

# SUIVI DE LA REPRODUCTION NATURELLE DES GRANDS SALMONIDES MIGRATEURS SUR LE BASSIN DE LA DORDOGNE EN AVAL DU SABLIER (DEPARTEMENTS DE LA CORREZE ET DU LOT) AUTOMNE-HIVER 2008 / 2009

BILAN DE L'EFFICACITE DU RELEVEMENT DU DEBIT PLANCHER DE LA DORDOGNE (30M³/s SOIT 30% DU MODULE DU COURS D'EAU) SUR LA PRESERVATION DES FRAYERES DES GRANDS SALMONIDES DE L'EXONDATION



La Dordogne en amont de Chamaillère

#### Etude financée par :

L'Union Européenne L'Agence de l'Eau Adour-Garonne La FNPF

> F. VANDEWALLE J-M. MENNESSIER L. CAZENEUVE J-M. LASCAUX

> > avril 2009

MI.GA.DO. 4D-09-RT



Cette étude est cofinancée par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Limousin et en Midi-Pyrénées avec le FEDER.









Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur la bassin de la Dordogne en aval du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne - Hiver 2008 / 2009

Bilan de l'efficacité du relèvement du débit plancher de la Dordogne (30 m³/s soit 30% du module du cours d'eau) sur la préservation des frayères des grands salmonidés de l'exondation



La Dordogne en amont de Chamaillère



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



Rédacteurs : F. Vandewalle

J.M. Mennessier L. Cazeneuve J.M. Lascaux

Avril 2009 MI.GA.DO. 4D-09RT



#### COMPTE RENDU D'ETUDE SOMMAIRE

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

**Auteurs et Titre :** (pour fin de citation)

**Vandewalle F., Mennessier J.M., Cazeneuve L. et Lascaux J.M., 2009.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) — Automne Hiver 2008/2009. Bilan de l'efficacité du relèvement du débit plancher de la Dordogne (30 m³/s soit 30% du module du cours d'eau) sur la préservation des frayères des grands salmonidés de l'exondation. 26 p. + annexes cartographiques. (Rapport MI.GA.DO. 4D-09RT).

#### Résumé:

Le présent rapport détaille la campagne de suivi de la reproduction des grands salmonidés migrateurs (saumons et truites de mer) sur la Dordogne et ses affluents en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) au cours de l'automne et de l'hiver 2008-2009.

Cette année, en raison des conditions hydrologiques, des observations et des comptages n'ont été possibles que sur la Dordogne et la Maronne, sur l'ensemble de leur linéaire habituellement prospecté. Les autres affluents directs de la Dordogne en aval du barrage du Sablier ainsi que la Cère, le Ruisseau d'Orgues, la Bave et le Mamoul ont été visités, à plusieurs reprises, mais aucun comptage n'a été possible. Le bilan de la reproduction de la saison 2008-2009 ne porte donc que sur la Dordogne et la Maronne.

Les premiers signes d'activité ont été détectés le 10 novembre, les derniers fin décembre-début janvier, l'essentiel de la reproduction s'effectuant entre fin novembre et mi-décembre.

Ce sont au total **381 frayères de grands salmonidés** qui ont pu être recensées cette année sur la Dordogne et la Maronne. 92 d'entre elles mesuraient plus de 2 m de long et ont donc de fortes probabilités d'avoir été creusées par des saumons.

Les problèmes d'exondations ont touché 6 frayères de grands salmonidés sur la Maronne et 1 sur la Dordogne. La réactivité des acteurs de terrain et la disponibilité des exploitants EDF, a permis, en relevant le niveau de la Dordogne de quelques cm en aval du Sablier, d'éviter à 7 autres frayères de grands salmonidés de subir des dégâts.

Malgré la persistance de ces problèmes d'exondations, l'efficacité des mesures de mitigation des éclusées des aménagements hydroélectriques de la Dordogne a été mise en évidence (mesures in situ de hauteur d'eau sur les frayères en fonction du débit et positionnement précis des frayères dans le cours d'eau par rapport aux transects de la modélisation hydraulique de la Dordogne). L'augmentation du débit plancher de 10 à 30 m³/s (soit 30% du module à Argentat) entre mi-novembre et mi-juin permet de préserver 90% des frayères de salmonidés de l'exondation soit un gain, en terme de frayères sauvegardées, de plus de 60 % par rapport au débit réservé réglementaire.

Mots clés: Reproduction, grands salmonidés, migrateurs, bassin de la rivière Dordogne.

Version : Définitive.

Date: Avril 2009.

# Table des matières

1.	Objectif	S	1
2.	Maîtrise	e d'ouvrage et partenaires financiers	2
3.	Déroule	ment de l'étude	2
,		ières concernées par la présente étude	
		tocole d'étude	
	3.2.1.	Définitions du terme frayère	
	3.2.2.	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	3.2.3.	•	
	3.2.4.	Débits et températures	4
		nditions d'observation	5
		ficultés méthodologiques : distinction entre frayères de saumon et frayères de e de mer ou truite sédentaire)	5
		étrie et conditions de débit pendant la période de reproduction	
		cipitations	
4	4.2. Dét 4.2.1.	Cours d'agu à régime hydrologique régulé	
	4.2.1.	Cours d'eau à régime hydrologique régulé	
	4.2.3.	Relation débit / précipitations	
5.		ons de température pendant la période de reproduction	
		gime thermique atmosphérique	
		gime thermique des cours d'eau étudiés	
6.		de reproduction	
7.	Bilan de	la reproduction des grands salmonidés	13
,	7.1. Bila	an du suivi sur la Dordogne et la Maronne	14
,	7.2. Est	mation du stock reproducteur	16
8.		l'effet des mesures de mitigations des éclusées des aménagements	
hy		ques de la Dordogne sur les exondations de frayères des grands salmonidé	S
mi	grateurs		19
	8.1. Mé	thodologie	19
		ultats	
			21
9.	Conclus	ion	23
10	. Biblio	graphie	25
Pla	anches car	tographiques	

Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot).

Automne-Hiver 2008-2009

Bilan de l'efficacité du relèvement du débit plancher de la Dordogne (30 m³/s soit 30% du module du cours d'eau) sur la préservation des frayères des grands salmonidés de l'exondation.

# 1. Objectifs

Le suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne à l'aval du barrage du Sablier est effectué de la manière la plus exhaustive possible depuis l'automne hiver 1999-2000 (**ECOGEA pour MIGADO**, 2000 à 2008).

Les objectifs de ce suivi sont :

- 1) de recenser le maximum de sites de fraie utilisés par les grands salmonidés migrateurs sur la Dordogne et ses principaux affluents, et donc au fil du temps, de mieux comprendre comment ils utilisent le milieu en fonction des conditions qu'ils rencontrent,
- 2) d'identifier les problèmes venant encore interférer avec le cycle biologique des grands salmonidés migrateurs, en partie fonction des conditions de milieux rencontrées, et de juger de l'amélioration éventuelle de la situation,
- 3) d'avoir une idée du stock de géniteurs présents sur la Dordogne "amont" et de leur répartition sur le bassin. C'est la seule indication d'abondance dont on dispose depuis le passage des poissons aux stations de contrôle de Tuilières (inutilisable depuis janvier 2006 et la rupture d'une vanne à contrepoids du barrage de Tuilières) et Mauzac.
- 4) enfin, ce travail, et notamment la partie repérage cartographique, constitue une base indispensable à la gestion des alevinages et des pêches électriques de contrôle visant à vérifier d'une part, le succès de la reproduction naturelle et d'autre part, la réussite des alevinages.

Nous verrons dans la suite de ce rapport que les conditions climatiques de cet automne-hiver n'ont guère été favorables aux observations et aux comptages de frayères de grands salmonidés, notamment sur les cours d'eau non-aménagés pour la production hydroélectrique. Un crédit « temps » s'est trouvé ainsi dégagé pour le bureau d'études ECOGEA, crédit

« temps » que nous restituons au maître d'ouvrage sous la forme d'un test de l'efficacité des mesures de mitigation mise en place pour préserver les frayères des grands salmonidés de l'exondation (mise en place d'un débit plancher de 30 m³/s du 15 novembre au 15 juin, au lieu des 10 m³/s réglementaires). Ce bilan fera l'objet de la dernière partie de ce rapport.

# 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.

#### 3. Déroulement de l'étude

#### 3.1. Rivières concernées par la présente étude

Cette année, la pluviométrie et l'hydrologie ont rendu les observations très difficiles. Nous y reviendrons dans la suite de ce rapport. L'effort de prospection s'est porté, lorsque les conditions le permettaient, sur la Dordogne et la Maronne, rivières sur lesquelles se concentraient les années précédentes la majorité des frayères de grands salmonidés.

Le suivi de la reproduction des grands salmonidés a été effectué sur la quasi totalité du linéaire du cours principal de la Dordogne, depuis le barrage infranchissable du Sablier en amont d'Argentat en Corrèze, jusqu'à Tauriac dans le département du Lot, soit environ 40 km. Il s'agit là de l'essentiel du linéaire du cours d'eau Dordogne sur lequel des frayères de grands salmonidés, **potentielles (Tinel**, 1983 ; **Pustelnik**, 1984) ou **réelles (Dulude** *et al.*, 1992 ; **Caudron** et **Chèvre**, 1998, 1999 ; **ECOGEA pour MIGADO**, 2000 à 2008), ont déjà été recensées.

La Maronne a été parcourue du barrage infranchissable de Hautefage jusqu'à sa confluence avec la Dordogne en amont du Pont de Monceaux, soit environ 10 km.

Les autres affluents directs de la Dordogne en aval du barrage du Sablier ont été visités, ainsi que la Cère et le ruisseau d'Orgues, la Bave et le Mamoul mais aucun comptage ni aucune observation n'a été possible.

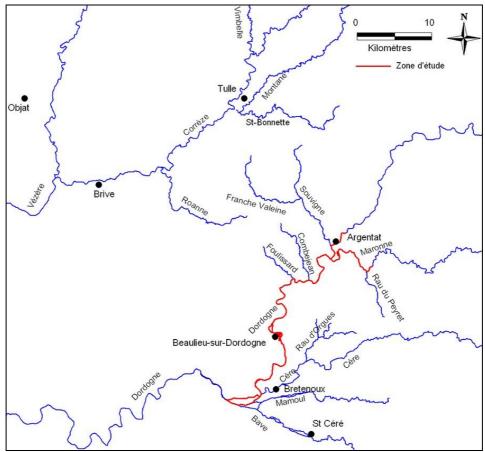


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude.

#### 3.2. Protocole d'étude

#### 3.2.1. Définitions du terme frayère

Tout au long de ce rapport, le terme *frayère* sera utilisé dans le sens de **Beall** (1994): « Une frayère apparaît d'abord comme une tache ovale, de couleur plus claire que le substrat environnant, qui résulte du bouleversement récent du lit de la rivière par la femelle qui, en déplaçant les graviers, les a débarrassés de la couche d'algues, diatomées et particules alluviales qui les recouvrait. Le grand axe est aligné dans le sens du courant. La frayère comporte un creux en amont et un dôme dans sa partie aval, le trou amont correspondant à la chasse de matériel qui a servi à recouvrir la dernière ponte » (figure 2).

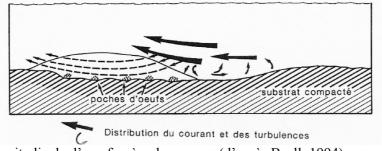
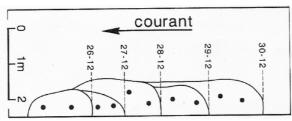


Figure 2 : Coupe longitudinale d'une frayère de saumon (d'après Beall, 1994).

Selon sa taille, une frayère peut contenir de 2 à 10 poches d'œufs, donc de 2 à 10 *nids*, espacés les uns des autres d'une cinquantaine de centimètres (**Beall**, 1994), et recouverts sous

le dôme au fur et à mesure de l'avancement de la ponte par les graviers évacués par la femelle pour creuser le nid suivant (figure 3). Une fois la frayère entièrement creusée, seul le trou correspondant au dernier nid creusé dans le temps est visible, alors que d'autres nids sont cachés sous le dôme.



<u>Figure 3</u>: Evolution dans le temps et dans l'espace d'une frayère de saumon dans un ruisseau expérimental. Les points indiquent l'emplacement des nids successis (d'après Beall, 1994).

Cet ensemble trou-dôme constituant la frayère a été systématiquement décrit dans cette étude selon les critères du tableau 1, puis localisé sur un fond de carte.

#### 3.2.2. Prospection

Cette étude s'est principalement déroulée de novembre 2007 à janvier 2008, pour ce qui est du repérage et du comptage des frayères de grands salmonidés.

Tout le linéaire des cours d'eau listés ci-dessus a été parcouru à pieds pendant les heures les plus lumineuses de la journée. Dans la mesure du possible, deux passages ont été effectués au cours de la période de reproduction des grands salmonidés.

#### 3.2.3. Cartographie

Une cartographie récapitulant les emplacements des frayères comptabilisées cette année a été établie pour chaque cours d'eau suivi à l'aide du logiciel MAPINFO 7 avec des fonds de cartes IGN au 1/25 000ème numérisées (voir les planches cartographiques en fin de rapport).

Les tableaux récapitulant par cours d'eau les principales caractéristiques de l'ensemble des frayères recensées cette année sont disponibles sur simple demande auprès de MI.GA.DO.

Au cours des prospections effectuées, tous les problèmes pouvant interférer avec le bon déroulement du cycle biologique des grands salmonidés migrateurs ont également été notés et cartographiés (obstacles à la migration, rejets, frayères exondées ...).

#### 3.2.4. Débits et températures

Les paramètres du milieu, influençant la chronologie de la reproduction et selon les années, la répartition spatiale des frayères, ont été relevés ou demandés aux organismes gérant ces données.

Ainsi, les débits moyens journaliers de la Dordogne (à Argentat), de la Maronne, de la Cère et de la Corrèze ont été obtenus par l'intermédiaire de la banque HYDRO.

La Dordogne et la Souvigne à Argentat ont fait l'objet d'un suivi thermique continu d'octobre 2008 à janvier 2009 (thermographes TinytalkII et Tinytag Plus de Gemini data loggers – pas de mesure de 2 heures) afin de couvrir l'ensemble de la période de reproduction. Un suivi de la température de l'air en continu durant la même période et avec le même type de matériel (pas de mesure de 2 heures) a été réalisé au niveau de Vayrac (partie aval de la zone d'étude).

La pluviométrie de mi-octobre 2008 à mi-janvier 2009 a été obtenue auprès de Météo France (Station d'Argentat).

#### 3.3. Conditions d'observation

Ce type d'étude repose entièrement sur de bonnes possibilités d'observation du fond des cours d'eau. Les conditions hydrologiques et météorologiques déterminent donc totalement la faisabilité de ce suivi.

Une présence sur site quasi-permanente (y compris week-ends et jours fériés) est indispensable pour suivre la reproduction des grands salmonidés sur la Dordogne et ses affluents.

# 3.4. Difficultés méthodologiques : distinction entre frayères de saumon et frayères de truite (truite de mer ou truite sédentaire)

Comme les années précédentes (**ECOGEA pour MIGADO**, 2000 à 2008), le problème de la distinction entre frayères de grosses truites sédentaires et frayères de truites de mer ou de castillons s'est posé.

Nous avons adopté la même règle que les années précédentes, à savoir que nous avons comptabilisé toutes les frayères mesurant au minimum 1 m de long et 0,5 m de large. Ceci nous permet d'éviter les frayères des truites de taille inférieure ou égale à 40 cm (**Crisp et Carling,** 1989), tout en ne négligeant pas de possibles fraies de truites de mer ou de saumons (0,5 m² de surface minimum pour des frayères de saumons sur l'Allier, **Thioulouse** 1972).

Nous ne pouvons pas trancher définitivement sur l'espèce de salmonidé qui a frayé, tant que nous ne voyons pas les poissons sur les frayères. Nous avons donc recensé des frayères de *grands salmonidés (GS)*.

Nous avons comptabilisé toutes les frayères de grands salmonidés mesurant au minimum 1 m de long et 0,5 m de large.

# 4. Pluviométrie et conditions de débit pendant la période de reproduction

### 4.1. Précipitations

La pluviométrie a été relevée à Argentat (partie amont de la zone d'étude) entre mi-octobre 2008 et mi-janvier 2009 (figure 4). Les mois de novembre et décembre ont été relativement pluvieux. Les précipitations s'élèvent respectivement à 136,1 et 141,6 mm pour une moyenne de 114 et 103 mm entre 1999 et 2008. Ainsi les précipitations cette année ont été supérieures à celles des années précédentes.

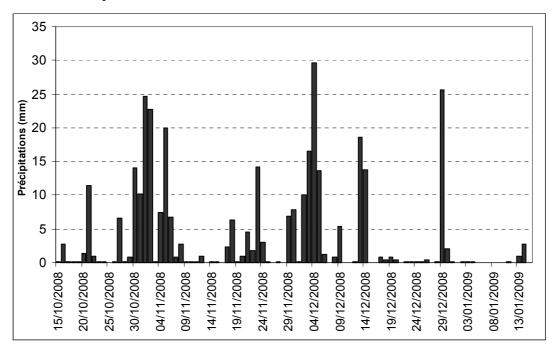
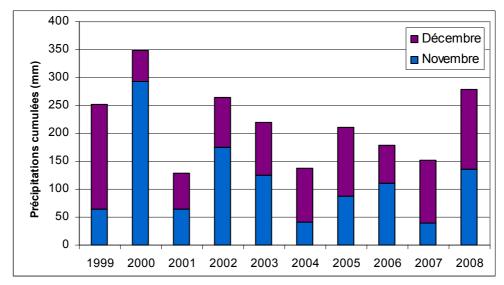


Figure 4 : Pluviométrie à Argentat (mi-octobre 2008 à mi-janvier 2009) – Source : Météo France.



<u>Figure 5 : Cumul des précipitations à Argentat pour les mois de novembre et décembre 1999 à 2008 – Source : Météo France.</u>

#### 4.2. Débits

#### 4.2.1. Cours d'eau à régime hydrologique régulé

Les rivières au régime hydrologique influencé par la production hydroélectrique subissent des variations importantes de débit. Sur la Dordogne, la reproduction a débuté sur des débits faibles. Très rapidement, à partir du 23 novembre, on observe une hausse des débits et la reprise des variations de débit de grande amplitude (avec baisse importante principalement les week-end). Cette situation a perduré pendant le reste de la période de reproduction. Sur la Maronne, et la Cère, les variations de débit ont été fréquentes pendant toute la période de reproduction. Sur la Maronne, les prospections n'ont été possibles que le week-end. Sur la Cère, les débits sont restés élevés y compris le week-end, rendant toute prospection impossible.

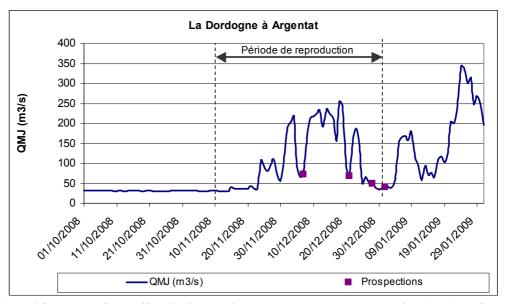


Figure 6 : Débit moyen journalier de la Dordogne à Argentat entre octobre 2008 et janvier 2009 (Source : Banque Hydro).

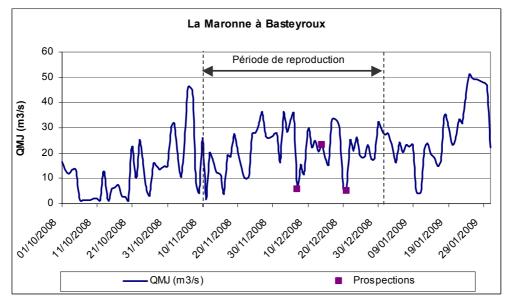


Figure 7 : Débit moyen journalier de la Maronne à Basteyroux entre octobre 2008 et janvier 2009 (Source : Banque Hydro).

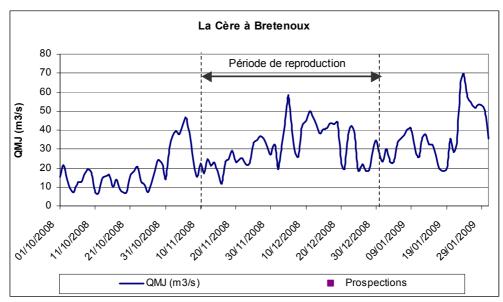


Figure 8 : Débit moyen journalier de la Cère à Bretenoux entre octobre 2008 et janvier 2009 (Source : Banque Hydro).

Sur la Dordogne, les écoulements moyens mensuels (tableau 1) ont été nettement inférieurs à la moyenne pour le mois de novembre (coefficient d'hydraulicité entre 0,38). Ils ont été conformes à une année moyenne en décembre (coefficient d'hydraulicité de 0,90).

Sur la Maronne et la Cère, les écoulements moyens mensuels ont été conforme à une année moyenne en novembre comme en décembre.

		Hydraulicité 0.38 0.91   2008 21.2 22.6	
		Novembre	Décembre
Dordogne à Argentat	2008	46.2	145
en m³/s	Moyenne 1900-2008	123	160
	Hydraulicité	0.38	0.91
Maronne à Basteyroux	2008	21.2	22.6
en m³/s	Moyenne 1918-2008	23.5	31.2
	Hydraulicité	0.90	0.72
Cère à Bretenoux	2008	27.8	34.9
en m³/s	Moyenne 1983-2008	30.9	34.6
	Hydraulicité	0.90	1.01

<u>Tableau 1 : Ecoulements moyens mensuels à Argentat, Basteyroux et Bretenoux (source banque HYDRO).</u>

#### 4.2.2. Cours d'eau à régime hydrologique non régulé

#### La Corrèze à Tulle :

Les débits de la Corrèze ont été inférieurs à la moyenne au cours du mois de novembre (coefficient d'hydraulicité de 0,76, figure 9 et tableau 2). Le mois de décembre a été marqué par un coup d'eau autour du 5 décembre (55 m³/s à Tulle en débit moyen journalier), soit au début du pic d'activité de reproduction des grands salmonidés. Le débit s'est ensuite maintenu à un niveau élevé pendant tout le reste du mois de décembre. Globalement, les débits du mois de décembre ont été supérieurs à la moyenne (coefficient d'hydraulicité de 1,13).

Sur ces cours d'eau à régime hydrologique « naturel », cette hausse importante des débits début décembre a été fortement handicapante pour le suivi de la reproduction. D'une part, elle a effacé les structures creusées en tout début de période de reproduction. D'autre part, cette

hausse du débit marque le début d'une période de niveaux élevés et d'eaux troubles qui perdurent pendant tout le mois de décembre.

Malgré plusieurs passages sur les différents cours d'eau en régime hydrologique naturel durant le mois de décembre (Souvigne, Combejean, Foulissard, Ruissseau d'Orgues, Bave ...), aucun comptage de nids de grands salmonidés n'a pu être réalisé et aucune observation de saumon n'a été faite.

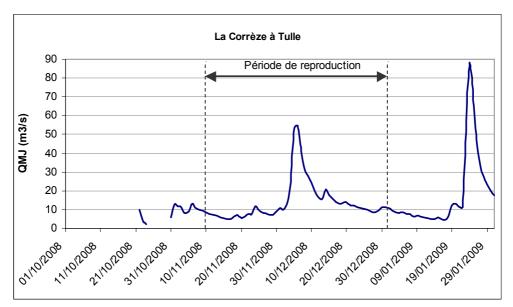


Figure 9 : Débit moyen journalier de la Corrèze à Tulle entre octobre 2007 et janvier 2008 (Source : Banque Hydro).

		Novembre	Décembre
Corrèze à Tulle	2008	8.36	18.3
en m³/s	Moyenne 1957-2008	11.0	16.2
	Hydraulicité	0.76	1.13

Tableau 2 : Ecoulements moyens mensuels à Tulle au Pont des Soldats (source banque HYDRO).

#### 4.2.3. Relation débit / précipitations

Ces relations sont étroitement liées à la présence ou non d'aménagements hydroélectriques sur les cours d'eau considérés. En effet, pour les cours d'eau régulés par la présence d'ouvrages hydroélectriques que sont la Dordogne, la Maronne et la Cère, le régime hydrologique n'est pas immédiatement corrélé aux précipitations (voir l'exemple de la Dordogne à Argentat, figure 10). Ceci est lié aux importantes capacités de stockage créées sur les bassins versants amont de ces cours d'eau. Leur débit varie principalement en fonction de la demande énergétique et non directement en fonction des précipitations.

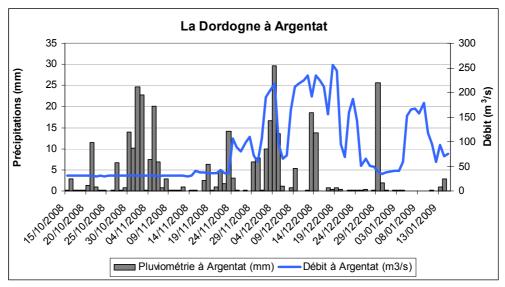


Figure 10 : Relation débit / précipitations sur la Dordogne à Argentat du 15 octobre 2007 au 15 janvier 2008 (Sources : Banque Hydro et Meteo France).

En revanche, pour les cours d'eau non régulés comme la Corrèze à Tulle, les hausses de débit sont le reflet direct des précipitations enregistrées (figure 11).

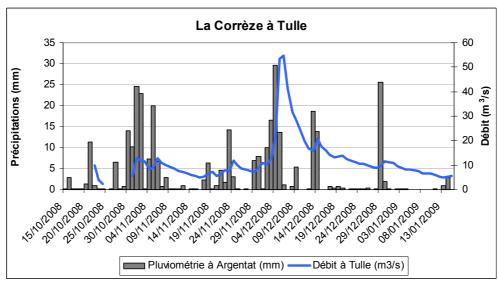


Figure 11 : Relation débit / précipitations sur la Corrèze à Tulle du 15 octobre 2008 au 15 janvier 2009 (Sources : Banque Hydro et Meteo France).

# 5. Conditions de température pendant la période de reproduction

# 5.1. Régime thermique atmosphérique

Le suivi de la température de l'air en continu à Vayrac (partie aval de la zone d'étude) est présenté sur la figure 12.

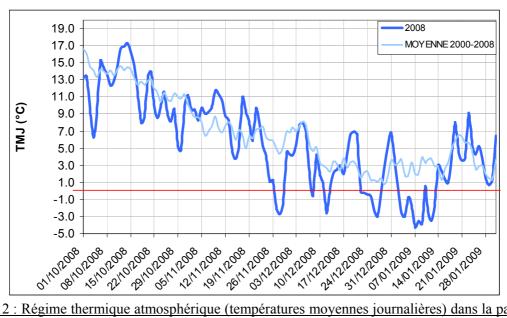


Figure 12 : Régime thermique atmosphérique (températures moyennes journalières) dans la partie aval de la zone d'étude (Vayrac – octobre 2008 à janvier 2009).

Cette année, la saison de reproduction se caractérise par des températures globalement plus fraîches que les années précédentes à partir de la deuxième quinzaine de novembre. Les températures moyennes journalières de la fin du mois de décembre et du début du mois de janvier ont été fréquemment et nettement en dessous de la moyenne 2000-2008. On peut également noter plusieurs jours sous la barre de 0°C à cette période.

Tableau 3 : Moyennes, minima et maxima mensuels de la température de l'air à Vayrac entre

novembre et janvier (années 2000 à 2008).

•	nove	embre	!	déc	embre		janvier			
	Moyenne Min. Max.		Moyenne	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.		
Suivi 2000-2001	8.3	-1.0	18.8	7.5	-4.4	17.7	6.5	-2.2	15.6	
Suivi 2001-2002	5.4	-4.4	17.0	0.6	-11.8	14.2	-0.8	-11.8	15.6	
Suivi 2002-2003	8.7	-1.0	18.8	7.0	-1.4	15.3	2.3	-10.2	13.1	
Suivi 2003-2004	8.2	-1.4	19.5	4.3	-4.0	14.5	4.5	-6.3	14.5	
Suivi 2004-2005	5.9	-2.7	18.1	4.1	-4.9	13.1	3.1	-7.2	13.5	
Suivi 2005-2006	6.1	-6.7	21.6	0.8	-8.2	9.9	3.0	-6.3	12.0	
Suivi 2006-2007	9.3	-4.0	20.2	3.0	-7.7	15.3	5.8	-7.7	14.9	
Suivi 2007-2008	4.6	-9.7	17.4	2.8	-7.7	13.8	-	-	-	
Suivi 2008-2009	6.7	-6.3	19.1	2.7	-7.7	12.8	1.5	-9.2	14.5	
PERIODE 2000-2008	7.1	-9.7	21.6	3.8	-11.8	17.7	3.6	-11.8	15.6	

### 5.2. Régime thermique des cours d'eau étudiés

La comparaison des températures moyennes journalières de la Dordogne à Argentat et de la Souvigne à Argentat met en évidence l'effet tampon des barrages de la Dordogne sur son régime thermique. En effet, le net refroidissement de l'air fin novembre provoque une chute brutale de la température de la Souvigne. Cette chute des températures s'observe également sur la Dordogne mais de manière plus progressive. Les variations entre les périodes de froid et les périodes de redoux sont également moins marquées sur la Dordogne.

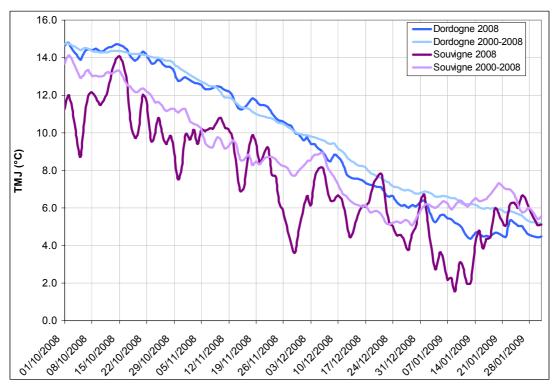


Figure 13 : Température moyenne journalière de la Dordogne et de la Souvigne à Argentat entre octobre 2008 et janvier 2009, comparaison aux moyennes des années précédentes.

Globalement cette année, la saison de reproduction a débuté sur des températures conformes aux températures moyennes des suivis précédents. Elles ont été légèrement plus fraîches, pour la suite de la saison de reproduction. L'écart le plus marqué avec les moyennes des précédents suivis se situe fin décembre-début janvier.

<u>Tableau 4 : Moyennes, minima et maxima mensuels de la Dordogne et de la Souvigne à Argentat entre</u> octobre 2008 et janvier 2009. Comparaison aux moyennes 2000 à 2008.

	Oct	Octobre		Novembre			Décembre			Janvier		
	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.
Dordogne 2008-2009	14.1	12.6	15.3	11.6	9.5	13.2	7.6	5.9	9.8	5.0	4.2	6.5
Dordogne Moyenne 2000-2008	14.2	12.4	17.4	11.5	9.1	14.5	8.3	5.4	11.3	6.0	3.9	8.4
Souvigne 2008-2009	11.0	6.9	14.5	8.4	3.1	11.3	6.0	3.5	8.4	4.4	0.7	7.3
Souvigne Moyenne 2000-2008	12.5	6.2	16.3	9.1	2.3	14.2	6.6	1.1	12.0	6.3	0.7	11.0

Raleigh (1986) considère que 1,4°C constitue un seuil létal pour le stade œuf chez la truite commune. En ce qui concerne le saumon atlantique, Peterson et al. (1977) notent un taux de

survie très faible lorsque la température descend en dessous de 2°C. Les températures moyennes journalières de la Souvigne sont descendues sous le seuil de 2°C au cours de la première quinzaine de janvier. Le seuil de 1,4°C a été atteint ponctuellement début janvier avec une température minimum instantanée de 0,7°C. Sur la Dordogne à Argentat, ces seuils n'ont pas été atteints.

### 6. Période de reproduction

Les premiers signes de reproduction et les premières frayères sont repérées sur la Maronne et la Dordogne dans le courant de la première semaine de novembre. L'activité de reproduction perdure ensuite jusqu'en fin décembre-tout début de janvier, mais on peut considérer que le gros de l'activité de reproduction a eu lieu entre la fin novembre et la mi-décembre.

# 7. Bilan de la reproduction des grands salmonidés

Cette année, en raison des conditions hydrologiques, des observations et des comptages n'ont été possibles que sur la Dordogne et la Maronne, sur l'ensemble de leur linéaire habituellement prospecté. Les autres affluents directs de la Dordogne en aval du barrage du Sablier ainsi que la Cère, le Ruisseau d'Orgues, la Bave et le Mamoul ont été visités, à plusieurs reprises mais aucun comptage n'a été possible.



Photographie 1 : le Combejean en crue le 04/12/2009

Le bilan de la reproduction de la saison 2008-2009 ne porte donc que sur la Dordogne et la Maronne.

#### 7.1. Bilan du suivi sur la Dordogne et la Maronne

Sur la Dordogne, **178 frayères** de grands salmonidés ont pu être repérées et décrites cette année (planches cartographiques 1 à 3 en annexe). Leur surface était comprise entre 0,5 et 6 m². 26 % d'entre elles mesuraient 2 m de long ou plus et ont donc de fortes probabilités d'avoir été creusées par des saumons.

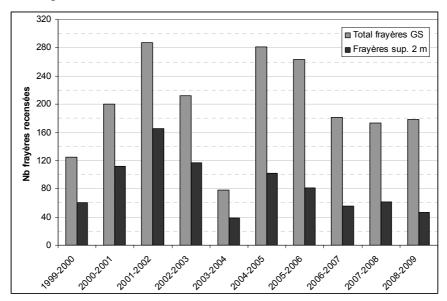


Figure 14: Frayères recensées sur la Dordogne entre 1999-2000 et 2008-2009

Une frayère complètement exondée a été recensée cette année sur la Dordogne en rive gauche face au lycée d'Argentat. Sur le même site, sept autres frayères se sont retrouvées dans une situation extrêmement limite (dômes à fleur d'eau ou en partie exondés) le 30/12/2008 pour une hauteur annoncée de 92 cm à la station « banque HYDRO » de Croisy. Après un échange d'information MIGADO-EDF, l'exploitant a relevé un peu le débit de la Dordogne pour délivrer un débit de 35 m³/s. Le 31/12/2008 à 10h00 le niveau de l'eau était remonté à 99 cm annoncé à l'échelle limnimétrique de la station « banque HYDRO » de Croisy. La réactivité de l'exploitant a donc permis de préserver ces 7 frayères.

Sur la Maronne, **203 frayères** de grands salmonidés ont été recensées cette année, dont 15 dans le tronçon court-circuité par l'aménagement de Hautefage (planche cartographique 4 en annexe). Leur surface était comprise entre 0,5 et 7,7 m². Près de 25% d'entre elles mesuraient plus de 2 m de long et ont donc de fortes probabilités d'avoir été creusées par des saumons. La plus longue d'entre-elles mesurait plus de 6 m de long.

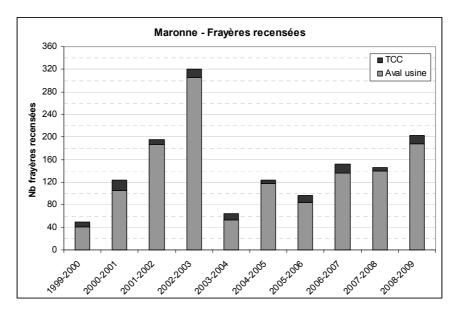


Figure 15: Frayères recensées sur la Maronne entre 1999-2000 et 2008-2009

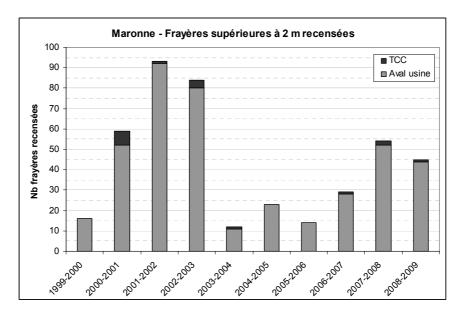


Figure 16: Frayères supérieures à 2 m recensées sur la Maronne entre 1999-2000 et 2008-2009

6 frayères exondées ont été recensées cette année : une en rive droite en amont de la confluence avec la Dordogne, 3 dans les bras des îlots de l'Hospital et deux en amont et sur la bordure de la zone régalée à Grafouillère.

Un tacon mâle spermiant a été retrouvé échoué sur une plage de galets en rive droite en amont de la confluence avec la Dordogne le 11/11/2008.



Photographie 2 : Tacon échoué sur la Maronne

6 saumons ont été observés cette année en train de se reproduire en amont de Basteyroux. Un individu a été retrouvé mort sur le site de Grafouillère.



<u>Photographie 3 : Observation d'un saumon atlantique sur frayère sur la Maronne</u>

## 7.2. Estimation du stock reproducteur

Suite à l'accident survenu à Tuilières en janvier 2006 (rupture d'une vanne du barrage entraînant la vidange complète de la retenue), la station de contrôle des migrations piscicoles de Tuilières n'est plus en fonctionnement. Ainsi, cette année encore, l'estimation du stock de grands salmonidés reproducteurs provient des comptages réalisés au niveau de la passe à bassin de l'usine hydroélectrique de Mauzac (en amont de Tuilières). Le chiffre avancé est probablement légèrement sous-estimé car il existe, au barrage de Mauzac, une deuxième

passe à poissons (passe à ralentisseurs), par laquelle, dans certaines conditions hydrologiques, les grands salmonidés peuvent passer sans être contrôlés. Cette passe à ralentisseurs devient fonctionnelle lors de déversements au barrage, c'est à dire généralement pour des débits de la Dordogne supérieurs à 300-320 m³/s.

Le stock de reproducteurs de saumon atlantique pour une année donnée (année n) est constitué par les saumons passés pendant l'année en cours sans les castillons (longueur totale inférieure à 75 cm) éventuellement passés pendant les mois de janvier et février (il est présumé qu'ils appartiennent au stock de l'année n-1, qu'ils n'ont pas participé à la reproduction de l'année n-1 et qu'ils ne participent pas à la reproduction de l'année n). Les individus piégés et transférés à la pisciculture de Bergerac sont également décomptés.

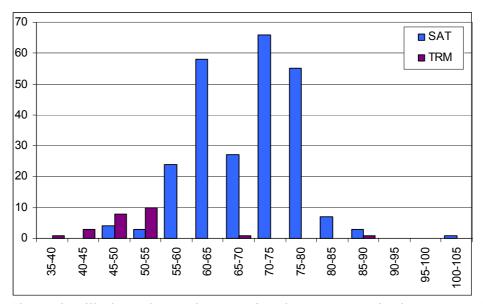


Figure 17 : Classes de taille du stock reproducteur estimé de saumon et truite de mer en 2008.

La classe de taille médiane des poissons est, cette année, de 70-75 cm. La majeure partie du stock (73 %) est constituée de castillons (dont la taille est inférieure à 75 cm). Les 27 % restant sont des poissons de 2 hivers de mer (taille comprise entre 75 et 90 cm) et un seul poisson est un 3 hivers de mer (104 cm).

Le stock reproducteur de grands salmonidés estimé pour les dix dernières années est présenté dans le tableau suivant.

<u>Tableau 5 : Evolution du stock reproducteurs de grands salmonidés estimé de 1999 à 2008</u>

		Estimation du stock de reproducteur à partir des comptages à Tuilières <sup>(1)</sup> ou Mauzac <sup>(2)</sup>									
Année										1999 <sup>(1)</sup>	
Saumon atlantique	248	309	196	131	268	187	1 379	968	1042	463	
Truite de mer	24	15	7	28	13	22	195	300	150	109	
Total	272	324	203	159	281	209	1 574	1 268	1 192	572	

Le tableau et la figure ci-dessous illustrent en fonction des années la relation existant entre le stock de géniteurs comptabilisé à la station de contrôle et le nombre de frayères de plus de 2 m de long repérées sur la Dordogne et la Maronne.

<u>Tableau 6 : Evolution du stock reproducteur estimé à Tuilières<sup>(1)</sup> ou Mauzac<sup>(2)</sup> et des frayères supérieures à 2 m observées sur la Dordogne et la Maronne entre 1999 et 2008</u>

	Frayères sup. 2 m Dordogne + Maronne	Stock reproducteur
1999	76	572
2000	171	1192
2001	258	1268
2002	201	1574
2003	51	209
2004	125	281
2005	95	159
2006	84	203
2007	115	324
2008	92	272

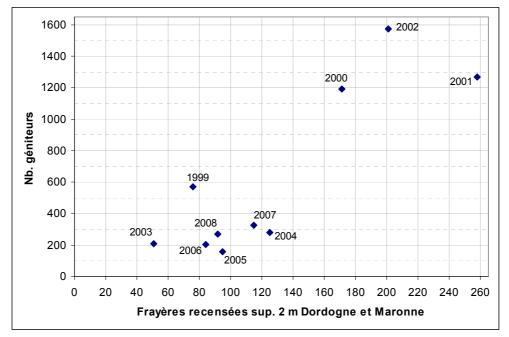


Figure 18 : Nombre de géniteurs en fonction du nombre de frayères de plus de 2 m recensées sur la Dordogne et la Maronne.

Bien que les conditions météorologiques influencent l'efficacité du suivi de la reproduction des grands salmonidés, le nombre de frayères comptabilisées semble assez fortement lié au stock de reproducteur estimé grâce aux comptages aux stations de contrôle de Tuilières ou Mauzac.

# 8. Bilan de l'effet des mesures de mitigations des éclusées des aménagements hydroélectriques de la Dordogne sur les exondations de frayères des grands salmonidés migrateurs.

Rappelons qu'en vue de limiter les impacts du fonctionnement par éclusées des aménagements hydroélectriques sur la Dordogne, un accord-cadre a été signé entre le président d'EPIDOR, EDF, l'Etat et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. La mesure retenue concernant l'exondation des frayères de grands salmonidés sur la Dordogne en aval du barrage du Sablier consiste à augmenter la valeur du débit de base inter-éclusées à 30 m³/s (soit 30% du module du cours d'eau), au lieu des 10 m³/s réglementaires, du 15 novembre au 15 juin, période qui englobe la reproduction, l'incubation des oeufs et la vie sous graviers des alevins de salmonidés.

Afin d'évaluer l'efficacité de cette mesure, les données acquises depuis 1999 sur la reproduction des grands salmonidés de la Dordogne (**ECOGEA pour MIGADO**, 2000 à 2008) ont été croisées avec les résultats de la modélisation hydraulique de la Dordogne entre Argentat et Saulières réalisée en 2003 et 2004 par MIGADO, le GHAAPPE, ECOGEA, SIEE et l'ONEMA (**Courret** *et al.*, 2006).

Les auteurs tiennent à remercier ici, Dominique Courret du GHAAPPE, pour la mise à disposition de la modélisation hydraulique de la Dordogne.

#### 8.1. Méthodologie

Plusieurs conditions sont requises pour évaluer la sensibilité de chacune des frayères recensées à l'exondation :

- (i) La frayère doit se situer sur un tronçon modélisé (environ 3,5 km modélisés sur les 25 km où se concentrent la majeure partie des frayères),
- (ii) La frayère doit pouvoir être associée à un voire deux transects (profil en travers) de la modélisation,
- (iii) Le débit de prospection ainsi que la hauteur d'eau au-dessus du dôme au débit de prospection doivent être connus.

Ainsi, l'analyse a pu être menée sur un total de 492 frayères ce qui représente environ 70% des frayères des secteurs modélisés.

Pour chacune de ces frayères, la cote du dôme de la frayère a été calculée puis comparée à celle de la ligne d'eau pour un débit de 30 m³/s et un débit de 10 m³/s. La cote du dôme de la frayère est calculée à partir du débit de prospection, de la hauteur d'eau au-dessus du dôme au débit de prospection et des côtes de la ligne d'eau pour deux débits encadrant le débit de prospection. L'hypothèse est faite que sur la gamme de débits considérée et sur une plage restreinte de débit, l'évolution de la cote de la ligne d'eau en fonction du débit est linéaire.

La figure suivante schématise la méthode utilisée pour le calcul de la côte du dôme de la frayère. Dans cet exemple, il s'agit d'une frayère observée à Recoudier pour un débit de 65 m<sup>3</sup>/s et une hauteur d'eau de 40 cm sur le dôme.

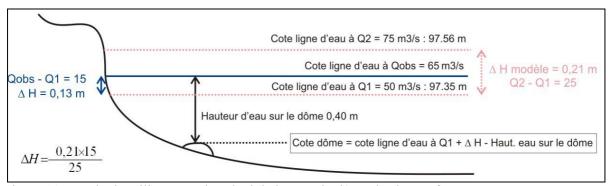


Figure 19 : Méthode utilisée pour le calcul de la cote du dôme de chaque frayère.

Les débits du modèle les plus proches du débit de prospection sont 50 et 75 m³/s. Le passage d'un débit de 50 m³/s à un débit de 75 m³/s (soit une augmentation de 25 m³/s) entraı̂ne une augmentation de la ligne de 21 cm. Le passage d'un débit de 50 m³/s à un débit de 65 m³/s (débit de prospection soit une augmentation de 15 m³/s) entraı̂ne donc une augmentation de 13 cm de la ligne d'eau ( $\frac{0.21 \times 15}{25}$ =0,13 ).

La cote de la ligne d'eau au débit de prospection est ainsi connue. La cote du dôme est déterminée en retranchant la hauteur d'eau sur le dôme à la cote de la ligne d'eau au débit de prospection, soit ici 97,35 + 0,13 - 0,40 = 97,08.

Lorsque la cote du dôme est supérieure à celle d'une ligne d'eau à un débit donné, la frayère est exondée. Dans l'exemple utilisée, la cote de la ligne d'eau à 30 m³/s est de 97,08 m et 96,61 m à 10 m³/s. A 30 m³/s, la frayère est donc encore en eau mais à la limite de l'exondation. En revanche, à 10 m³/s, elle se trouve largement exondée (dôme dépassant la ligne d'eau de 47 cm).

#### 8.2. Résultats

Sur les 492 frayères analysées, 30% seulement (en moyenne) des frayères restent en eau au débit réservé réglementaire, avec des variations inter-annuelles allant de 14 à 47 % (tableau 7). Ce pourcentage passe à environ 90% de frayères préservées à 30 m³/s, soit le débit qui fait l'objet de la convention, avec des variations inter-annuelles de 75 à 100 % de frayères préservées. L'augmentation du débit plancher de 20 m³/s entre mi-novembre et mi-juin permet un gain, en terme de frayères sauvegardées, de plus de 60 % (314 nids sur 492 sauvés par cette mesure de mitigation).

<u>Tableau 7 : Nombre et pourcentage de frayères en eau au débit réservé réglementaire et au débit de la consigne</u>

saison de reproduction	frayères en eau à 10 m³/s	frayères en eau à 30 m³/s	Total des frayères		% des frayères en eau à 30 m³/s
2001-2002	18	51	58	31%	88%
2002-2003	6	32	43	14%	74%
2003-2004	6	19	19	32%	100%
2004-2005	46	124	130	35%	95%
2005-2006	26	93	93	28%	100%
2006-2007	15	85	94	16%	90%
2007-2008	26	53	55	47%	96%
TOTAL	143	457	492	29%	93%

L'examen de l'évolution du nombre de frayères en eau en fonction du débit (figure 20) montre que cette mise en eau est très rapide entre 15 et 30 m³/s. Le débit de 30 m³/s constitue véritablement un seuil minimum en dessous duquel il ne faut pas descendre si l'on ne veut pas pénaliser fortement, pour chaque m³ en moins les phases de reproduction, incubation et vie sous graviers des salmonidés (truite et saumon).

Ce n'est qu'à partir de 75 m³/s que toutes les frayères étudiées sont en eau. C'est approximativement ce débit qui permet de couvrir toutes les plages de granulométrie favorable à la reproduction des salmonidés.

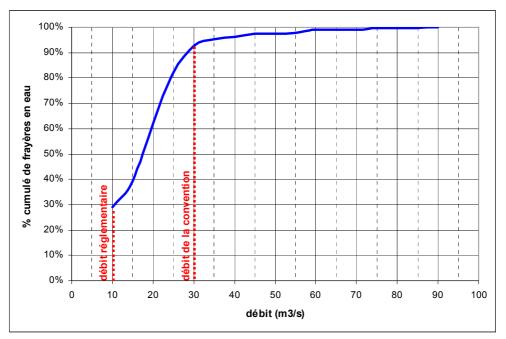


Figure 20 : Pourcentage cumulé de frayères en eau en fonction du débit.

#### 8.3. Discussion

Ces résultats montrent très clairement que le débit minimum réglementaire, qui correspond ici au dixième du module, n'est pas adapté au bon déroulement du cycle de vie des salmonidés sur des cours d'eau de cette importance. Si le retour au débit réservé réglementaire était réellement et systématiquement appliqué en période hivernale entre deux programmes de production, en moyenne 70 % des frayères des grands salmonidés seraient perdues.

Cependant il s'agit à ce stade d'un exercice théorique. Si l'exploitant pouvait, avant ces mesures de mitigations, descendre au débit réservé réglementaire, il ne le faisait pas systématiquement.

Nous avons donc examiné les débits turbinés à Argentat et transitant à Brivezac du 15 novembre au 15 juin entre 1990 et 2000 (période antérieure aux mesures de mitigations) et entre 2005 et 2008 (mise en application des mesures de mitigations) (figure 21 et tableau 8).

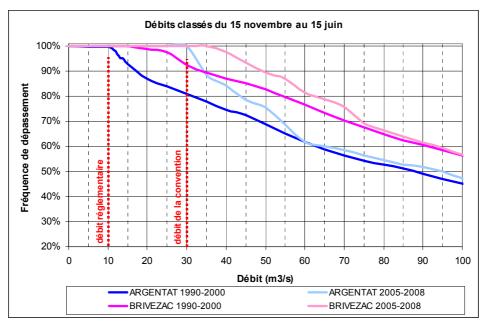


Figure 21 : Débits classés à Argentat et Brivezac du 15 novembre au 15 juin. Comparaison des périodes 1990-2000 et 2005-2008. Zoom sur les débits inférieurs à 100 m3/s (source : Banque Hydro)

<u>Tableau 8 : Fréquence de dépassement des débits compris entre 10 et 50 m³/s à Argentat et à Brivezac (source : Banque Hydro).</u>

		10	15	20	25	30	35	40	45	50
	15/11 - 15/06	100%	93%	87%	84%	81%	<b>78%</b>	75%	72%	69%
	Déc.	100%	98%	96%	95%	93%	92%	89%	89%	85%
15/11 - 15/06	82%	80%	78%	75%						
	Fév.	100%	93%	90%	87%	83%	78%	73%	71%	69%
1990 - 2000	Mar.	100%	91%	86%	82%	78%	74%	73%	71%	68%
	Avr.	100%	94%	87%	83%	79%	77%	73%	69%	63%
	Mai	100%	92%	81%	77%	74%	70%	65%	62%	56%
	15/11 - 15/06	100%	100%	99%	98%	93%	90%	87%	85%	83%
DDIVEZAC	Déc.	100%	100%	100%	100%	98%	97%	94%	93%	90%
DDIVEZAC	Janv.	100%	100%	100%	97%	93%	91%	90%	88%	87%
	Fév.	100%	100%	100%	98%	95%	93%	91%	90%	88%
1990 - 2000	Mar.					91%	88%	85%	83%	81%
	Avr.	100%	100%	100%	99%	93%	87%	84%	81%	79%
	Mai	100%	100%	97%	94%	88%	84%	80%	77%	74%
	15/11 - 15/06	100%	100%	100%	100%	100%	89%	84%	78%	76%
	Déc.	100%	100%	100%	100%	100%	91%	90%	85%	82%
ADCENTAT	Janv.	100%	100%	100%	100%	100%	89%	83%	77%	76%
	Fév.	100%	100%	100%	100%	100%	91%	90%	81%	77%
2005-2008	Mar.	100%	100%	100%	100%	100%	90%	82%	80%	78%
	Avr.	100%	100%	100%	100%	100%	97%	97%	95%	94%
	Mai	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	80%	78%
	15/11 - 15/06	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	93%	90%
	Déc.	100%	100%	100%	100%	100%	100%	97%	94%	93%
DDIVEZAC	Janv.				100%				97%	96%
BRIVEZAC 2005-2008	Fév.	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	93%
2005-2008	Mar.	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%
	Avr.	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%
	Mai	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

<u>Tableau 9 : Fréquence de dépassement des débits compris entre 10 et 50 m3/s à Argentat du 15</u> novembre au 15 juin par saison de reproduction (source : Banque Hydro).

iore was re justi par surson de repr					<del></del>				
Saison de reproduction / Débit	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1990 - 1991	100%	77%	72%	69%	62%	57%	55%	52%	47%
1991 - 1992	100%	98%	94%	87%	78%	72%	68%	64%	59%
1992 - 1993	100%	77%	66%	64%	61%	57%	52%	50%	46%
1993 - 1994	100%	100%	100%	100%	100%	99%	97%	95%	93%
1994 - 1995	100%	100%	95%	94%	93%	92%	89%	88%	85%
1995 - 1996	100%	96%	91%	87%	86%	83%	79%	76%	72%
1996 - 1997	100%	98%	84%	77%	72%	70%	65%	61%	57%
1997 - 1998	100%	99%	99%	98%	97%	95%	93%	90%	87%
1998 - 1999	100%	100%	94%	93%	90%	87%	85%	83%	80%
1999 - 2000	100%	100%	100%	100%	100%	97%	93%	92%	91%

Avant les mesures de mitigation, du 15/11 au 15/06, les débits de la Dordogne à Argentat étaient pratiquement 20% du temps inférieurs à 30 m³/s et même 7% du temps inférieurs à 15 m³/s, avec par conséquent vraisemblablement des problèmes d'exondations de frayères de salmonidés considérables. A l'aval de la confluence de la Maronne (Brivezac), les débits de la Dordogne étaient encore 7% du temps inférieurs à 30 m³/s.

Avant les mesures de mitigation, des débits inférieurs à 30 m<sup>3</sup>/s à Argentat de décembre à mai intervenaient 8 années sur 10, et 6 années sur 10 pour des débits inférieurs à 15 m<sup>3</sup>/s.

Aujourd'hui, ces débits n'existent plus en période de reproduction, d'incubation et de vie sous graviers des alevins de salmonidés. Les mesures de mitigation mises en place étaient nécessaires et ont bien une réelle efficacité en terme de préservation des frayères de l'exondation.

#### 9. Conclusion

Le suivi de la reproduction des grands salmonidés migrateurs du bassin de la Dordogne a été perturbé cette année par l'hydrologie de la période plus forte que ces dernières années, et particulièrement au moment habituel du pic de reproduction. Seules la Dordogne et la Maronne ont offert, entre deux éclusées, des conditions d'observations correctes. Ce sont au total 381 frayères de grands salmonidés qui ont été recensées cette année sur ces deux rivières.

En considérant qu'une femelle construit en moyenne 2 frayères (**Thioulouse**, 1972 ; **Beall**, 1994), que le sex-ratio est de 1/1 pour les castillons et a minima de 2 femelles pour 1 mâle pour les grands saumons, de 2 femelles pour 1 mâle chez la truite de mer (**Fournel**, 1998 ; **Euzenat** *et al.*, 1991), le nombre de frayères potentielles creusées par les grands salmonidés migrateurs sur la totalité des cours d'eau du bassin versant de la Dordogne en amont du barrage de Mauzac est de 302 (270 frayères de saumon et 32 frayères de truite de mer). Nous avons pu repérer, sur la Dordogne et la Maronne, 92 frayères de plus de 2 m de long qui ont donc de bonnes probabilités d'avoir été creusées par des saumons, soit 30% des frayères potentielles.

Au total, 7 frayères ont été exondées cette année : 1 sur la Dordogne et 6 sur la Maronne.

Même si quelques problèmes d'exondations de frayères persistent, l'efficacité des mesures de mitigation des éclusées des aménagements hydroélectriques de la Dordogne a été mise en évidence. L'augmentation du débit plancher de 20 m³/s (de 10 à 30 m³/s) entre mi-novembre et mi-juin permet de préserver 90% des frayères de l'exondation soit un gain, en terme de frayères sauvegardées, de plus de 60 %. Rappelons que la mesure mise en place sur la Maronne est également efficace (4-5 m³/s, soit 20 % du module, à l'aval de l'usine de Hautefage sur la Maronne sur la même période. Cette mesure permet de maintenir en eau 95 à 98 % des frayères de salmonidés soit un gain, en terme de frayères sauvegardées, de plus de 25 % (Lascaux et al., 2004).

# 10. Bibliographie

- **Beall, E., 1994.** Les phases de la reproduction. In Guegen J.C. et Prouzet P. (eds), Le Saumon atlantique, Biologie et gestion de la ressource. IFREMER, Plouzané, p. 123-140.
- Caudron, A. et Chèvre, P., 1998. Suivi de la reproduction naturelle du Saumon atlantique (Salmo salar L.) sur le bassin de la Dordogne dans le département de la Corrèze durant l'hiver 97-98 et cartographie des zones de frai. Rapport MI.GA.DO.
- Caudron, A. et Chèvre, P., 1999. Suivi de la reproduction naturelle du Saumon atlantique (Salmo salar L.) sur le bassin de la Dordogne dans le département de la Corrèze durant l'hiver 98-99 et cartographie des zones de frai. Rapport MI.GA.DO.
- Cazeneuve L., Vandewalle F., Lagarrigue, T. et Lascaux J.M., 2005. Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2005-2006. 28 p. + annexes. Rapport ECOGEA pour MI.GA.DO. 14D-06-RT.
- 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. 38 p. + annexes. Rapport MI.GA.DO. 8D-06RT / GHAAPPE RA.06.02.
- Crisp, D.T. et Carling, P.A., 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J. Fish Biol.* 34: 119-134.
- **Dulude, P., Bach, J.M. et Brugel, C., 1992.** Etude de la reproduction des saumons atlantiques (Salmo salar) dans la rivière Dordogne en aval du barrage d'Argentat. Département de la Corrèze. Rapport C.S.P. et MI.GA.DO.
- **Euzenat, G., Fournel, F. et Richard, A., 1991.** La truite de mer (*Salmo trutta* L.) en Normandie / Picardie. In Baglinière, J.L. et Maisse, G. (eds), La truite, biologie et écologie, 183-213, Edition INRA, Paris.
- **Lagarrigue, T. et Lascaux, J.M., 2001.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2000-2001. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO n° D15-01-RT; 54 p. + annexes et rapport cartographique n° D15bis-01-RT.
- **Lagarrigue, T. et Lascaux, J.M., 2002.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2001-2002. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO n° D11-02-RT; 36 p. + annexes.
- **Lagarrigue, T. et Lascaux, J.M., 2003.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2002-2003. 38 p. + annexes. Rapport ECOGEA pour MI.GA.DO. D15-03-RT.
- **Lascaux, J.M. et Lagarrigue, T., 2000.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 1999-2000. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO n° D12-00-RT; 44 p. + annexes et rapport cartographique n° D12bis-00-RT.
- Lascaux, J.M., Vandewalle, F. et Lagarrigue, T., 2004. Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du

- Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2003-2004. 30 p. + annexes. Rapport ECOGEA pour MI.GA.DO. D10-04-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 Hautefage 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., Lagarrigue, T. et Vandewalle F., 2005. Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2004-2005. 29 p. + annexes. Rapport ECOGEA pour MI.GA.DO. 9D-05-RT.
- **Lascaux, J.M. et Vandewalle F., 2007.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2006-2007. 35 p. + annexes. Rapport ECOGEA pour MI.GA.DO. 10D-07-RT.
- **Peterson, R.H., Spinney, H.C.E. et Sreedharan, A.,** 1977. Development of Atlantic salmon (Salmo salar) eggs and alevins under varied temperature regimes. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 31-43.
- **Pustelnik, G., 1984.** Hydrobiologie de la rivière Dordogne. Cartographie écologique. Rapport Ministère de l'Environnement, 186 p.
- Raleigh R.F., Zuckerman L.D., NELSON P.C., 1986. Habitat Suitability Index models and Instream Flow Suitability curves: Brown trout, revised. U.S. Fish. Wild. Serv. Bio Rep,82 (10-124). pp65.
- **Thioulouse**, **G.**, **1972**. Le comportement du saumon. Essai d'éthologie du saumon de l'Allier. Plein Air Service, Edit. Scient., Clermont-Ferrand, 279 p.
- **Tinel, C., 1983.** Eléments pour la réintroduction du saumon atlantique dans la rivière Dordogne. Rapport ENSA Toulouse.
- **Vandewalle F., Lascaux, J.M., Cazeneuve L. et Lagarrigue T., 2008.** Suivi de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs sur le bassin de la Dordogne en aval du barrage du Sablier (départements de la Corrèze et du Lot) Automne Hiver 2007/2008. 28 p. + annexes cartographiques. (Rapport MI.GA.DO. 12D-08RT).

# PLANCHES CARTOGRAPHIQUES

<u>Planches 1 à 3 :</u> Localisation des frayères recensées sur la Dordogne.

<u>Planche 4 :</u> Localisation des frayères recensées sur la Maronne.

