

**IMPACT DU FONCTIONNEMENT PAR ECLUSEES DU BARRAGE DU
SABLIER SUR LA DORDOGNE ET DE L'USINE HYDROELECTRIQUE DE
HAUTEFAGE SUR LA MARONE : SUIVI DES ECHOUAGES-PIEGEAGES
D'ALEVINS DE SALMONIDES EN 2009**



Etude financée par :

Union Européenne
Agence de l'Eau Adour-Garonne
ONEMA
Région Limousin
Conseil Général de la Corrèze

**L. CAZENEUVE
J.M. LASCAUX**

Juin 2010

MI.GA.DO. 14D-10-RT



Cette étude est cofinancée par l'Union Européenne. L'Europe s'engage en Limousin avec le Fond européen de développement régional.





M I G A D O

Migrateurs Garonne Dordogne

**Impact du fonctionnement par éclusées du barrage du Sablier sur la Dordogne et de l'usine hydroélectrique de Hauteffage sur la Maronne :
suivi des échouages-piégeages d'alevins
de salmonidés en 2009.**



Alevins de salmonidés échoués à peine émergents

Alevins de salmonidés piégés en fond de flaqué



Cette étude est cofinancée par l'Union Européenne. L'Europe s'engage en Limousin avec le fonds européen de développement régional.



juin 2010
MI.GA.DO. 14D-10-RT

Rédacteurs : J.M. Lascaux
L. Cazeneuve

COMPTE RENDU D'ETUDE SOMMAIRE

Rapport de sous-traitance MI.GA.DO./ E.CO.G.E.A.

Auteurs et Titre : (pour fin de citation)

Lascaux J.M. et Cazeneuve L., 2010. Impact du fonctionnement par éclusées du barrage du Sablier sur la Dordogne et de l'usine hydroélectrique de Hauteфage sur la Maronne : suivi des échouages-piégeages d'alevins de salmonidés en 2009. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. 14D-10-RT. 32 pages.

Résumé :

Ce suivi des échouages-piégeages des alevins de salmonidés en fin d'éclusées est mené depuis 2003 sur la Maronne à l'aval de l'usine hydroélectrique de Hauteфage, et depuis 2005 sur la Dordogne à l'aval du barrage du Sablier, en période d'émergence et de post'émergence de ces jeunes poissons.

Sur la Dordogne, les chenaux dans la ripisylve constituent toujours en 2009 le contexte le plus problématique pour les salmonidés, avec près de 80% des mortalités constatées. 60% des mortalités totales de salmonidés ont eu lieu au cours d'un seul épisode, le 12 mai 2009, dont 49% au sein de chenaux dans la ripisylve. Il s'agissait de la 1^{ère} mise hors d'eau de sites qui étaient en eau depuis le 22 avril, soit environ 3 semaines. **On retiendra cependant, qu'en 2009, ces chenaux les plus piégeux ne sont que partiellement ou pas du tout mis en eau, grâce à la mise en place de la mesure limitant les débits à 225 m³/s à l'aval de la confluence avec la Maronne en période d'émergence (15 mars – 15 juin).** Si l'on compare à l'année précédente, où les débits avaient franchi la barre des 250 m³/s en période d'émergence (mettant ainsi en eau tous les chenaux dans la ripisylve), les mortalités maximales enregistrées en 2009 par échouages-piégeages restent 3 fois inférieures à celles constatées en 2008. Au final, il s'agit d'une année plutôt positive sur le plan du recrutement des alevins de salmonidés, comme en témoignent les pêches électriques de fin d'été de MI.GA.DO.

Sur la Maronne, les premières baisses de débit début mai, faisant suite à des périodes de forts débits prolongés, se traduisent par des mortalités très importantes. **Même pour des retours à des valeurs de débit de 35 m³/s, en moyenne, 9 TRF/SAT pour 100 mètres de linéaire piégeux suivis sont récoltés. Les plus grosses mortalités sont observées les 9 et 14 mai 2009 (111 et 64 TRF/SAT échoués-piégés pour 100 mètres de linéaire piégeux), après respectivement 15 jours à plus de 20 m³/s et 17 jours sans revenir au débit de base (5 - 7 m³/s).** Des mortalités sont également constatées lors de l'arrêt de la marche à vide à l'usine de Hauteфage correspondant au retour au débit réservé en Maronne. Au final, le recrutement en 0+ de salmonidés constaté lors des pêches électriques de contrôle 2009 de MI.GA.DO sur le radier aval du Pont de l'Hospital est à peine moyen.

La situation actuelle de la Maronne et de la Dordogne face à la problématique « échouages – piégeages des alevins de salmonidés » est contrastée. Alors que sur la Dordogne, la contrainte sur les débits maximaux semble porter ses fruits, en limitant la colonisation des chenaux rivulaires par les alevins de salmonidés, il est plus difficile d'obtenir des améliorations significatives sur la Maronne.

Mots clés : Eclusées, échouages-piégeages, salmonidés, mortalités, Dordogne, Maronne.

Version : Définitive.

Date : juin 2010.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. MAITRISE D'OUVRAGE ET PARTENAIRES FINANCIERS	3
3. METHODOLOGIE DES SUIVIS	3
3.1. LA CONVENTION « PROGRAMMES » ENTRE EDF ET MI.GA.DO	3
3.2. LES PROSPECTIONS	3
3.3. LES PECHEES ELECTRIQUES	4
4. RESULTATS DU SUIVI DES ECHOUAGES-PIEGEAGES 2009 SUR LA DORDOGNE	5
4.1. HYDROLOGIE ET REGIME D'ECLUSEES 2009 SUR LA DORDOGNE	6
4.2. LES PROSPECTIONS	8
4.3. ECHOUAGES-PIEGEAGES PAR ESPECES	9
4.4. ECHOUAGES-PIEGEAGES PAR TYPES DE SITES	10
4.5. ECHOUAGES-PIEGEAGES DES ALEVINS DE SALMONIDES PAR DATES	12
5. RESULTATS DU SUIVI DES ECHOUAGES-PIEGEAGES 2009 SUR LA MARONNE	13
5.1. HYDROLOGIE ET REGIME D'ECLUSEES 2009 SUR LA MARONNE	14
5.2. LES PROSPECTIONS	16
5.3. ECHOUAGES-PIEGEAGES PENDANT LA PERIODE D'ECLUSEES	16
5.3.1. <i>Echouages-piégeages par espèce</i>	16
5.3.2. <i>Echouages-piégeages par types de sites</i>	17
5.3.3. <i>Echouages-piégeages par dates</i>	17
5.4. ECHOUAGES-PIEGEAGES LORS DU RETOUR AU DEBIT RESERVE	18
5.4.1. <i>Mortalités globales</i>	19
5.4.2. <i>Mortalités par types de sites</i>	20
5.4.3. <i>Comparaison avec les précédents suivis</i>	21
6. CONCLUSION	21
7. BIBLIOGRAPHIE	23

**Impact du fonctionnement par éclusées du barrage-usine du
Sablier sur la Dordogne et de l'usine hydroélectrique de
Hautefage sur la Maronne :
Suivi des échouages-piégeages d'alevins de salmonidés en 2009**

1. Introduction

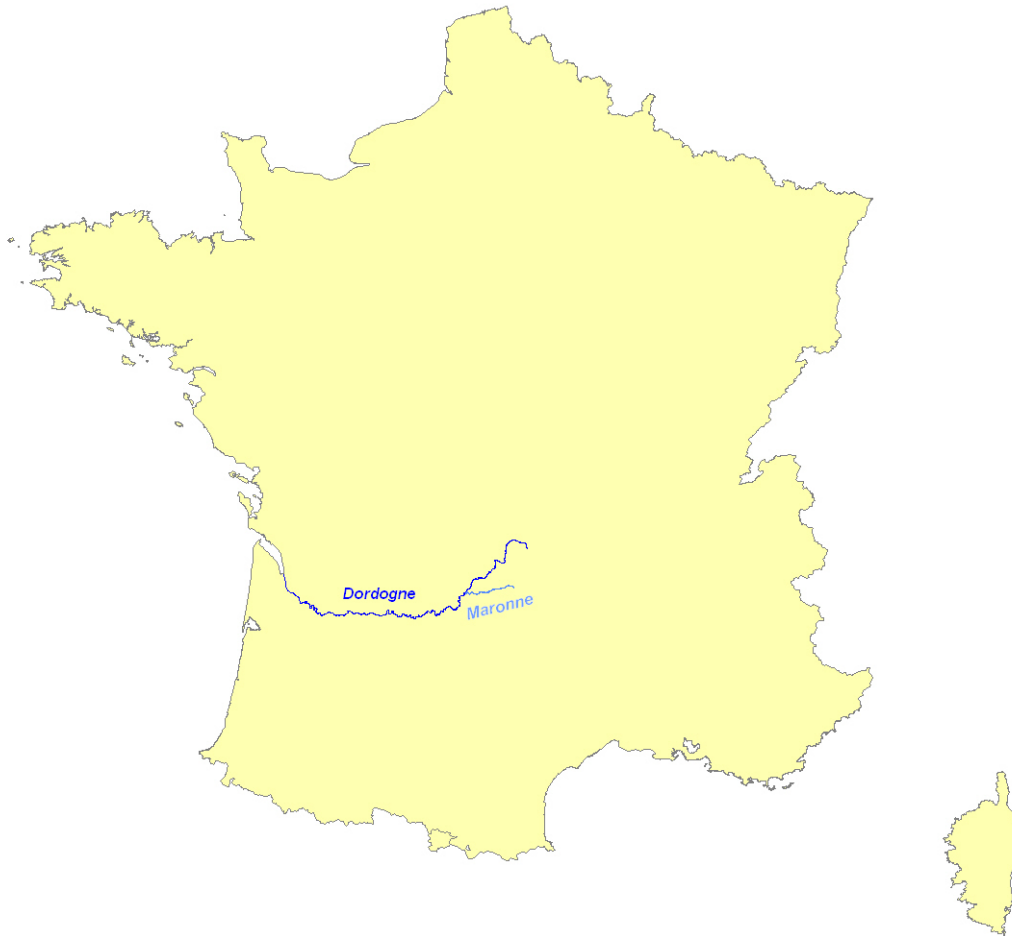


Figure 1 : Localisation géographique de la Dordogne et la Maronne

La Dordogne et son premier affluent rive gauche à l'aval d'Argentat (Département de la Corrèze), la Maronne, sont deux cours d'eau fortement équipés pour la production d'énergie hydroélectrique (chaînes d'aménagements). Ces chaînes hydroélectriques sont gérées par éclusées¹ y compris les derniers ouvrages, en bout de chaîne, que sont le barrage-usine d'Argentat sur l'axe Dordogne et l'usine hydroélectrique de Hautefage sur la Maronne.

¹ Les éclusées correspondent à des variations artificielles, rapides et fréquentes du niveau des eaux. L'eau est stockée dans de grandes retenues lorsque la demande d'énergie électrique sur le réseau est plus faible et peut être couverte par les moyens de production de base (nucléaire, hydraulique fil de l'eau ...). Elle est turbinée en période de forte demande sur le réseau afin d'ajuster rapidement la production à la consommation.

Depuis 2003 sur la Maronne et 2005 sur la Dordogne, MI.GA.DO². a mis en place un suivi des échouages-piégeages de poissons afin de mieux comprendre l'influence des éclusées sur le peuplement piscicole, en particulier sur les populations de saumon atlantique et de truite commune.

Ce suivi, qui fait partie intégrante d'une série d'études visant à mieux appréhender les effets des éclusées et leurs mécanismes d'actions sur le peuplement piscicole (suivi de la reproduction des grands salmonidés, modélisations hydrauliques des secteurs les plus sensibles, effets du rehaussement des débits réservés sur l'exondation des frayères, suivi des interactions entre fluctuations des niveaux d'eau et cycles biologiques de différentes espèces piscicoles, aménagements ... - **E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO**, 2000 à 2009, **Lascaux et al.**, 2004 ; **Courret et al.**, 2006 ; **Chanseau et al.**, 2008 ; **Lascaux et Cazeneuve**, 2008b ; **Cazeneuve et al.**, 2009) a permis de proposer, en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés (EDF, EPIDOR, MIGADO, Organismes en charge de la protection et/ou gestion des milieux aquatiques) des mesures susceptibles d'atténuer les impacts des éclusées.

Sur la Maronne, depuis l'hiver 1997-1998, par convention avec la FDAAPPMA de la Corrèze, EDF délivre à l'aval de l'usine de HautePAGE un débit minimum inter-éclusées correspondant à la marche à vide d'un groupe du mois de novembre jusqu'à la mi-juin (à minima 3 m³/s en aval de l'usine) afin d'éviter au maximum les exondations de frayères de grands salmonidés (**Lascaux et al.**, 2004) et de réduire les mortalités d'alevins en augmentant le débit de base inter-éclusée (**Valentin**, 1995).

A partir de la mi-juin, ce débit de base redevenait le débit réservé réglementaire, soit 0,5 m³/s au barrage de HautePAGE, ce qui se traduisait par des déconnexions de bras secondaires et d'importantes mortalités de poissons. Afin de limiter ces mortalités lors de ce retour au débit réservé réglementaire, après concertation des différents acteurs du bassin et l'accord d'EDF, des travaux ont été effectués à l'automne 2005 au niveau des prises d'eau de certains bras secondaires, afin d'éviter leur déconnexion. Dans le même temps, le débit réservé était porté à 1 m³/s au barrage de HautePAGE (à la place des 0,5 m³/s réglementaires).

L'enjeu est d'importance sur ce cours d'eau puisque la Maronne, principal affluent corrézien de la Dordogne en aval du barrage infranchissable du Sablier, concentre sur 6 kilomètres de linéaire plus de 30% de l'activité de reproduction des grands salmonidés observée sur le bassin (**Lascaux et al.**, 2006a).

Sur la Dordogne, depuis 2005 et le début du « Défi Eclusee », les avancées sont également importantes. Les principales sont : i) la mise en place par EDF d'un débit minimum de 30 m³/s, soit 3 fois le débit réservé réglementaire (30% du module), du 15 novembre au 15 juin afin de limiter les exondations de frayères de grands salmonidés et de réduire les mortalités d'alevins à l'émergence en augmentant le débit de base inter-éclusée, ii) la réduction des gradients maximaux de variations des débits à 33 m³/s/h du 15 mars au 15 juin (au lieu de 100 m³/s/h).

En 2008, suite à la mise en évidence de l'influence des forts débits sur les mortalités d'alevins de salmonidés (**Lascaux et Cazeneuve**, 2008a), qui venait confirmer les éléments apportés par la modélisation hydraulique des 17 premiers kilomètres de Dordogne à l'aval du Sablier (**Courret et al.**, 2006), il a été proposé, **durant la période d'émergence et de post-émergence des salmonidés (jusqu'au 15 juin), de plafonner les éclusées au débit maximum de 225 m³/s à l'aval de la confluence avec la Maronne** (débit plafond de

² Association Migrateurs Garonne Dordogne

190 m³/s au Sablier et de 35 m³/s à Basteyroux, pour les conditions d'exploitation « normales », les périodes de crues importantes sortant du cadre de cette proposition). L'objectif de cette mesure est d'éviter les alternances de connexion-déconnexion des sites les plus problématiques à l'origine d'une grande partie des mortalités par échouages-piégeages constatées.

EDF a accepté de mettre en œuvre ces propositions dès le printemps 2008 mais cette contrainte n'avait pu être tenue en 2008 du fait de l'hydrologie naturelle abondante.

Le présent suivi « échouages-piégeages » fait donc partie de la veille écologique mise en place sur la Dordogne et ses affluents soumis aux variations « hydroélectriques » des débits, afin de toujours mieux comprendre les impacts des éclusées et d'améliorer les mesures de mitigations.

2. Maîtrise d'ouvrage et partenaires financiers

Ce suivi a été réalisé sous la maîtrise d'ouvrage de l'association MI.GA.DO., et financé par :

- l'Union Européenne,
- l'Agence de l'Eau Adour-Garonne,
- le conseil général de la Corrèze,
- la région Limousin.

Le maître d'œuvre du suivi est le bureau d'études E.CO.G.E.A.

3. Méthodologie des suivis

3.1. La convention « programmes » entre EDF et MI.GA.DO.

Par convention, EDF informe ECOGEA-MIGADO des programmes de production sur la Maronne (à partir de 17h) et sur la Dordogne (à partir de 20h) pour les 24h suivantes. Cette information n'est pas systématique, afin de déranger au minimum les personnels du producteur. Elle est faite à la demande d'ECOGEA, qui signifie alors son intention d'intervenir ou non sur le terrain. Si la décision est prise d'une intervention et s'il se produit un changement dans le programme de production prévu, c'est alors EDF qui informe les personnels d'ECOGEA de ce changement.

La décision de suivre ou non une éclusée est donc prise le soir pour la nuit suivante et le lendemain. Les abaissements de niveau d'eau ayant le plus souvent lieu la nuit et les week-ends, ce suivi est donc particulièrement contraignant à mettre en œuvre.

3.2. Les prospections

Les prospections sont effectuées à pied le long de la Maronne et la Dordogne, à la lampe torche si la prospection se déroule la nuit. Il est souvent indispensable de progresser « à quatre pattes » en prospectant minutieusement sous les mousses, entre les herbes ainsi que dans les interstices entre galets à la recherche de poissonnets d'environ 25-30 mm de long. Même très minutieuses, ces prospections sont d'une efficacité relative. Il est évident que les alevins trouvés ne représentent qu'une partie des alevins réellement échoués ou piégés, ceci d'autant plus que l'on passe tardivement après la baisse de niveau et que le « nettoyage » a commencé (invertébrés, oiseaux ...).

Depuis la mise en place du suivi en 2003 sur la Maronne et 2005 sur la Dordogne, la grande majorité des sites problématiques ont été répertoriés et cartographiés (**Lascaux et al.**, 2008 sur la Maronne, **Cazeneuve et al.**, 2009 pour la Dordogne). En l'état actuel de nos

connaissances, 20 grands secteurs de piégeages sont identifiés entre Argentat et Brivezac (19,6 km) sur la Dordogne. Ces secteurs occupent plus de 5 km de berges, soit environ 13% du linéaire. Sur la Maronne, les zones piégeuses représentent environ 10% du linéaire de berges. En fonction des gammes de débits turbinés, les prospections sont orientées sur les sites qui peuvent s'avérer problématiques.

Chaque alevin retrouvé mort est comptabilisé et conservé (solution de formol à 5%) dans un tube sur lequel sont notés le lieu, la date et l'heure du prélèvement. Au laboratoire, l'espèce (si possible !) ainsi que la taille du poissonnet (longueur totale en mm) sont déterminées. La différenciation truite commune-saumon atlantique n'est guère réalisable, avec de simples critères morphologiques, sur des alevins de très petite taille, même sous loupe binoculaire. 40 mm semble être un minimum pour déterminer l'espèce.



Photo 1 : Différenciation morphologique saumon-truite ; en haut un jeune saumon de 55 mm en bas une jeune truite de 50 mm

Les rares individus trouvés encore vivants sont simplement comptabilisés par site et remis à l'eau. Pendant la période d'éclusées, ne sont pas pris en compte les alevins piégés dans les grandes flaques qui se reconnectent à l'écluse suivante, sans avoir été asséchées et sans subir de variations trop importantes de leurs qualités physico-chimiques (notamment thermiques).

Afin de comparer le nombre d'alevins récoltés à chaque prospection, le nombre total d'alevins peut être exprimé en nombre d'alevins récoltés pour 100 mètres de linéaire de sites piégeux.

3.3. Les pêches électriques

Dans le cas de sites ponctuels où des mortalités massives sont prévisibles ou lors du retour au débit réservé sur la Maronne (à la fin de la période principale d'écluse, en général en juin), des pêches électriques de sauvetage peuvent être réalisées. Les poissons et alevins sont déterminés spécifiquement, mesurés puis remis dans le cours d'eau. Une estimation quantitative est réalisée quand cela est possible.

4. Résultats du suivi des échouages-piégeages 2009 sur la Dordogne

Les échouages-piégeages de salmonidés sur la Dordogne concernent principalement les 40 premiers kilomètres à l'aval du barrage du Sablier (jusqu'à la confluence de la Cère), même si des mortalités de salmonidés sont constatées parfois bien à l'aval de cette confluence.



Figure 2 : La Dordogne à l'aval du barrage du Sablier – secteur Argentat-Beaulieu

4.1. Hydrologie et régime d'éclusées 2009 sur la Dordogne

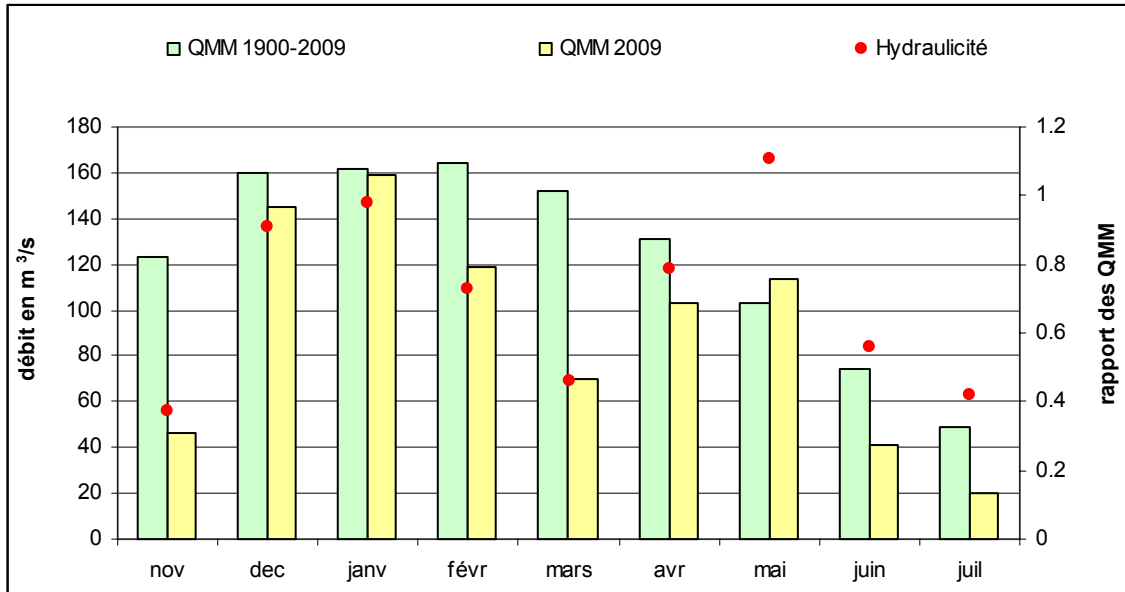


Figure 3 : Débits moyens mensuels (QMM) de la Dordogne à Argentat de novembre 2008 à juillet 2009 et comparaison avec les données de synthèse (1900 – 2009)

La fin de l'année 2008 et l'année 2009 jusqu'au mois de juillet sont des périodes déficitaires en eau avec une hydraulicité particulièrement faible au cours des mois de novembre, mars puis juin et juillet et une hydraulicité plus forte mais généralement légèrement inférieure à la normale en ce qui concerne les autres mois.

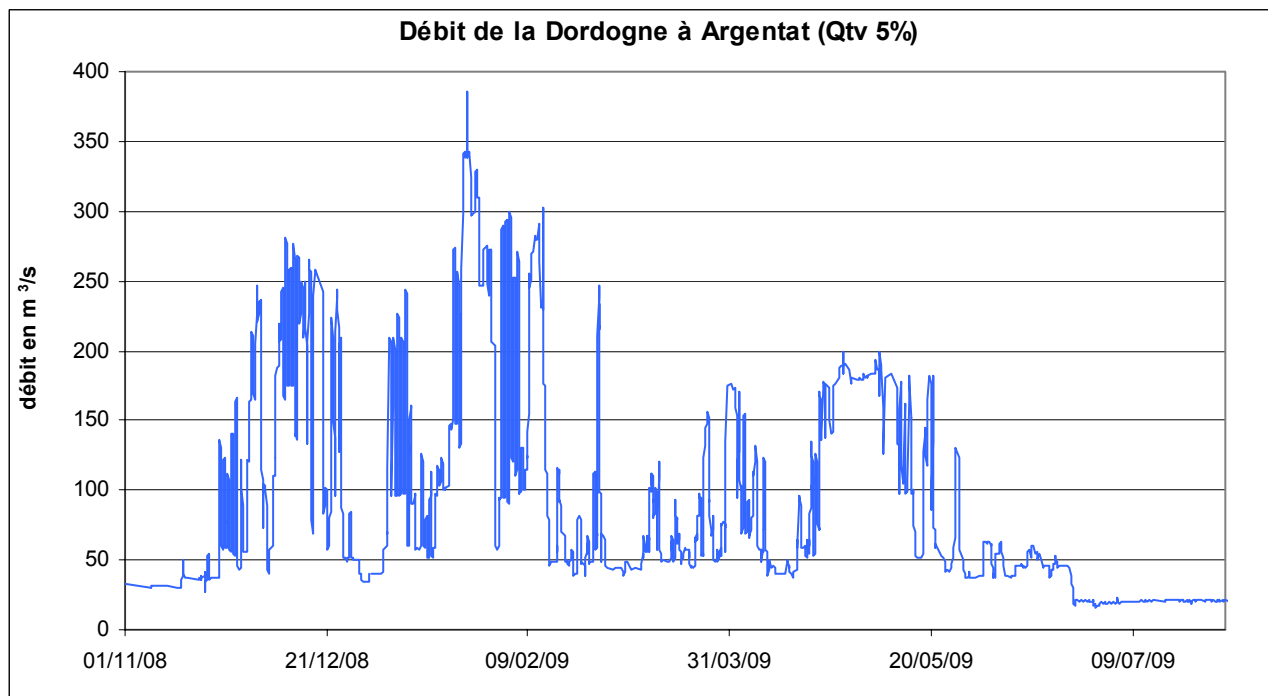


Figure 4 : Chronique de débits de la Dordogne à Argentat (pas de temps variable) de novembre 2008 à fin juillet 2009

A une échelle plus fine, nous constatons en premier lieu en 2009, un contraste entre la période hivernale (novembre à février) avec un régime d'éclusées soutenu et des débits à Brivezac

dépassant fréquemment le seuil des 250 m³/s et la période printanière (mars à juin) avec des débits toujours inférieurs à 200 m³/s et des variations de niveau d'eau moins fréquentes.

Concernant le bon déroulement du cycle biologique des salmonidés, aucun événement hydrologique majeur (crues) n'est survenu aussi bien lors des phases intra-gravellaires (œufs et alevins vésiculés) qu'après l'émergence. Le débit maximal constaté est de 385 m³/s, le 24 janvier 2009 alors que le débit minimal a été de 27,2 m³/s. Ce débit a été de façon très ponctuelle inférieur à la valeur fixée par la convention la nuit du 20 au 21 novembre. Par la suite, les débits sont restés supérieurs à 30 m³/s voir 35 m³/s, ce qui a permis de maintenir en eau la grande majorité des frayères de grands salmonidés (**E.CO.G.E.A. pour M.I.G.A.DO**, 2009).

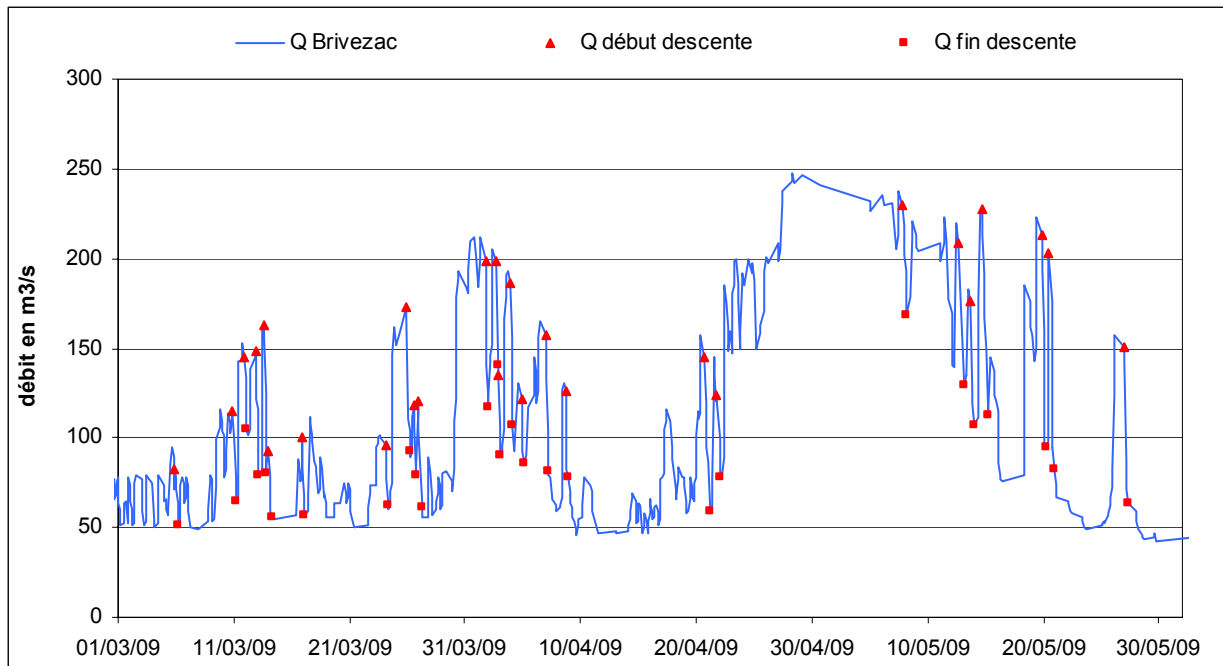


Figure 5 : Chronique de débits de la Dordogne à Brivezac et ses baisses de débit potentiellement impactantes

Du fait d'une hydrologie naturelle faible, les variations de niveau d'eau dites impactantes (revoir définition dans **Lascaux et Cazeneuve, 2008a**³) ont été fréquentes entre mars et juin. Les volumes d'eau ont été stockés puis « placés ». La fréquence des baisses de débit remarquables se situe dans la moyenne de ce qui est observé depuis le début du suivi en 2005 (figure suivante) avec toutefois un mois de mai où les baisses remarquables (impactantes) dénombrées ont été plus fréquentes qu'à l'accoutumée.

C'est d'ailleurs fin avril – début mai (du 27 avril au 6 mai) que les débits ont dépassés la consigne de limitation du débit à 225 m³/s à l'aval de la confluence avec la Maronne, il est vrai avec des apports naturels conséquents. Les débits atteints lors de cet épisode restaient cependant toujours inférieurs à 250 m³/s. Cette consigne a par la suite été entièrement respectée.

³ Les variations de débit impactantes correspondent à des hausses ou des baisses de débit dont la vitesse de variation est supérieure à 10 cm/h, dans la gamme de débit concernée.

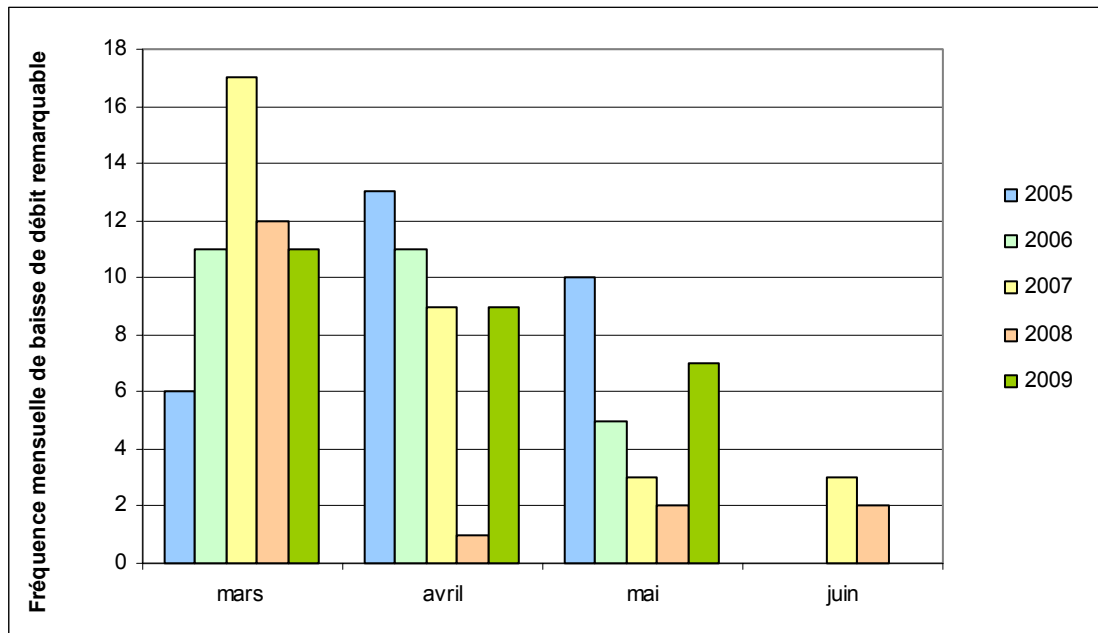


Figure 6 : Nombre de baisses de débit remarquables dénombrées à Brivezac de mars à juin, de 2005 à 2009

4.2. Les prospections

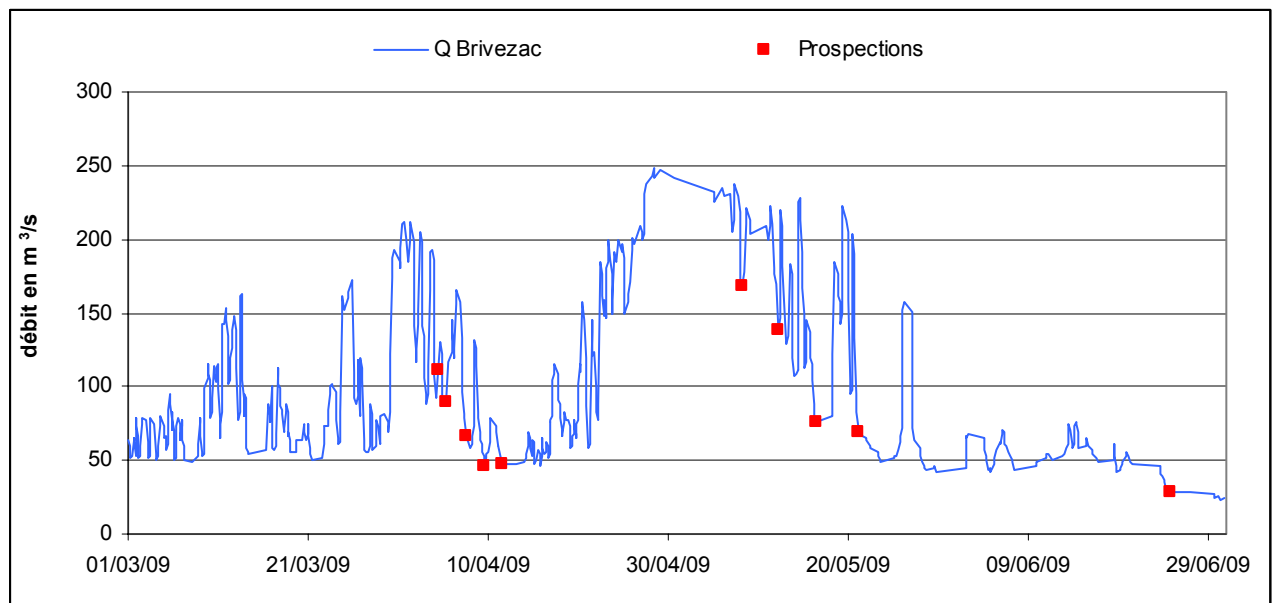


Figure 7 : Les débits de la Dordogne à Brivezac et nos prospections (en rouge)

10 journées de présence sur le terrain ont permis cette année de suivre les principales baisses de débit de la Dordogne.

date	jour	nb de personnes	durée	total homme.jour
04/04/09	samedi	2	0.5	1
05/04/09	dimanche	2	0.5	1
07/04/09	mardi	2	0.5	1
09/04/09	jeudi	2	1	2
11/04/09	samedi	2	0.5	1
08/05/09	vendredi - férié	2	1	2
12/05/09	mardi	2	1	2
16/05/09	samedi	2	0.5	1
21/05/09	jeudi	2	0.5	1
25/06/09	jeudi	2	1	2
			Total	14

Tableau 1 : Récapitulatif des dates et efforts de prospection

Certaines prospections se sont déroulées les week-ends et jours fériés. Une prospection a été réalisé entièrement de nuit (nuit du 11 au 12 mai).

4.3. Echouages-piégeages par espèces

BAF	CHA	Cypr Ind	GOU	LOF	OBR	TRF/SAT	VAI	TOTAL
1	1	13	1	6	29	229	35	315

Tableau 2 : Récapitulatif des poissons échoués-piégés récoltés en 2009

315 poissons ont été retrouvés échoués ou piégés en 10 baisses de niveau suivies, dont 73% d'alevins de truite et de saumon.

Ce total est assez faible comparé aux années précédentes, ce qui est encourageant concernant l'efficacité des mesures qui ont été prises concernant la gestion des débits et les aménagements des sites les plus piègeux.

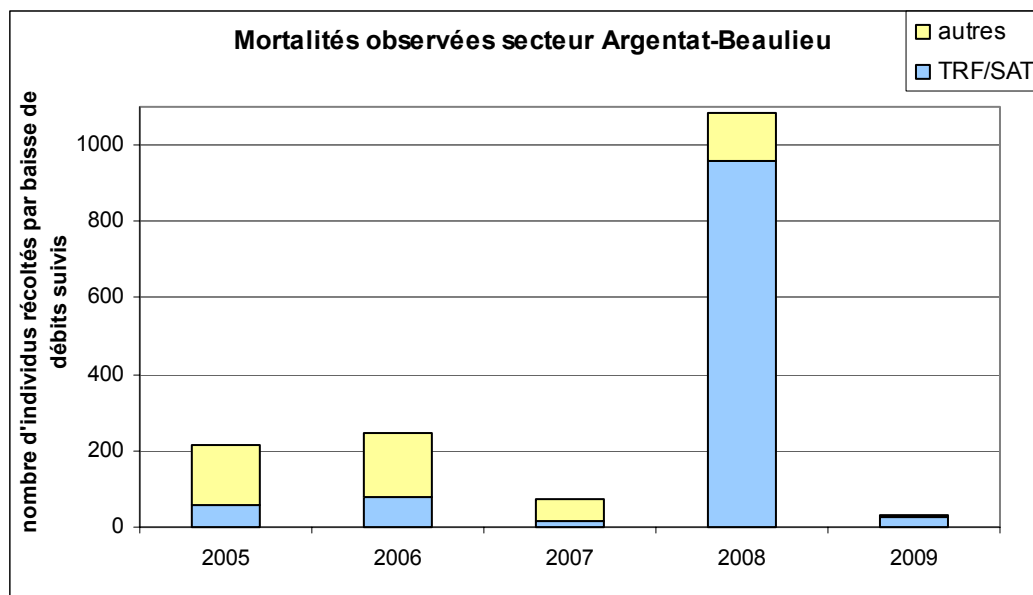


Figure 8 : Récapitulatifs des mortalités moyennes observées par baisse de débit suivie sur la Dordogne entre Argentat et Beaulieu depuis 2005

A noter que l'année 2008 se démarque nettement des autres années puisqu'il ne s'agissait pas véritablement d'un régime d'éclusées classiques mais de principalement 2 baisses de débit plus ou moins progressives, en raison de l'hydrologie très soutenue de cette période cette année là, ne reflétant pas la gestion classique de l'ouvrage du Sablier.

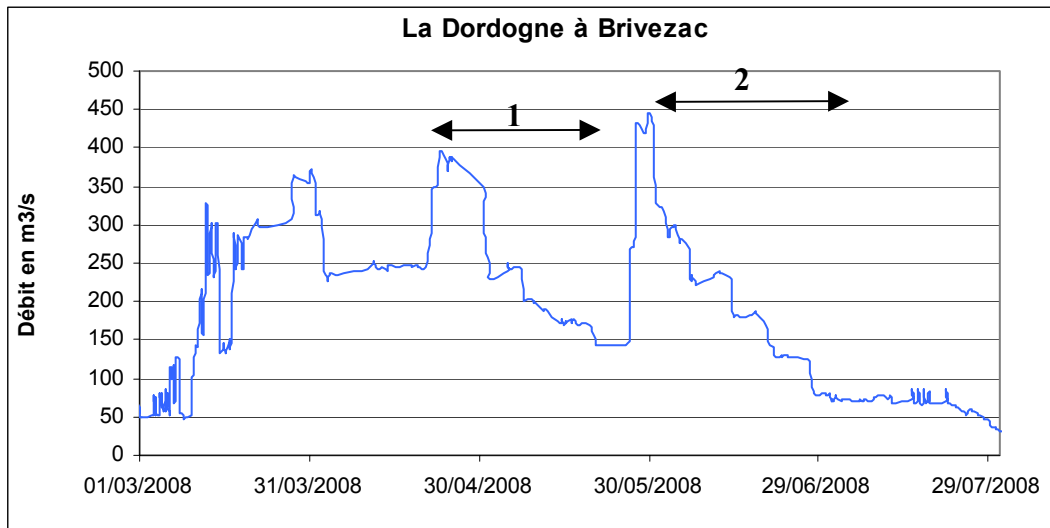


Figure 9 : Hydrogramme de la Dordogne à Brivezac en 2008

4.4. Echouages-piégeages par types de sites

	BAF	CHA	Cypr Ind	GOU	LOF	OBR	TRF/SAT	VAI	TOTAL
Annexes hydrauliques			9		1	2	8	19	39
Bancs de galets			1		1	6	4	12	24
Bras secondaires							37		37
Chenaux ripisylve	1	1	3	1	4	21	180	4	215

Tableau 3 : Récapitulatif des poissons échoués-piégés récoltés en 2009 par type de sites

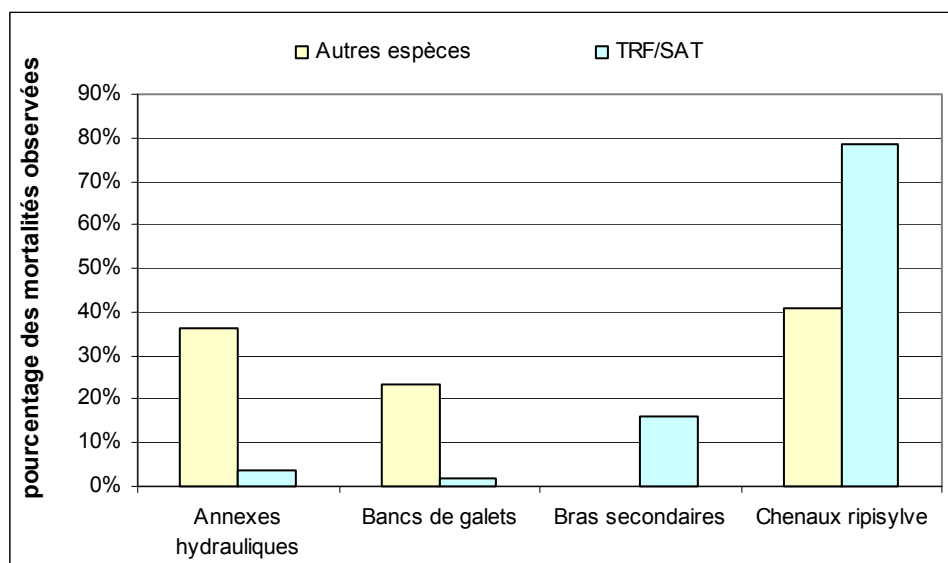


Figure 10 : Récapitulatif des mortalités constatées au niveau de chaque contexte problématique

Les chenaux dans la ripisylve constituent cette année le contexte le plus problématique pour les salmonidés, avec près de 80% des mortalités constatées.

On notera que 60% des mortalités totales de salmonidés ont eu lieu au cours d'un seul épisode, le 12 mai, dont 49% au sein de chenaux dans la ripisylve. Il s'agissait de la 1^{ère} mise hors d'eau de sites qui étaient en eau depuis le 22 avril, soit environ 3 semaines.



Photo 2 : Alevins de salmonidés échoués en fond de chenal

Les mortalités constatées au niveau des bras secondaires deviennent moins prégnantes, suite à la mise en place des contraintes de débit et à l'aménagement de certains sites sensibles (abaissement de la côte de la prise d'eau – Recoudier et Brivezac notamment sur la Dordogne amont).

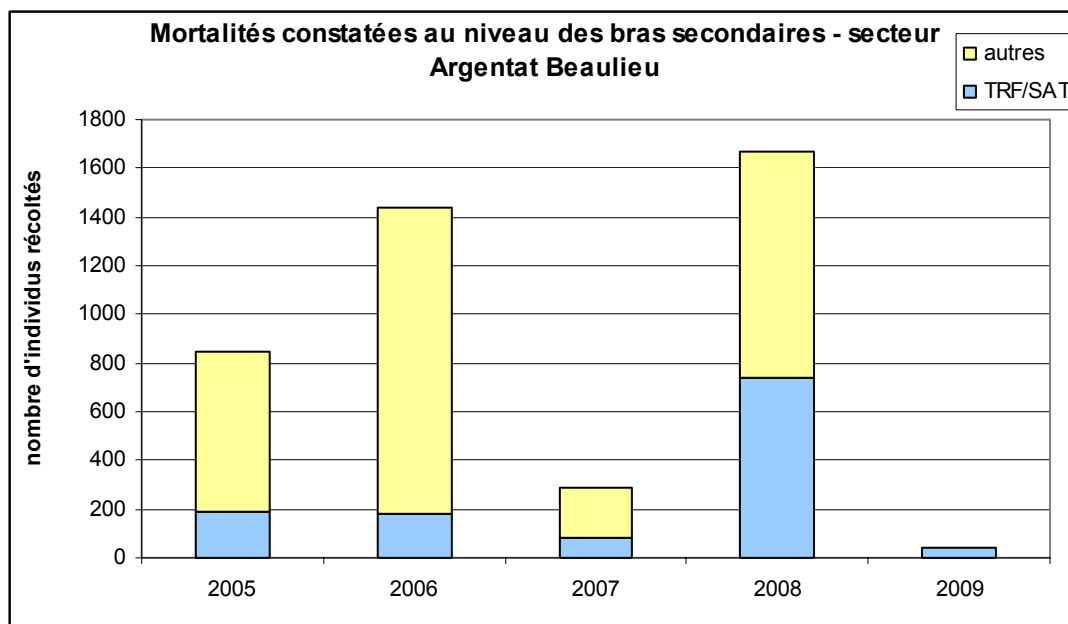


Figure 11 : Récapitulatif des mortalités constatées au niveau des bras secondaires depuis 2005

4.5. Echouages-piégeages des alevins de salmonidés par dates

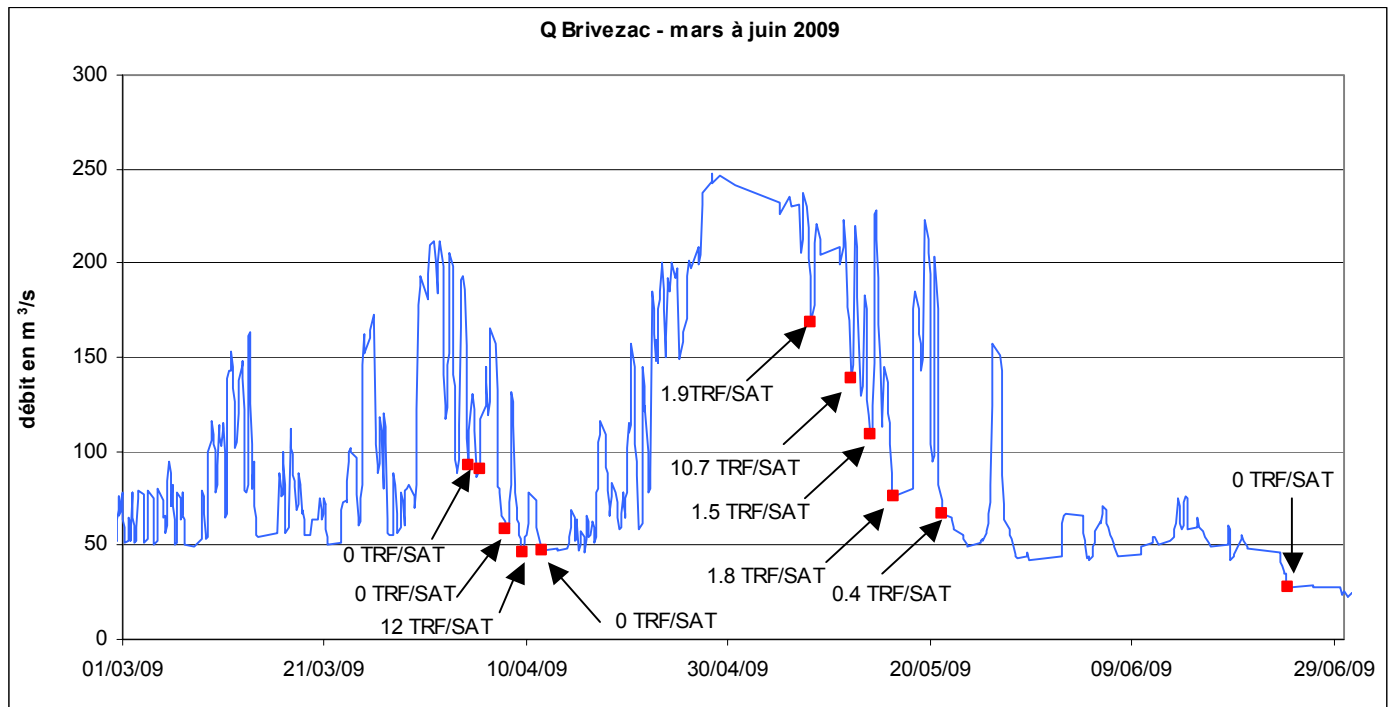


Figure 12 : Récapitulatif des mortalités constatées pour 100 mètres de linéaire de sites piégeux parcourus en 2009

Selon la période de prospection, les mortalités constatées ont varié en 2009 entre 0 et 12 TRF/SAT récoltés pour 100 mètres de linéaire piégeux suivis. Jusqu'à mi-avril, les mortalités constatées sont faibles alors que les alevins sont globalement peu abondants dans le milieu. Les 12 alevins récoltés pour 100 mètres sont dus essentiellement à un site particulier, linéairement peu étendu, qui « tire » la moyenne des données vers le haut.

Les débits ont par la suite été plus soutenus avec des débits toujours supérieurs à 100 m³/s jusqu'au 15 mai, alors que les alevins avaient ou étaient en train d'émerger. Les mortalités les plus importantes ont été constatées lorsque les débits sont descendus en dessous des 150 m³/s, ce qui a conduit à l'exondation d'une majorité de chenaux dans la ripisylve. On rappellera ici que les chenaux les plus piégeux ne sont que partiellement ou pas du tout mis en eau grâce à la mise en place de la mesure limitant les débits à 225 m³/s à l'aval de la confluence avec la Maronne en période d'émergence (15 mars – 15 juin).

Comparé à l'année précédente (fig.11), où les débits avaient franchi la barre des 250 m³/s en période d'émergence, **les mortalités maximales enregistrées en 2009 restent 3 fois inférieures à celles constatées en 2008.**

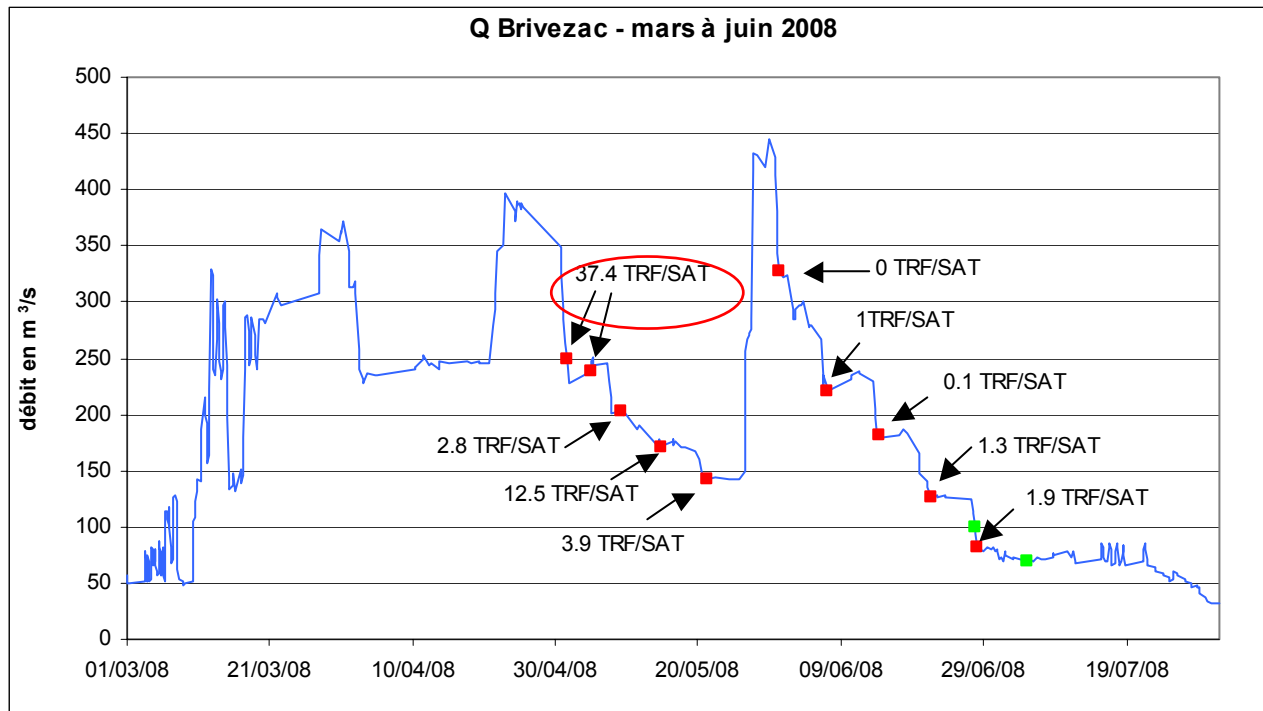
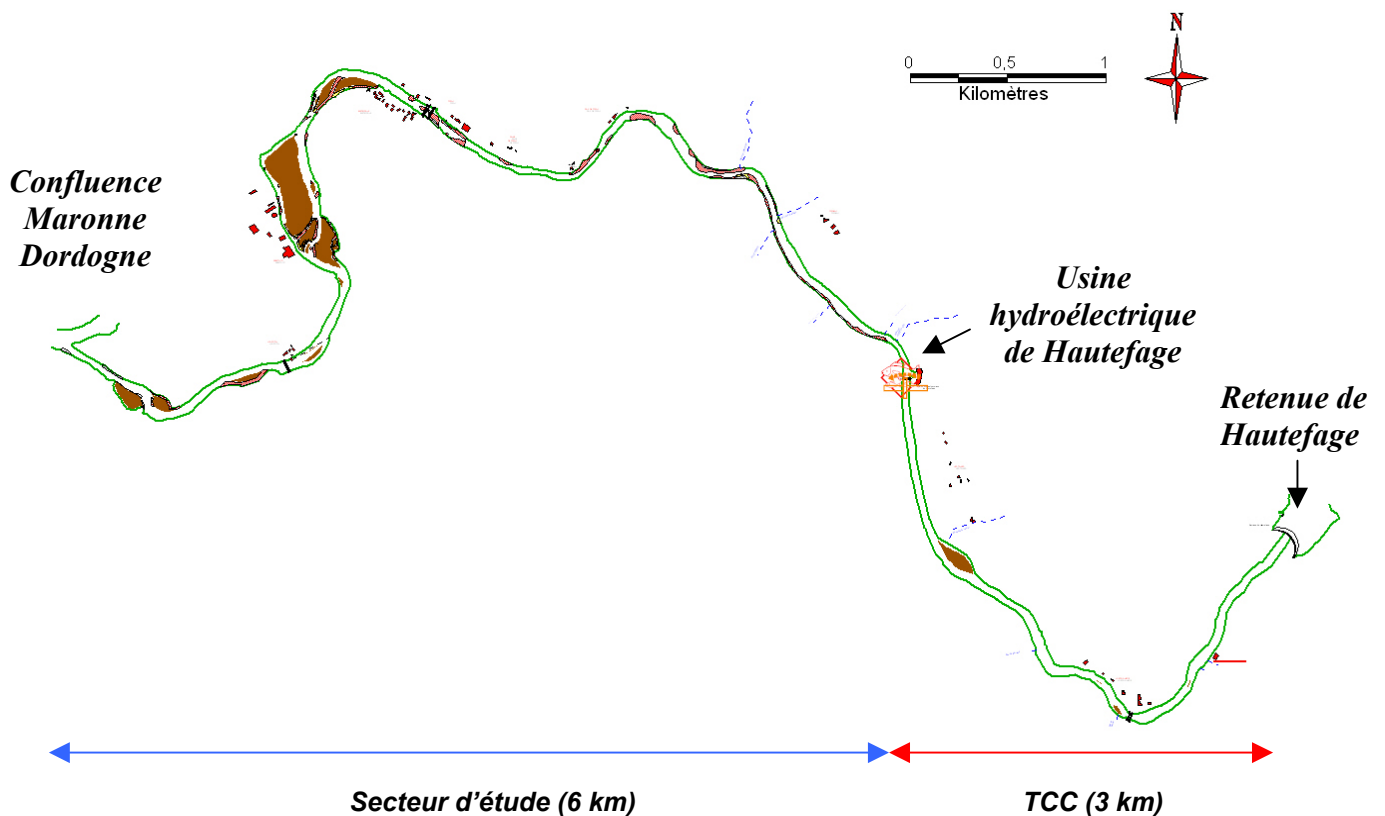


Figure 13 : Récapitulatif des mortalités constatées pour 100 mètres de linéaire piègeux parcourus en 2008

5. Résultats du suivi des échouages-piégeages 2009 sur la Maronne

Sur la Maronne, le secteur soumis aux éclusées, à l'aval de l'usine hydroélectrique de Hautefage, s'étend sur 6 kilomètres, jusqu'à la confluence avec la Dordogne. Les éclusées de la Maronne sont également susceptibles de provoquer des variations de niveau d'eau potentiellement impactantes dans la Dordogne.



E.CO.G.E.A., juin 2010 Figure 14: La Maronne à l'aval de la retenue de Hautefage

5.1. Hydrologie et régime d'éclusées 2009 sur la Maronne

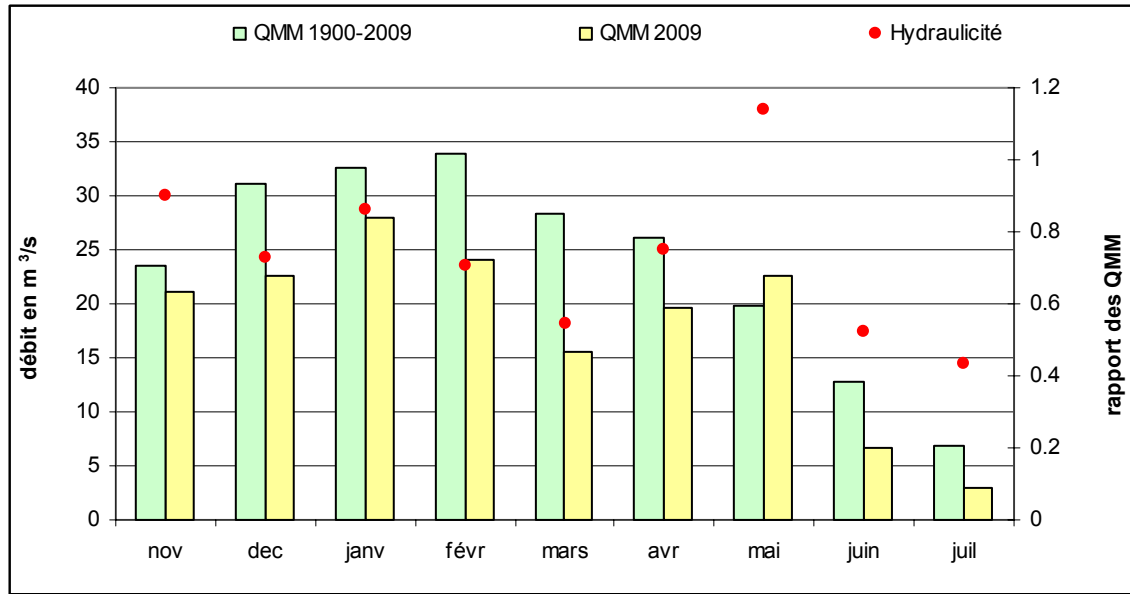


Figure 15 : Débits moyens mensuels (QMM) de la Maronne à Basteyroux de novembre 2008 à juillet 2009 et comparaison avec les données de synthèse (1900 – 2009)

Durant la période biologique sensible des salmonidés (de la reproduction au stade alevin nageant), la Maronne a présenté des débits déficitaires par rapport à la normale, excepté au mois de mai pour lequel nous constatons une hydraulicité supérieure à 1.

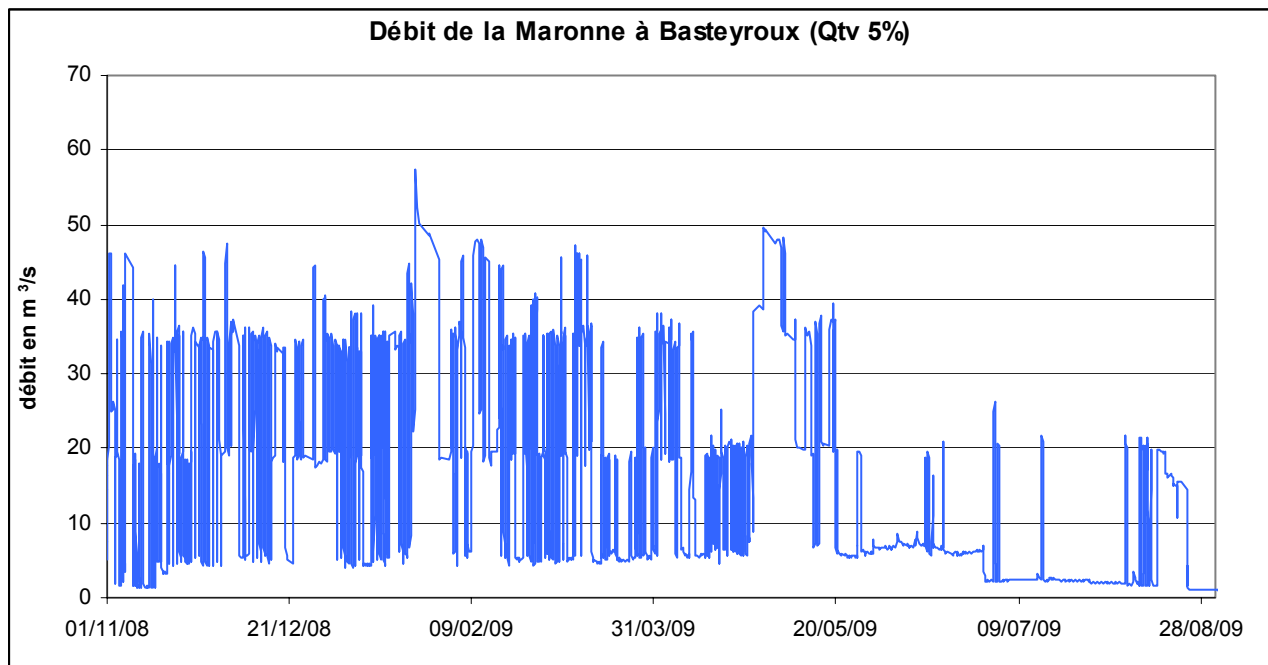


Figure 16 : Chronique de débits de la Maronne à Basteyroux de novembre 2008 à août 2009

Aucune crue n'est observée aussi bien durant la période de vie sous graviers des œufs et des alevins que par la suite, en période d'émergence et de post-émergence. On notera la diminution de débit réservé fin août, avec le passage à 0,5 m³/s restitué au barrage de

Hautefage pour cause de travaux à la digue de l'usine de Hautefage (construction d'une passe à saumon et intervention sur la morphologie de la Maronne en sortie des groupes de l'usine).

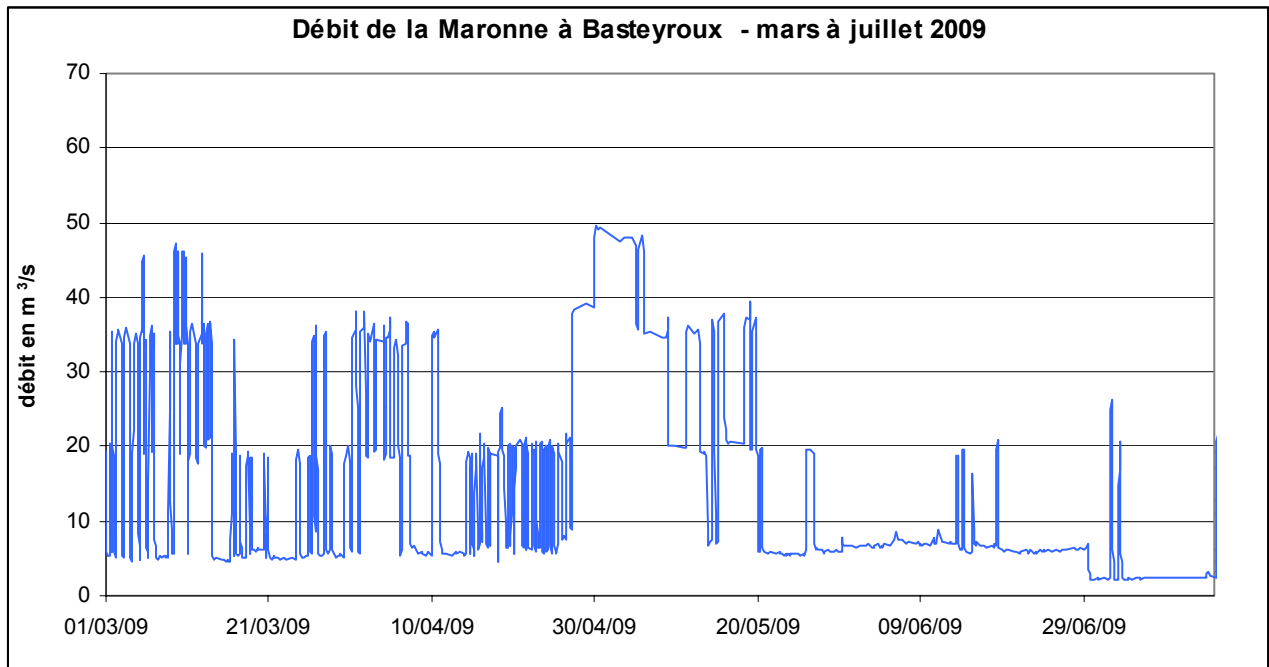


Figure 17 : Chronique de débits de la Maronne à Basteyroux de mars à juillet 2009

Le régime d'éclusées présente des périodes de turbinage intenses (turbinage à GG ou Gg⁴) de début mars à la mi-mars puis début avril, entrecoupées de périodes plus « calmes » avec des débits turbinés moins importants (turbinage à 1 seul groupe) fin mars et de mi-avril à fin avril. On notera que le rythme d'éclusées entre le 14 et le 27 avril est de 2 éclusées journalières mais avec 1 seul groupe. Le coup d'eau de fin avril – début mai constitue un événement majeur dans ce suivi. Le débit turbiné est alors important (les deux groupes à pleine puissance ou un à pleine puissance et l'autre en mode économique) et constant (plus d'éclusées). Les débits restent au dessus de 20 m³/s pendant 15 jours consécutifs. Les variations de débits reprennent après le coup d'eau et l'on notera qu'il y en aura encore après le retour au débit réservé conventionnel le 29 juin (essais de « sécurité » à l'usine de Hautefage).

Moyenne [Min - Max] 2003 à 2008	GG - Qb	Gg - Qb	G - Qb	Total descente Qb
mars	7 [2 - 13]	9 [0 - 18]	3 [0 - 17]	18 [2 - 37]
avril	4 [1 - 9]	8 [0 - 17]	3 [0 - 9]	17 [0 - 26]
mai	3 [0 - 6]	6 [0 - 11]	3 [0 - 6]	10 [0 - 22]
juin	1 [0 - 4]	2 [0 - 4]	2 [0 - 8]	4 [0 - 16]
Total	16 [4 - 26]	27 [7 - 41]	12 [4 - 18]	54 [17 - 85]

⁴ La notation GG correspond au fonctionnement à plein régime des 2 groupes de l'usine de Hautefage, Gg au fonctionnement à plein régime d'un groupe, et au fonctionnement en mode économique de l'autre groupe, G au fonctionnement d'une seule turbine. Qb désigne le débit plancher atteint en fin d'éclusée (3 à 5 m³/s).

Tableau 4 : Récapitulatif des fréquences mensuelles d'éclusées revenant au débit de base en moyenne de 2003 à 2008

2009	GG - Qb	Gg - Qb	G - Qb	Total descente Qb	autres
mars	1	13	11	25	8
avril	0	3	22	25	4
mai	0	2	3	5	6
juin	0	0	4	4	0
Total	1	18	40	59	18

Tableau 5 : Récapitulatif du nombre d'éclusées au cours du printemps 2009

Globalement, 2009 constitue une année légèrement supérieure à la moyenne en terme d'éclusées revenant au débit de base sur la Maronne, avec notamment des fréquences plus importantes que la moyenne en mars et avril. Il s'agit toutefois de variations de plus faible amplitude qu'à l'accoutumée, avec une majorité de variations G – Q base. **On notera également des éclusées ne revenant pas de manière systématique à Q base mais qui, comme nous l'avons vu l'année passée, peuvent avoir un impact sur les alevins.**

5.2. Les prospections

9 prospections intégrales des sites piégeux de la Maronne ont été opérées en 2009 dont une de nuit au mois de mai.

date	jour	nb de personnes	durée	total homme.jour
04/04/09	samedi	2	0.5	1
07/04/09	mardi	2	0.5	1
11/04/09	samedi	2	0.5	1
09/05/09	samedi	2	2	2
14/05/09	jeudi - nuit	3	1	3
16/05/09	samedi	2	0.5	1
21/05/09	jeudi	2	0.5	1
29/06/09	lundi	3	1	3
30/06/09	mardi	3	1	3
			Total	16

Tableau 6 : Récapitulatif des dates et efforts de prospection

5.3. Echouages-piégeages pendant la période d'éclusées

5.3.1. Echouages-piégeages par espèce

CHA	GOU	OBR	TRF/SAT	VAI
5	2	158	1252	14

Tableau 7 : Récapitulatif des poissons échoués-piégés récoltés en 2009 sur la Maronne

1252 alevins de truite et de saumon ont été récoltés durant le régime d'éclusées 2009, ce qui constitue le plus grand nombre d'alevins récoltés depuis le début du suivi. Un nombre

d'éclusées conséquent, une meilleure connaissance des sites problématiques, et une grande réactivité permettent d'expliquer ce nombre important d'alevins récoltés.

5.3.2. Echouages-piégeages par types de sites

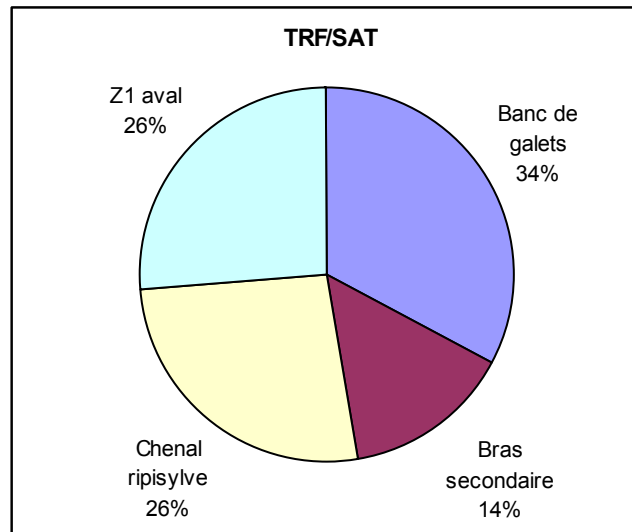


Figure 18 : Répartition des mortalités d'alevins de TRF/SAT constatées selon le type de site

Les bancs de galets (et bancs de galets végétalisés) concentrent un tiers des mortalités d'alevins de salmonidés constatées. Comptabilisée à part, du fait de l'influence conjointe de la Maronne et de la Dordogne sur sa connexion-déconnexion, la plage de galets de la confluence avec la Dordogne (Z1 aval) représente à elle seule plus d'un quart des mortalités d'alevins de TRF/SAT. Enfin, la problématique des mortalités par déconnexion des bras et chenaux secondaires devient moins prégnante suite aux aménagements réalisés et à l'augmentation du débit réservé en 2006.

5.3.3. Echouages-piégeages par dates

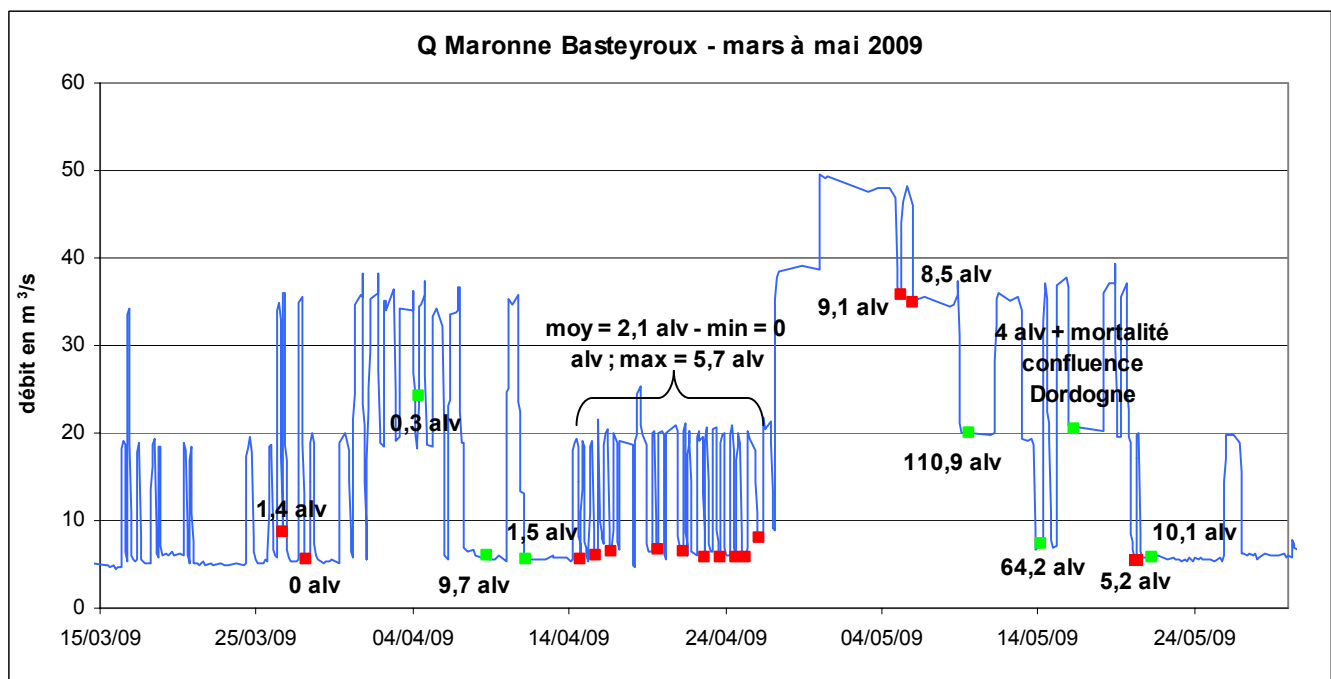


Figure 19: Chronique de débits de la Maronne à Basteyroux et mortalités constatées en nombre d'alevins pour 100 mètres de linéaire de sites piègeux

La figure ci-dessus synthétise le nombre de TRF/SAT récoltés pour 100 mètres (alv) lors de prospections intégrales (en vert) ou lors d'observations plus ponctuelles (en rouge).

Les premiers alevins ont été récoltés à la fin du mois de mars alors que l'émergence vient à peine de débuter. Les premières mortalités importantes (> 5 TRF/SAT pour 100 m) sont constatées début avril après 5 jours consécutifs à plus de $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Par la suite des mortalités sont observées pour des éclusées fréquentes (le plus souvent 2 éclusées par jour) aux caractéristiques modestes (fonctionnement à 1 seul groupe). D'une éclusée sur l'autre, les mortalités oscillent alors de 0 TRF/SAT à 5,7 TRF/SAT pour 100 mètres, avec une valeur moyenne de 2,1 TRF/SAT récoltés pour 100 mètres.

Les premières baisses de débit début mai, faisant suite à des périodes de forts débits prolongés, sont accompagnées de mortalités très importantes. Même pour des retours à des valeurs de débit de $35 \text{ m}^3/\text{s}$, en moyenne, 9 TRF/SAT pour 100 mètres de linéaire piègeux suivis sont récoltés. Les plus grosses mortalités sont observées les 9 et 14 mai, après respectivement 15 jours à plus de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ et 17 jours sans revenir au débit de base ($5 - 7 \text{ m}^3/\text{s}$).

Les mortalités redeviennent par la suite plus faibles mais toujours conséquentes. Non pris en compte sur la figure ci-dessus, 318 alevins de TRF/SAT sont récoltés lors de la première déconnexion totale de la plage de galets située à la confluence de la Maronne et de la Dordogne, le 16 mai.



Photo 3 : Alevins de TRF/SAT piégés dans de petites dépressions au niveau de la plage de galets de la confluence Maronne-Dordogne

A noter que l'exondation de cette plage semble quand même plutôt contrôlée par les débits de la Dordogne ($50 \text{ m}^3/\text{s}$ sur la Dordogne et $20 \text{ m}^3/\text{s}$ sur la Maronne au moment des faits).

5.4. Echouages-piégeages lors du retour au débit réservé

Le retour au débit réservé sur la Maronne ($1 \text{ m}^3/\text{s}$; $1/20^{\text{ème}}$ du module) s'est déroulé le 29 juin selon le protocole suivant :

- à 08h00 : ouverture de la $2^{\text{ème}}$ vanne de débit réservé au barrage pour passage à $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$,

- à 11h00 : contrôle de l'établissement du débit de 1.5 m³/s dans la rivière au droit de l'usine d'Hauteffage.(contrôle de l'élévation du niveau d'eau sur la crête déversante à l'aval de l'usine d'Hauteffage),
- à 12h00 : arrêt de la marche à vide à 3 m³/s à l'usine d'Hauteffage (passage à zéro en débit sur l'usine),
- à 16h30 : fermeture de la 2^{ème} vanne de débit réservé au barrage d'Hauteffage pour retour à un débit réservé de 1 m³/s.

Les variations de débits correspondantes, enregistrées au limnigraphe de Basteyroux, sont présentées sur la figure suivante.

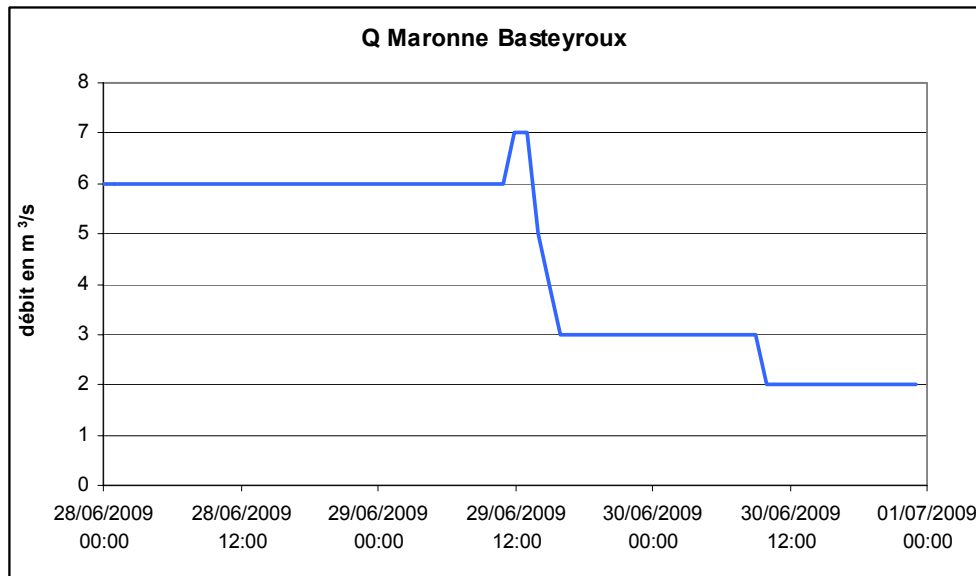


Figure 20 : Hydrogramme de la Maronne à Basteyroux lors du retour au débit réservé – pas de temps horaire

Les flaques déconnectées du chenal principal ont fait l'objet de pêches électriques de sauvetage les 29 et 30 juin. Les mortalités évoquées par la suite sont donc en partie fictives puisqu'une partie des poissons ont été remis dans le chenal principal de la Maronne.

5.4.1. Mortalités globales

	0+ TRF	1+ TRF	0+ SAT	0+ OBR	CHA	LOF	VAI	amnocète
TOTAL	237	18	33	5	19	6	46	1

Tableau 8 : Récapitulatif des mortalités constatées lors du retour au débit réservé sur la Maronne

365 individus appartenant à 7 espèces différentes ont été récoltés durant le retour au débit réservé. 270 alevins de TRF/SAT ont été pêchés dont 12% ont été identifiés comme étant des alevins de saumon atlantique.



Photo 4 : Alevin de saumon atlantique issu de reproduction naturelle sur la Maronne

5.4.2. Mortalités par types de sites

	Type de site	0+ TRF	1+ TRF	0+ SAT	0+ OBR	CHA	LOF	VAI	amnocète
Amont pont de Basteyroux RG	Banc de galets	5	1						
Saule de Prach	Banc de galets	15					1	1	
Bras de Basteyroux	Bras secondaire	95	3	14	2	4	5	31	
Partie aval RD de Z 39	Bras secondaire	87	2	1				1	1
Z 28	Bras secondaire	35	12	18	3	15		13	

Tableau 9 : Récapitulatif des mortalités constatées lors du retour au débit réservé sur la Maronne

Assez clairement, les problèmes au moment du retour au débit réservé, se situent au niveau des déconnexions de bras secondaires qui concentrent plus de 90% des mortalités d'alevins de TRF/SAT constatées.

A noter que dans le bras Z 39, dont la prise d'eau avait été aménagée voici 4 années, un nouveau petit bras s'est formé, sur le tiers aval rive droite du chenal (interaction avec la végétation et le bois coupé et/ou tombé), avec des dépressions piégeuses pour les alevins de salmonidés.

5.4.3. Comparaison avec les précédents suivis

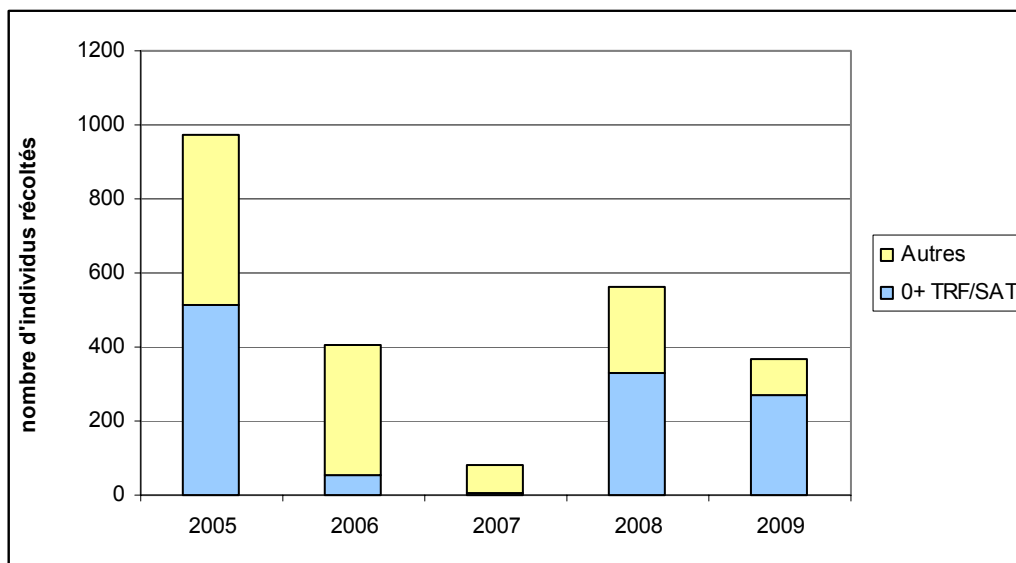


Figure 21 : Récapitulatif des mortalités constatées lors du retour au débit réservé réglementaire sur la Maronne

Depuis 2006, année où le rehaussement du débit réservé par convention associé à un aménagement des prises d'eau des bras principaux au niveau des îlots de l'Hospital ont été opérés, les mortalités constatées lors du retour au débit réservé sont moins conséquentes. Les 2 premières années laissaient apparaître des résultats encourageants, notamment au regard de la faible proportion d'alevins de salmonidés retrouvés échoués ou piégés. Lors des deux derniers retours au débit réservé, les résultats sont plus mitigés et indiquent la nécessité de continuer les efforts, tant au niveau de l'optimisation de la manœuvre de retour au débit réservé avec pour objectif de diminuer les gradients (gestion des différents vannages au barrage – augmentation du débit réservé) que de l'aménagement des bras (reprofilage de la fin du bras Z39 RD, bras Z28, prise d'eau des bras de Basteyroux ...).

6. Conclusion

La situation actuelle de la Maronne et de la Dordogne face à la problématique « échouages – piégeages des alevins de salmonidés » est contrastée. Alors que sur la Dordogne, la contrainte sur les débits maximaux semble porter ses fruits, en limitant la colonisation des chenaux rivulaires par les alevins de salmonidés, il est plus difficile d'obtenir des améliorations significatives sur la Maronne (régime d'éclusées plus drastique, **Courret et Larinier, 2008** – rythme journalier, fréquents retours au débit de base, gradients plus rapides – et cours d'eau de plus petite taille et morphologiquement plus contraint que la Dordogne).

Alors que le débit réservé réglementaire est passé à l'automne 2009 de 1 m³/s à 2 m³/s au barrage de HautePAGE (tout en maintenant la mesure « marche à vide d'un groupe » à l'aval de l'usine de HautePAGE de la mi-novembre à la mi-juin), plusieurs aménagements physiques de la Maronne nous semblent à même de permettre quelques gains sur les mortalités de jeunes salmonidés :

- au niveau de la queue du bras Z39 (îlots de l'Hospital), des embâcles en rive droite ont créé des dépressions fortement piégeuses pour les alevins. Des mortalités sont constatées à la fois lors de la période d'éclusées et lors du retour au débit réservé réglementaire. L'enlèvement de ces embâcles devrait permettre de remanier la granulométrie et de combler les dépressions piégeuses. On le

rappelle ici, ce bras est très attractif pour les alevins et juvéniles de salmonidés et de nombreuses frayères sont dénombrées en tête de bras chaque hiver.

- l'aménagement du bras central de Basteyroux, qui se déconnecte lors du retour au débit réservé avec des piégeages importants d'alevins et juvéniles de salmonidés. Un reprofilage de la prise d'eau du bras pourrait être envisagé afin de permettre le maintien en eau du chenal à 2 m³/s. Le comblement des 2 grandes dépressions en rive droite de ce bras éviterait également le piégeage de nombreux jeunes salmonidés. Une levée topographique du site semble obligatoire afin de vérifier la faisabilité hydraulique de cet aménagement.
- éventuellement le remaniement de la plage de galets de la confluence avec la Dordogne, qui cette année encore a concentré près de 25 % des mortalités de salmonidés constatées. Le fonctionnement hydraulique de cette plage est complexe (à la fois sous contrôle des débits en Maronne et en Dordogne) et devra être appréhendé finement avant tout aménagement.
- la reprise de la nouvelle passe à « saumons » de la digue de la Broquerie pour en faire une passe « à poissons », moins sélective pour le peuplement piscicole, devrait permettre de soustraire aux effets des éclusées une partie des géniteurs et donc une partie des alevins de salmonidés (à conditions que l'habitat nécessaire soit disponible dans le TCC pour les différents stades de développement des espèces – étude prévue par EDF pour 2010).

Néanmoins ces aménagements physiques ne sont que ponctuels et ne corrigerons qu'une partie des effets visibles des éclusées.

7. Bibliographie

- Cazeneuve L., Lagarrigue T., et Lascaux J.M., 2009.** Etude de l'impact écologique des éclusées sur la rivière Dordogne. Analyse des pressions exercées par les phénomènes d'éclusées sur les écosystèmes de la Dordogne et proposition de solutions susceptibles de les atténuer. *Rapport final de la phase 2*. 50 pages + 7 annexes.
- Chanseau M., Courret D. et J.M. Lascaux, 2008.** Bilan des travaux en rivière réalisés sur les cours d'eau Maronne et Dordogne afin de limiter l'impact des éclusées. Rapport MI.GA.DO.
- Courret D., Larinier P., Lascaux J.M., Chanseau M. et Larinier M., 2006.** Etude pour une limitation des effets des éclusées sur la Dordogne en aval de l'aménagement du Sablier pour le saumon atlantique – secteur Argentat Saulières. *Rapport MIGADO 8D-06-RT/GHAAPPE RA.06.02*.
- Courret D. et Larinier P., 2008.** Etude pour la définition d'indicateurs pour la caractérisation des éclusées hydroélectriques. Application au bassin Adour-Garonne. Mise au point d'une méthode d'analyse des hydrogrammes et proposition d'un indicateur synthétique. *Rapport GHAAPPE RA.07.09*.
- E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO, 2000 à 2010.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (département de la Corrèze et du Lot). Rapports n° D12-00-RT ; n° D15-01-RT ; n° D11-02-RT ; n° D15-03-RT ; n° D10-04-RT ; n° D9D-05-RT ; n°10D-07-RT ; n°12D-08-RT ; n°4D-09-RT ; n°12D-10-RT).
- Lascaux, J.M., Lagarrigue, T., Vandewalle, F. et Chanseau, M., 2004.** Effets d'un débit minimum de 3 m³/s délivré à l'aval de l'usine de Hauteffage sur l'exondation des frayères de grands salmonidés de la Maronne - Automne-Hiver 2003/2004. Synthèse des suivis 2001/2002, 2002/2003 et 2003/2004. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. 18D-04-RT.
- Lascaux J.M., Vandewalle, F. et Lagarrigue, T., 2006a.** Synthèse des données 1999 - 2006 de la reproduction des grands salmonidés sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier. Bilan par cours d'eau. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. n°11D-06-RT.
- Lascaux, J.M., Cazeneuve, L., Lagarrigue, T., Chanseau, M., 2006b.** Impact du fonctionnement par éclusées de l'usine hydroélectrique de Hauteffage sur la Maronne : suivi des échouages-piégeages de 2003 à 2005. *E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. n° 7D-06-RT*. 32 p + annexes.
- Lascaux J.M. et Cazeneuve L., 2008 a.** Etude de l'impact des éclusées sur les échouages d'alevins de salmonidés sur la Dordogne. Suivi 2007 et synthèse des données acquises depuis 2005. *Rapport MI.GA.DO 19D-08-RT*. 14 p
- Lascaux J.M. et Cazeneuve L., 2008 b.** Etude de l'impact des éclusées sur la rivière Dordogne. Analyse des pressions exercées par les phénomènes d'éclusées sur les écosystèmes de la Dordogne et proposition de solutions susceptibles de les atténuer. *Rapport final de la phase 1*. 74 pages.
- Lascaux, J.M., Cazeneuve L., Lagarrigue T. et Chanseau M., 2008.** Cartographie des zones d'échouages-piégeages de la Maronne en aval de l'usine hydroélectrique de Hauteffage et essai d'estimation des mortalités totales d'alevins de salmonidés sur le cours d'eau. *Rapport MI.GA.DO. 20D-08-RT*.
- Richard A., 1998.** Gestion piscicole, interventions piscicoles sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. Collection Mise au point CSP, 256p.
- Valentin S., 1995.** Variabilité artificielle des conditions d'habitat et conséquences sur les peuplements aquatiques : effets écologiques des éclusées hydroélectriques en rivière. Thèse doc., Univ. Claude Bernard, Lyon I, 271 p.

Les données figurant dans ce document ne pourront être exploitées de quelque manière que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable de MI.GA.DO. et de ses partenaires financiers.