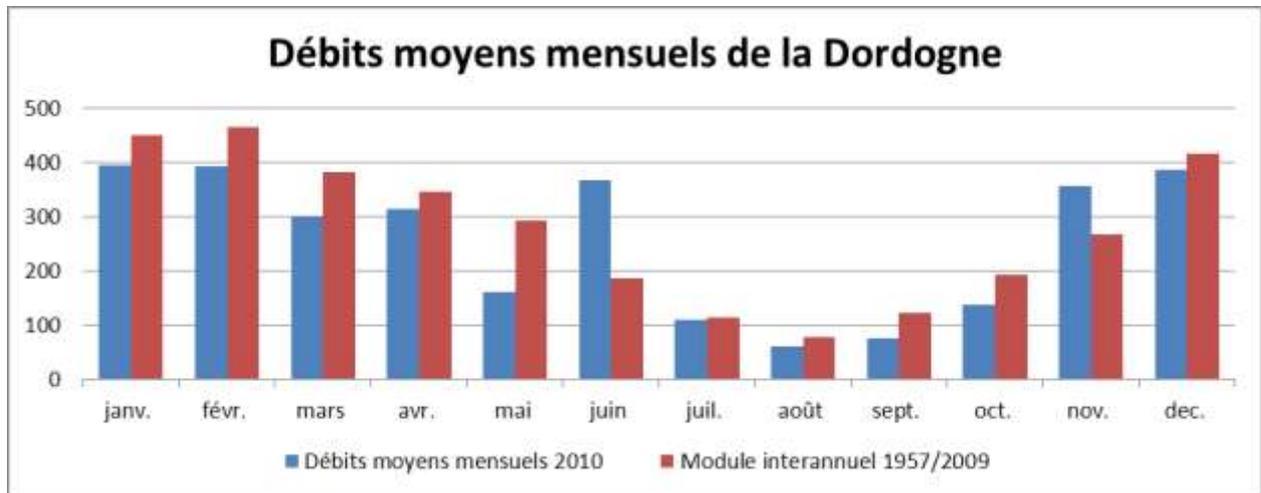


Figure 4 : Histogramme des débits mensuels moyens de la Dordogne en 2010 et sur la période de référence de 52 ans à Lamonzie-Saint-Martin (Données Banque Hydro).

3.2. LES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES DU BERGERACOIS

Les barrages de Bergerac, Tuilières et Mauzac sont situés respectivement à 130, 145 et 170 km de la confluence Dordogne-Garonne. Leur position, très en aval sur l'axe migratoire, confère à ces sites une grande importance écologique. Des difficultés de franchissement de ces obstacles peuvent donc se traduire par des impacts très importants. En particulier pour le saumon, ils contrôlent l'accès à la totalité des habitats de reproduction disponibles.

Les barrages sont gérés par EDF au sein du groupement de production de Tuilières.



Figure 5 : Carte de localisation des trois aménagements de Bergerac, Tuilières et Mauzac.

3.2.1. L'AMENAGEMENT DE BERGERAC

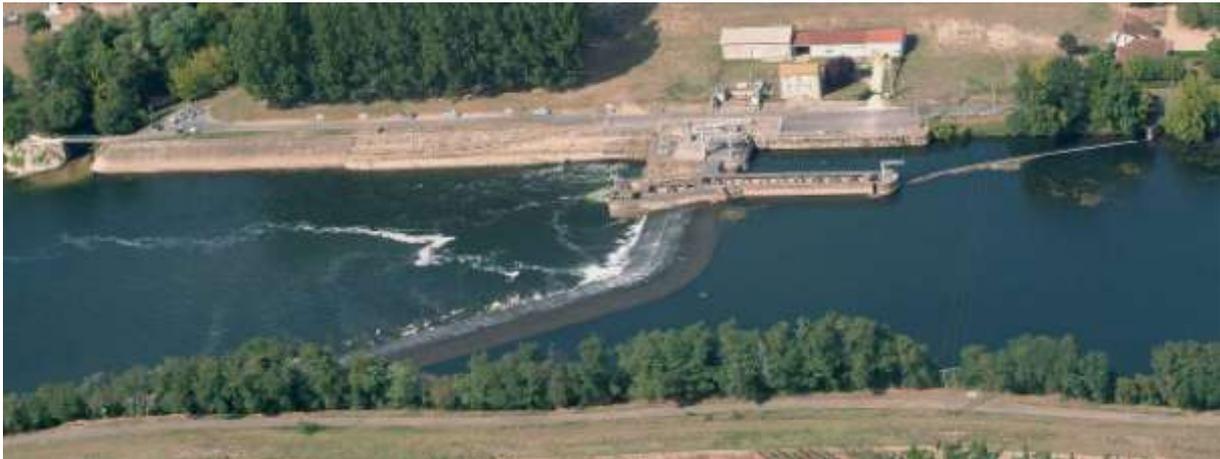


Photo 1 : Le barrage de Bergerac.

Le barrage a été construit en 1839 pour la navigation. Sa longueur de crête est de 165 m. Une écluse était implantée sur la rive droite pour permettre aux gabarres de franchir l'obstacle. En 1966, le barrage est transformé. L'écluse est remplacée par 2 groupes de type bulbe horizontal turbinant un débit total de $57 \text{ m}^3/\text{s}$. Si l'aménagement ne constitue pas un problème majeur pour la dévalaison, les débits turbinés étant faibles, la hauteur de 5,4 m du barrage, créant une chute de 4 m, en fait un obstacle presque totalement infranchissable pour les poissons lors de la montaison. Une première passe à poissons est construite en 1855. Plusieurs dispositifs ont été testés sans montrer de réelle efficacité.

En 1985, EDF installe une passe à bassins à 2 fentes verticales (Photo 2). Il s'agissait à l'époque de la plus grande passe à poissons d'Europe. Elle est située en rive droite et est constituée de 14 bassins successifs. La hauteur de chute entre chaque bassin est de 30 cm. Le débit transitant à travers la passe varie selon les débits de la Dordogne et oscille entre 2 et $6 \text{ m}^3/\text{s}$. A cela s'ajoute un débit d'attrait d'environ $5 \text{ m}^3/\text{s}$ restitué au niveau du dernier bassin aval. Cette passe est adaptée au franchissement de la plupart des espèces sauf des anguillettes. Une passe spécifique à anguillettes a été construite en 2010 en rive gauche du barrage.

Un clapet, situé entre l'usine et la passe, permet d'évacuer les débris récupérés par le dégrilleur de la prise d'eau de l'usine.

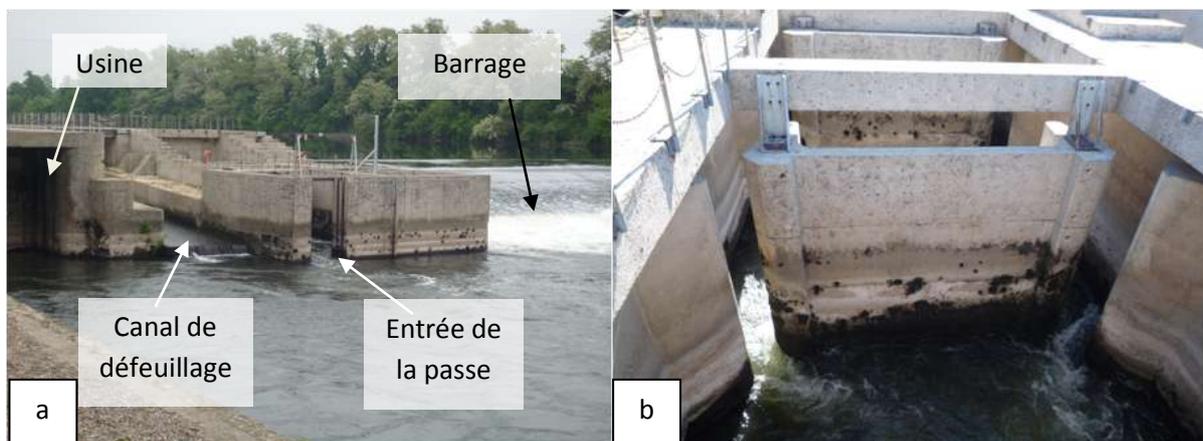


Photo 2 : L'entrée de la passe à poissons de Bergerac (a) et l'intérieur d'un bassin à deux fentes verticales (b).

3.2.2. L'AMENAGEMENT DE TUILIERES



Photo 3 : Le barrage de Tuilières

Le barrage de Tuilières a été construit à partir de 1905 pour la production hydroélectrique et fut mis en service en 1908. Afin de faire face aux débits très variables de la Dordogne, il a été choisi de construire un barrage mobile d'une hauteur de 19 m et d'une longueur de 105 m et composé de 8 vannes métalliques de type « Stoney » pouvant être commandées individuellement. Il se poursuit en rive droite par l'usine qui se développe sur 60 m. L'usine est équipée de 8 turbines Kaplan à axe vertical susceptibles d'utiliser un débit total de 420 m³/s sous une hauteur de chute maximale de 12,5 m.

Le barrage constitue un obstacle total au franchissement par les poissons. Pour la dévalaison, le débit d'équipement important de l'usine entraîne des mortalités conséquentes.

Après la construction de plusieurs dispositifs peu performants, il a été décidé en 1989 de construire un ascenseur à poissons (Photo 4) en rive droite, qui débouche sur une passe souterraine traversant le barrage jusqu'en amont, dans la retenue. L'ascenseur est constitué d'une nasse mobile de 7 m de long pour 2,5 m de large, à travers laquelle transite un débit d'attrait pouvant varier de 1,5 à 3,5 m³/s. Régulièrement, toutes les demi-heures ou deux heures selon le rythme des migrations, la nasse se ferme et se déplace au-dessus d'une cuve de 3 m³. Cette dernière remonte, capture le poisson et s'élève jusqu'au niveau de la passe à bassins où elle vide son contenu. La passe comporte 9 bassins à fentes verticales, mesure 60 m de long, et entonne un débit d'environ 0,6 m³/s.

Une passe spécifique à anguilles utilisant les infrastructures des anciennes passes à poissons a été testée à partir de 1998, puis définitivement installée en 2001, en rive gauche pour pallier à la faible efficacité de l'ascenseur vis-à-vis de cette espèce.

En 2003, un piège est mis en place dans la passe. Il permet notamment, en remplacement d'un ancien dispositif situé à Bergerac, de capturer des saumons sauvages pour alimenter les piscicultures travaillant pour le plan de restauration du saumon de la Dordogne.

Le 29 janvier 2006, le barrage subit un accident. La chute des deux contrepoids de la vanne 4 entraîne la destruction de celle-ci et la vidange de la retenue. La reconstruction du barrage dure 3 ans. Elle intègre la modernisation du système de vannage et la mise en place d'un nouveau système de dévalaison conformément au cahier des charges et au règlement d'eau de la concession. Un

masque guideau est construit : il s'agit d'un écran métallique de 4 m de profondeur à la surface de la lame d'eau dont le but est de guider les saumons vers un exutoire (clapet de surface) par lequel transite un débit de 15 à 20 m³/s leur permettant de franchir le barrage. En parallèle à cela, deux exutoires secondaires sont intégrés dans le masque. Ils donnent accès à deux conduites qui se rejoignent pour former un « pisciduc » qui se déverse à l'aval de l'usine. Indépendamment de l'efficacité de ce système qui est actuellement en phase de test, des réserves ont été posées par un comité d'experts sur les risques de perturbation de l'attractivité de l'ascenseur par ce nouveau courant issu du clapet. En ce qui concerne l'anguille, la solution adoptée consiste en des arrêts nocturnes des turbines. L'efficacité de ces deux systèmes est actuellement testée.

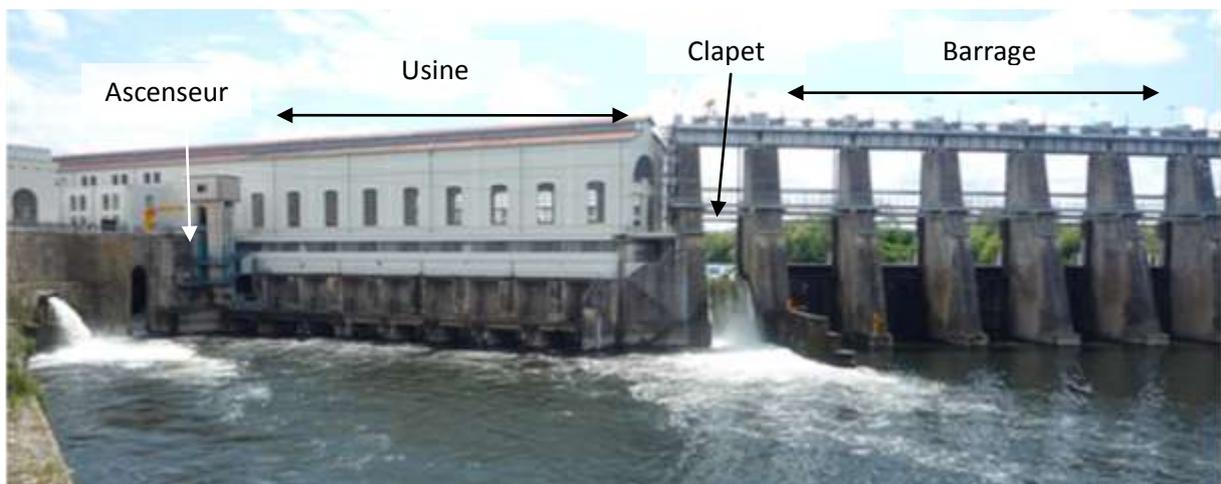


Photo 4 : Vue aval du barrage de Tuilières. Sur cette photo, on constate l'importance du débit déversé par le clapet qui pourrait constituer un éventuel attrait pour les poissons. A gauche de l'ascenseur, on aperçoit le débouché du « pisciduc ».



Photo 5 : Détail des organes de l'ascenseur à poissons de Tuilières : la nasse mobile (a), la cuve et le bassin de stabulation (b), la passe souterraine (c).

3.2.3. L'AMENAGEMENT DE MAUZAC



Photo 6 : Le barrage et l'usine de Mauzac.

Le barrage de Mauzac a été construit entre 1838 et 1843 afin d'alimenter le canal de Lalinde. Il fait partie du système d'ouvrages construits pour faciliter la navigation en contournant les rapides compris entre Mauzac et Bergerac. Il est surélevé et transformé en usine électrique en 1920. Les premiers groupes sont mis en service l'année suivante. Un groupe supplémentaire est installé en 1953. D'une hauteur de 5,8 m et d'une longueur de crête de 280 m, il crée une retenue de 7,5 Mm³.

L'usine située en rive gauche est alimentée par un canal d'amenée à ciel ouvert de 960 m. Sous une hauteur de chute maximale de 7,6 m, 6 groupes sont en capacité d'utiliser un débit total de 274 m³/s ; 5 sont des turbines Francis verticales (60 m³/s théorique bridés à 70%), la sixième, ajoutée en 1953, est une turbine Kaplan verticale (80 m³/s théorique bridée à 80%).

Le débit réservé qui consiste à laisser s'écouler en permanence au droit des ouvrages au moins 5 % du débit moyen dans le lit de la rivière (art. L214-18 CE appliqué aux cours d'eau dont de module > 80 m³/s) n'est pas appliqué ici de façon stricte. C'est donc seulement lorsque le débit est supérieur à 274 m³/s, ou lorsque l'usine est arrêtée, que le barrage surverse et alimente l'ancien bras. Cette situation se rencontre environ 100 jours par an (30% du temps). La situation hydraulique au niveau de Mauzac peut donc varier considérablement, ce qui peut entraîner des modifications importantes du comportement des poissons plus ou moins attirés par l'usine ou le barrage.

Plusieurs dispositifs de franchissement ont été mis en place (Photos 7 et 8). Une passe à ralentisseurs (type chevrons en bois, en trois volées) a été construite en 1950 au niveau du barrage. Puis une seconde passe a été mise en place cette fois au niveau de l'usine en rive droite du canal d'amenée. Elle se compose de 23 bassins successifs à fentes verticales. La hauteur de chute entre les bassins est de 30 cm. Une première entrée se situe en rive droite du canal de fuite, 30 m à l'aval de l'usine. Une seconde entrée a été construite en novembre 2004, à côté du groupe 5. Les poissons qui n'auraient pas trouvé la première entrée et se retrouveraient bloqués au pied des turbines peuvent ainsi rejoindre la passe en passant au-dessus de l'aspirateur du groupe 6, via un canal taillé dans la plateforme. Compte tenu des particularités hydrauliques du site, cette deuxième entrée n'est fonctionnelle que pour des débits compris entre 70 et 270 m³/s. Chacune des 2 entrées est équipée d'une vanne asservie au niveau aval pour régler le jet de sortie de passe. Un débit de 1 m³/s transite

à travers la passe. Il est complété par un débit d'attrait de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ restitué en aval du dernier bassin. Cependant la prise d'eau de ce dernier connaît fréquemment des problèmes de colmatage ce qui le réduit considérablement. Des travaux devraient être prochainement réalisés.



Photo 7 : Vue aval du barrage de Mauzac (a) et la passe à ralentisseurs du barrage (b).

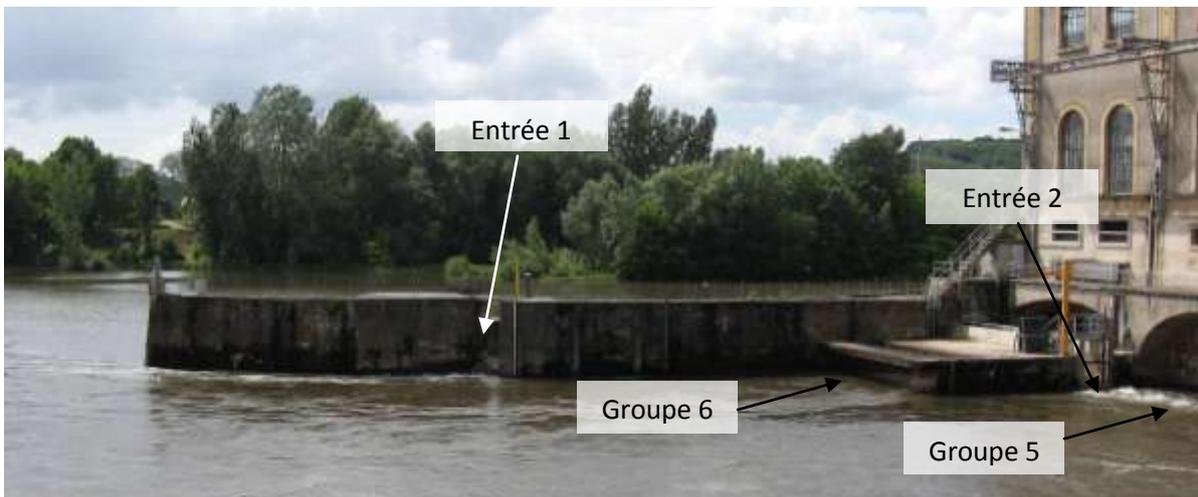


Photo 8 : Les deux entrées de la passe de l'usine de Mauzac.

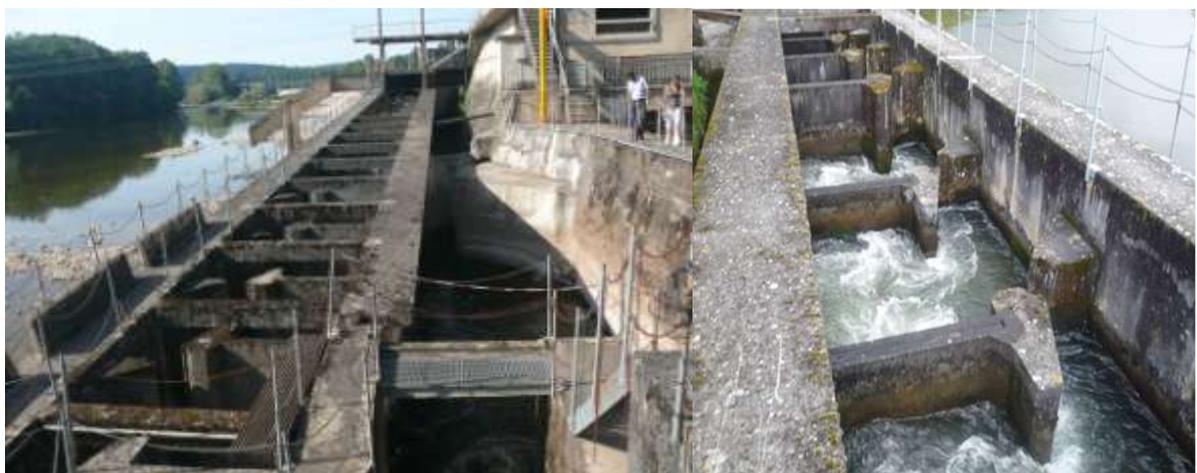


Photo 9 : La passe à bassins de l'usine de Mauzac.

3.2.4. RECAPITULATIF

	BERGERAC	TUILIERES	MAUZAC
BARRAGE			
Date de construction	1839	1905	1838
Longueur de crête (m)	165	165 (barrage + usine)	280
Hauteur (m)	5,4	19	5,8
USINE			
Nombre de turbines	2	8	6
Débit turbiné	57	420	274
DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT			
Hauteur de chute (m)	4	12,5	7,6
Type	Passe à 14 bassins à deux fentes verticales	Ascenseur + Passe à 9 bassins à une fente verticale	Passe 23 bassins à une fente verticale / Passe à ralentisseurs
Date de construction	1985	1989	1986 / 1950
Débit	2 à 6	0.6	1 / 1
Débit d'attrait	5	1.5 à 3.5	4 / -

Tableau 2 : Récapitulatif des données caractéristiques des aménagements hydroélectriques du Bergeracois.

4. MATERIEL ET METHODES

4.1. PRINCIPE DE LA RADIOTELEMETRIE

Dans son principe, la radio télémétrie consiste à marquer des poissons au moyen de radio émetteurs puis de suivre leurs déplacements à l'aide de récepteurs. Les individus sont équipés d'un émetteur muni d'une batterie auquel est associée une fréquence qui lui est propre. Cet émetteur envoie alors un signal pulsé sous la forme d'ondes radios qui se propagent dans le milieu et qui sont détectées par le récepteur via une antenne (Figure 6).

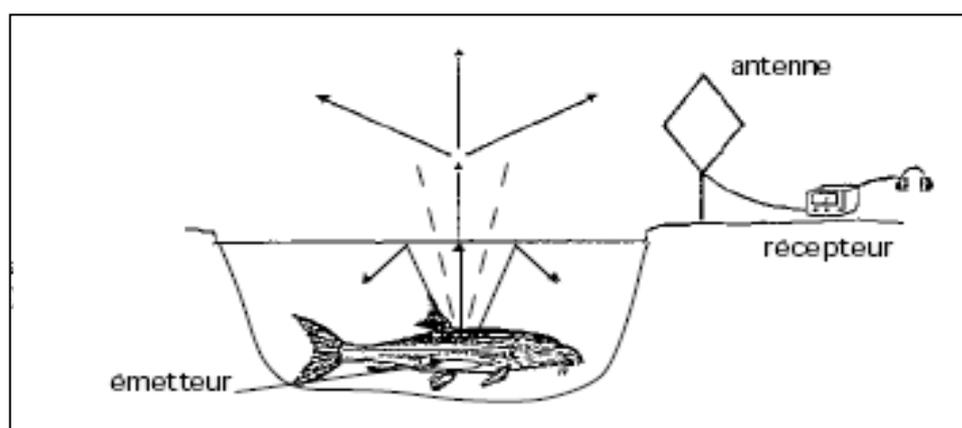


Figure 6 : Schéma du principe du radiopistage en milieu aquatique. (Baras et Cherry, 1990)

Il est supposé que l'émetteur n'interfère pas avec la survie, les performances, le comportement et la croissance du poisson. Son poids ne doit pas dépasser 2,5% du poids de l'animal (Baras et Lagardere, 1995).

4.2. PERIODE D'ETUDE

Les suivis ont eu lieu entre le 20 avril et le 15 novembre 2010. En moyenne, 95% des migrations ont lieu dans cette période (Figure 2).

4.3. CAPTURE DES SAUMONS

Les saumons ont été capturés au niveau de la passe à poissons de Tuilières. Le bassin n°7 est équipé d'une nasse anti-retour qui grâce à sa forme conique, permet l'entrée du poisson dans le bassin tout en minimisant ses chances de ressortir vers l'aval. Au niveau du passage entre le septième et le huitième bassin, une grille est abaissée empêchant les poissons de sortir vers l'amont. Les piégeages ont été réalisés par MIGADO qui par ailleurs capture des géniteurs au niveau de ce piège pour alimenter le centre de reconditionnement de Bergerac dans le cadre du programme de repeuplement de la Dordogne.

Le piège est en général armé pendant 18 à 24h. Puis, pour la capture, le niveau d'eau de la passe à poissons est abaissé (fermeture d'une vanne en amont). A partir du 1^{er} juillet, un nouveau dispositif a

été utilisé, constitué d'une cage de 3m × 0,9m × 1,2m positionnée juste derrière la nasse, au niveau de l'échancrure entre le sixième et le septième bassin. (Photo 6). Le plancher est une cuve étanche permettant de garder les poissons dans l'eau lorsque le piège est relevé.



Photo 10 : Le système de capture dans le bassin de la passe de Tuilières.



Photo 11 : Le nouveau piège de la passe de Tuilières.

Le poisson est capturé à l'aide d'une épuisette. Puis il est plongé dans une bache contenant 50 l d'eau que l'on oxygène et dans laquelle a été ajouté 10 ml de solution d'eugénol à 10% afin d'anesthésier le poisson. La bache est refermée afin de laisser le poisson à l'obscurité. Une fois endormi, les paramètres biométriques sont relevés avant le marquage (longueur totale, sexe, coloration de la robe et état sanitaire général).

4.4. MARQUAGE

Les émetteurs sont implantés dans l'estomac des poissons, par la voie buccale. Cette technique est rendue possible par le fait que les saumons ne s'alimentent pas pendant la durée de leur migration anadrome. Il existe cependant un risque de régurgitation par le poisson, l'émetteur doit donc être de taille suffisante pour ne pas être rejeté tout en respectant les contraintes de poids.

Lors du marquage, le matériel utilisé est nettoyé à l'alcool et désinfecté avec de la bétadine. L'émetteur est inséré dans la bouche du saumon et poussé dans l'estomac à l'aide d'un tube pousseur en plastique. L'antenne qui dépasse de la bouche est ensuite rabattue le long du corps en la passant entre les arcs branchiaux.



Photo 12 : Marquage d'un saumon : un émetteur (a) ; l'insertion de l'émetteur dans l'estomac du saumon à l'aide d'un tube pousseur (b) ; passage de l'antenne entre les arcs branchiaux du saumon (c).

4.5. TRANSPORT ET LACHER

Pour le transport, chaque saumon est placé dans une poche en plastique doublée remplie avec 15 à 20 litres d'eau et 1,25 ml d'eugénol (10%). Le sac est ensuite gonflé à l'oxygène. Puis la poche est placée dans une caisse hermétique calorifugée, contenant si nécessaire des blocs froids. Lors du lâcher, le poisson est acclimaté en renouvelant progressivement l'eau de la poche afin d'éviter un choc thermique. Puis il est placé dans l'eau de la rivière, dans une cage flottante, face au courant afin de permettre le réveil et le départ volontaire du poisson (Photo 13).

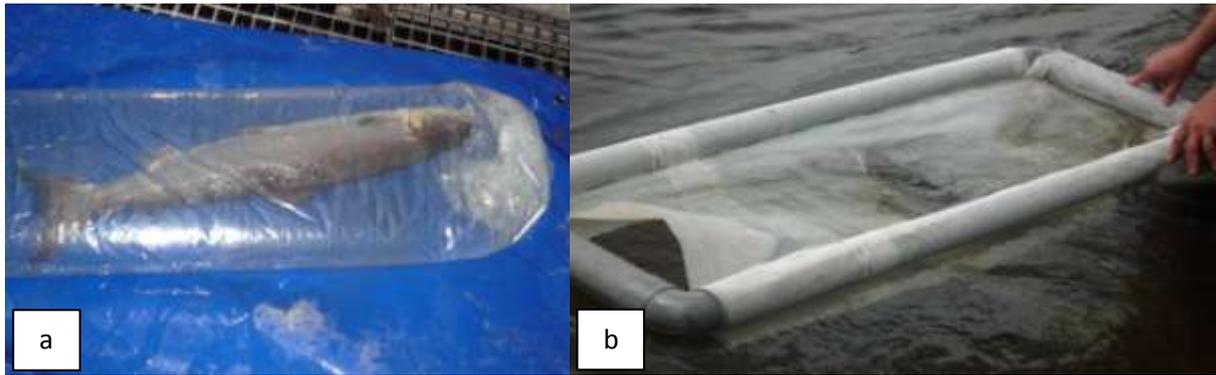


Photo 13 : Le transport des poissons : un saumon dans sa poche de transport (a) ; un saumon dans sa cage de réveil sur le site de lâcher (b).

4.6. MATERIEL DE RADIOTELEMETRIE

Le matériel utilisé est en majeure partie mis à disposition par l'Onema (pôle écohydraulique). Certains compléments d'équipement ont été prêtés par l'association Saumon Rhin et EDF. Il s'agit de matériel de la marque Advanced Telemetry System (ATS), firme américaine spécialisée dans les équipements de radiotélémetrie.

Une station fixe est composée d'un récepteur couplé à un enregistreur de (modèles ATS R2100) (Photo 9), alimentés par une alimentation filtrée stabilisée 12V/2A. Les récepteurs sont branchés sur des antennes de réception. Plusieurs types d'antennes sont utilisés : des antennes boucles aériennes permettant de couvrir de larges zones de réception et des antennes filaires immergées (17 cm) permettant de définir des espaces de réception plus restreints. Des multiplexeurs ATS ont été utilisés pour assurer la gestion de plusieurs antennes par un même couple récepteur-enregistreur. Pour les suivis manuels, des antennes toit ont été utilisés pour les repérages en voiture, des antennes boucles pour des pointages directionnels plus précis. En fin de saison, un pointage a été réalisé en bateau à l'aide d'antennes filaires immergées.



Photo 14 : Les stations de réception et d'enregistrement ATS R2100.

Le type d'émetteur a été choisi en prenant en compte plusieurs paramètres qui sont la taille, de puissance d'émission et de durée de vie (longévité de batterie). Le modèle F1840 a été choisi (dimensions Figure 7).

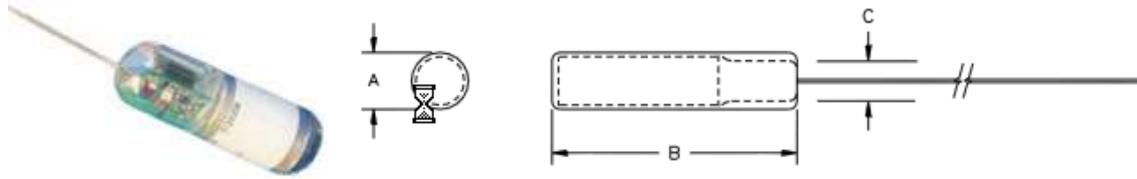


Figure 7 : Caractéristiques de l'émetteur ATS F 1840 fournies par le constructeur ; A=17 mm, B=52 mm ; C=15 mm. Les émetteurs fournis présentaient de légères différences par rapport aux caractéristiques constructeur, en particulier le diamètre A, plus proche de 15 mm.

Quarante fréquences différentes ont été choisies entre 48 et 49 MHz, en évitant les fréquences déjà utilisées par EDF pour d'autres opérations de suivi radiotéléométriques réalisés sur des smolts au barrage de Tuilières. Les émetteurs produisent un signal à un rythme de 35 pulsations par minute. Leur durée de vie garantie est de 595 jours. L'option de mortalité, c'est-à-dire le déclenchement d'une double pulsation au bout de six heures d'immobilité n'était pas active, ce qui n'a pas permis de déterminer précisément la date de mort de certains poissons.

4.7. PROTOCOLE DE SUIVI DES POISSONS

Les suivis ont lieu d'une part à partir d'enregistrements sur des stations de réception fixes, positionnées au niveau des ouvrages. D'autre part les mouvements des poissons à l'aval des ouvrages a été étudié à partir de suivis mobiles réalisés par un opérateur équipé d'un poste de réception portatif. Les enregistrements et les suivis mobiles ont eu lieu entre le 20 avril, date du premier marquage et le 15 novembre.

4.7.1. STATIONS FIXES DE RECEPTION-ENREGISTREMENT

Plusieurs stations de réception-enregistrement ont été installées au niveau de chaque barrage, reliées à des antennes positionnées stratégiquement et couvrant des zones plus ou moins larges. Un calibrage a été réalisé en préalable pour tester la réception et évaluer les zones couvertes par les antennes. Pour cela un émetteur a été immergé et déplacé en différents points au moyen d'une canne à pêche.

Les zones ont été numérotées, avec le principe de nomenclature suivant : 0 = zone aval (hors réception), 1 = zone générale aval du barrage (antenne aérienne), 2 et plus = différentes zones de réception (antennes filaires ou aériennes) numérotées de l'aval vers l'amont. Le détail des zones est présenté dans figures 8 à 10.

Les données ont été collectées régulièrement à partir des enregistreurs, tous les 1 à 3 jours selon l'activité migratoire, à l'aide au logiciel ProcommPlus. Les données des différentes stations de réception ont ensuite été triées et agrégées pour reconstituer les déplacements de chaque poisson.

Le déplacement des différents poissons est présenté en annexe sur des graphes couvrant l'ensemble de la saison de suivi qui fournissent une vue globale de l'activité des poissons ainsi que sur des graphes détaillés qui permettent d'analyser précisément les comportements devant chaque ouvrage.

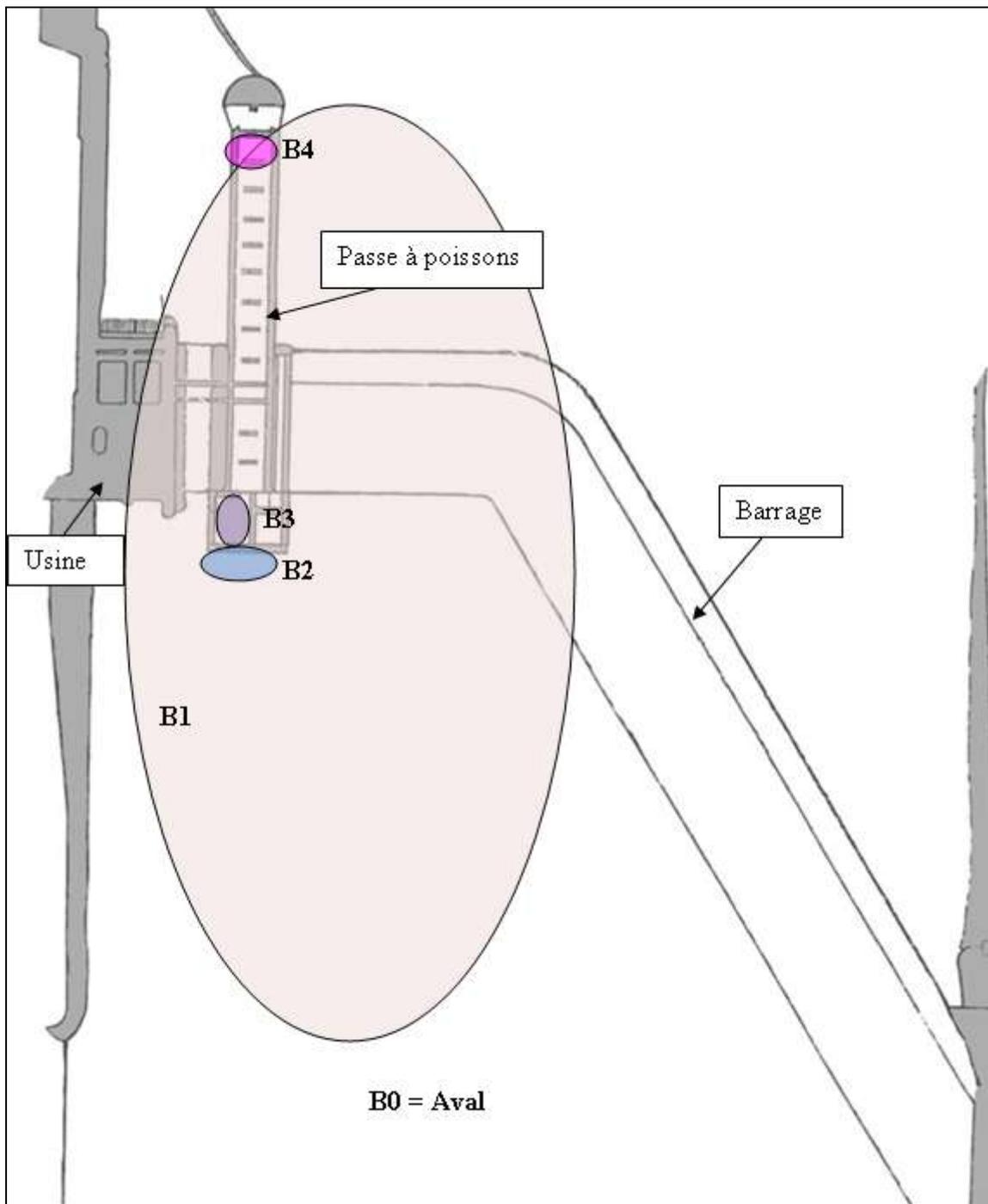


Figure 8 : Schéma des zones de réception au niveau de l'aménagement de Bergerac : 0) aval du site (zone de non réception), 1) zone générale aval barrage (antenne aérienne), 2) entrée passe à poissons (antenne filaire), 3) premier bassin de la passe à poissons (antenne filaire), 4) avant dernier bassin de la passe à poissons (antenne filaire), 5) amont du site (hors zone de réception).

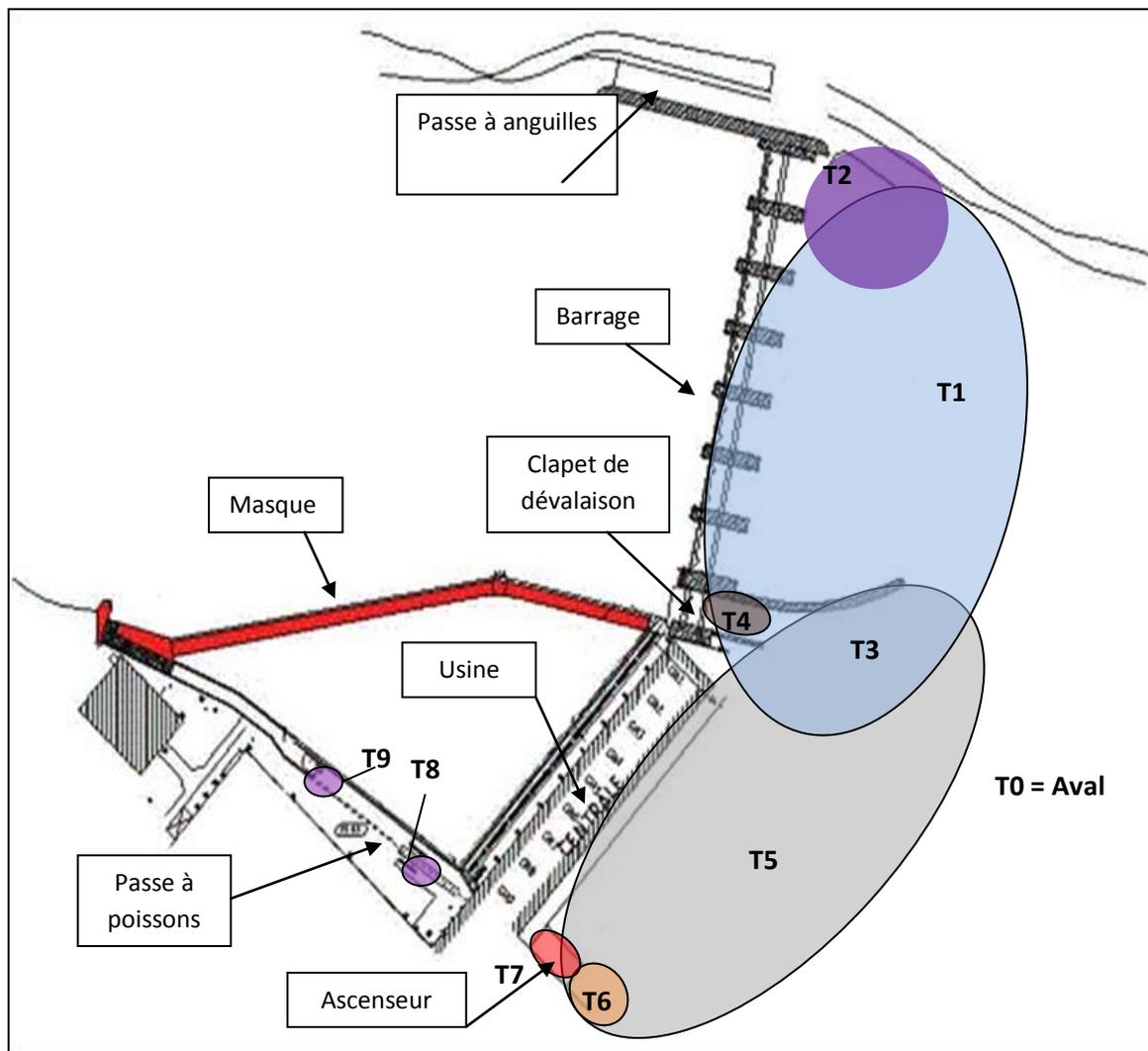


Figure 9 : Schéma des zones de réception au niveau de l'aménagement de Tuilières : 0) aval du site (zone de non réception), 1) zone générale aval barrage (antenne aérienne), 2) barrage rive droite passe à anguilles (antenne filaire), 3) aval lointain clapet, zone commune de réception sur l'antenne 1 et l'antenne 5, 4) clapet de dévalaison (antenne filaire), 5) zone générale aval usine (antenne aérienne), 6) entrée de l'ascenseur (antenne filaire), 7) intérieur nasse de l'ascenseur (antenne filaire), 8) intérieur passe aval (antenne filaire dans le 4^e bassin), 9) intérieur passe amont (antenne filaire dans le 9^e bassin), 10) amont site (hors zone de réception).

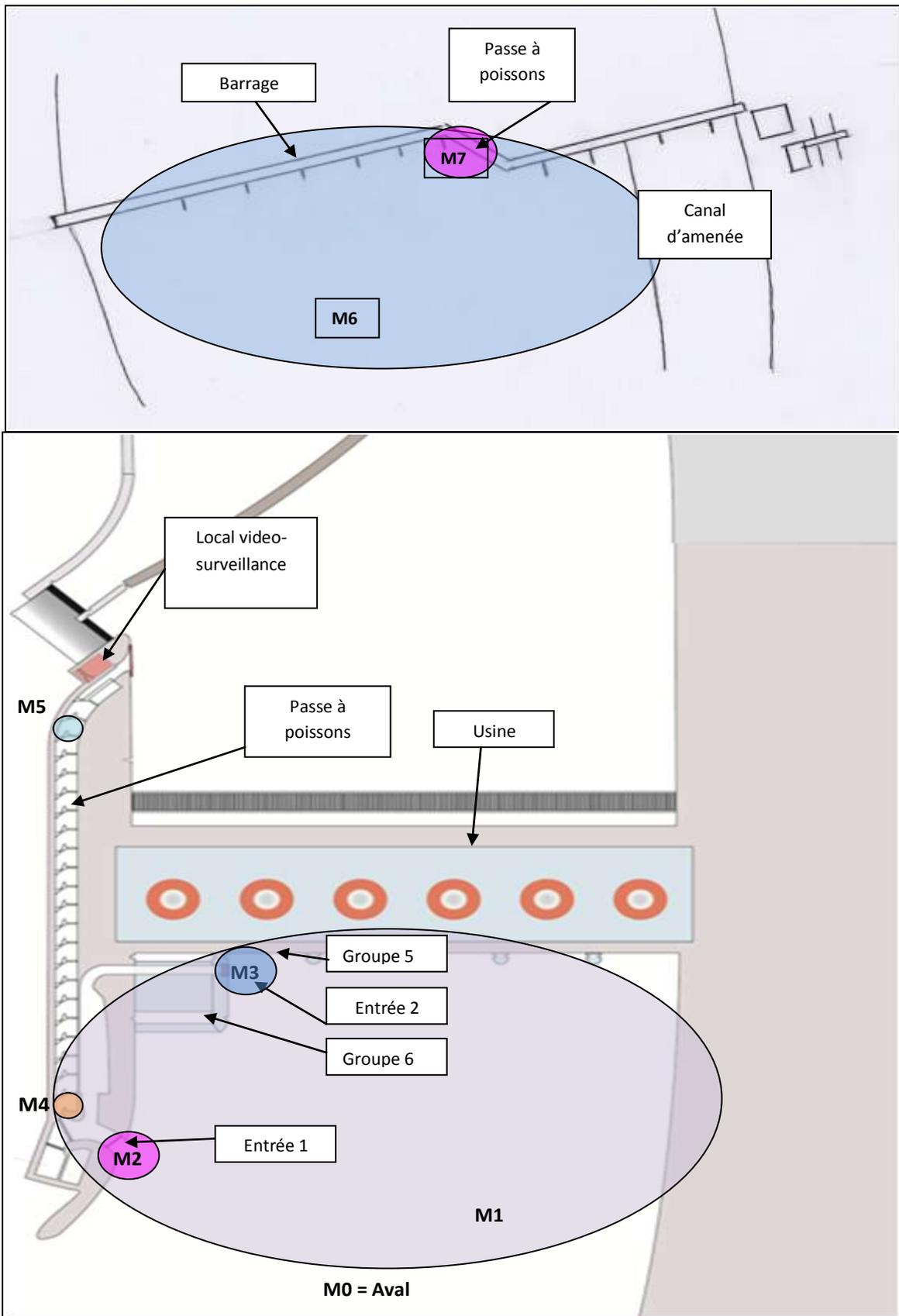


Figure 10 : Schéma des zones de réception au niveau de l'aménagement de Mauzac : 0) aval du site (zone de non réception), 1) zone générale aval usine (antenne aérienne), 2) entrée passe n°1 (antenne filaire), 3) entrée passe n°2 (antenne filaire), 4) intérieur passe premier bassin (antenne filaire), 5) intérieur passe dernier bassin (antenne filaire), 6) aval barrage (antenne aérienne), 7) passe à ralentisseurs (antenne filaire), 8) amont site (hors zone réception).

4.7.2. SUIVIS MANUELS

Des suivis mobiles ont été réalisés quotidiennement dans les périodes d'importante activité migratoire, tous les 2 ou 3 jours dans les périodes de faible activité des poissons. Ils ont été réalisés en manuel depuis les berges sur l'ensemble du secteur de présence des poissons (en aval du lieu de lâcher jusqu'au barrage de Mauzac). Pour cela, un récepteur ATS est relié à une antenne fouet non directionnelle pour les suivis automobiles ou à une antenne boucle directionnelle pour les prospections à pied. A chaque détection, l'heure et le lieu de localisation du poisson (point kilométrique) sont notés. L'absence des poissons sur les secteurs stratégiques (au pied des barrages notamment) a également été notée.

En fin de saison, un dernier repérage a été mené en bateau, à l'aide d'antennes filaires pour repérer précisément les derniers sites de réception des saumons et valider l'immobilité et donc la mort des individus repérés au même endroit depuis plusieurs semaines.

4.7.3. SUIVI VIDEO

Les passes à poissons des usines de Tuilières et de Mauzac sont équipées d'une vitre de visualisation et d'un système d'enregistrement vidéo au niveau de leur dernier bassin (Photo 15). Ces stations de contrôle, gérées par l'association MIGADO, permettent de contrôler le nombre et l'heure de passage de tous les poissons ayant emprunté les dispositifs de franchissement. A Tuilières il s'agit de l'exhaustivité des individus remontés. A Mauzac, certains individus peuvent échapper au contrôle s'ils franchissent l'ouvrage au niveau du barrage. Cet outil a été utilisé pour confirmer et valider le passage des saumons détectés par les antennes des passes à poissons.



Photo 15 : Saumon passant devant la vitre de visualisation à Mauzac.

4.8. PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX

Les données de débit de la Dordogne sont ceux collectés par les services d'hydrométrie à la station hydrométrique de Lamonzie/Saint-Martin. Ils ont été obtenus par le biais du site Internet www.hydro.eaufrance.fr.

Les températures de l'eau de la Dordogne sont enregistrées et fournies par l'association MIGADO, qui dispose des sondes d'enregistrement en continu (MICREL) situées à Mauzac en amont de la passe et à Tuilières en aval de l'ascenseur (à partir du 28 mai).

Les données concernant le fonctionnement de l'usine de Tuilières sont fournies par EDF grâce à un système de télé-exploitation. Elles concernent les débits transitant par chaque organe de l'aménagement (débits turbinés par les différents groupes, débits déversés par les vannes et les clapets). Ces données ont été utilisées pour reconstituer les principales phases de fonctionnement de l'aménagement. Des données plus sommaires et uniquement qualitatives ont pu être recueillies pour Bergerac et Mauzac.

5. RESULTATS

5.1. PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX OBSERVES SUR LA PERIODE D'ETUDE

5.1.1. DEBIT ET TEMPERATURE

Sur le plan hydrologique, l'année 2010 (Figures 4 et 11) montre un début de saison légèrement en deçà des normales saisonnières, un mois de mai plutôt sec avec un débit moyen mensuel représentant seulement 55% de la moyenne de référence. Le mois de juin montre au contraire un débit élevé avec un épisode de crue atteignant 3 fois le module interannuel. La saison estivale montre ensuite des débits faibles, stables, proches des moyennes saisonnières, avec un minimum de 55 m³/s fin août. Les débits ont ensuite légèrement augmenté en octobre tout en restant modérés, jusqu'à l'occurrence d'un coup d'eau marqué vers le 10 novembre.

La température de l'eau est restée relativement fraîche (<15°C) jusqu'au 20 mai. Début juin, la Dordogne a ensuite connu une période d'échauffement jusqu'à environ 20°C. Puis une chute momentanée des températures est intervenue au moment de la crue de fin juin. Durant l'été, la température de l'eau est restée modérée. Elle n'a jamais dépassé 25°C et est redescendue à plusieurs reprises en dessous de 22°C. Elle a ensuite régulièrement décliné à partir de la fin du mois d'août.

Globalement, à l'exception de quelques journées estivales, les conditions ont été plutôt favorables à une activité normale des saumons.

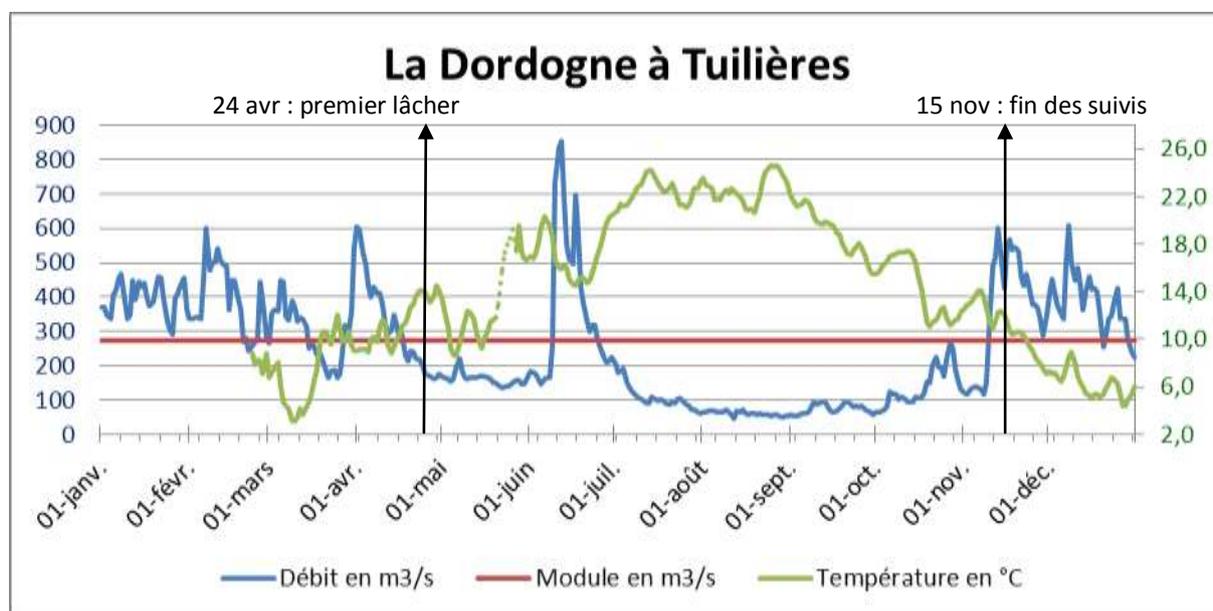


Figure 11 : Courbe des débits (données banque Hydro) et des températures (données MIGADO) de la Dordogne en 2010.

5.1.2. FONCTIONNEMENT DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES

Aménagement de Bergerac

Durant la période d'étude, seul le groupe n°1 a fonctionné au niveau de l'usine hydroélectrique de Bergerac. Le débit délivré au niveau de l'usine n'était donc pas maximal.

L'aménagement a été placé en consigne de crue (démontage des organes mobiles) à partir du 10 juin. Toutes les stations de réception de radiotéléométrie ont dû être démontées et seuls des suivis mobiles ont eu lieu durant cette période. Le 28 juin seul un poste de réception-enregistrement muni d'une antenne aérienne a été remis en place. Il n'existe donc pas de données détaillées du comportement des poissons au pied du barrage à partir de cette date.

Le groupe n°1 a été consigné et l'usine arrêtée du 28 juin au 4 août.

Des travaux de réparation de la passe à poissons, impliquant la fermeture de celle-ci ont été réalisés du 16 septembre au 9 octobre.

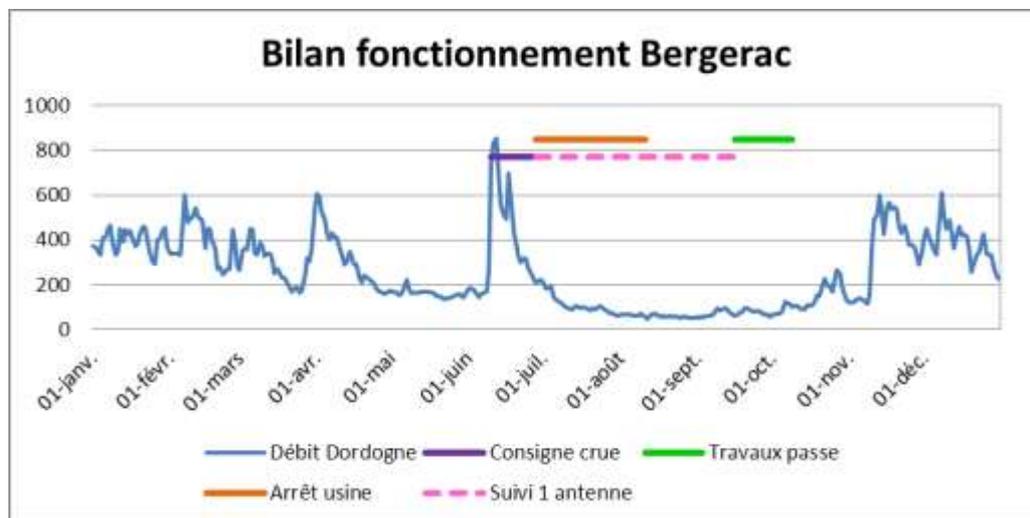


Figure 12 : Bilan des principaux événements concernant le fonctionnement de l'aménagement de Bergerac en 2010 (données EDF).

Aménagement de Tuilières

A Tuilières, l'usine a fonctionné normalement pendant la plus grande partie de la période d'étude. Ce fonctionnement normal comprend une période d'ouverture du clapet de dévalaison des smolts (clapet n°1 délivrant de l'ordre de 20 m³/s) du 15 mars au 15 juin.

Les autres clapets ainsi que les vannes Stoney ont été partiellement ouverts lors du passage de la crue du 9 juin. La situation est revenue à la normale le 28 juin. Par la suite, le clapet n°1 a été manœuvré de façon ponctuelle pour l'évacuation des corps flottants accumulés dans la retenue.

En raison d'un abaissement de la côte de retenue pour cause de travaux, l'usine n'a pas fonctionné du 9 au 12 août. L'ascenseur quant à lui a été arrêté du 6 au 12 août. Un dysfonctionnement de l'ascenseur a été constaté entre le 25 juin et le 7 juillet : la cuve de l'ascenseur se déversait avant de remonter.

Les différents groupes ont fonctionné par intermittence. Sur la période d'étude, les données qui ont pu être récupérées (jusqu'au 11 août) montrent que ce sont les groupes 3 à 5 qui ont le plus

fonctionné, suivis des groupes 2 et 6 puis des groupes 1 et 7 qui ont moins fonctionné. Le groupe 8 (le plus près de l'ascenseur) n'a pas fonctionné.

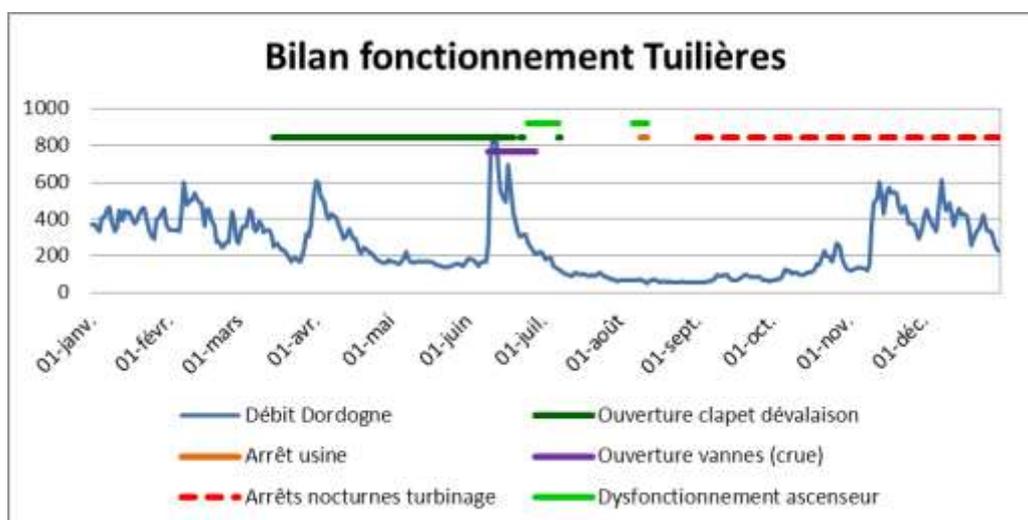


Figure 13 : Bilan des principaux événements concernant le fonctionnement de l'aménagement de Tuilières en 2010 (données EDF).

Aménagement de Mauzac

En ce qui concerne l'usine de Mauzac, des consignes de fonctionnement particulières sont en vigueur en période de montaison (du 15 avril au 31 juillet et du 15 septembre au 31 octobre) : le groupe 6 (le plus proche de la passe en rive droite) ne doit pas fonctionner pas au-delà de 40 m³/s et le groupe 5 ne doit fonctionner qu'en dernier recours. Au-delà de cette consigne, cette année, le groupe 6 a été consigné et n'a pas fonctionné à partir du 19 mai. En raison de travaux, l'usine a cessé de fonctionner le 14 juin, le canal d'amenée a été vidangé le 12 juillet et la passe à poissons a donc été arrêtée à partir de cette date.

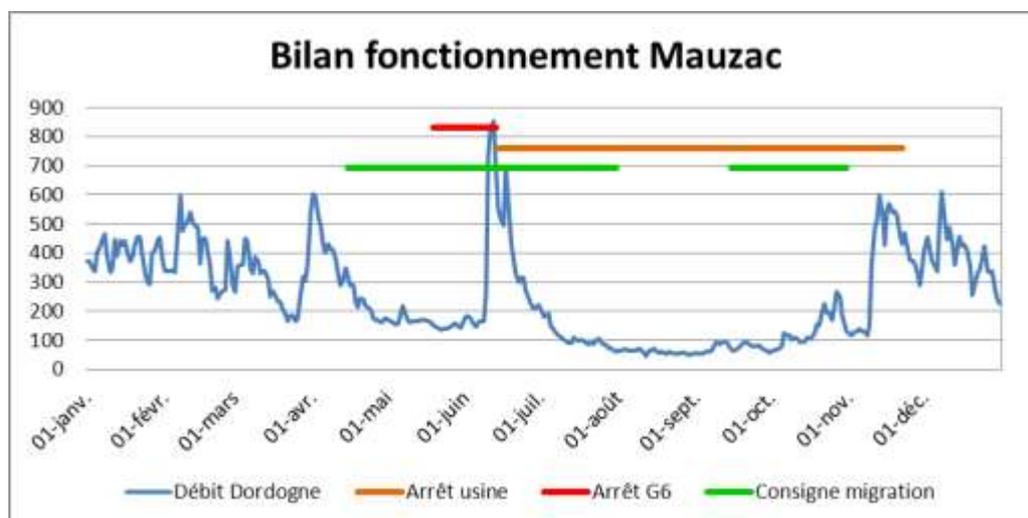


Figure 14 : Bilan des principaux événements concernant le fonctionnement de l'aménagement de Mauzac en 2010 (données EDF).

5.2. MARQUAGES ET LACHERS EFFECTUES

En 2010, 189 saumons ont été comptabilisés à la station de contrôle de Tuilières. 24 d'entre eux ont été piégés et marqués entre le 20 avril et le 28 octobre (Figure 15 et Tableau 3).

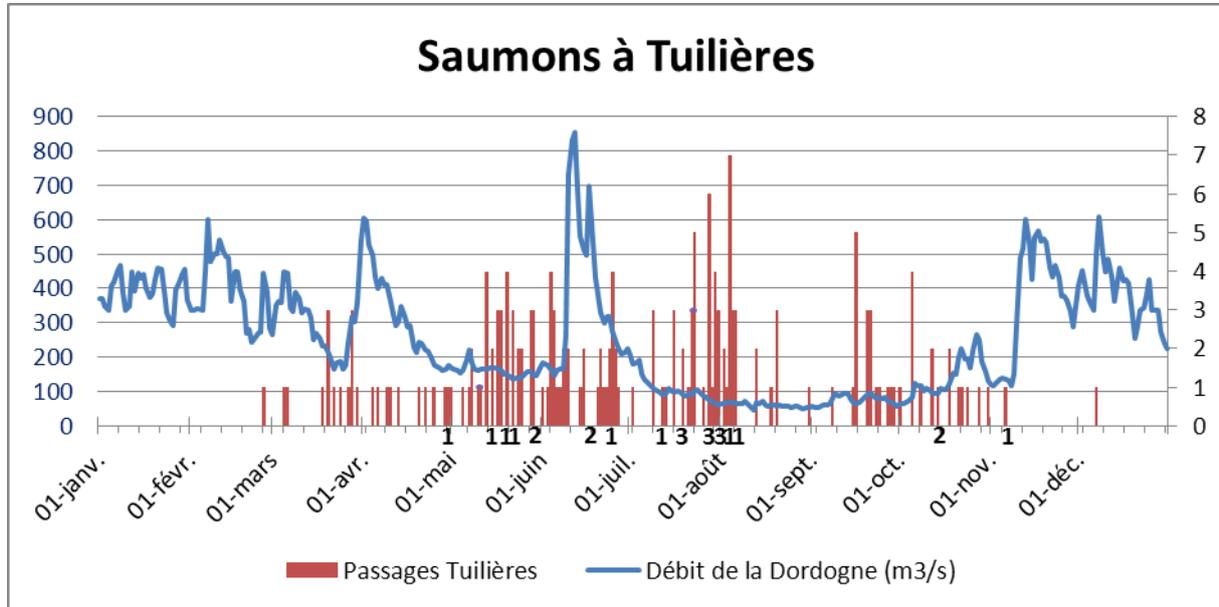


Figure 15 : Distribution des opérations de marquage durant la saison de migration. Le nombre des saumons comptabilisés à la station de contrôle de Tuilières est figuré en rouge (données MIGADO). Le nombre de saumons marqués est représenté par les chiffres sur l'axe des abscisses.

Quatorze des poissons marqués (taille comprise entre 57 et 69 cm) sont estimés être des castillons, c'est à dire des poissons n'ayant passé qu'un hiver en mer. Dix poissons (taille comprise entre 72 et 84 cm) sont estimés être des PHM ou « plusieurs hivers de mer ».

Les treize premiers saumons ont été lâchés à Prignonieux à 5 km en aval de Bergerac. Du fait des travaux programmés sur Bergerac, il a été décidé, à partir de mi-juillet de réaliser les onze lâchers suivants à Mouleydier à 3 km en aval de Tuilières.

Sur les 24 saumons marqués, 13 se sont présentés au niveau des aménagements et ont pu fournir des informations utiles pour l'évaluation de l'impact des aménagements. Les autres ont dévalé rapidement après le marquage (certains n'ont jamais été retrouvés) ou se sont repliés sur des zones d'où ils n'ont plus bougé. Les émetteurs n'étant pas munis d'option de double signal mortalité, il est difficile d'analyser précisément le comportement de ces derniers poissons ou de savoir si les poissons ont régurgité l'émetteur.

Numéro	Fréquence (MHz)	Date et heure de lâcher	Lieu	LT (cm)	Sexe	Coloration	Etat sanitaire
1	49561	20/04/2010 12:57	Prignonrieux	80	F	argentée	écaillé 2/5 , éraflures sous la nageoire caudale
2	49681	05/05/2010 17:50	Prignonrieux	72	F	argentée	écaillé sur les flancs 2/5, maigre
3	49801	10/05/2010 17:30	Prignonrieux	79	F	argentée	écaillé 1/5, petite blessure sous la nageoire anale, bon embonpoint
4	49861	11/05/2010 17:00	Prignonrieux	78	M?	argentée	écaillé 1/5
5	49951	20/05/2010 12:45	Prignonrieux	74	F	argentée	écaillé 1/5
6	49611	20/05/2010 12:45	Prignonrieux	60	M	argentée	écaillé 3/5, hématome sur la tête, 2 suçons de lamproie sur le flanc gauche et au niveau de l'opercule
7	49841	08/06/2010 17:00	Prignonrieux	76	?	argentée	écaillé 1/5, petite blessure sur le flanc gauche
8	49631	08/06/2010 17:00	Prignonrieux	84	F	argentée	écaillé 1/5, bon embonpoint
9	49931	15/06/2010 16:00	Prignonrieux	81	F	argentée	écaillé 1/5, blessures au niveau de l'opercule et du flanc gauche
10	49591	02/07/2010 16:00	Prignonrieux	83	F	argentée	écaillé 1/5, éraflures au niveau de l'opercule
11	49711	09/07/2010 17:00	Prignonrieux	62	F	demie coloration	écaillé 3/5, blessures au niveau de la nageoire caudale, du flanc gauche et de la nageoire anale
12	49731	09/07/2010 17:00	Prignonrieux	64	?	argentée	écaillé 2/5, blessure au niveau de la nageoire caudale, anus rouge
13	49891	09/07/2010 17:00	Prignonrieux	61	?	argentée	écaillé 1/5, anus rouge
14	49690	22/07/2010 16:15	Mouleydier	69	F	demie coloration	écaillé 3/5, blessures sur les deux flancs, présence de poux de rivière <i>Argulus sp.</i>
15	49821	22/07/2010 18:05	Mouleydier	57	M	argentée	écaillé 1/5, maigre
16	49771	22/07/2010 18:05	Mouleydier	63	F	demie coloration	écaillé 2/5, blessure sur le ventre et sur le flanc droit
17	49581	23/07/2010 18:15	Mouleydier	65	F	demie coloration	écaillé 1/5, blessure sur le flanc droit, présence de poux de rivière <i>Argulus sp.</i>
18	49811	23/07/2010 18:15	Mouleydier	67	F	demie coloration	écaillé 1/5, bon embonpoint
19	49661	23/07/2010 18:15	Mouleydier	66	F	demie coloration	écaillé 1/5, petite blessure sur le flanc droit
20	49881	28/07/2010 12:50	Mouleydier	65	M	demie coloration	écaillé 2/5, éraflures flanc gauche et dos, nag. anale abîmée, présence de poux de rivière <i>Argulus sp.</i>
21	49601	30/07/2010 12:15	Mouleydier	79	F	demie coloration	écaillé 2/5, blessure flanc droit
22	49741	05/10/2010 16:10	Mouleydier	67	M	argentée	ancienne érafflure flanc gauche
23	49721	05/10/2010 16:10	Mouleydier	69	M	argentée	blessure imppte flanc gauche près opercule en cours cicatrisation. Blessure cicatrisée niveau des nag. pelviennes
24	49910	28/10/2010 12:30	Mouleydier	63,5	F	demie coloration	pas d'écaillage, pas de blessures

Tableau 3 : Caractéristiques des saumons capturés et marqués pour le suivi radiotéléométrique

5.3. IMPACT DES AMENAGEMENTS SUR LA MIGRATION DES POISSONS MARQUES

5.3.1. AMENAGEMENT DE BERGERAC

8 saumons ont été suivis au niveau de l'aménagement de Bergerac entre le 29 avril, date du premier signal reçu par les enregistreurs, et le 15 août, date du dernier enregistrement (Tableau 4).

6 saumons sur 8 sont parvenus à franchir l'ouvrage, soit un taux de franchissement de 75%. Si l'on écarte le poisson n°49 951, qui n'a été reçu que très peu de temps au pied de l'aménagement et uniquement par l'antenne aérienne générale, le taux de franchissement de l'aménagement est de 6 poissons sur 7 soit 86%.

Les franchissements sont intervenus entre le 10 mai et le 1^{er} juillet, pour des valeurs de débit de la Dordogne compris entre 137 et 145 m³/s.

BERGERAC											
Fréq	Arrivée	Dernière réception	Passage amont	Durée blocage (j)	Durée sur site (h)	Durée Z2 (mn)	Durée Z3 (mn)	INC Site	INC Z2	INC Z3	
49 561	29/04/2010 18:00	10/05/2010 15:56	oui	10,9	15,6	72,7	8,6	15	31	2	
49 681	13/05/2010 10:32	13/05/2010 20:53	oui	0,43	7,9	26,8	23,6	4	14	1	
49 801	12/05/2010 10:22	22/05/2010 17:40	oui	10,3	154,3	56,5	41,7	15	32	9	
49 861	17/05/2010 18:58	21/05/2010 17:45	oui	3,9	25,3	30,5	9,5	9	12	4	
49 951	28/05/2010 16:45	28/05/2010 20:01	non	0,14	0,14	0	0	1	0	0	
49 631	>25/06/2010 09:20	<26/06/2010 11:00	oui	1,2	?	?	?	?	?	?	
49 931	30/06/2010 09:08	30/06/2010 10:37	oui	0,07	0,07	?	?	1	?	?	
49 891	17/07/2010 16:13	15/08/2010 18:28	non	29,1	19,1	?	?	?	?	?	

Tableau 4 : Indicateurs de comportement des saumons marqués dans les différentes zones aval du barrage de Bergerac ; Z2 : entrée de la passe ; Z3 intérieur de la passe (premier bassin)

Pour les poissons qui ont franchi l'obstacle, les temps de blocage (durée entre la première réception et le franchissement de l'ouvrage) sont compris entre 1h30 et 11 jours. 25% des poissons ont été bloqués plus de 8,7 jours. En moyenne 33% du temps de blocage a été passé sur le site, à l'aval proche du barrage, avec toutefois de grandes différences selon les individus. Pour les deux poissons qui n'ont pas franchi l'obstacle, l'un ne s'est présenté qu'une seule fois, l'autre a été reçu pendant 29 jours de façon intermittente presque tous les jours.

Il n'existe pas de données comportementales précises pour les trois derniers saumons lâchés car les antennes filaires qui permettent d'obtenir ces informations n'étaient pas réinstallées sur le barrage de Bergerac après la crue de juin (cf. chap. 5.1.2). Ainsi seulement cinq saumons ont pu être suivis de façon détaillée.

Pour ces cinq poissons, sur environ 203 heures de présence au pied du barrage, correspondant à un nombre cumulé de 44 incursions sur le site, ils ont effectué 89 incursions devant l'entrée de la passe où ils ont stationné un peu plus de 3 heures (1,5% du temps de présence sur site) ainsi que 16 incursions à l'intérieur de la passe.

En moyenne, il apparaît que les poissons :

- se sont présentés 2 fois devant la passe pour chaque incursion sur le site,
- sont entrés dans la passe après 5,6 présentations à l'entrée de la passe,
- sont entrés 4 fois dans la passe pour 1 franchissement.

En ce qui concerne les poissons qui ont réussi à franchir l'ouvrage, une fois engagés à l'intérieur de la passe, ils y ont séjourné 11 à 32 minutes, soit 1 à 3 minutes passées en moyenne dans chaque bassin.

5.3.2. AMENAGEMENT DE TUILIERES

11 saumons ont été suivis au niveau de l'aménagement de Tuilières entre le 11 mai et le 10 novembre. (Tableau 5).

5 saumons sur 11 sont parvenus à franchir l'ouvrage ce qui représente un taux de franchissement de 45%.

Les franchissements sont intervenus entre le 18 mai et le 27 octobre, pour des valeurs de débit de la Dordogne compris entre 111 et 267 m³/s. Quatre franchissements sur 5 se sont produits pour des débits inférieurs à 162 m³/s.

TUILIERES																				
Fréq	Arrivée	Dernière réception	Passage amont	Durée blocage (j)	Durée sur site (j)	Durée Z1 (h)	Durée Z2 (h)	Durée Z3 (h)	Durée Z4 (h)	Durée Z5 (h)	Durée Z6 (h)	Durée Z7 (h)	INC Site	INC Z1	INC Z2	INC Z3	INC Z4	INC Z5	INC Z6	INC Z7
49 561	11/05/2010 08:44	17/05/2010 11:16	non	6,1	4,2	2,0	0,2	0,1	0,5	0,0	3,4	0,0	23	56	12	97	50	96	16	4
49 681	14/05/2010 11:21	18/05/2010 15:55	oui	4,2	4,1	3,1	1,9	4,2	1,1	83,7	3,56	1,28	2	16	16	40	19	27	43	4
49 801	23/05/2010 05:57	25/05/2010 17:32	oui	2,5	2,0	13,6	0,9	8,6	1,8	12,3	0,59	10,17	4	38	6	40	61	35	20	15
49 861	22/05/2010 05:17	26/05/2010 03:57	oui	3,9	3,1	22,4	2,9	6,7	2,7	24,3	1,51	13,65	2	30	10	38	42	27	39	14
49811	01/08/2010 14:42	13/08/2010 15:54	non	14,4	6,5	47,6	0,0	34,3	0,0	73,2	0,00	0,00	20	19	0	20	1	19	0	0
49821	28/07/2010 20:27	08/08/2010 21:56	non	18,1	1,1	24,3	0,0	0,4	0,0	2,4	0,00	0,00	12	12	0	1	0	1	0	0
49 931	30/06/2010 17:25	04/08/2010 14:20	non	46,3	8,9	32,7	0,9	23,8	1,8	153,9	0,19	0,05	43	42	9	69	52	66	6	1
49 631	26/06/2010 11:40	20/10/2010 12:06	non	116	17,0	145,8	13,8	46,2	4,2	191,0	2,68	5,71	19	69	9	108	39	70	89	24
49721	06/10/2010 20:08	17/10/2010 06:28	oui	10,4	7,3	39,5	21,4	33,7	0,3	74,0	6,10	0,02	8	19	3	31	7	24	16	1
49 741	24/10/2010 10:34	27/10/2010 17:59	oui	3,3	2,6	6,2	0,9	21,5	0,4	31,6	1,11	0,07	4	20	8	33	13	19	24	4
49 910	28/10/2010 17:18	10/11/2010 20:39	non	13,1	13,0	20,72	18,26	18,82	0,86	252,67	0,62	0,06	3	24	25	55	25	40	22	1

Tableau 5 : Indicateurs de comportement des saumons marqués dans les différentes zones aval du barrage de Tuilières ; Z1 : zone générale barrage ; Z2 : barrage RG ; Z3 : zone générale centrale ; Z4 : clapet ; Z5 : zone générale usine ; Z6 : entrée ascenseur ; Z7 : intérieur ascenseur.

Pour les poissons qui ont franchi l'obstacle, les temps de blocage (durée entre la première réception et le franchissement de l'ouvrage) sont compris entre 2 jours et demi et 10 jours. 25% des poissons ont été bloqués plus de 4,2 jours. 78% de ce temps a été passé sur le site, à l'aval proche du barrage. Pour les poissons qui n'ont pas franchi l'obstacle, les temps de blocage (durée entre la première réception et le franchissement de l'ouvrage) sont compris entre 6 et 116 jours. 25% des poissons ont été bloqués plus de 39,2 jours. 24% de ce temps a été passé sur le site, à l'aval proche du barrage. Si l'on considère l'ensemble des poissons, 25% d'entre eux ont été bloqués plus de 16,2 jours.

Les onze saumons ont pu être suivis de façon détaillée. Sur environ 1673 heures de présence sur le site, correspondant à un nombre cumulé de 140 incursions sur le site, ils ont stationné 26% du temps dans les zones situées du côté du barrage (zones 1, 2 et 4) et 57% dans les zones situées du côté de l'usine (zones 5, 6 et 7). Les poissons ont effectué 275 incursions devant l'entrée de l'ascenseur (zone 6) où ils ont stationné presque 20 heures (1,2% du temps de présence sur site) ainsi que 68 incursions à l'intérieur du bassin de stabulation de l'ascenseur. Ils ont passé 3,6% du temps dans la zone 2, située à l'extrémité gauche du barrage, ce qui dans l'absolu est assez peu important mais qui est trois fois plus long que le temps passé devant l'ascenseur (zone 6).

Quatre individus ont fréquenté le site alors que le clapet de dévalaison des smolts était ouvert (avant le 19 juin) et sept individus alors que le clapet était fermé (après le 19 juin). Le premier lot (clapet ouvert) a passé 1,9% de son temps dans la zone au pied du clapet (zone 2) contre 0,6% pour le deuxième lot (soit 3,3 fois plus de temps). Il a effectué 5,55 incursions dans cette zone par incursion sur le site contre 1,26 incursions pour le deuxième lot (soit 4,4 fois plus). Le secteur du clapet semble donc plus attractif lorsque celui-ci est ouvert. Mais cela ne semble pas affecter l'attractivité des autres zones du barrage puisque le premier lot de poissons a également passé plus de temps (3,6 fois plus) et effectué plus d'incursions (2,6 fois plus) que le deuxième lot au niveau de l'ascenseur.

Deux poissons ne se sont jamais présentés au niveau de l'ascenseur. Sur les 9 poissons qui sont entrés dans le bassin de stabulation de l'ascenseur, 8 en sont ressortis sans être capturés dans la cuve de piégeage. Certains ont effectué plus de 20 allers retours. Seul le poisson n°49 721 a franchi le dispositif dès sa première présentation.

En moyenne, il apparaît que les poissons :

- se sont présentés 1,96 fois devant l'entrée de l'ascenseur pour chaque incursion sur le site,
- sont entrés dans la passe après 4 présentations à l'entrée de la passe,
- sont entrés 13,6 fois dans l'ascenseur pour 1 franchissement.

En ce qui concerne les poissons qui ont réussi à franchir l'ouvrage, une fois passés au niveau de l'ascenseur et engagés à l'intérieur de la passe à bassins, ils y ont séjourné 13 à 37 minutes pour quatre d'entre eux, soit 2 à 6 minutes passées en moyenne dans chaque bassin. Le cinquième poisson a séjourné 3h24 dans la passe.

5.3.3. AMENAGEMENT DE MAUZAC

5 saumons ont été suivis au niveau de l'aménagement de Mauzac entre le 19 mai et le 28 octobre. (Tableau 6).

5 saumons sur 5 sont parvenus à franchir l'ouvrage ce qui représente un taux de franchissement de 100%. Trois individus ont franchi l'aménagement au niveau de la passe de l'usine et deux au niveau du barrage, durant la période d'arrêt de l'usine.

Les franchissements à l'usine sont intervenus entre le 19 et le 27 mai, pour des valeurs de débit de la Dordogne d'environ 150 m³/s et les franchissements au barrage le 27 et le 28 octobre, pour des valeurs de débit de la Dordogne d'environ 260 m³/s, transitant en totalité au niveau du barrage.

MAUZAC															
Fréq	Arrivée	Dernière réception	Passage amont	Zone passage	Durée blocage (j)	Durée barrage (h)	Durée usine (h)	Durée Z2 (mn)	Durée Z3 (min)	Durée Z4 (h)	INC barrage	INC usine	INC Z2	INC Z3	INC Z4
49 681	19/05/2010 01:02	19/05/2010 07:46	oui	Usine	0,28	0	2	0	24,7	0,89	0	2	0	7	1
49 801	26/05/2010 02:42	26/05/2010 09:07	oui	Usine	0,27	0	6	13,9	8,3	0,45	0	1	9	5	1
49 861	26/05/2010 14:42	27/05/2010 09:23	oui	Usine	0,8	0	17,1	9,9	92,7	0,43	0	3	5	12	1
49 721	18/10/2010 22:59	27/10/2010 10:40	oui	Barrage	8,5	141,8	32,9	0	0	0	1	1	0	0	0
49 741	28/10/2010 08:36	28/10/2010 13:23	oui	Barrage	0,20	4,8	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Tableau 6 : Indicateurs de comportement des saumons marqués dans les différentes zones aval de l'aménagement de Mauzac : Z1 : zone générale usine ; Z2 : entrée passe n°1 ; Z3 entrée passe n°2 ; Z4 : intérieur passe (premier bassin) ; Z5 : intérieur passe (dernier bassin) ; Z6 : zone générale barrage ; Z7 : entrée passe ralentisseur barrage.

A l'exception d'un poisson, qui a franchi l'aménagement au barrage a nécessité un délai de 8 jours et demi, les temps de blocage (durée entre la première réception et le franchissement de l'ouvrage) sont inférieurs à 24h.

Les trois saumons ayant franchi l'ouvrage à l'usine ont été suivis de façon détaillée. Sur environ 25 heures de présence au pied du barrage, correspondant à un nombre cumulé de 6 incursions sur le site, ils ont effectué un total de 38 incursions devant les deux entrées de la passe où ils ont stationné presque 2 heures et demie (10 % du temps de présence sur site) ainsi que 3 incursions à l'intérieur de la passe. Les poissons ont effectué 2 fois plus d'incursions devant la deuxième entrée (entrée amont) que devant la première (entrée aval). Ils ont séjourné 5,3 fois plus de temps devant la deuxième entrée que devant la première.

En moyenne, il apparaît que les poissons :

- se sont présentés 6,3 fois devant les entrées de la passe pour chaque incursion sur le site,

Il n'a pas été possible de déterminer avec précision le nombre d'incursions à l'intérieur du dispositif, en aval du premier bassin de la passe.

Une fois engagés à l'intérieur de la passe, les poissons y ont séjourné entre 14 et 21 minutes, soit 0,6 à 0,9 minute passée en moyenne dans chaque bassin.

Les deux individus ayant franchi l'aménagement au niveau du barrage sont passés par la passe à ralentisseurs.

5.3.4. ENSEMBLE DES TROIS AMENAGEMENTS

A partir de l'expérimentation menée en 2010, il est possible d'appréhender l'impact cumulé des trois ouvrages de plusieurs façons :

- soit en cumulant les impacts de chacun des ouvrages (86% de franchissement pour Bergerac, 45% pour Tuilières et 100% pour Mauzac) ; on obtient alors un taux de franchissement global estimé à 39% ;
- soit en considérant seulement les poissons relâchés à l'aval de Bergerac. 3 sur 7 sont parvenus à franchir les 3 ouvrages, soit un taux de franchissement global de 43%.

5.4. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LES DONNEES 2008

Une opération de suivi de 10 saumons par radio télémétrie a été menée sur la Dordogne en 2008 au niveau des barrages du Bergeracois (Clave et al., 2009). A cette période, le barrage de Tuilières était en phase de reconstruction. La retenue était vidangée, les vannes déposées et l'ouvrage était totalement transparent à la migration des poissons. Les données concernent donc uniquement les aménagements de Bergerac et de Mauzac.

5.4.1. AMENAGEMENT DE BERGERAC

L'étude 2008 a permis de suivre le comportement de six saumons au niveau de l'aménagement de Bergerac.

Entre 2008 et 2010, des travaux ont été réalisés par EDF pour abaisser le radier de l'échancrure du premier bassin et diminuer la hauteur de chute en basses eaux au niveau de l'entrée de la passe à poissons. A noter que les chutes correspondant aux débits de la saison de migration 2008 n'étaient pas rédhibitoires pour le saumon, espèce aux fortes capacités de nage. En revanche l'attractivité de la passe a pu s'en trouver modifiée.

On peut aussi noter que les débits en 2008 étaient sensiblement supérieurs à ceux de 2010 durant toute la première période du suivi (Figure 16), cet élément pouvant contribuer à expliquer certaines différences dans le comportement des poissons.

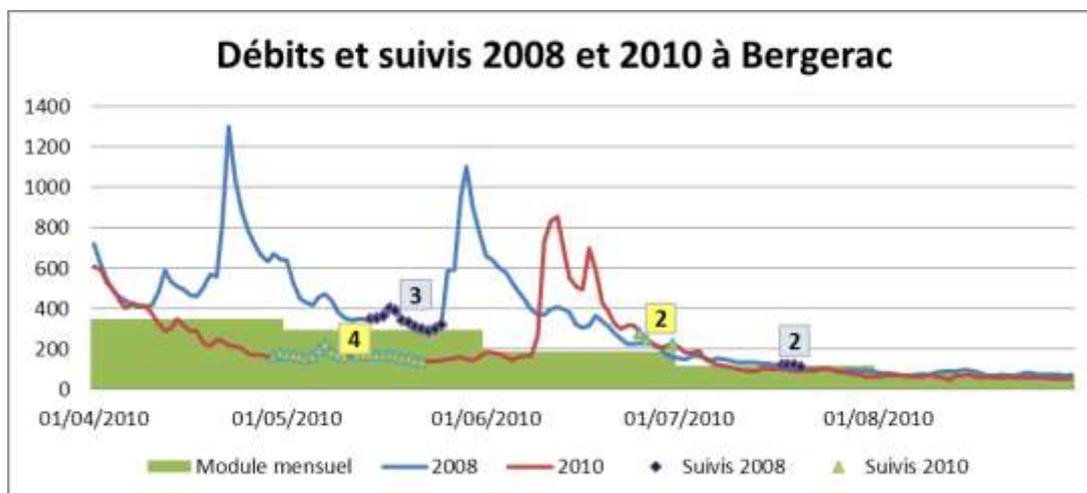


Figure 16 : Comparaison des débits de la Dordogne (mesurés à la station de Lamonzie St Martin) en 2008 et 2010 durant les périodes de suivi des saumons radio marqués. Les chiffres indiquent le nombre de saumons ayant franchi l'aménagement qui ont été suivis durant les différentes périodes

Le tableau 7 présente un comparatif des résultats obtenus en 2008 et en 2010.

	Etude MIGADO 2008	Etude EPIDOR 2010
Nombre de saumons suivis	6	7
Nombre (taux) de franchissement	5 (83%)	6 (86%)
Durée de blocage des poissons ayant franchi l'aménagement	Min 0,1 j 3° quartile 1,5 j Max 2,5 j	Min 0,1 j 3° quartile 8,7 j Max 10,9 j
Durée de blocage de l'ensemble des poissons	Min 0,1 j 3° quartile 2,5 j Max 45 j	Min 0,1 j 3° quartile 10,5 j Max 29,1 j
(1) EP/Site	1,5	2
(2) EP/IP	4,7	5,6
(3) IP/Amt	2,3	4
(4) EP/Amt	10,5	22,3
(5) Site/Amt	7	11

Tableau 7 : Comparaison des résultats des suivis par radiotélémetrie à Bergerac en 2008 et 2010 d'après les données de Clave et al (2009). (1) EP/Site = nombre d'incursions à l'entrée de la passe par nombre d'incursions sur le site ; (2) EP/IP = nombre d'incursions à l'entrée de la passe par nombre d'incursions à l'intérieur de la passe ; (3) IP/Amt = nombre d'incursions à l'intérieur de la passe par poisson ayant franchi l'aménagement ; (4) EP/Amt = nombre d'incursions à l'entrée de la passe par poisson ayant franchi l'aménagement ; (5) Site/Amt = nombre d'incursions sur le site par poisson ayant franchi l'aménagement.

D'une manière globale, les résultats obtenus au cours des deux opérations sont assez comparables. Si l'on cumule les données obtenues, le taux de franchissement de l'obstacle peut donc être estimé sur ces deux années à 86% (11 saumons sur 13).

5.4.1. AMENAGEMENT DE MAUZAC

L'étude 2008 a permis de suivre le comportement de quatre saumons au niveau de l'aménagement. Le tableau 8 présente un comparatif des résultats des campagnes 2008 et 2010.

	Etude MIGADO 2008	Etude EPIDOR 2010
Nombre de saumons suivis	4	5
Nombre (taux) de franchissement	1 (25%)	5 (100%)
Durée de blocage des poissons ayant franchi l'aménagement	122,6	Min 0,2 j
Durée de blocage de l'ensemble des poissons	Min 2,1 j 3° quart 80,6 j Max 122,6 j	3° quartile 0,8 j Max 8,5 j

Tableau 8 : Comparaison des résultats des suivis par radiotélémetrie à Mauzac en 2008 et 2010

Entre 2008 et 2010, plusieurs changements sont intervenus. Un calage hydraulique des deux entrées de la passe à poissons a été réalisé et le système de réglage des chutes au niveau des entrées a été amélioré. Le protocole de fonctionnement de l'usine concernant les priorités de fonctionnement des groupes en période de migration a été mis en place. Les résultats bien supérieurs obtenus en 2010 sont probablement à relier à ces améliorations.

A noter que les conditions rencontrées en 2010 ont été très particulières. Les trois poissons qui ont franchi l'obstacle au niveau de l'usine sont passés dans une même période durant laquelle les débits turbinés étaient très faibles et les groupes 5 et 6 étaient à l'arrêt complet. Les jets des deux entrées de la passe à poissons n'étaient alors perturbés par aucun autre écoulement proche. Les deux autres poissons ont franchi l'obstacle au barrage lorsque l'usine était à l'arrêt.

Les conditions rencontrées lors des études de 2008 et de 2010 étant très différentes, il n'est pas possible de regrouper les données.

5.5. COMPARAISON AVEC D'AUTRES ETUDES DE REFERENCE

Les résultats du suivi 2010 peuvent être comparés à plusieurs autres études récentes réalisées suivant des protocoles similaires. Le tableau 9 présente des indicateurs comportementaux obtenus au cours de ces différentes études. Leur comparaison peut permettre de mieux appréhender les difficultés auxquelles sont confrontés les poissons au niveau de Bergerac, Tuilières et Mauzac.

	Nb de poissons suivis	% franchissement	Durée de blocage des poissons ayant franchi l'aménagement	(1) EP/Site	(2) EP/IP	(3) IP/Amt	(4) EP/Amt	(5) Site/Amt
Castetarbe 2000 et 2001	33	97%	Min 0 j 3° quartile 5,4 j Max 94,8 j	2,9	4,4	4,1	18,0	6
Baigts 2000	28	71%	Min 0,4 j 3° quartile 95,3 j Max 137,3 j	0,6	4,7	13,9	64,7	116
Baigts 2001	33	79%	Min 0 j 3° quartile 55,8 j Max 136,6 j	0,3	2,9	6,8	19,5	75
Bergerac 2008 et 2010	13	85%	Min 0,1 j 3° quartile 3,6 j Max 10,9 j	1,8	5,2	2,8	14,6	8
Mauzac 2008	4	25%	122,6	1	?	?	?	99
Mauzac 2010	3	100%	Min 0,2 j 3° quartile 0,8 j Max 8,5 j	6,3	?	?	12,7	2
Tuilères 2010	11	45%	Min 2,5 j 3° quartile 4,2 j Max 10,4 j	2	4	13,6	55	28

Tableau 9 : Comparaison des résultats de plusieurs études de suivi de saumons par radiotéléométrie, d'après les données de Bau et al. (2002a et b), Chanseau et al. (2001a et b), Clave et al (2009). (1) EP/Site = nombre d'incursions à l'entrée de la passe par nombre d'incursions sur le site ; (2) EP/IP = nombre d'incursions à l'entrée de la passe par nombre d'incursions à l'intérieur de la passe ; (3) IP/Amt = nombre d'incursions à l'intérieur de la passe par poisson ayant franchi l'aménagement ; (4) EP/Amt = nombre d'incursions à l'entrée de la passe par poisson ayant franchi l'aménagement ; (5) Site/Amt = nombre d'incursions sur le site par poisson ayant franchi l'aménagement.

Parmi tous les ouvrages testés, le dispositif de Castetarbe (Chanseau et al. 2001a, Bau et al. 2002a) semble présenter l'impact le moins important, avec à la fois un taux de franchissement élevé et des durées de blocage modérées. Sur ce site, les poissons effectuent en moyenne 2,9 incursions à l'entrée de la passe pour chaque incursion sur le site, ce qui constitue un indicateur de la facilité avec laquelle les poissons s'approchent du dispositif de franchissement. En moyenne, une entrée dans le dispositif survient après 4,4 présentations à l'entrée de la passe et le franchissement amont intervient après 4,1 incursions dans le dispositif. Au final, on dénombre 197 présentations sur site pour 32 franchissements, soit en moyenne 6 incursions sur site avant franchissement.

Les résultats obtenus à Baigts (Chanseau et al. 2001b, Bau et al. 2002b) signent par contre des difficultés de franchissement conséquentes, qui ont été expliquées par la position de l'entrée de la passe, sur la rive opposée à l'usine, dans une zone trop peu attractive. Les différences observées entre 2000 et 2001 sont également expliquées par une évolution des débits délivrés au niveau du barrage, à proximité de l'entrée de la passe, et par la mise en place d'un système anti-retour à l'entrée de l'ascenseur afin d'éviter les nombreuses ressorties de poissons qui s'étaient engagés à

l'intérieur du dispositif. Sur ce site, les poissons effectuent en moyenne 0,3 (en 2001) à 0,6 (en 2000) incursion à l'entrée de la passe pour chaque incursion sur le site. En moyenne, une entrée dans le dispositif survient après 2,9 (en 2001) à 4,7 (en 2000) présentations à l'entrée de la passe. Le franchissement amont intervient après 6,8 (en 2001) à 13,9 (en 2000) incursions dans le dispositif. Au final, pour les années 2000 et 2001, on a dénombré respectivement 2 198 et 1 960 présentations sur site pour 19 et 26 franchissements, soit en moyenne plus de 115 et 75 présentations sur site avant franchissement.

Au niveau de l'aménagement de Bergerac, les poissons effectuent en moyenne (données 2008 et 2010 cumulées) 1,8 incursions à l'entrée de la passe pour chaque incursion sur le site, contre 2,9 à Castetarbe. On peut considérer que cette moindre valeur traduit une certaine difficulté des poissons à se présenter devant le dispositif. Cette difficulté peut être exacerbée lorsque les débits sont élevés : l'indicateur était de 1,5 en 2008, pour une saison présentant des débits plus élevés, contre 2,0 en 2010 pour des débits plus faibles (Tableau 7). En moyenne, une entrée dans le dispositif survient après 5,2 présentations à l'entrée passe et le franchissement amont intervient après 3,1 incursions dans le dispositif. Ces chiffres, assez comparables à ceux de Castetarbe, laissent penser que les poissons, une fois devant l'entrée de la passe, éprouvent peu de difficulté à rentrer dans le dispositif et à passer à l'amont. Au final, on dénombre 72 présentations sur site pour 8 franchissements, soit en moyenne 8 présentations sur site par franchissement.

En ce qui concerne l'aménagement de Tuilières, les poissons semblent également éprouver certaines difficultés à se présenter au niveau de l'entrée de la passe, avec en moyenne 2 incursions à l'entrée de la passe par présentation sur le site. La relativement faible valeur de cet indicateur corrobore le fait que deux poissons ne se sont jamais présentés au pied de l'ascenseur. En moyenne, une entrée dans le dispositif survient après 4 présentations à l'entrée passe ce qui signifie que les poissons ont peu de difficulté à rentrer dans le dispositif. Mais le franchissement amont nécessite en moyenne plus de 13 incursions dans le dispositif ce qui révèle un véritable problème à ce niveau. En effet il a été constaté que la majorité des poissons parvient à ressortir du bassin de stabulation de l'ascenseur, malgré la barrière anti retour actuellement en place. Au final, on dénombre 140 présentations sur site pour 5 franchissements, soit en moyenne 28 présentations sur site par franchissement.

Sur l'aménagement de Mauzac en 2010, les poissons se présentent très fréquemment au niveau des entrées du dispositif de franchissement avec en moyenne plus de 6 incursions à l'entrée de la passe pour chaque présentation sur le site. On peut rappeler que la nouvelle entrée, située le plus en amont, est 2 fois plus fréquentée que l'ancienne. Même s'il n'y a pas de données précises concernant l'incursion dans le dispositif, dans les canaux de liaison situés entre les entrées et le premier bassin de la passe, on peut considérer que les poissons semblent s'y engager assez facilement. Au final, en 2010 on dénombre 6 présentations sur site pour 3 franchissements, soit en moyenne 2 présentations sur site par franchissement. En 2008, les résultats au niveau de Mauzac apparaissent très différents. On n'enregistre que 1 incursion à l'entrée de la passe pour chaque présentation sur site, ce qui est très faible. Malgré l'absence de données sur les incursions à l'intérieur de la passe, il y a tout lieu de penser qu'à l'exception de celui qui a réussi à franchir l'obstacle, les poissons ne sont pas entrés dans le dispositif. Cela résulte très probablement de problèmes d'attractivité des deux entrées dont les jets étaient fortement masqués par les courants générés par l'usine. Au final, en 2008 on dénombre 99 présentations sur site pour 1 seul franchissement.

6. DISCUSSION ET CONCLUSION

6.1. L'IMPACT GLOBAL DES AMENAGEMENTS

Plusieurs éléments doivent être pris en compte dans l'interprétation des résultats. D'une part, le nombre de poissons sur lesquels portent les analyses est limité : 11 à Bergerac, 11 à Tuilières, 9 à Mauzac (incluant les campagnes MIGADO 2008 et EPIDOR 2010). D'autre part les suivis, qui ont été réalisés au cours de deux saisons seulement, ne couvrent pas complètement toutes les conditions hydrologiques susceptibles d'être rencontrées durant la période de migration des saumons. En effet, les résultats concernent principalement des périodes de débit relativement modérés, inférieurs à 200 m³/s, situations qui semblent plutôt favorables aux franchissements des sites étudiés.

Toutefois, il semble possible de porter un premier diagnostic global et de conclure que **chacun des trois ouvrages exerce un impact significatif sur la remontée des saumons.**

Dans l'état actuel des choses, le cumul de ces impacts empêche certainement plus de 50% des saumons de franchir l'ensemble des ouvrages. **Il apparaît donc absolument indispensable d'apporter des améliorations importantes aux conditions de franchissement des barrages du bergeracois.**

Les résultats montrent que l'ampleur des impacts n'est pas équivalente sur tous les obstacles. Ils montrent aussi que sur un site donné, ces impacts ne sont pas forcément constants dans le temps et qu'ils peuvent dépendre de façon importante de facteurs environnementaux ou de facteurs liés au fonctionnement des aménagements. Les suivis comportementaux laissent également entrevoir des voies de travail susceptibles d'améliorer l'efficacité des dispositifs en place, sans toutefois garantir que ces améliorations permettront d'atteindre des résultats suffisants.

Les recommandations formulées ci-après sont complémentaires des améliorations envisagées ou attendues sur les différents ouvrages en matière de dévalaison ou concernant les autres espèces, anguille et alose notamment.

6.2. BERGERAC : DIAGNOSTIC ET VOIES DE TRAVAIL POSSIBLES

L'ouvrage de Bergerac n'est manifestement pas l'ouvrage le plus problématique. Néanmoins, il n'apparaît pas totalement transparent ni en 2008, ni en 2010. Au-delà d'un taux de franchissement qu'il reste difficile de chiffrer précisément, mais qui reste certainement inférieur à 90%, on observe des durées de blocage assez conséquentes indiquant que certains poissons éprouvent des difficultés à trouver le passage.

Le problème principal semble résider dans la capacité des poissons à repérer l'entrée du dispositif de franchissement. Ceci peut être mis en relation avec les dimensions importantes de l'ouvrage et le faible débit d'équipement, qui entraîne des déversements généralement importants sur la crête du barrage, longue de 165 m. Ces déversements constituent un attrait important qui a très probablement tendance à « fixer » les poissons au pied du seuil, à les dissuader de prospecter vers la rive droite et de trouver l'entrée de la passe.



Photo 16 : L'importance de la longueur de crête déversante du barrage de Bergerac.

Pour améliorer les conditions de franchissement à Bergerac, premier obstacle rencontré par les poissons sur l'axe Dordogne, deux grands types de solutions peuvent être envisagées :

- **faciliter la présentation des poissons à l'entrée de la passe en concentrant une plus grande partie des débits à proximité du dispositif de franchissement, sans pour autant perturber l'entrée ;**
- **construire un deuxième dispositif de franchissement, complémentaire au premier, en veillant à ce qu'il présente une bonne attractivité.**

6.3. TUILIÈRES : DIAGNOSTIC ET VOIES DE TRAVAIL POSSIBLES

L'ouvrage de Tuilières s'est révélé le plus problématique en 2010 (non suivi en 2008). Moins d'un poisson sur deux a franchi l'obstacle et des durées de blocage très conséquentes ont été observées.

Le principal problème est qu'une fois à l'intérieur du dispositif de stabulation, au pied de l'ascenseur, les poissons ne se trouvent pas fixés. Sur les 9 poissons qui sont entrés dans le dispositif, 8 sont ressortis sans avoir été captés par la cuve de l'ascenseur. L'un d'eux a effectué jusqu'à 24 aller-retour.



Photo 17 : Le système de piégeage et de stabulation au pied de l'ascenseur de Tuilières.

Les données montrent que si le système anti-retour équipant le bassin de stabulation avait empêché les saumons de ressortir et permis un passage dès la première incursion, le taux de franchissement

de l'ouvrage aurait été de 81% au lieu de 45%. Le temps de blocage des 5 poissons ayant réussi à franchir l'obstacle aurait été écourté d'un facteur variant entre 1 et 20 (Tableau 10).

N° fréquence du poisson	(1) Temps de blocage observé à Tuilières (j)	(2) Temps de blocage simulé (j)
49 681	4,2	1,3
49 801	2,5	0,1
49 861	3,9	1,2
49 721	10,4	10,4
49 741	3,3	1,2

Tableau 10 : Comparaison des temps de blocage des poissons ayant franchi l'aménagement de Tuilières avec (1) le fonctionnement actuel du système anti retour et (2) l'hypothèse d'un franchissement de l'obstacle dès la première incursion dans le bassin de stabulation de l'ascenseur

Les poissons semblent également éprouver certaines difficultés à trouver l'entrée du dispositif de franchissement. Sur ce point, il est intéressant de noter que les poissons passent plus de temps le long de la rive gauche du barrage, à proximité de l'entrée de la passe à anguilles, qu'à l'entrée de l'ascenseur. Ces difficultés peuvent être mises en relation avec les dimensions importantes de l'ouvrage : un barrage de 105 m de large qui se prolonge par une usine de 60 m.

Si pour l'instant il n'existe aucune donnée précise sur la question, on peut tout de même penser, de façon pragmatique, que le fonctionnement de l'usine peut également jouer sur l'attractivité des différentes zones aval de l'aménagement. Durant l'expérimentation, le groupe 8 n'a pas fonctionné et le groupe 7 a nettement moins fonctionné que les autres. Ces conditions de fonctionnement de l'usine n'ont peut-être pas permis de disposer des meilleures conditions d'attractivité possibles pour l'ascenseur.

A noter qu'une fois l'ascenseur repéré par les poissons, ils n'éprouvent que peu de réticence à rentrer dans le dispositif.

En ce qui concerne les perturbations susceptibles d'être engendrés par l'ouverture du clapet de dévalaison des smolts, en l'état actuel des choses, les saumons ne semblent pas perturbés outre mesure. Il n'existe pour l'heure aucune information en ce qui concerne l'aloise ou la lamproie.

Pour améliorer les conditions de franchissement au niveau de Tuilières :

- **Il convient d'agir au niveau du bassin de stabulation de l'ascenseur afin de réduire, voire d'annuler, les possibilités de sortie des poissons, en veillant à ne pas créer d'effet répulsif ;**
- **il conviendrait également de réfléchir à une consigne de fonctionnement des groupes de l'usine qui favoriserait l'attractivité de la partie droite de l'usine et qui faciliterait la présentation des poissons à l'entrée de l'ascenseur.** Si cela se révélait insuffisant, sur la base du comportement observé des poissons qui stationnent de façon non négligeable vers la rive gauche, **il conviendrait d'aménager un dispositif de franchissement complémentaire au barrage à proximité de la passe à anguilles.**

6.4. MAUZAC : DIAGNOSTIC ET VOIES DE TRAVAIL POSSIBLES

Les résultats de 2010 montrent que dans certaines conditions, Mauzac se révèle être l'obstacle le plus facilement franchissable, avec 100% de franchissement et des durées de blocage presque nulles, alors qu'en 2008, les résultats étaient extrêmement mauvais.

Il est important de préciser qu'en 2010, les franchissements à l'usine sont intervenus par faible débit (pas de surverse au barrage) avec les groupes G5 et G6 complètement à l'arrêt. Ceci conforte les conclusions déjà formulées concernant l'impact majeur du fonctionnement de l'usine sur les performances des dispositifs de franchissement. Il est important de préciser que la situation de 2010 va au-delà de la consigne de fonctionnement actuellement en place, qui prévoit seulement qu'en période de migration le fonctionnement de G6 est limité à 40 m³/s (60%) et le démarrage de G5 s'effectue en dernier niveau.

Il faut aussi considérer qu'en 2010, le débit d'attrait de la passe était parfaitement opérationnel à la période du passage des poissons à l'usine, une opération de nettoyage venant d'être réalisée par des plongeurs dans les semaines précédentes, à la fin du mois d'avril. Précédemment, des problèmes de colmatage étaient constatés de façon récurrente au niveau de la prise d'eau du débit d'attrait, réduisant d'autant l'attractivité de la passe à poissons.



Photo 18 : Les deux entrées de la passe de l'usine de Mauzac, sous l'influence du fonctionnement des groupes 5 et 6.

Par ailleurs, le fait que 2 poissons ont franchi assez facilement l'aménagement de Mauzac au niveau du barrage avec des débits de 260 m³/s, montre que la passe à ralentisseur peut présenter une bonne fonctionnalité pour le saumon. Etant fortement sujette au colmatage, par les renoucles notamment, elle doit être régulièrement entretenue. Son entrée aval, qui présente une chute un peu importante pour les faibles débits, doit également être optimisée.



Photo 19 : Les défauts de la passe du barrage de Mauzac : colmatage amont (a), chute importante à l'aval (b).

Plusieurs recommandations peuvent être formulées pour améliorer durablement les conditions de franchissement de l'aménagement de Mauzac :

- **optimiser l'entrée aval de la passe à ralentisseurs du barrage et assurer son entretien régulier ;**
- **garantir le débit d'attrait complémentaire de la passe à poissons de l'usine ;** ce point, devrait être résolu grâce aux travaux de reconfiguration de la prise d'eau prévus par EDF en été 2011 ;
- **mettre en œuvre une consigne de fonctionnement de l'usine plus ambitieuse pendant les périodes de migration.** En première analyse, il conviendrait de **réduire au minimum le fonctionnement du G6 et d'arrêter le G5.** Ceci aurait évidemment pour conséquence de rendre plus fréquents les épisodes de déversement au barrage. Dans ces conditions, l'optimisation de la passe à ralentisseurs du barrage devient d'autant plus essentielle. L'augmentation des déversements au barrage va également attirer d'autres espèces migratrices comme l'alose pour lesquelles une passe à ralentisseurs n'est pas adaptée. **Il conviendra donc d'aménager un nouveau dispositif de franchissement adapté à toutes les espèces concernées au niveau du barrage.** Cet aménagement a déjà été évoqué comme une opportunité dans les réflexions sur le projet de stade d'eaux vives de Mauzac et identifié comme une nécessité pour la mise en œuvre du débit réservé au niveau du barrage.

7. BIBLIOGRAPHIE

BAU F., CHANSEAU M., LARINIER M., 2002a. Contrôle de l'efficacité de la passe à poissons de l'aménagement hydroélectrique EDF de Castetarbe sur le Gave de Pau. Rapport GHAAPPE RA02.04, 10p. + annexes

BAU F., CHANSEAU M., LARINIER M., 2002b. Etude de l'efficacité du futur ascenseur à poissons de l'aménagement hydroélectrique EDF de Baigts de Béarn sur le Gave de Pau – Année 2001. Rapport GHAPPE RA02.03, 20 p. + annexes.

BARAS E. and CHERRY B., 1990. Seasonal activities of female *Barbus barbus* (L.) in the river Ourthe (Southern Belgium), as revealed by radio tracking. *Aquatic Living Ressources*, 3, 283-294.

BARAS E. and LAGARDERE J.P., 1995. Fish telemetry in aquaculture : review and perspectives. *Aquaculture International*, 3, 77-102.

CAUT I., CARRY L., CHANSEAU M., GRACIA S., 2007. Poissons migrateurs amphihalins du bassin de la Dordogne. Rapport de synthèse MIGADO 19D-07-RT

CHANSEAU M., GUERRI O., 2007. Bilan de la situation du saumon, des aloses et ses lamproies dans le bassin de la Dordogne. Perspectives d'actions à mettre en œuvre dans le plan de gestion des poissons migrateurs. EPIDOR & MIGADO. 63 p.

CHANSEAU M., LARINIER M., 2001a. Contrôle de l'efficacité de la passe à poissons de l'aménagement hydroélectrique EDF de Castetarbe sur le Gave de Pau. Rapport GHAAPPE RA02.04, 7p.

CHANSEAU M., LARINIER M., 2001b. Etude de l'efficacité du futur ascenseur à poissons de l'aménagement hydroélectrique EDF de Baigts de Béarn sur le Gave de Pau. Rapport GHAAPPE RA01, 17p.

CLAVE D., CHANSEAU M., NOTELET E., FILLOUX D., 2009. Suivi par radiotélémetrie du franchissement du barrage de Bergerac et de l'usine de Mauzac par le saumon atlantique. Rapport MI.GA.DO. 27 p. + annexes

DARTILONGUE J., 1993 à 1996. Suivis du fonctionnement de la passe à poissons de Mauzac. EDF & SCEA

DARTILONGUE J. & FATIN D., 1995. Etude préliminaire de la reproduction des aloses en 1995 entre Tuilières et Mauzac sur la Dordogne. EDF

EPIDOR, 2009. Les barrages du Bergeracois. Note d'information

8. ANNEXES

8.1. LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Effectif des remontées de saumons sur la Dordogne entre 1989 et 2010 aux stations de contrôle vidéo des migrations.

Figure 2 : Comparaison des migrations mensuelles de saumons comptabilisées à Tuilières sur la Dordogne et à Golfech sur la Garonne sur la période 1993/2006.

Figure 3 : Carte de localisation des habitats du saumon dans le bassin de la Dordogne.

Figure 4 : Histogramme des débits mensuels moyens de la Dordogne en 2010 et sur la période de référence de 52 ans à Lamonzie-Saint-Martin.

Figure 5 : Carte de localisation des trois aménagements de Bergerac, Tuilières et Mauzac.

Figure 6 : Schéma du principe du radiopistage en milieu aquatique.

Figure 7 : Caractéristiques de l'émetteur ATS F 1840.

Figure 8 : Schéma des zones de réception au niveau de l'aménagement de Bergerac.

Figure 9 : Schéma des zones de réception au niveau de l'aménagement de Tuilières.

Figure 10 : Schéma des zones de réception au niveau de l'aménagement de Mauzac.

Figure 11 : Courbe des débits et des températures de la Dordogne en 2010.

Figure 12 : Bilan des principaux événements concernant le fonctionnement de l'aménagement de Bergerac en 2010.

Figure 13 : Bilan des principaux événements concernant le fonctionnement de l'aménagement de Tuilières en 2010.

Figure 14 : Bilan des principaux événements concernant le fonctionnement de l'aménagement de Mauzac en 2010.

Figure 15 : Distribution des opérations de marquage durant la saison de migration.

Figure 16 : Comparaison des débits de la Dordogne en 2008 et 2010 durant les périodes de suivi des saumons radiomarqués.

Tableau 1 : Comparaison du nombre de remontées de saumons aux stations de Tuilières et de Mauzac en 2004, 2005, 2009 et 2010.

Tableau 2 : Récapitulatif des données caractéristiques des aménagements hydroélectriques du Bergeracois.

Tableau 3 : Caractéristiques des saumons capturés et marqués pour le suivi radiotéléométrique

Tableau 4 : Indicateurs de comportement des saumons marqués dans les différentes zones aval du barrage de Bergerac.

Tableau 5 : Indicateurs de comportement des saumons marqués dans les différentes zones aval du barrage de Tuilières.

Tableau 6 : Indicateurs de comportement des saumons marqués dans les différentes zones aval de l'aménagement de Mauzac.

Tableau 7 : Comparaison résultats des suivis par radio télémétrie à Bergerac en 2008 et 2010.

Tableau 8 : Comparaison des résultats des suivis par radio télémétrie à Mauzac 2008 et 2010

Tableau 9 : Comparaison des résultats de plusieurs études de suivi de saumons par radiotélémétrie.

Tableau 10 : Comparaison des temps de blocage des poissons ayant franchi l'aménagement de Tuilières avec (1) le fonctionnement actuel du système anti retour et (2) l'hypothèse d'un franchissement de l'obstacle dès la première incursion dans la zone de stabulation de l'ascenseur

Photo 1 : Le barrage de Bergerac.

Photo 2 : L'entrée de la passe à poissons de Bergerac (a) et l'intérieur d'un bassin à deux fentes verticales (b).

Photo 3 : Le barrage de Tuilières

Photo 4 : Vue aval du barrage de Tuilières.

Photo 5 : Détail des organes de l'ascenseur à poissons de Tuilières : la nasse mobile (a), la cuve (b), la passe souterraine (c).

Photo 6 : Le barrage et l'usine de Mauzac.

Photo 7 : Vue aval du barrage de Mauzac (a) et la passe à ralentisseurs du barrage (b).

Photo 8 : Les deux entrées de la passe de l'usine de Mauzac.

Photo 9 : La passe à bassins de l'usine de Mauzac.

Photo 10 : Le système de capture dans le bassin de la passe de Tuilières.

Photo 11 : Le nouveau piège de la passe de Tuilières.

Photo 12 : Marquage d'un saumon : un émetteur (a) ; l'insertion de l'émetteur dans l'estomac du saumon à l'aide d'un tube pousseur (b) ; passage de l'antenne entre les arcs branchiaux du saumon (c).

Photo 13 : Le transport des poissons : un saumon dans sa poche de transport (a) ; un saumon dans sa cage de réveil sur le site de lâcher (b).

Photo 14 : Les stations de réception et d'enregistrement ATS R2100.

Photo 15 : Saumon passant devant la vitre de visualisation à Mauzac.

Photo 16 : L'importance de la longueur de crête déversante du barrage de Bergerac

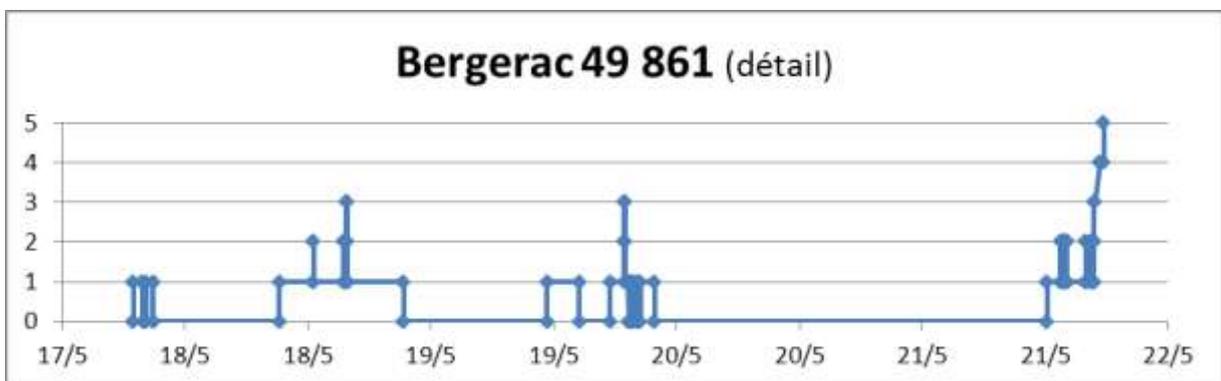
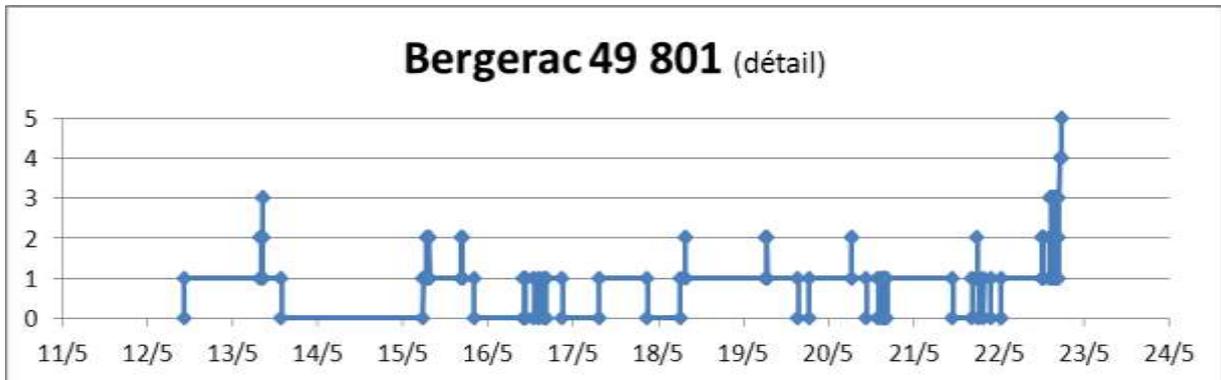
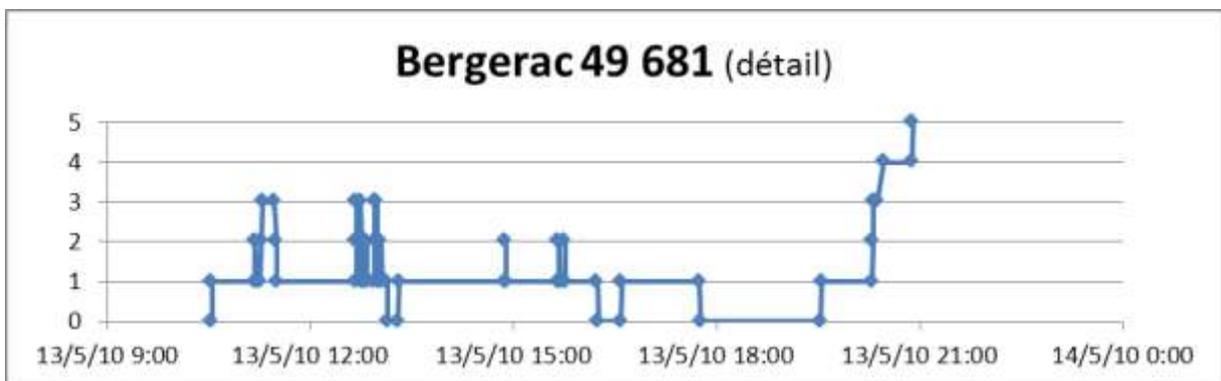
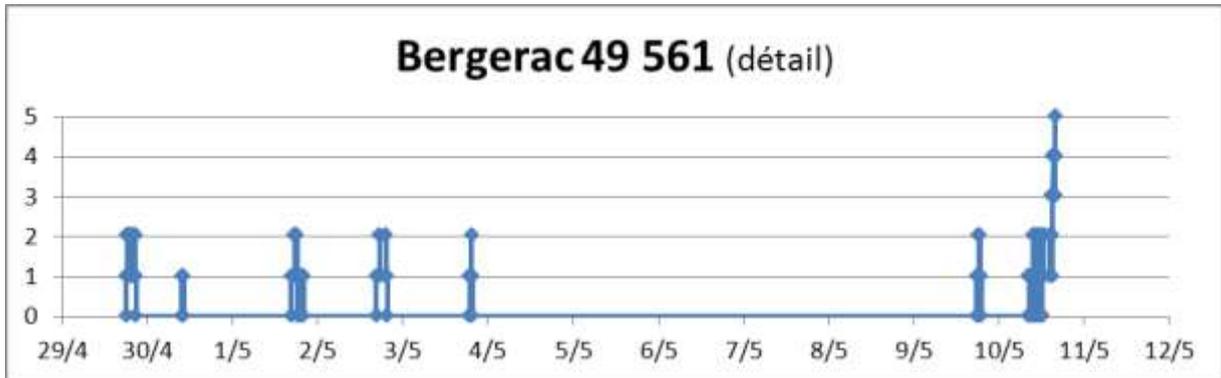
Photo 17 : Le système de piégeage et de stabulation au pied de l'ascenseur de Tuilières.

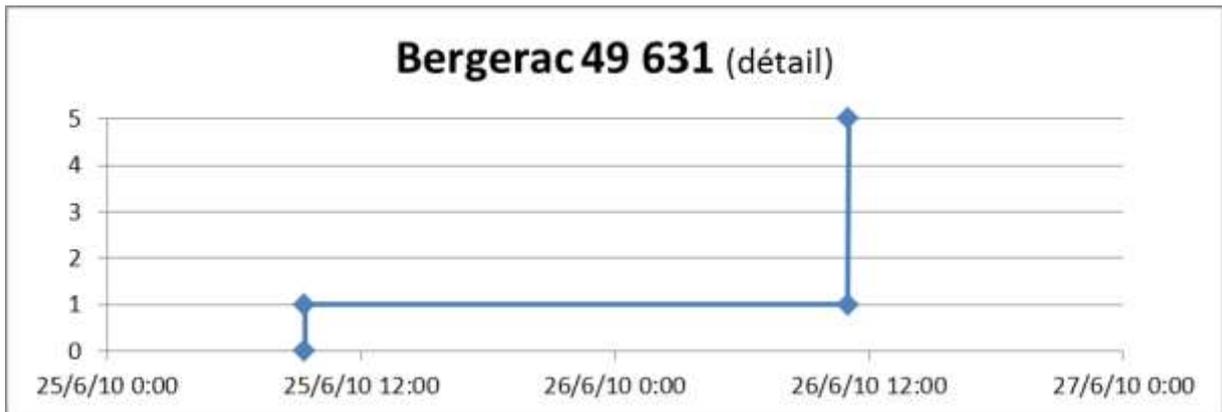
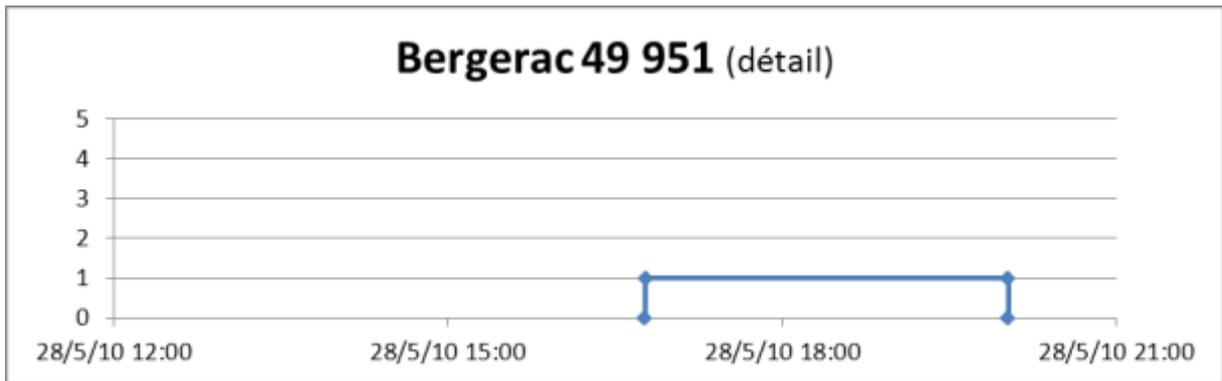
Photo 18 : Les deux entrées de la passe de l'usine de Mauzac, sous l'influence du fonctionnement des groupes 5 et 6.

Photo 19 : Les défauts de la passe à ralentisseurs du barrage de Mauzac : colmatage amont (a), chute importante à l'aval (b).

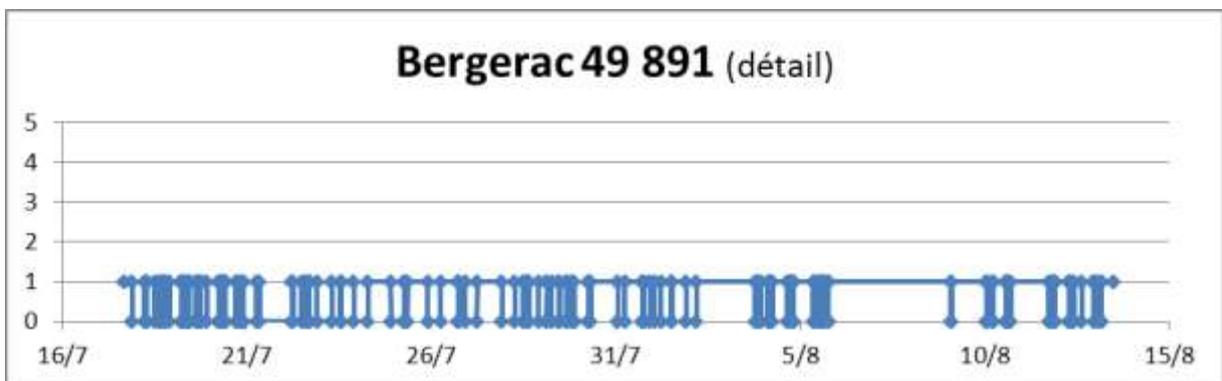
8.2. DETAIL DU COMPORTEMENT DES 7 SAUMONS SUIVIS A BERGERAC

Dates en abscisses, zones de réception en ordonnées (cf. chap. 4.7.1)



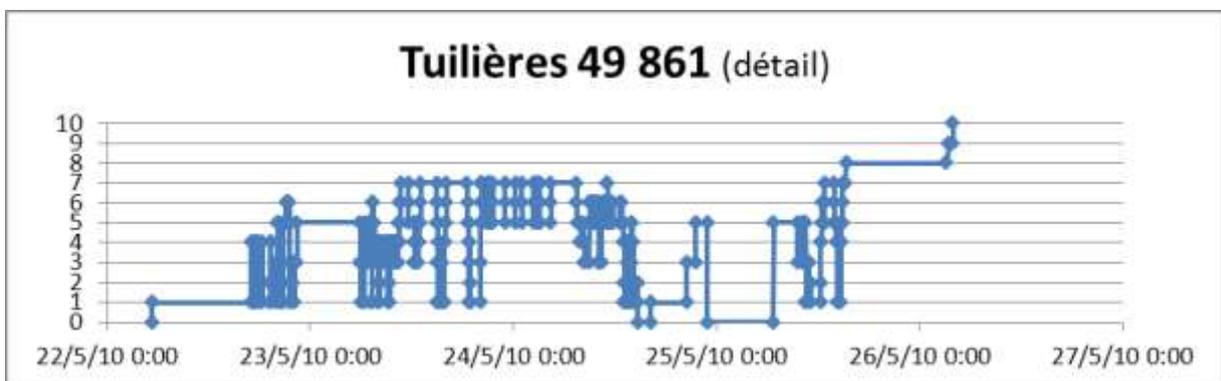
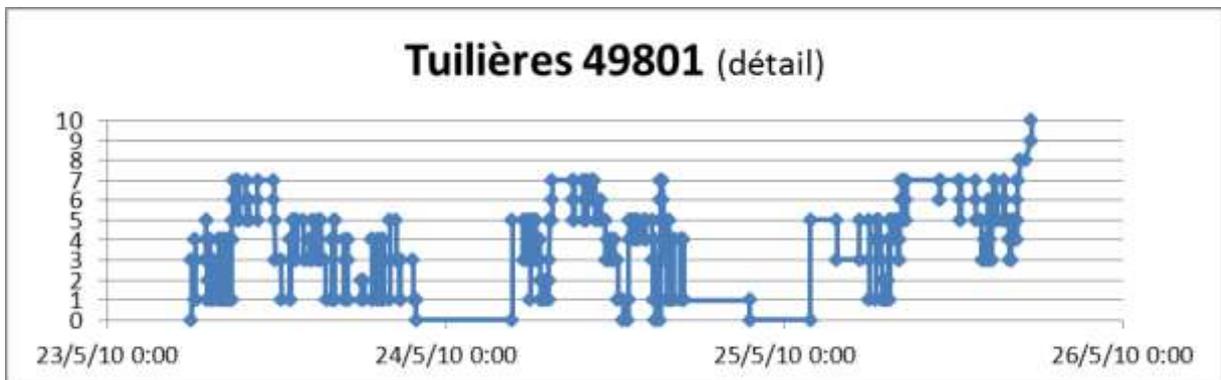
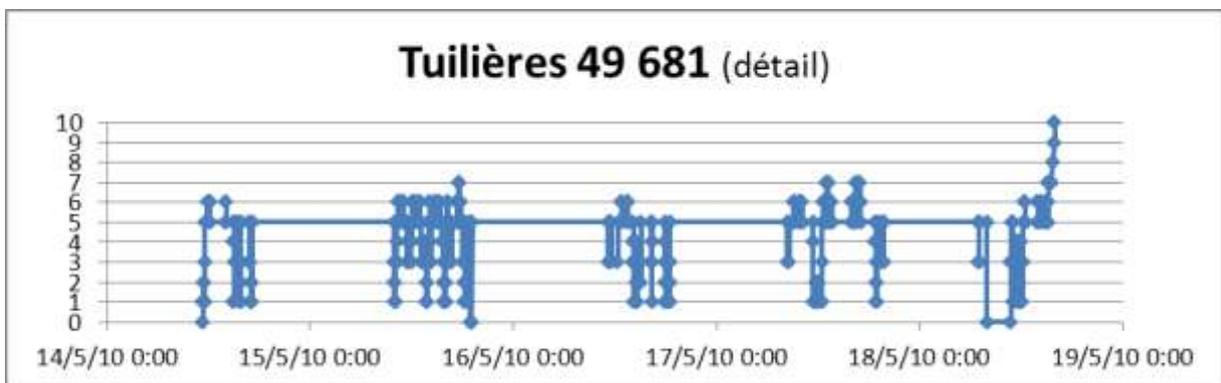
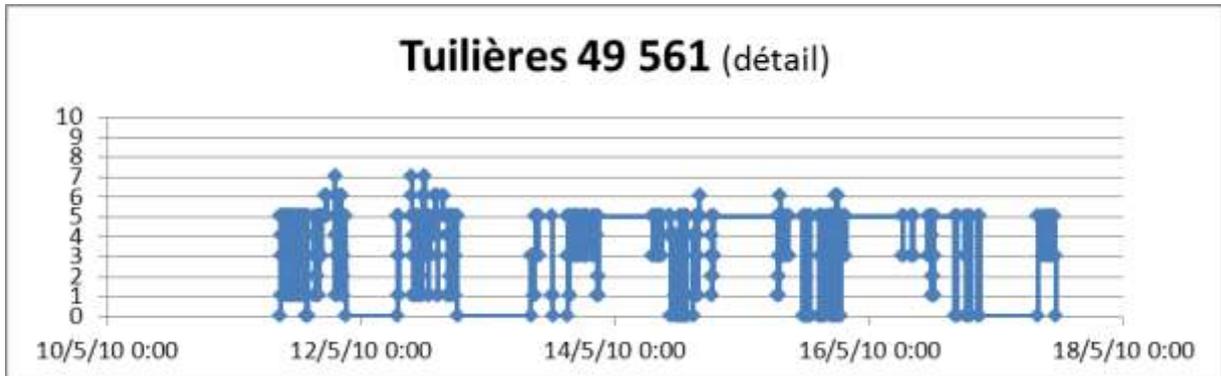


Pas de détail sur le passage du 49 931

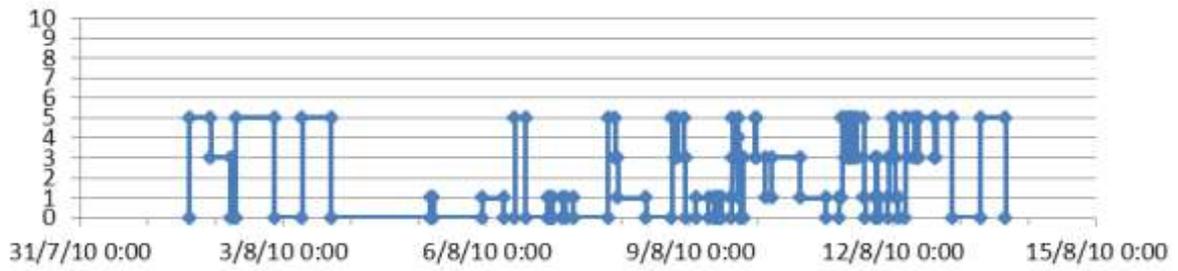


8.3. DETAIL DU COMPORTEMENT DES 11 SAUMONS SUIVIS A TUILIERES

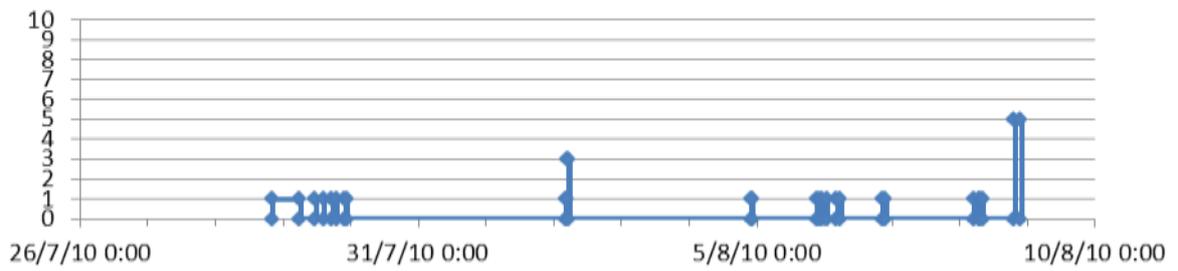
Dates en abscisses, zones de réception en ordonnées (cf. chap. 4.7.1)



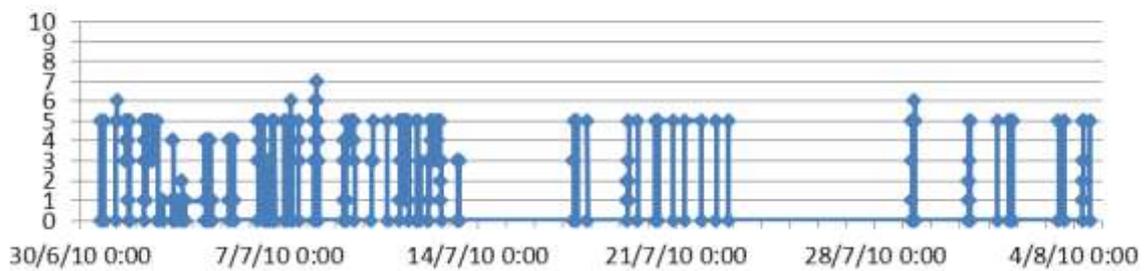
Tuilières 49 811 (détail)



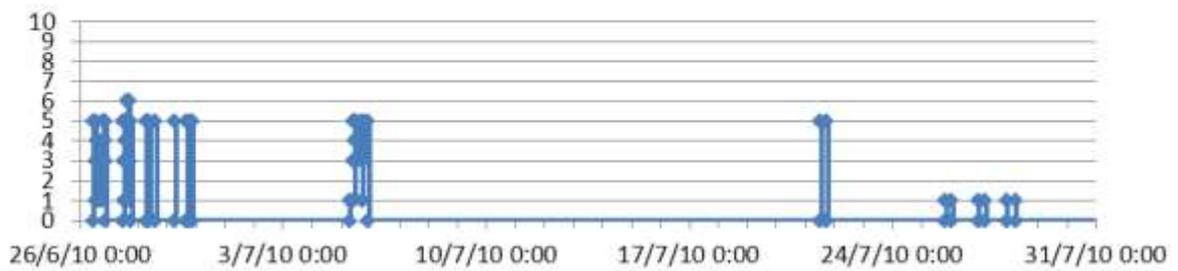
Tuilières 49821 (détail)



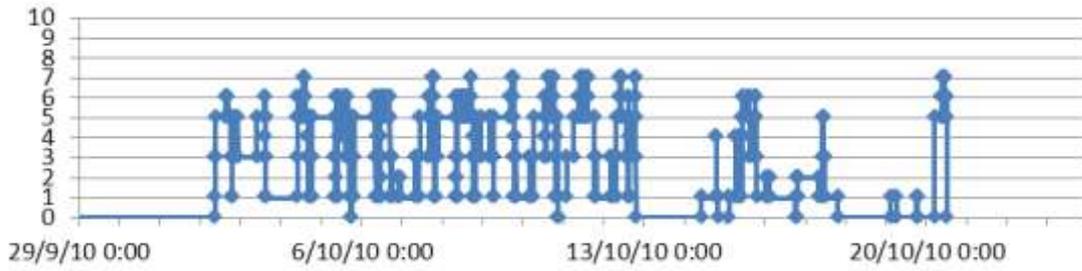
Tuilières 49 931 (détail)



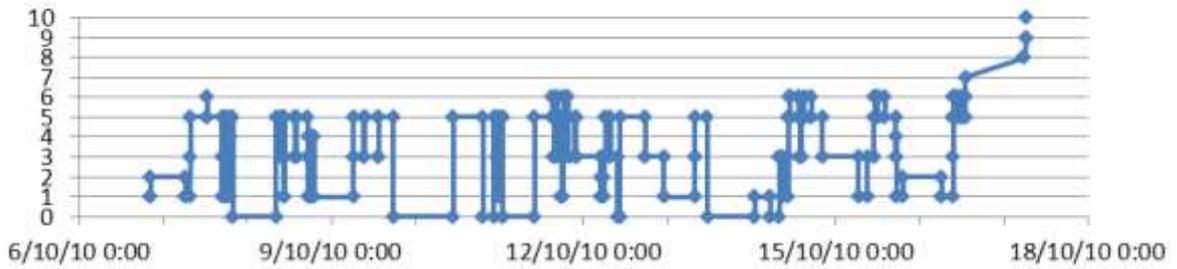
Tuilières 49 631 (détail 1/2)



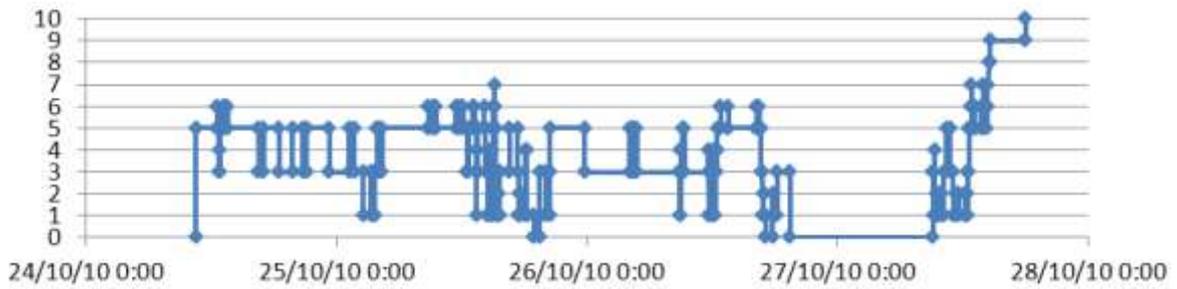
Tuilières 49 631 (détail 2/2)



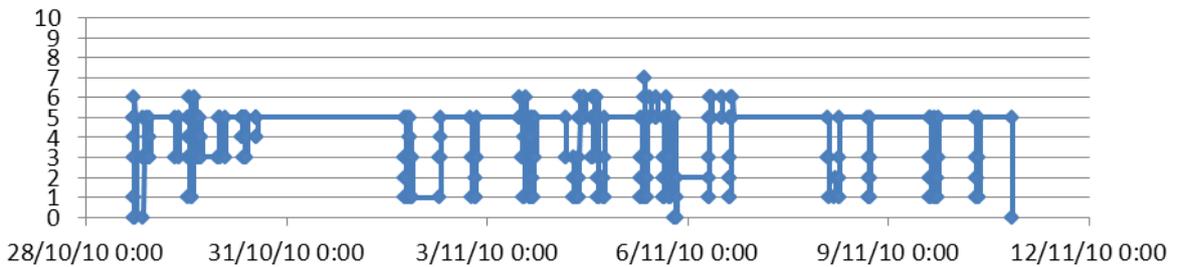
Tuilières 49 721 (détail)



Tuilières 49 741 (détail)

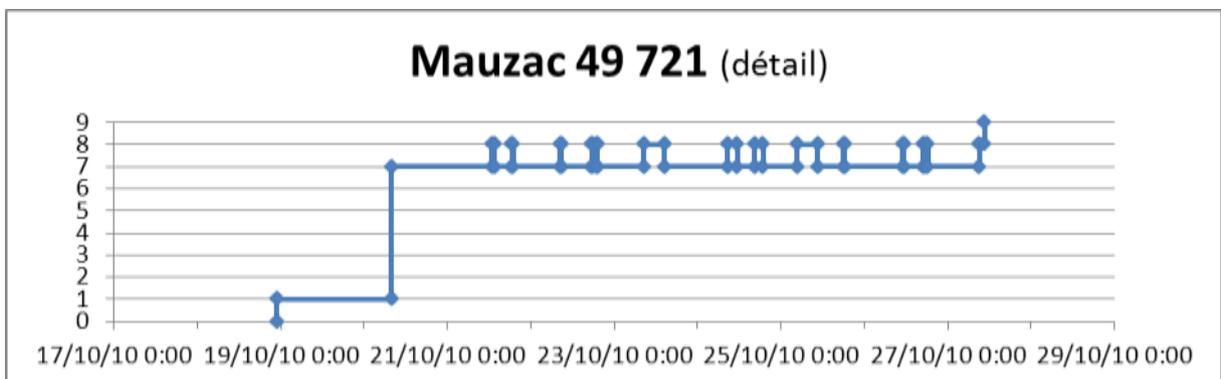
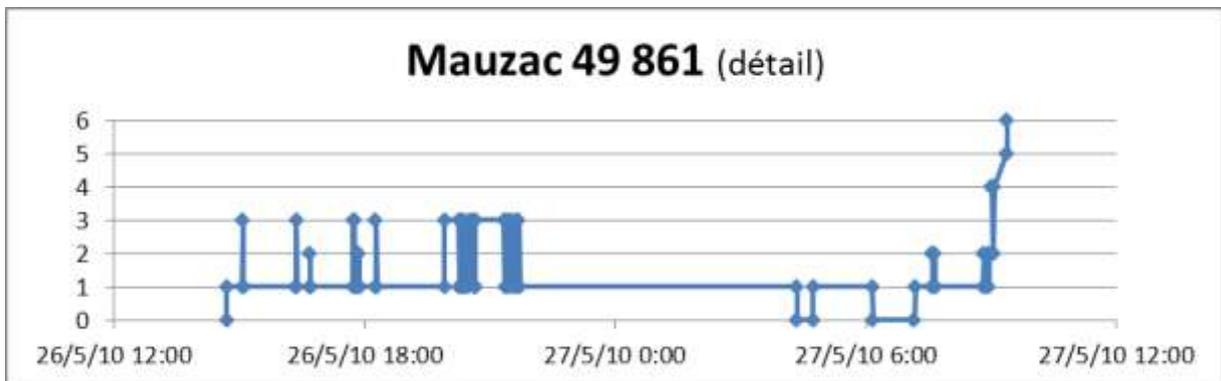
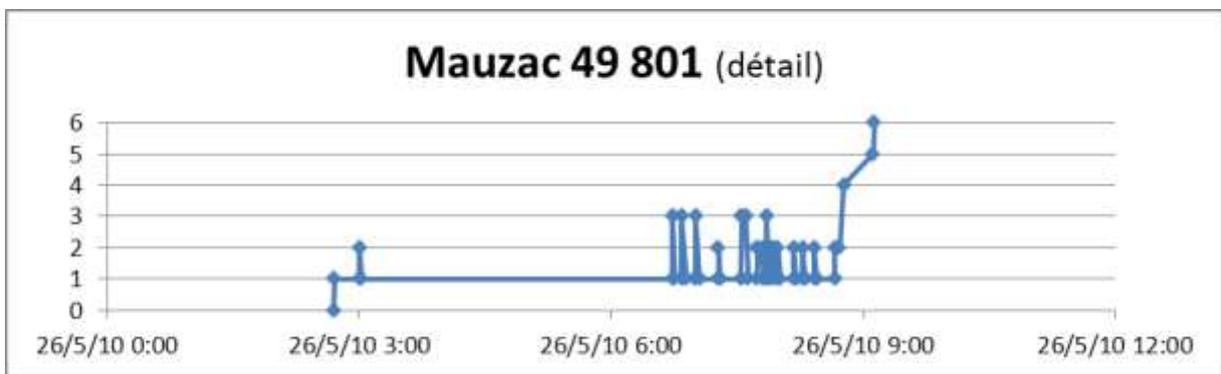
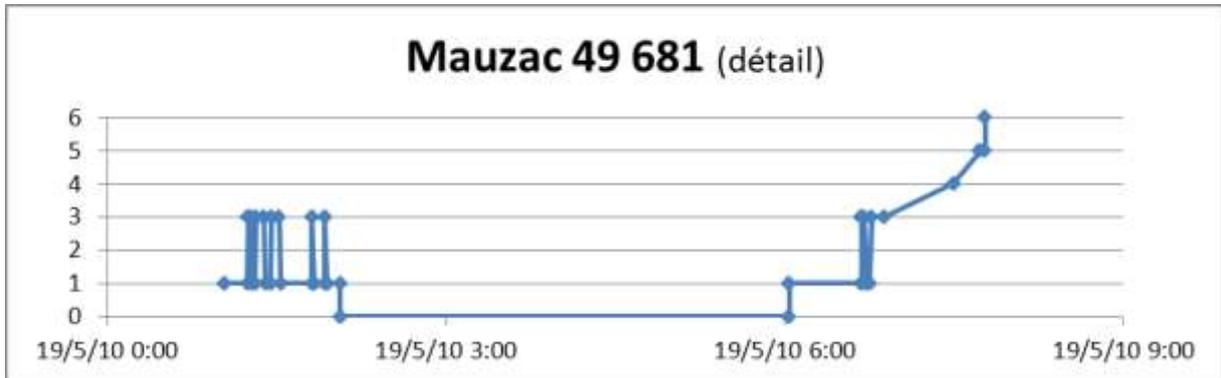


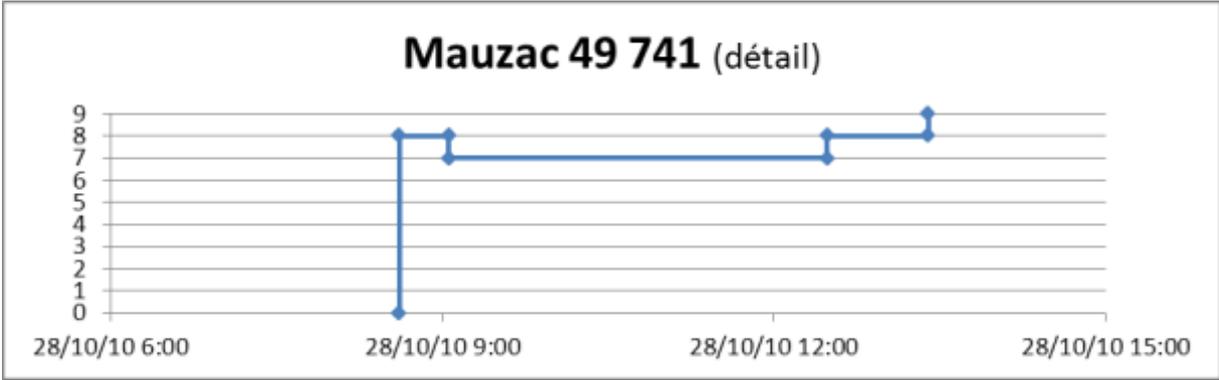
Tuilières 49 910 (détail)



8.4. DETAIL DU COMPORTEMENT DES 5 SAUMONS SUIVIS A MAUZAC

Dates en abscisses, zones de réception en ordonnées (cf. chap. 4.7.1)

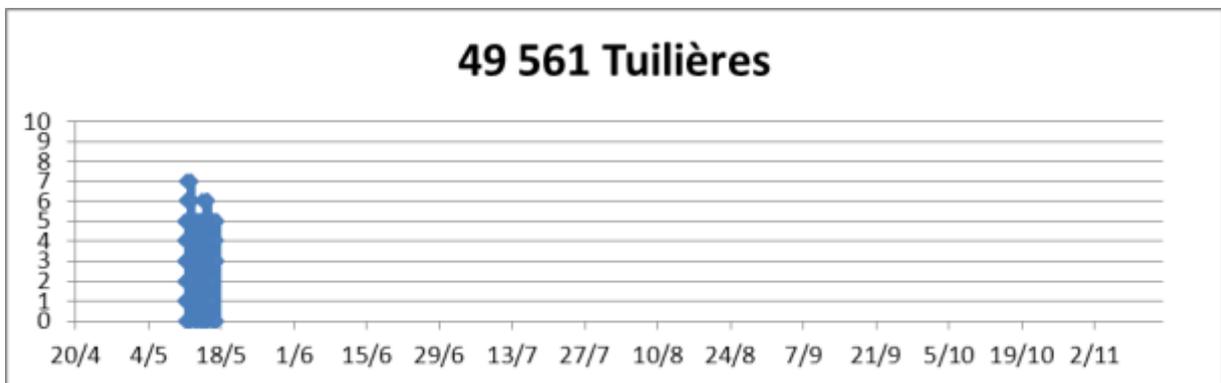
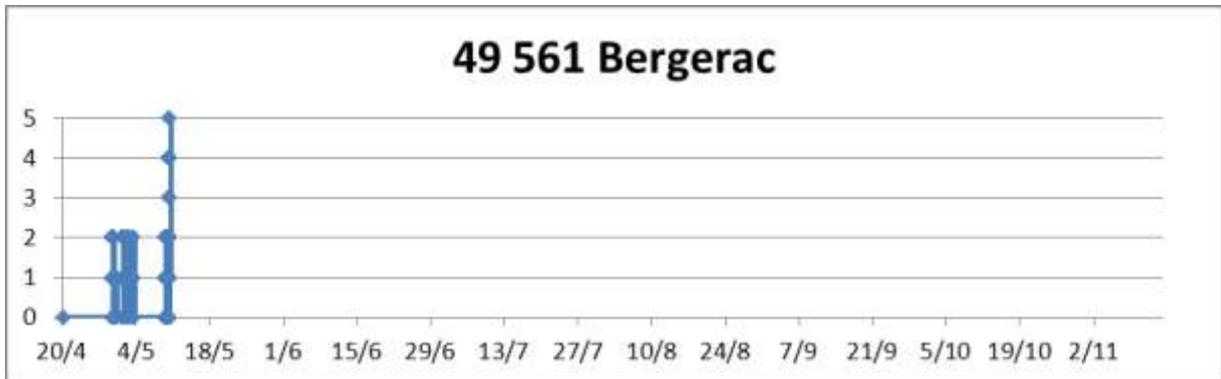




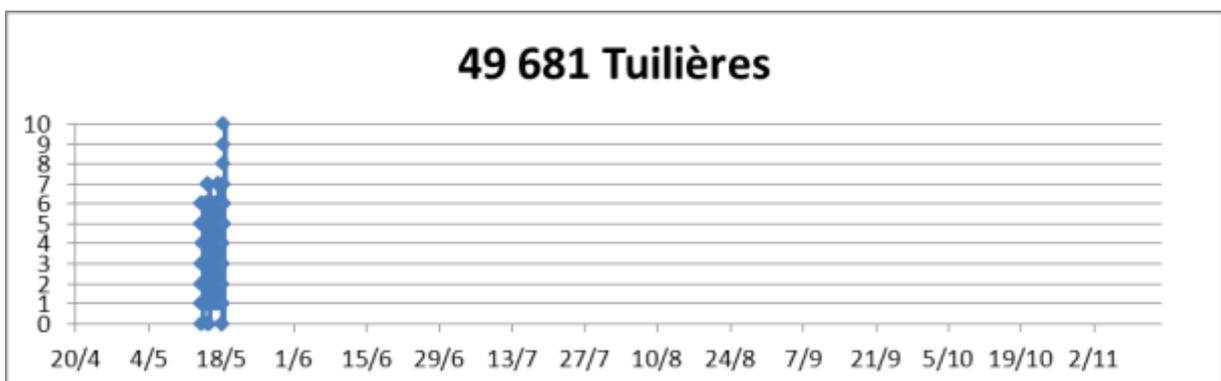
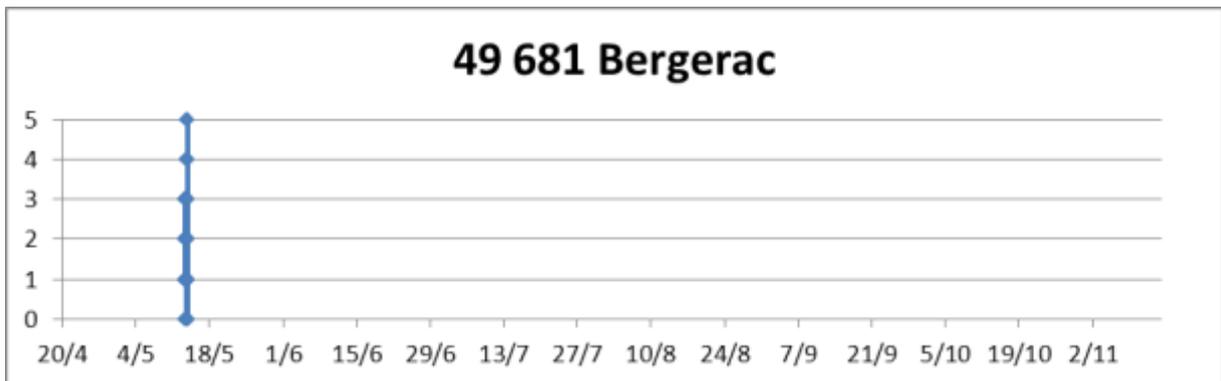
8.5. RECAPITULATIF DES DEPLACEMENTS PAR POISSON SUR TOUTE LA SAISON

Dates en abscisses, zones de réception en ordonnées (cf. chap. 4.7.1)

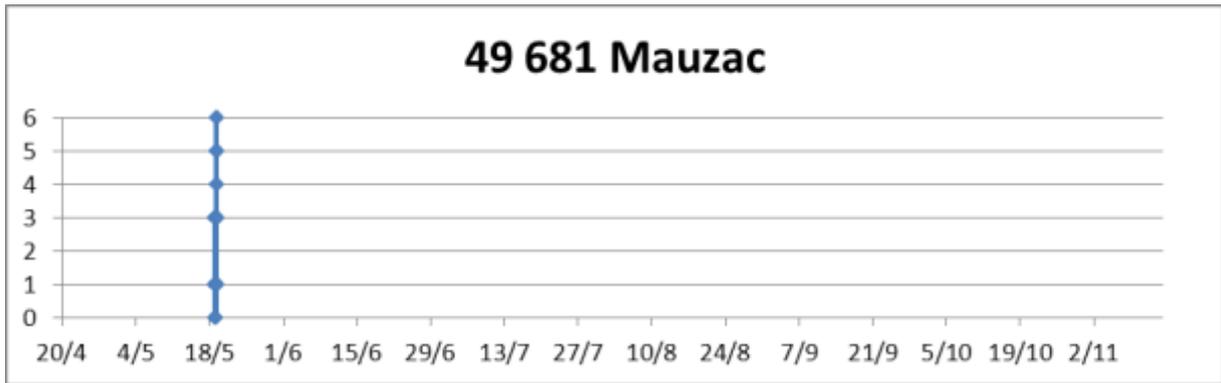
8.5.1. SAUMON N° 49 561



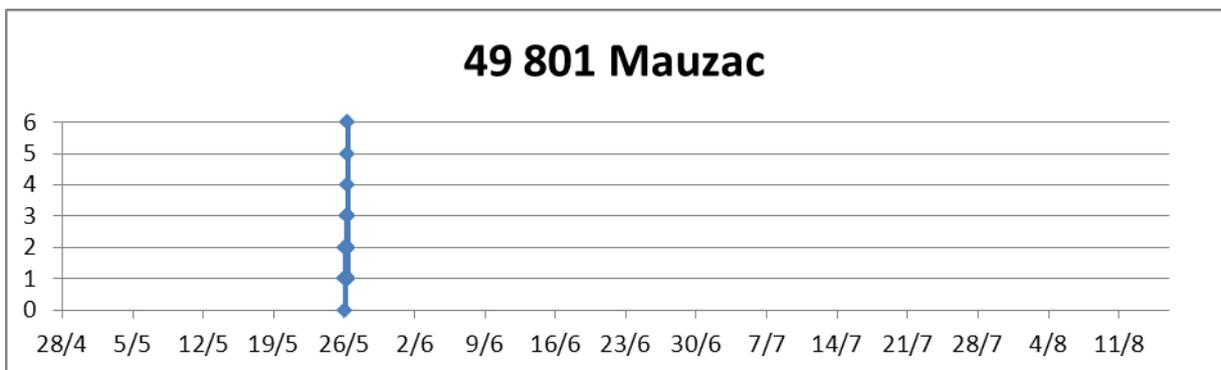
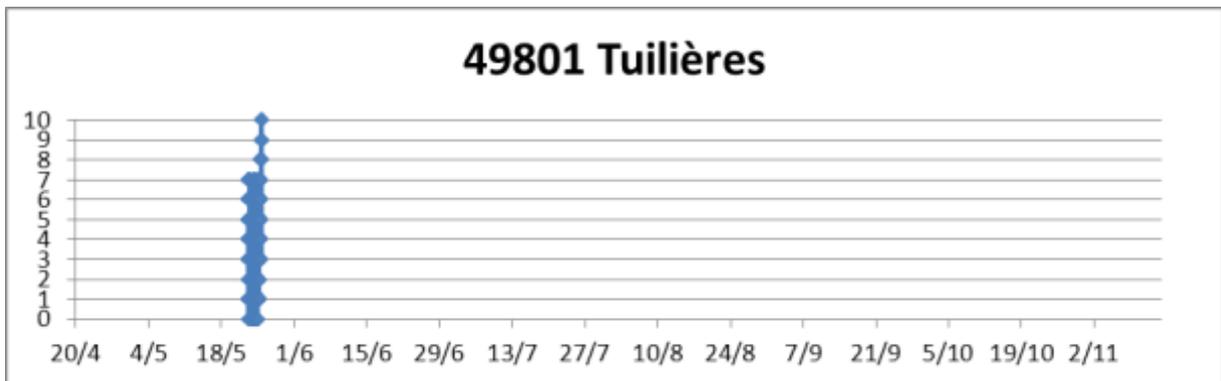
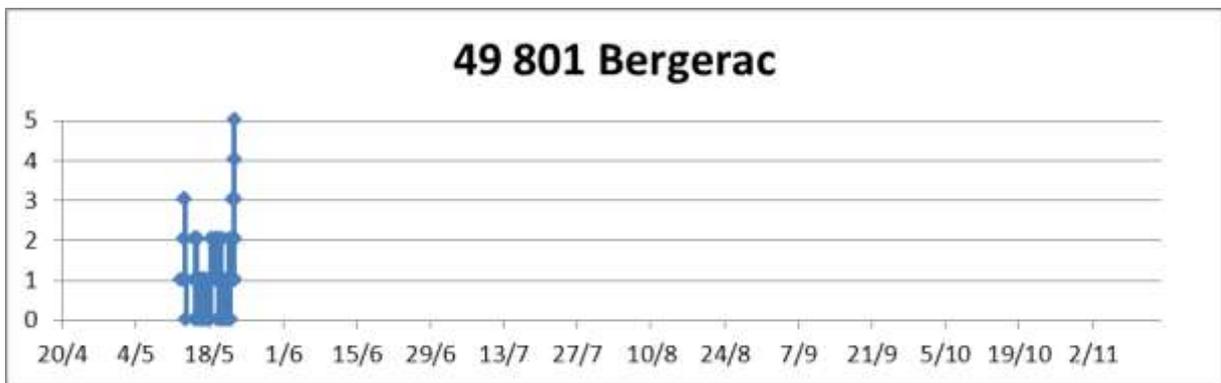
8.5.2. SAUMON N° 49 681



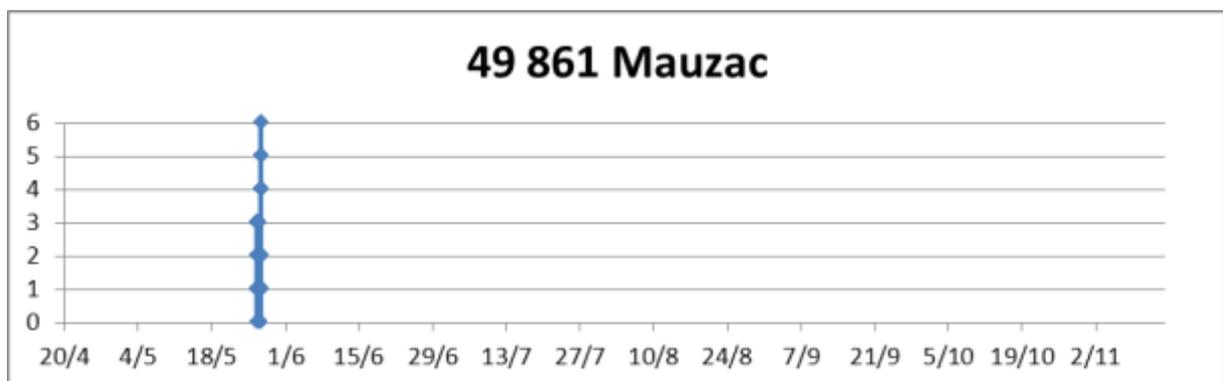
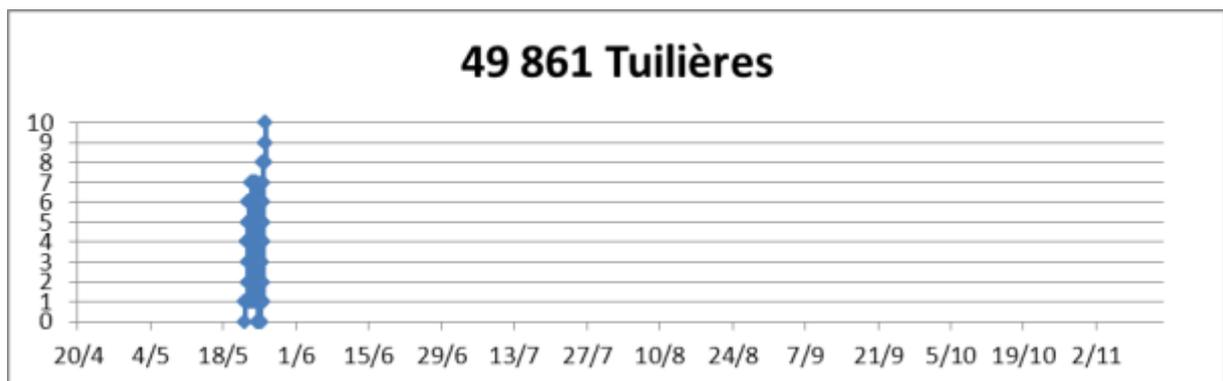
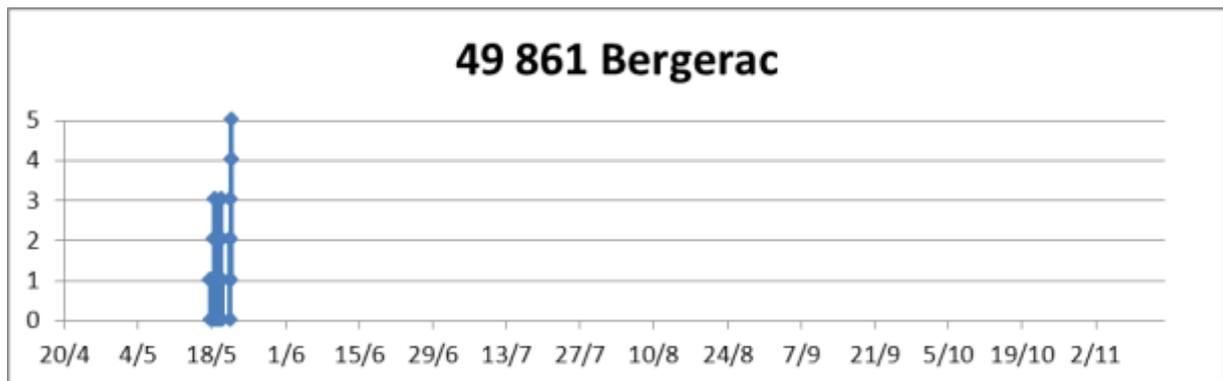
8.5.3. SAUMON N° 49 681



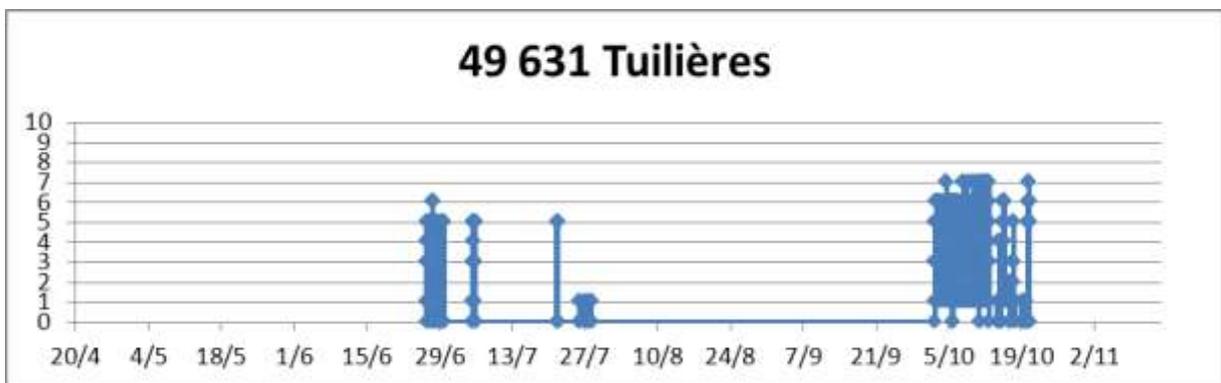
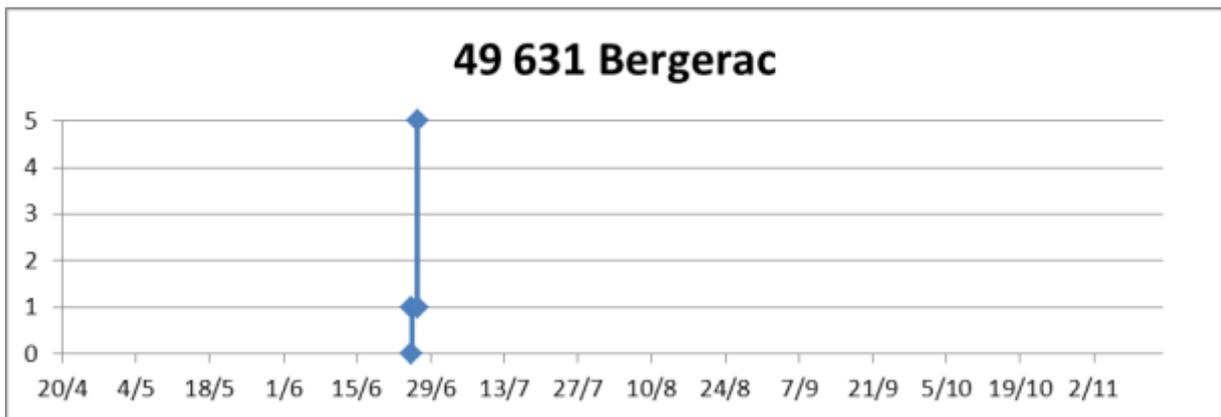
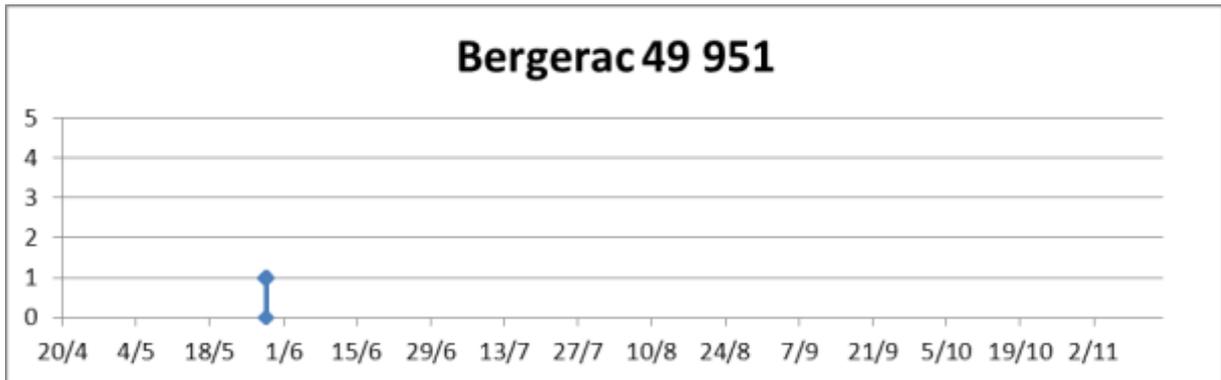
8.5.4. SAUMON N° 49 801



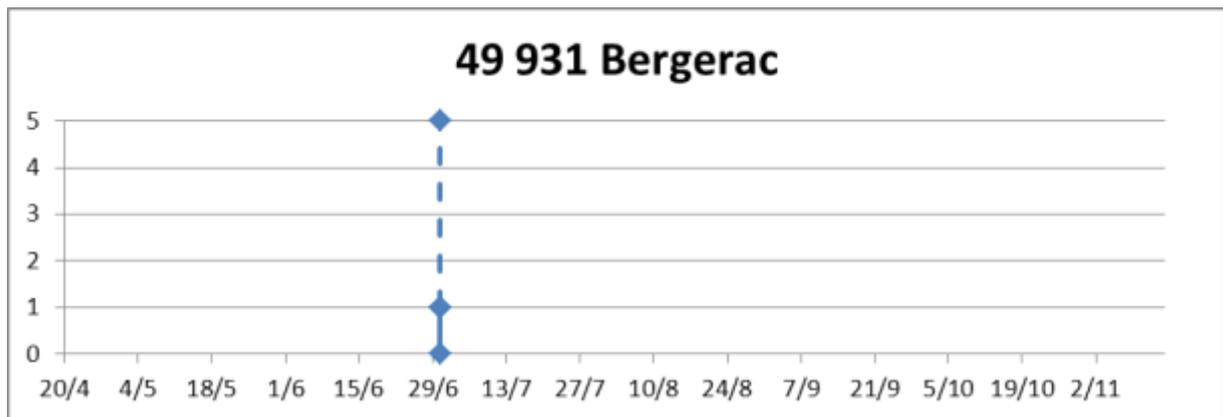
8.5.5. SAUMON N° 49 861



8.5.6. SAUMON N° 49 951

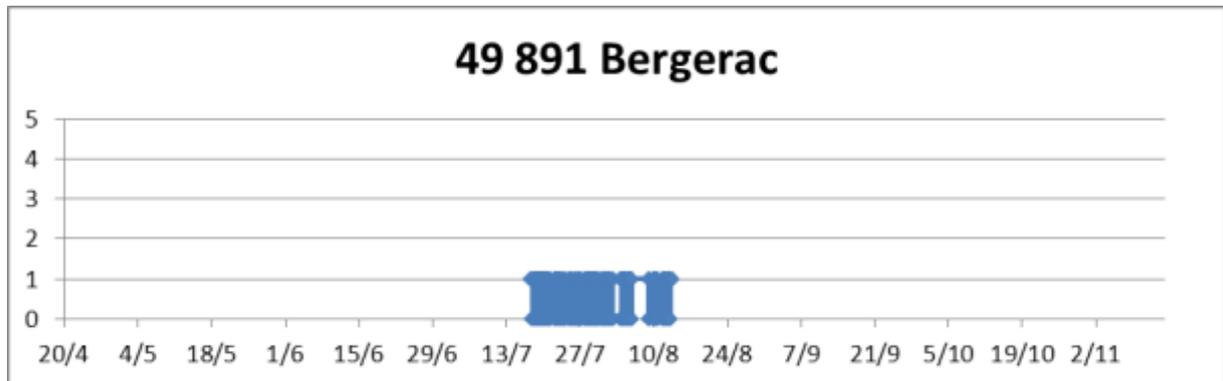


8.5.7. SAUMON N° 49 931*

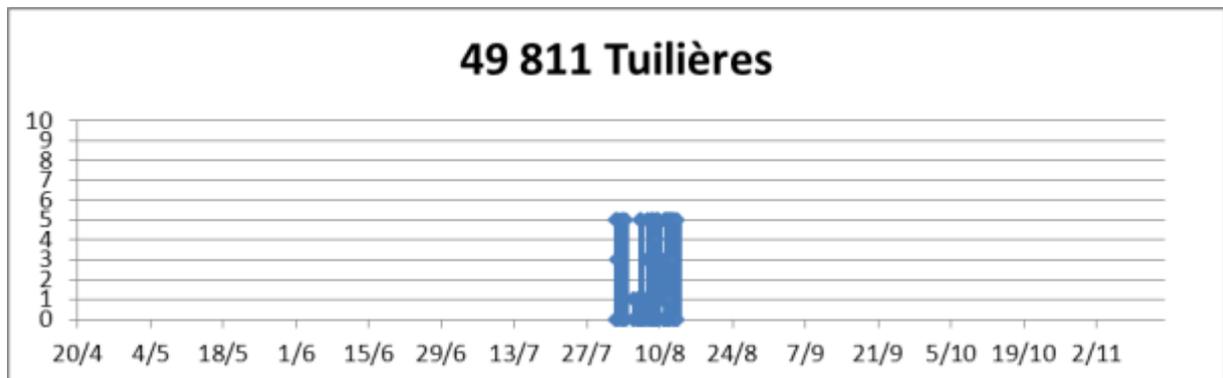


Pas de données détaillée sur la présence dans les différentes zones.

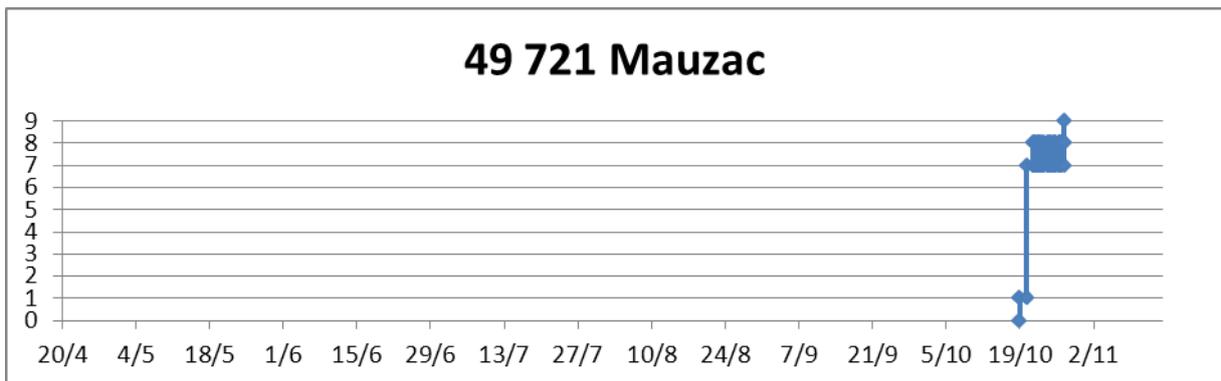
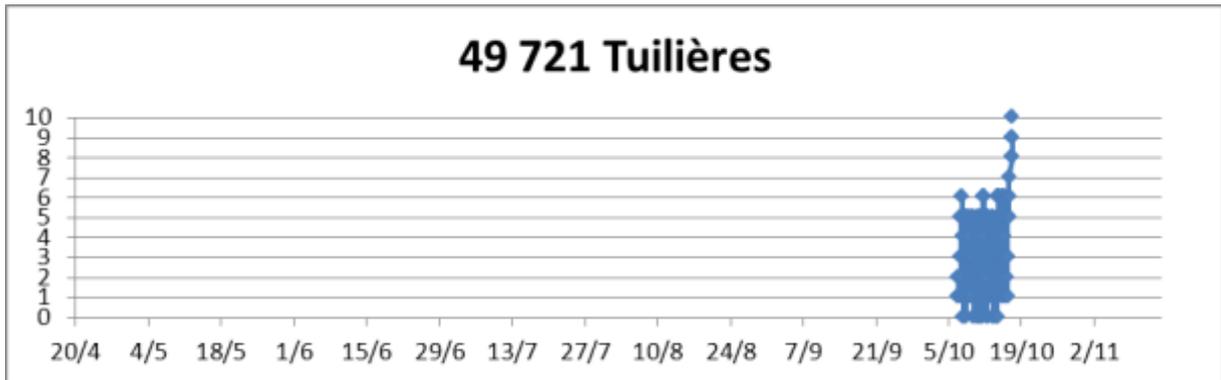
8.5.8. SAUMON N° 49 891



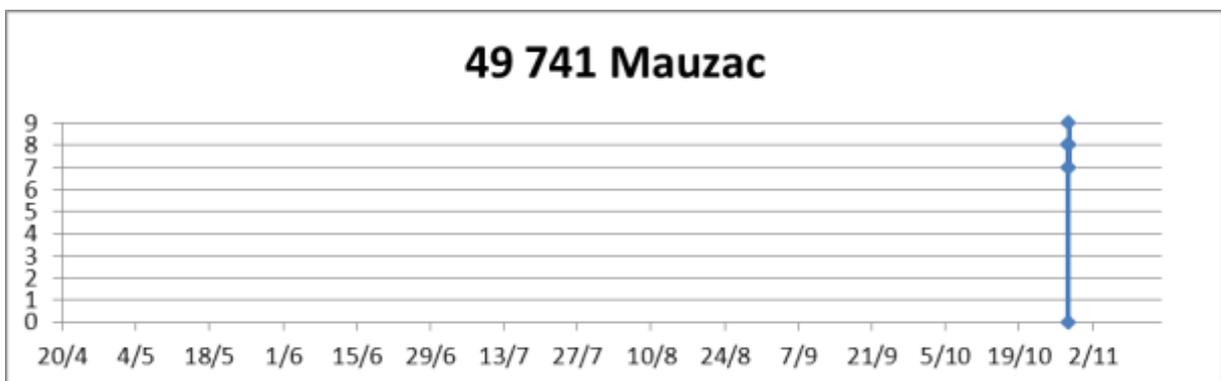
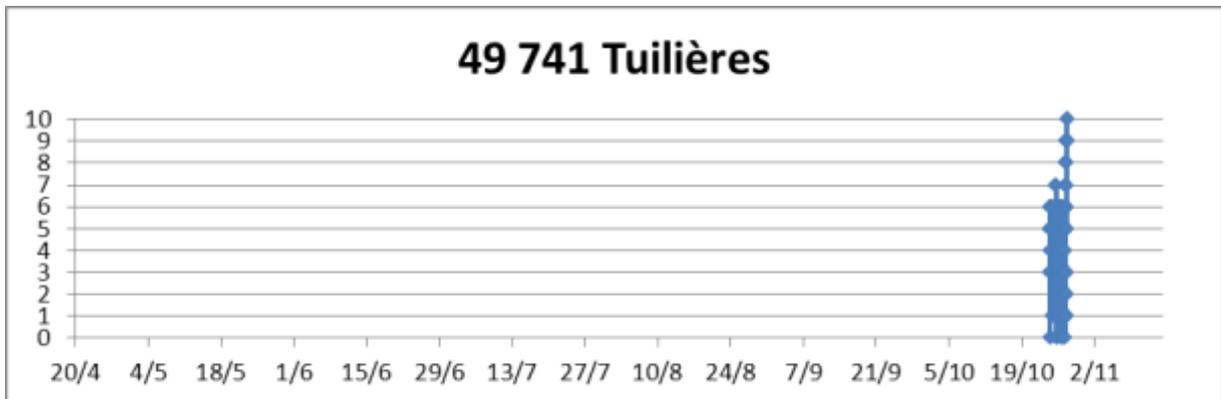
8.5.9. SAUMON N° 49 811



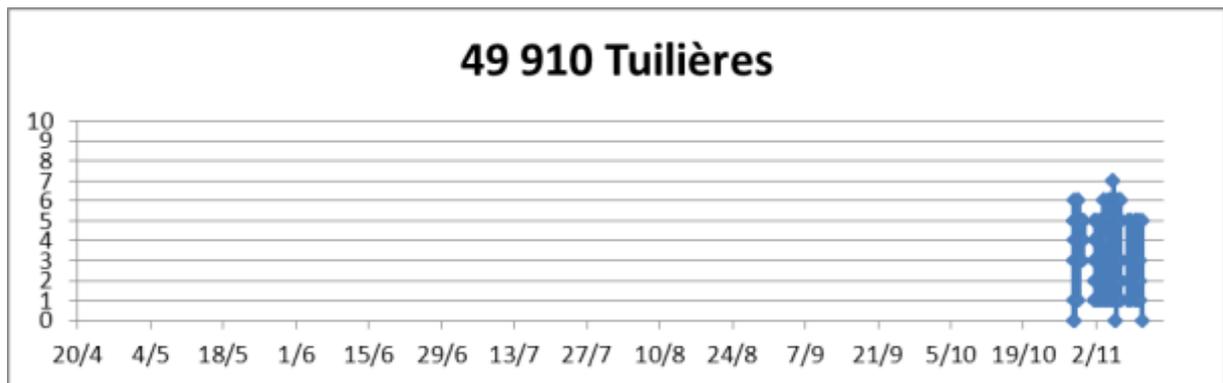
8.5.12.SAUMON N° 49 721



8.5.13.SAUMON N° 49 741



8.5.14.SAUMON N° 49 910





EPIDOR
la rivière solidaire



EPIDOR

Etablissement Public Territorial du Bassin de la Dordogne
Le Tournepike, 24250 Castelnaud-la-Chapelle
Tél : 05.53.29.17.65
Fax : 05.53.28.92.60
Mél : epidor@eptb-dordogne.fr



www.eptb-dordogne.fr

avec la collaboration technique de



avec le concours financier de

