



M I G A D O

*Migrateurs Garonne Dordogne*

SYNTHESE DES POTENTIALITES DE PRODUCTION EN SAUMONS  
DU BASSIN DE LA DORDOGNE



un tacon de la Dordogne



un habitat à tacon sur la Dordogne

Etude financée par :

Agence de l'Eau Adour Garonne  
Conseil Général de la Corrèze

L. CAZENEUVE

T. LAGARRIGUE

J.M. LASCAUX

*octobre 2008*

MI.GA.DO. 19D-08-RT



AGENCE DE L'EAU  
ADOUR-GARONNE

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



CORREZE



M I G A D O

*Migrateurs Garonne Dordogne*

## Synthèse des potentialités de production en saumons du bassin de la Dordogne.



Un tacon de la Dordogne

Un habitat à tacon sur la Dordogne



AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

  
CORREZE

**ECOGEA**

Octobre 2008  
MIG.A.DO. 19D-08-RT

Rédacteurs : J.M. Lascaux  
L. Cazeneuve  
T. Lagarrigue

## 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., Cazeneuve L. et Lagarrigue T., 2008.** Synthèse des capacités d'accueil en juvéniles et géniteurs de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) des cours d'eau du bassin de la Dordogne. 41 p. (Rapport MI.GA.DO. 19D-08-RT).

### Résumé :

Depuis le début des années 1980, avec les objectifs de restauration de populations de grands migrateurs amphihalins dans les cours d'eau de France, de nombreuses études ont été menées pour estimer le potentiel d'accueil restant en juvéniles et en géniteurs de saumon atlantique. Sur le bassin de la Dordogne, ces études qui concernent pour l'essentiel les axes bleus du SDAGE Adour-Garonne, ont été échelonnées dans le temps de 1983 à 2008.

Elles se basent sur le même principe méthodologique : une description (et des mesures) de l'enchaînement des faciès d'écoulement du cours d'eau, une localisation et diagnostic (plus ou moins complet) des obstacles naturels et artificiels aux déplacements des saumons, un calcul des surfaces d'habitats favorables aux tacons et aux géniteurs et au final une estimation du nombre de smolts dévalants que peut produire le cours d'eau ainsi qu'une estimation du nombre de géniteurs qu'il peut accueillir ; mais elles diffèrent du point de vue des outils mis en œuvre pour appliquer cette méthodologie (clef des faciès d'écoulement utilisée, définition des faciès utilisés préférentiellement par les différents stades de développement du saumon, formule de calcul des équivalents radiers-rapides, calcul du nombre de smolts dévalants ...), en allant vers une plus grande précision avec l'amélioration des connaissances au fil du temps.

Ce rapport propose, pour l'ensemble des cours d'eau du bassin de la Dordogne ayant fait l'objet d'études de « potentialités saumons », une synthèse et une homogénéisation des données, basées sur une ré-interprétation des données brutes récoltées, avec les outils méthodologiques et les connaissances récentes.

Cette synthèse effectuée, on obtient une surface totale d'équivalents radiers-rapides pour les cours d'eau du bassin de la Dordogne qui couvre aujourd'hui 202 hectares. Si l'on ne considère que le facteur « habitat physique », cette surface de production permet d'héberger 101000 smolts et peut conduire au retour de 2000 à 6000 adultes de saumon atlantique sur les cours d'eau du bassin.

La capacité d'accueil en géniteurs (toujours sur des critères d'habitat physique) est aujourd'hui d'environ 3000 femelles saumon, soit avec un sex-ratio 1/1, de 6000 saumons. Ces 6000 géniteurs peuvent produire 153000 smolts et conduire au retour de 3000 à 8000 adultes.

Il est clair que les surfaces de production en juvéniles constituent aujourd'hui le facteur limitant la taille de la population de saumon atlantique susceptible de reconquérir les cours d'eau du bassin de la Dordogne.

**Si l'on ne considère que le paramètre « habitat physique », ces surfaces de production peuvent permettre d'envisager la restauration d'une population de saumon atlantique sauvage auto-suffisante de 2000 à 6000 individus sur les cours d'eau du bassin de la Dordogne.**

Si la réussite du plan de restauration du saumon sur le bassin semble « à portée de main », **cela passe par une amélioration des taux de survie aux différents stades de développement et par une amélioration des taux de retour de ces grands migrateurs.** Les facteurs limitant le bon déroulement du cycle biologique du saumon sur le bassin (et donc affectant les taux de survie) sont aujourd'hui bien identifiés. Ils sont tous techniquement parfaitement résolubles mais nécessitent de continuer à s'inscrire dans un objectif et une politique constante sur le long terme (préservation et amélioration de la qualité des cours d'eau, suivis et améliorations des dispositifs de franchissement à la montaison

comme à la dévalaison, vigilance sur l'entretien de ces aménagements, améliorations et suivis des mesures de mitigation concernant la gestion des débits sur les grands axes soumis aux éclusées, gestion de la pêcherie aval ...). **Beaucoup d'améliorations ont été enregistrées ces dernières années**, mais il faut encore persévérer et maintenir les efforts **pour enfin réduire ces facteurs adverses sous une limite quantitative** compatible avec la restauration d'une population de saumon sauvage sur le bassin de la Dordogne.

**Mots clés :** Capacité d'accueil, Capacité de production, Saumon atlantique, Bassin de la Dordogne, Taux de survie, Taux de retour, Restauration population auto-suffisante.

**Version :** Définitive.

**Date :** Octobre 2008.

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2. RAPPEL DES BASES METHODOLOGIQUES DE DETERMINATION DE LA CAPACITE D'ACCUEIL EN JUVENILES ET EN GENITEURS DE SAUMON ATLANTIQUE</b> .....	<b>3</b>
2.1. CAPACITE D'ACCUEIL EN JUVENILES DE SAUMON ATLANTIQUE.....	6
2.1.1. <i>Suivi thermique</i> .....	6
2.1.2. <i>Qualité physico-chimique de l'eau</i> .....	6
2.1.3. <i>Description morphodynamique</i> .....	6
2.1.4. <i>Estimation des potentialités d'accueil en juvéniles de saumon atlantique</i> .....	9
2.1.5. <i>Extrapolation à la production théorique en nombre de smolts dévalants</i> .....	12
2.2. ESTIMATION DE LA CAPACITE D'ACCUEIL EN GENITEURS DE SAUMON ATLANTIQUE..	12
2.3. HOMOGENEISATION DES ETUDES DE « POTENTIELS SAUMON » CONDUITES JUSQU'À PRESENT .....	13
<b>3. RESULTATS</b> .....	<b>15</b>
3.1. SYNTHÈSE, SUR LA BASE DES SEULS CRITÈRES D'HABITAT PHYSIQUE, DES CAPACITÉS D'ACCUEIL EN SAUMON DES COURS D'EAU DU BASSIN-VERSANT DE LA DORDOGNE .....	15
3.2. PRISE EN COMPTE DU FACTEUR THERMIQUE ET LA QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES COURS D'EAU .....	17
3.3. PRISE EN COMPTE DES ECLUSEES DES CHAINES DE PRODUCTION HYDROELECTRIQUE	20
3.4. PRISE EN COMPTE DE LA PROBLEMATIQUE LIBRE-CIRCULATION .....	21
3.4.1. <i>Montaison</i> .....	21
3.4.2. <i>Dévalaison</i> .....	22
<b>4. CONCLUSION</b> .....	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>33</b>
<b>ANNEXE</b> .....	<b>38</b>

# Synthèse des capacités d'accueil en juvéniles et géniteurs de Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) des cours d'eau du bassin de la Dordogne

## 1. Introduction

La Dordogne, qui fut autrefois une grande rivière à saumons (voir **Pustelnik**, 1982), a vu ces derniers disparaître progressivement, d'abord avec la construction des barrages visant à améliorer la navigation de Mauzac (1839) et Bergerac (1851), puis l'avènement de l'hydroélectricité et la construction de Tuilières (1906), puis Marèges, l'Aigle, Bort, Chastang et Argentat (de 1935 à 1958). Aujourd'hui la plupart des zones historiques de reproduction des saumons et de grossissement des jeunes tacons sont noyées sous les eaux des grandes retenues de la « Dordogne hydroélectrique » et de ses affluents, en amont des barrages du Sablier sur la Dordogne, de Hautefage sur la Maronne, de Brugales sur la Cère et du Saillant sur la Vézère.

Il reste cependant sur les cours d'eau en aval de ces aménagements un habitat potentiel pour la reproduction des saumons et la croissance de leurs juvéniles, potentiel du reste un peu amélioré, sur ces zones, par rapport à la période « avant grands barrages », du fait du refroidissement du régime thermique de l'eau (effet du stockage dans les grandes retenues et de la restitution d'une eau de fond de retenue).

Depuis le début des années 1980, avec les objectifs de restauration de populations de grands migrateurs amphihalins dans les cours d'eau de France, de nombreuses études ont été menées pour estimer le potentiel d'accueil restant en juvéniles et en géniteurs de saumon atlantique. Sur le bassin de la Dordogne, ces études concernent essentiellement des cours d'eau corrèziens et lotois qui correspondent pour l'essentiel aux axes bleux du SDAGE Adour-Garonne :

- la Dordogne en aval du barrage du Sablier (**Tinel**, 1983 ; **Chollet**, 2001),
- la Souvigne (**Bosc et Carry**, 1999),
- la Maronne en aval de l'usine de Hautefage (**Bosc et Carry**, 1999),
- la Cère en aval du barrage de Brugales (**Rivière Environnement**, 1999),
- un affluent de la Cère – le Ruisseau d'Orgues – (**Lascaux et Lagarrigue**, 2001),
- la Bave (**Soulet**, 1994),
- cinq affluents de la Bave – le Mamoul, le Mellac, la Biarque, le Tolerme et le Cayla – (**Lascaux et Lagarrigue**, 2001),
- la Corrèze (**ACVF**, 1992 ; **Lascaux et al.**, 2004, **Vandewalle et al.**, 2004),
- cinq affluents de la Corrèze – la Roanne, la Montane, la Saint-Bonnette et la Vimbellé – (**Lagarrigue et Lascaux**, 2003) – le Maumont (**Firmignac et al.**, 2006),
- la Vézère en aval du barrage du Saillant (**ACVF**, 1992 ; **Cazeneuve et al.**, 2008),
- et un affluent de la Vézère – la Loyre - (**Lascaux et Vandewalle**, 2006).

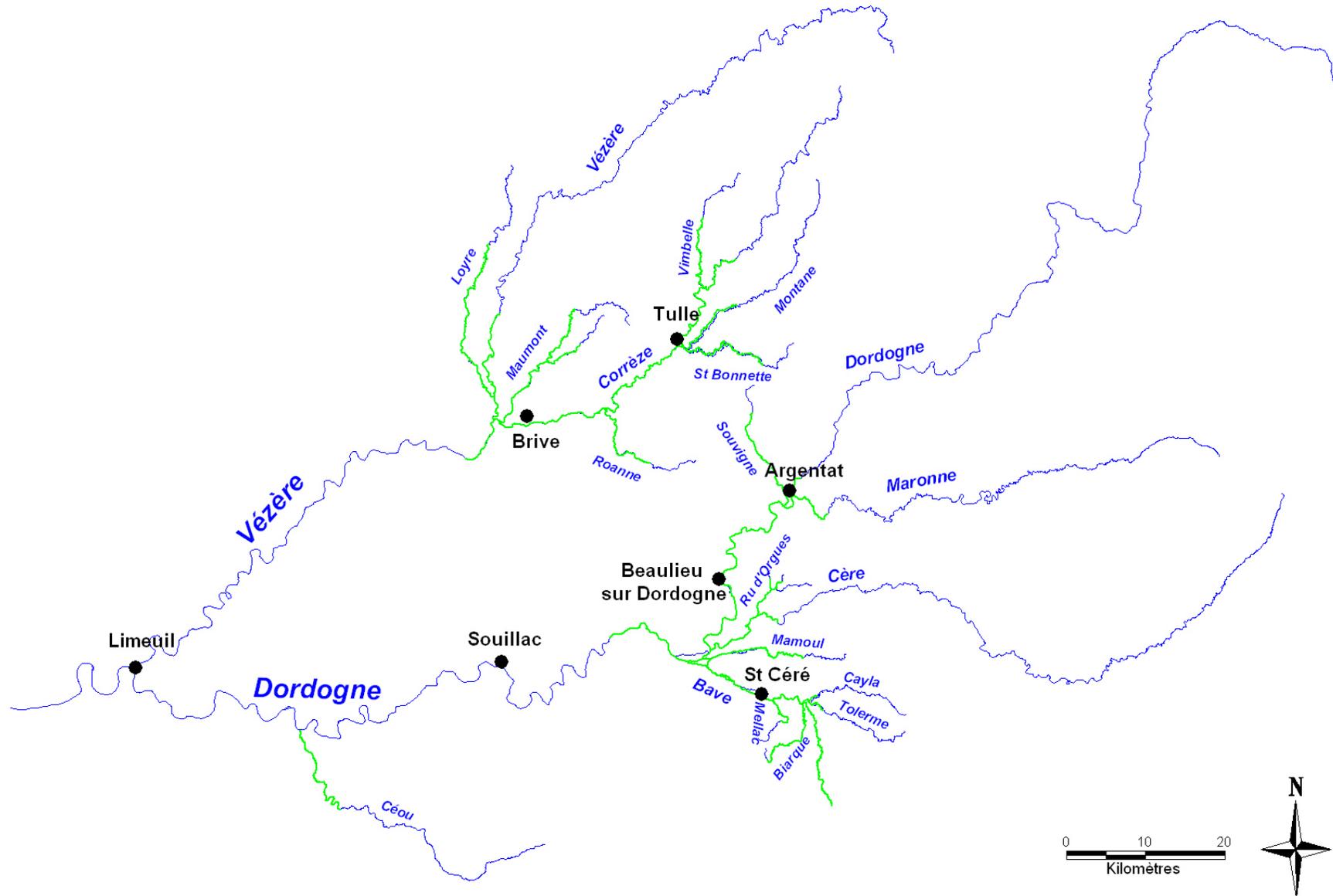


Figure 1 : Le bassin versant de la Dordogne et les secteurs de cours d'eau potentiellement favorables au saumon atlantique (en vert)

Ces études, échelonnées dans le temps de 1983 à 2008, se basent sur le même principe méthodologique : une description (et des mesures) de l'enchaînement des faciès d'écoulement du cours d'eau, une localisation et diagnostic (plus ou moins complet) des obstacles naturels et artificiels aux déplacements des saumons, un calcul des surfaces d'habitats favorables aux tacons et aux géniteurs et au final une estimation du nombre de smolts dévalants que peut produire le cours d'eau ainsi qu'une estimation du nombre de géniteurs qu'il peut accueillir.

Si le principe méthodologique est le même, en revanche, ces études peuvent différer du point de vue des outils mis en œuvre pour appliquer cette méthodologie (clef des faciès d'écoulement utilisée, définition des faciès utilisés préférentiellement par les différents stades de développement du saumon, formule de calcul des équivalents radiers-rapides, calcul du nombre de smolts dévalants ... - voir **Pallo et Larinier, 2002**), en allant vers une plus grande précision avec l'amélioration des connaissances au fil du temps.

Dans la suite de ce rapport, nous allons donc, pour l'ensemble des cours d'eau du bassin de la Dordogne ayant fait l'objet d'études de « potentialités saumons », proposer une synthèse et une homogénéisation des données, basées sur une ré-interprétation des données brutes récoltées avec les outils méthodologiques et les connaissances récentes.

## 2. Rappel des bases méthodologiques de détermination de la capacité d'accueil en juvéniles et en géniteurs de saumon atlantique

La capacité d'accueil en saumon atlantique d'un cours d'eau est déterminée principalement par :

- le cycle thermique et la physico-chimie de l'eau qui vont agir sur la productivité hydrobiologique de la rivière et sur la physiologie des poissons,
- l'habitat physique offert aux poissons,

le tout étant sous le contrôle du climat, de la géologie et de l'hydrologie comme schématisé sur la figure 2.

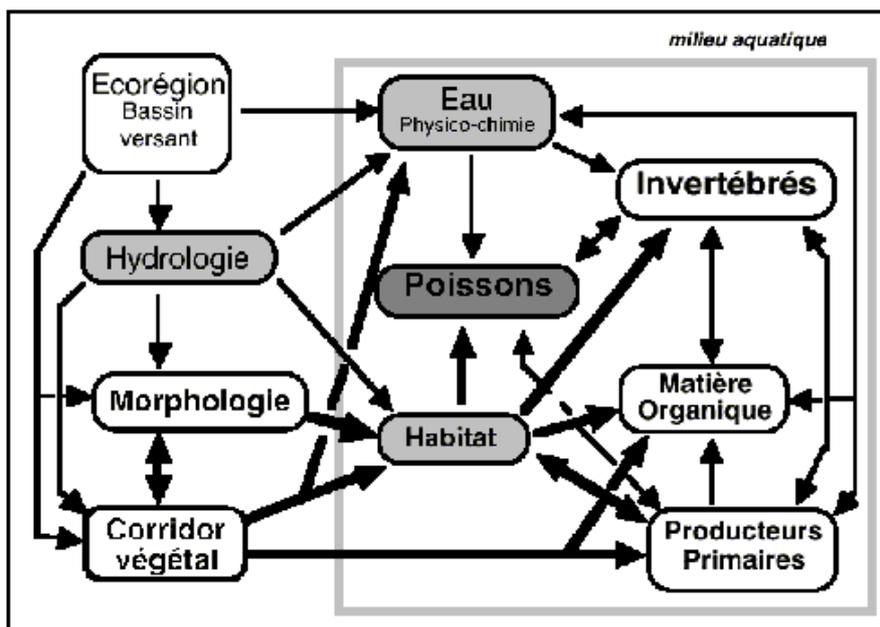


Figure 2 : Modèle conceptuel de l'écosystème d'eau courante d'après **Wasson et al. (1995)**.

Les principales exigences du saumon atlantique, en terme de qualité physico-chimique de l'eau, sont présentées dans les tableaux 1 et 2.

	Stade de développement	
	Œuf - embryon	Alevin - tacon
<b>Oxygène dissous</b>	> 6 mg/l	> 6 mg/l
<b>Température (moyennes journalières) optimum de croissance</b>	1 – 8 °C	6 – 22°C 15 – 17°C

Tableau 1 : Exigences thermiques et en oxygène dissous pour un développement correct de différents stades de saumon (d'après : **Alabaster et Lloyd, 1982** ; **Gibson, 1993** ; **Héland et Dumas, 1994** ; **Elliott et Hurley, 1997** ; **Cowx et Welcomme, 1998**).

	Valeurs létales	Références
<b>Température</b>	T > 28,5°C	<b>Heland et Dumas, 1994</b>
<b>pH</b>	5,8 < pH < 9	<b>Bishai, 1960 in Arrignon, 1991</b>
<b>Oxygène</b>	2 mg/l	<b>Alabaster and Lloyd, 1982</b>
<b>NH<sub>3</sub></b>	CL50-24h* = 0,15 mg NH <sub>3</sub> /l	<b>Herbert and Shurben, 1965 in Arrignon, 1991</b>
	CL50-24h = 0,28 mg NH <sub>3</sub> /l	<b>Alabaster and Lloyd, 1982</b>

Tableau 2 : Valeurs létales pour les juvéniles de saumon atlantique. (Les valeurs présentées ci-dessus ont été obtenues en laboratoire \* CL50-24h : concentration létale pour 50 % des individus au bout de 24 h.)

En terme d'habitat physique, les exigences du saumon atlantique sont aujourd'hui bien connues (tableaux 3 et 4).

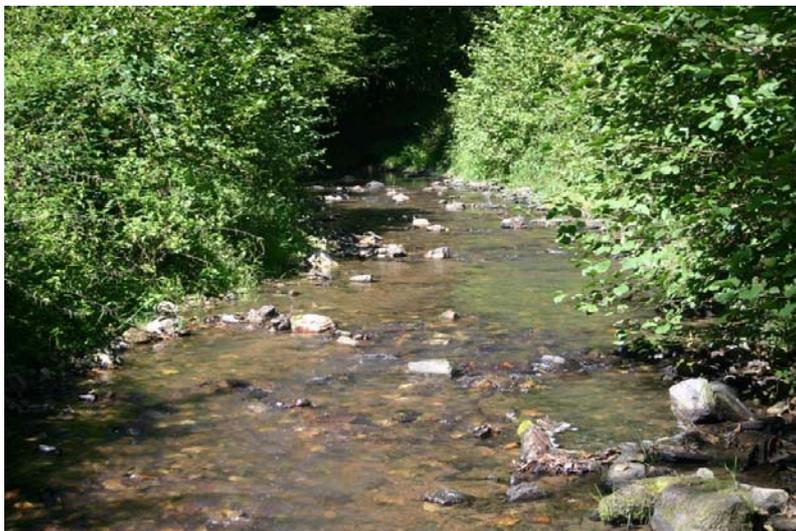
	Individu de taille < 7 cm	Individu de taille > 7 cm
<b>Profondeur (cm)</b>	10 – 40 (5 – 90)	20 – 60 (10 – 300)
<b>Vitesse (cm/s)</b>	20 – 40 (10 – 70)	0 – 80
<b>Taille du substrat (mm)</b>	16 – 256 (graviers, petits et gros galets)	64 – 512 (petits et gros galets, petits blocs)

Tableau 3 : Principales caractéristiques (valeurs couramment rencontrées; valeurs extrêmes entre parenthèses) des mésohabitats utilisés en rivière par les juvéniles de saumon atlantique en nutrition diurne estivale (d'après **Heggenes et al., 1999** et **Hendry et Cragg-Hine, 2003**).

	Frayères
<b>Profondeur (cm)</b>	30 – 80 (9 – 160)
<b>Vitesse (cm/s)</b>	40 – 80 (15 – 140)
<b>Taille du substrat (mm)</b>	20 – 100 (graviers, petits galets, gros galets)

Tableau 4 : Principales caractéristiques (valeurs couramment rencontrées ; valeurs extrêmes entre parenthèses) des mésohabitats utilisés en rivière par les géniteurs de saumon atlantique en phase de reproduction (d'après **Crisp et Carling, 1989** ; **Gibson, 1993** ; **INRA/CSP, 1997** ; **Lascaux et Lagarrigue, 2000**).

Ces exigences se traduisent, pour les juvéniles, à l'échelle du cours d'eau, par une occupation préférentielle des faciès où la profondeur est relativement réduite, la vitesse de courant forte et le substrat grossier, c'est à dire les faciès radiers, rapides (Photographie 1), escaliers et plats courants (**Baglinière et Champigneulle**, 1982 ; **Heggenes**, 1991 ; **Baran**, 2000 ; **Chanseau et Gaudard**, 2003, 2004 ; **Chanseau et al.**, 2006). Les juvéniles de saumons occupent d'autant plus les zones rapides et peu profondes qu'ils sont en compétition avec la truite commune, espèce plus agressive, qui les cantonne dans ces types d'habitat (**Héland et Dumas**, 1994 ; **Kennedy et Strange**, 1986).



*Photo 1 : Alternance radier / plat courant – Maumont Noir, (Ecogea-septembre 2005).*

Concernant les géniteurs, leurs exigences en terme d'habitat physique les conduisent à établir leurs frayères préférentiellement au niveau des remontées du fond du cours d'eau, où les vitesses s'accroissent, en fin de faciès profond ou plat (Photographie 2).



*Photo 2 : Queue de faciès plat – Corrèze, (Ecogea-septembre 2001).*

## **2.1. Capacité d'accueil en juvéniles de saumon atlantique**

### **2.1.1. Suivi thermique**

La plupart des cours d'eau cités précédemment sont aujourd'hui équipés d'au moins un thermographe enregistreur (Tinytalk II de Gemini data loggers ou sonde S2T de NKE-Micrel – pas de mesure de 2 heures) plutôt positionné dans la partie aval du secteur de cours d'eau favorable au saumon afin de vérifier que ce paramètre reste bien conforme aux exigences physiologiques des poissons.

### **2.1.2. Qualité physico-chimique de l'eau**

En ce qui concerne la qualité physico-chimique de l'eau, seuls les cours d'eau les plus importants font l'objet d'un suivi régulier (Réseau National de Bassin, Réseau Complémentaire Départemental) en lien avec les centres d'activités humains (Dordogne, Cère, Corrèze et Vézère).

Outre ces résultats disponibles auprès de l'Agence de l'Eau et des Conseils Généraux, des observations visuelles des points de rejets et du colmatage éventuel du fond du cours d'eau sont effectuées au cours des opérations de terrain.

### **2.1.3. Description morphodynamique**

Réalisée en condition d'étiage, cette description morphodynamique permet de décrire l'ensemble du linéaire étudié à l'échelle du *faciès d'écoulement* (ou macrohabitat). Cette entité morphodynamique constitue une unité de rivière où les caractéristiques de pente, de profondeur de l'eau et de vitesse du courant sont relativement homogènes (**Malavoi**, 1989).

La typologie la plus utilisée dans les études récentes est celle de **Delacoste et al.** (1995) qui fait intervenir en plus des paramètres cités précédemment, la turbulence de l'eau et la pente du faciès. Cette typologie est très bien adaptée au cours d'eau de taille petite et moyenne. Elle permet de faire face à la variété des situations rencontrées sur le terrain avant d'effectuer des regroupements lors du traitement des données. Cette typologie individualise 6 groupes principaux de faciès d'écoulement (Profond, Plat, Escalier, Radier, Rapide et Cascade), subdivisés en 18 sous-groupes.

Cette typologie peut être adaptée, par un petit décalage du paramètre profondeur, à la description de rivières plus importantes du type Corrèze ou Vézère, mais pour ce gabarit de cours d'eau (ou supérieur comme la Dordogne), on passera utilement à la typologie des faciès de **Malavoi et Souchon** (2002).

Groupe de faciès	Sous-groupe de faciès
Profond	Pool Baignoire Plat profond Plat profond courant Plat profond rapide
Plat	Plat Plat courant Plat rapide
Escalier	Plat escalier Radier varié Cascade plat
Radier	Radier Plat Radier
Rapide	Rapide Rapide plat Radier rapide
Cascade	Cascade Cascade rapide

Tableau 5 : Groupes et sous-groupes de faciès d'écoulement individualisés d'après Delacoste et al., (1995)

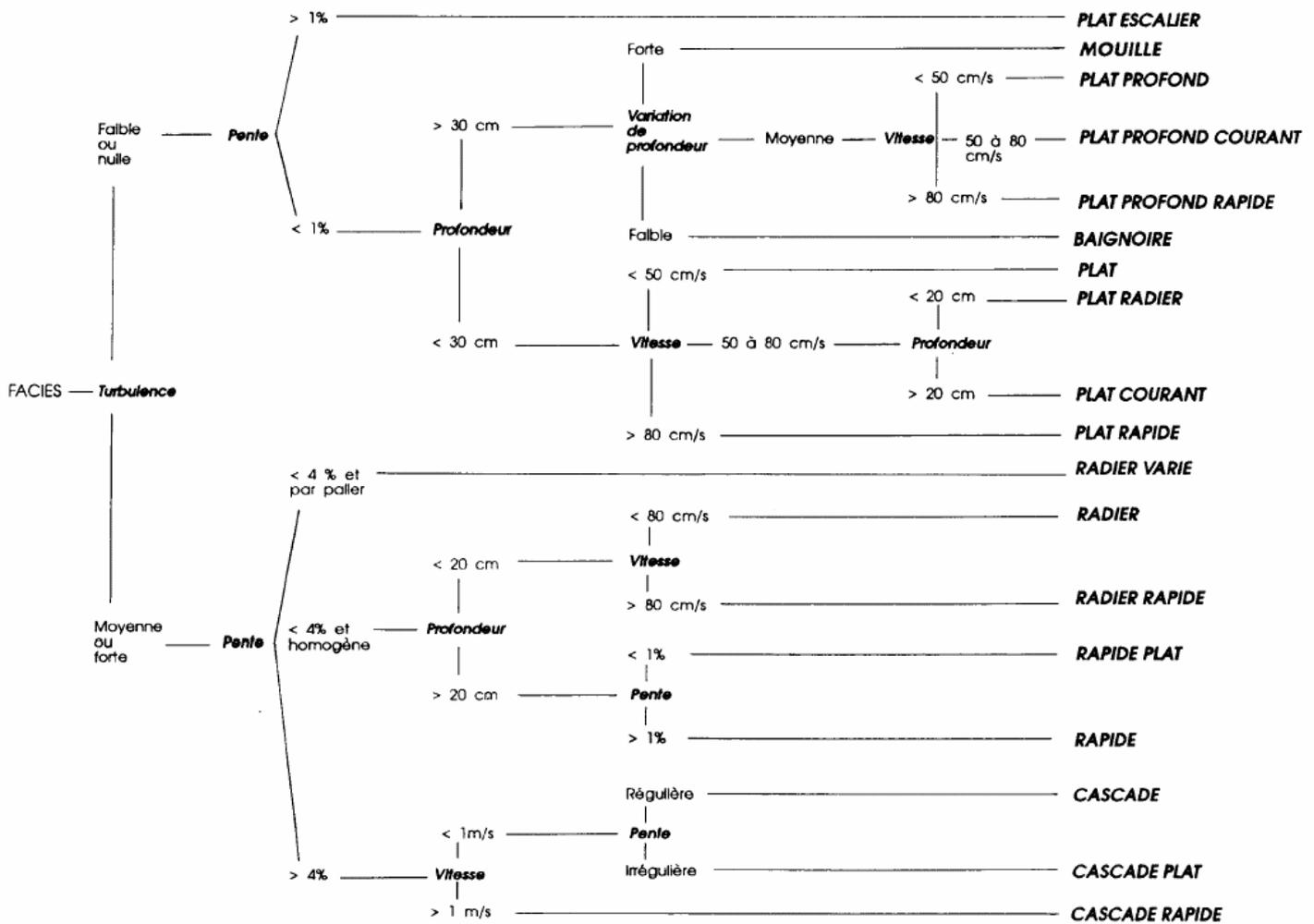


Figure 3 : Clé de détermination des faciès d'après Delacoste et al. (1995).

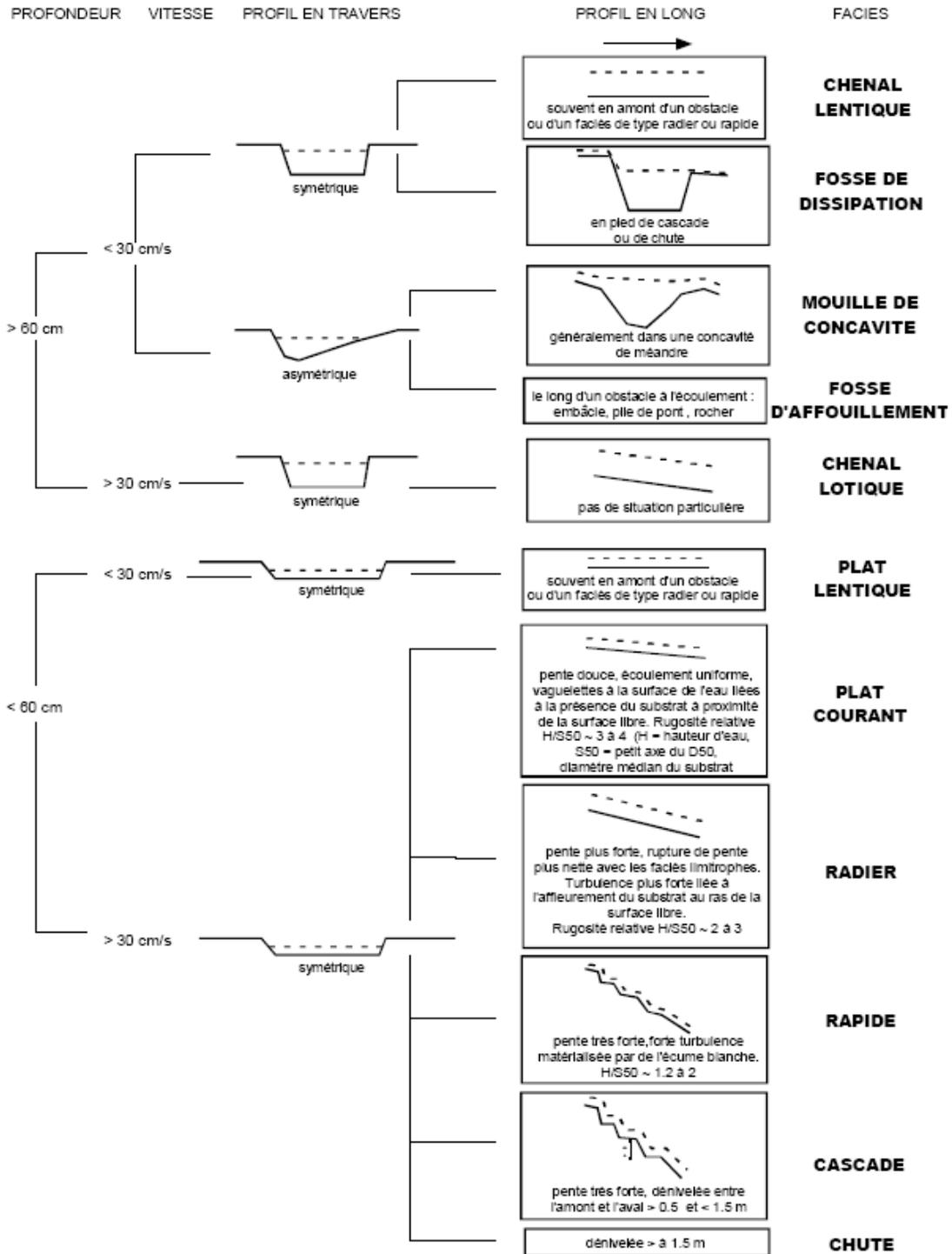


Figure 4 : Clé de détermination des faciès d'écoulements de Malvoï et Souchon (2002)

Dans les études de « potentiels saumon » conduites jusqu'à présent, deux autres clés de détermination des faciès d'écoulement ont été utilisées : celle de **Gayou** (1986) et celle de **Neuschwander et Nivresse** (1993) reprise par **Richard** (1998).

Les correspondances entre faciès des différentes classifications figurent dans les tableaux suivants.

<b>Gayou (1986)</b>	<b>Delacoste et al. (1995)</b>
<i>rapide</i>	<i>rapide</i>
<i>radier</i>	<i>radier</i> <i>plat courant</i>
<i>courant profond</i>	<i>plat courant</i> <i>plat profond courant</i> <i>plat profond rapide</i>
<i>profond</i>	<i>plat profond</i>
<i>mouille</i>	<i>mouille</i>

Tableau 6 : Correspondances entre les typologies établies par **Gayou (1986)** et **Delacoste et al. (1995)**.

<b>Neuschwander et Nivesse (1993)</b>	<b>Delacoste et al. (1995)</b>
<i>radier</i>	<i>radier</i>
<i>rapide</i>	<i>rapide</i> <i>plat courant</i>
<i>plat</i>	<i>plat</i> <i>plat profond</i>
<i>profond</i>	<i>plat profond</i> <i>mouille</i>

Tableau 7 : Correspondances entre les typologies établies par **Neuschwander et Nivesse (1993)** et **Delacoste et al. (1995)**.

#### 2.1.4. Estimation des potentialités d'accueil en juvéniles de saumon atlantique

De nombreux travaux ont permis de montrer que chez les jeunes saumons, les préférences de vitesse de courant, de profondeur de l'eau et de granulométrie du substrat exprimées à l'échelle de l'individu se traduisent à l'échelle du cours d'eau par un taux d'occupation plus important des faciès de type radiers et rapides (profondeur relativement réduite, forte vitesse de courant et substrat grossier). En outre, les résultats des suivis des populations de tacons par pêches électriques réalisées à l'échelle du faciès d'écoulement par MI.GA.DO. sur la Souvigne, le Mamoul, la Cère, la Corrèze, la Bourette, la Roanne, la Vimbelle, la Montane, le Maumont et la Loyre (**Chanseau et Gaudard, 2003, 2004 ; Chanseau et al., 2006**), ainsi que l'étude sur des sous-affluents de la Loire réalisée par **Baran (2000)** montrent que les faciès de type escalier, plat lotique et plat lentique sont également occupés par les jeunes saumons, mais dans une moindre mesure que les radiers et les rapides. Enfin, la majorité des études montrent que les faciès de type profond et cascade sont quasiment inoccupés (tableau 8 et figure 5).

Groupe de faciès	Faciès de type	Occupation relative	Références	Commentaires
Radiers Rapides	Radier, plat radier Rapide, radier rapide, rapide plat	++++ ++++	<b>Baglinière et Champigneulle</b> , 1982 ; <b>Heggenes</b> , 1991 ; <b>Baran</b> , 2000 ; <b>Chanseau et Gaudard</b> , 2003, 2004 ; <b>Chanseau et al.</b> , 2006	Utilisation préférentielle de ces deux groupes de faciès couramment citée dans la littérature
Escaliers	Radier varié, plat escalier, cascade plat	++	<b>Baran</b> , 2000	Cet auteur a pu montrer que les jeunes saumons utilisaient fortement ce groupe de faciès
Plats lotiques Plats lenticques	Plat courant, plat rapide Plat	++ +	<b>Baran</b> , 2000 ; <b>Chanseau et Gaudard</b> , 2003, 2004 ; <b>Chanseau et al.</b> , 2006	Ces auteurs ont pu montrer que les jeunes saumons utilisaient non seulement les plats lotiques mais également, dans une moindre mesure, les plats lenticques
Profonds Cascades	Mouille, baignoire, plat profond, plat profond courant, plat profond rapide Cascade, cascade rapide	- -	<b>Baglinière et Champigneulle</b> , 1982 ; <b>Heggenes</b> , 1991 ; <b>Heggenes et al.</b> , 1999 ; <b>Baran</b> , 2000 ; <b>Chanseau et Gaudard</b> , 2003, 2004 ; <b>Chanseau et al.</b> , 2006	Groupes classiquement cités dans la littérature comme n'accueillant pas ou peu de jeunes saumons (de façon ponctuelle ou dans des cas particuliers)

Occupation relative par les juvéniles de saumon : ++++ Très forte ; +++ Forte ; ++ Moyenne ; + Faible ; - Très faible à nulle.

Tableau 8 : Occupation relative des différents groupes de faciès d'écoulement par les juvéniles de saumon

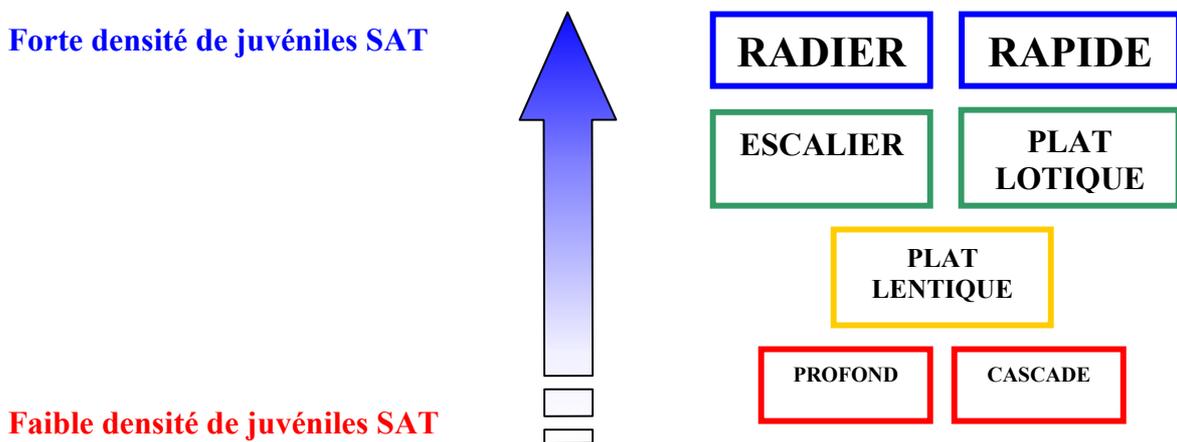


Figure 5 : Gradient de densité en juvéniles de saumon selon le faciès d'écoulement (modifié d'après **Baran**, 2000).

Ainsi, après avoir pris en compte les différences d'occupation des faciès d'écoulement par les tacons, le potentiel de production, exprimé en terme de surface d'Equivalents Radier-Rapide (ERR), est calculé selon l'hypothèse :

Typologie de **Delacoste et al.** (1995)

**Surface d'ERR (m<sup>2</sup>) = Surface de RADIERS et de RAPIDES + (0,4 x Surface d'ESCALIERS et de PLATS LOTIQUES) + (0,1 x Surface de PLATS LENTIQUES)**

Cette hypothèse est issue d'un traitement des données des pêches électriques de contrôle par faciès d'écoulement (typologie de **Delacoste et al.**, 1995), réalisées par MIGADO de 2002 à 2006, **sur les axes bleus (et leurs affluents) du bassin de la Dordogne.**

Pondération par la granulométrie du substrat :

En général, à un gradient de faciès d'écoulement (et donc de pente) correspond un gradient granulométrique (**Gibson**, 1993). Ainsi, les faciès d'écoulement favorables aux jeunes saumons sont habituellement associés à une granulométrie grossière qui permet, en outre, un isolement visuel entre individus (celui-ci permet d'augmenter la densité de juvéniles par réduction de la taille des territoires - **Kalleberg**, 1958). Cependant, ce n'est pas toujours le cas (nous avons rencontré, par exemple, sur des affluents et sous-affluents de la Dordogne, des rapides sur roche mère totalement inaptes à accueillir des tacons). Il est donc nécessaire de pondérer le calcul des Equivalents Radier-Rapide (ERR) en prenant en compte la granulométrie dominante et accessoire du substrat d'un faciès donné permettant de juger de son aptitude à accueillir des juvéniles de saumon.

Compte tenu des données bibliographiques dont nous disposons, nous avons considéré comme :

- favorables aux juvéniles de saumon, uniquement les faciès d'écoulement dont les fractions granulométriques<sup>1</sup> dominantes étaient de type Petits galets, Gros galets, Petits blocs et ces mêmes fractions associées en codominance avec des Gros blocs. Ces faciès ont été intégralement pris en compte dans le calcul des ERR.
- moyennement favorables aux juvéniles de saumon les faciès dont la fraction granulométrique dominante était de type Gravier. La surface de ces faciès a alors été pondérée par 0,5 pour le calcul des ERR,
- non favorables aux juvéniles de saumon les faciès dont les fractions granulométriques dominantes étaient de type Sable, Vase et Dalle. Ces faciès n'ont pas été pris en compte dans le calcul des ERR.

Une pondération similaire de la capacité d'accueil d'un faciès donné selon la granulométrie du substrat est faite dans l'étude de **Leclerc et al.** (1994), même si les classes des différentes fractions granulométriques ne sont pas rigoureusement identiques.

Dans les études de « potentiels saumon » conduites jusqu'à présent, cette pondération est intégrée dans les calculs pour : la Corrèze, les affluents de la Corrèze, les affluents de la Bave, le ruisseau d'Orgues, la Vézère. Elle n'est pas intégrée dans les calculs effectués sur la Dordogne, la Cère ou la Maronne, mais cela ne change probablement pratiquement rien, car il

<sup>1</sup> Echelle granulométrique de **Cailleux** (1954)

n'existe pas sur ces cours d'eau, dans les secteurs considérés, de faciès lotiques sur dalle ou au contraire sur granulométrie fine.

On retrouve sur la Souvigne une différenciation selon la granulométrie du substrat dans la détermination des codes couleurs utilisés pour leur cartographie par **Bosc et Carry** (1999).

#### **2.1.5. Extrapolation à la production théorique en nombre de smolts dévalants**

En ce qui concerne l'estimation de la production théorique en juvéniles de saumon d'un cours d'eau à partir des surfaces de production (les ERR), différents résultats sont disponibles dans la bibliographie : 0,6 à 13 smolts dévalants par unité de production de 100 m<sup>2</sup> sur une rivière du Canada (**Gibson et Haedrich**, 1988 *in* **Gibson**, 1993) ; 2 à 3 smolts dévalants par unité de production de 100 m<sup>2</sup> sur la Dennys River aux U.S.A (**Beland**, 1996) ; 7 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR obtenus à partir de contrôles par pêche électrique pour l'estimation des taux de survie des juvéniles de saumon dans l'étude réalisée sur le bassin de l'Arroux, affluent de la Loire (**Baran**, 2000) ; 5 à 10 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR sur le bassin de la Garonne (**Gayou**, 1986) ; 3 à 5 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR (chiffres préconisés par **Euzenat et Porcher**, 1999) ; 4 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR (chiffres préconisés par **Richard**, 1998). Ne disposant pour l'instant d'aucun chiffre émanant d'expérimentations sur le bassin de la Dordogne, nous avons pris comme base de calcul **une production théorique de 5 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR.**

#### **2.2. Estimation de la capacité d'accueil en géniteurs de saumon atlantique**

Les faciès préférentiellement utilisés par les saumons pour leur reproduction sont les « mouilles ». Elles ont l'avantage de fournir à la fois une zone favorable à l'édification des nids (la « queue du pool ») et une zone profonde servant au repos des géniteurs. Cependant, les saumons n'ont pas toujours accès à ce type de sites en raison notamment de leur rareté. Ils sont donc souvent contraints de frayer sur des faciès apparemment moins favorables, proches d'une zone profonde pour le repos des géniteurs.

Nous considérons donc que les faciès d'écoulement de type « pool » (ou mouille), les plats, les plats lotiques, les plats profonds, les plats profonds lotiques pouvaient accueillir des géniteurs, à condition qu'une partie au moins de ces faciès soit constituée d'une granulométrie favorable à la reproduction des grands salmonidés, essentiellement du petit galet (2-10 cm) et accessoirement du gravier (0,2-2 cm).

**Pour les cours d'eau jusqu'à environ 10 m de large**, la capacité d'accueil en géniteurs de saumon est estimée de deux manières différentes : une estimation basse en ne considérant que les mouilles et les plats profonds courants (ou rapides) possédant de la granulométrie favorable pour la reproduction, et une estimation haute en considérant ces mêmes faciès ainsi que les plats et plats lotiques joutés par une zone profonde pour le repos des géniteurs et possédant de la granulométrie favorable pour la reproduction. Vu la taille modeste des cours d'eau étudiés et compte tenu des données disponibles dans la bibliographie, la surface d'habitat favorable à la reproduction par faciès est faible et est susceptible d'accueillir seulement une femelle. C'est donc sur cette base, d'une femelle par faciès d'écoulement favorable, qu'est effectuée l'estimation du nombre potentiel de femelles susceptibles de se reproduire sur le cours d'eau .

**Pour les cours d'eau plus importants, comme la Vézère ou la Corrèze**, certains faciès très étendus (longueur dépassant les 100 m et granulométrie favorable à la reproduction couvrant des surfaces importantes) peuvent accueillir plusieurs femelles saumon. Le tableau 9 ci-

dessous présente la capacité d'accueil en géniteurs en fonction de la surface granulométrique favorable (SGF) par faciès qui a été retenue pour les calculs.

<b>SGF (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Estimation du nombre de femelles saumon</b>
3-50	1
50-100	2
100-200	3
200-300	4
300-400	5
400-500	6
500-600	7
600-700	8
700-800	9
800-900	10
900-1 000	11
Supérieure à 1000 m <sup>2</sup>	1 femelle de plus tous les 150 m <sup>2</sup>

Tableau 9 : Estimation du potentiel d'accueil en géniteurs en fonction de la surface granulométrique favorable par faciès.

Une femelle saumon dispose donc, en fonction du type de faciès favorable à la reproduction, de 3 à 150 m<sup>2</sup> pour établir sa frayère, ce qui correspond à des valeurs trouvées dans la bibliographie.

Pour les grands faciès de la Vézère ou de la Corrèze, à la granulométrie entièrement favorable à la reproduction, l'estimation retenue correspond approximativement à une femelle se reproduisant tous les 10 m linéaire de cours d'eau.

Sur ces grands faciès, en fin d'automne et en fonction du débit, malgré une granulométrie entièrement propice, les conditions de vitesse et de profondeur ne seront pas toujours favorables à la reproduction, sur toute la surface du faciès. Il existera cependant toujours, le long de chaque rive, une bande de cours d'eau où tous les critères physiques seront réunis pour le bon déroulement de la phase de reproduction du cycle biologique du saumon atlantique.

### **2.3. Homogénéisation des études de « potentiels saumon » conduites jusqu'à présent**

Une majorité des études effectuées sur le bassin de la Dordogne ont mis en œuvre la méthodologie décrite ci-dessus.

Il s'agit des études des cours d'eau : Ruisseau d'Orgues (et Roquecourbine), Mamoul, Mellac, Biarque, Tolorme, Cayla, Corrèze, Roanne, Montane, Saint-Bonnette, Vimbelles, Maumont et Vézère. Les ajustements à effectuer sur ces études sont mineurs et consistent essentiellement à recalculer les surfaces de production (équivalents radiers-rapides) avec la formule adaptée au bassin de la Dordogne issue de l'exploitation des pêches électriques par faciès d'écoulement de MIGADO.

Pour la Souvigne et la Maronne, les ajustements porteront sur la correspondance entre les typologies de faciès d'écoulement de **Neuscwander et Nivesse** (1993) et **Delacoste et al.** (1995), la formule de calcul des équivalents radiers-rapides adaptée au bassin de la Dordogne (voit tableau 7) et l'hypothèse de production théorique retenue (5 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR). Les potentialités d'accueil en géniteurs de la Souvigne et de la Maronne se

baseront sur les suivis de la reproduction naturelle des grands salmonidés migrateurs effectués depuis 1999 par ECOGEA pour MIGADO en retenant le chiffre maximum de **frayères effectivement creusées** sur cette période comme étant le **reflet** de cette capacité d'accueil (une femelle de grands salmonidés creusant en moyenne 2 frayères). La Souvigne a donc déjà accueilli 50 femelles de grands salmonidés (en 2002-2003) et la Maronne plus de 150 (également en 2002-2003). Concernant la Maronne, les zones de granulométrie favorable à la reproduction des grands salmonidés représentent une surface totale de 5000 m<sup>2</sup> (selon les suivis ECOGEA pour MIGADO depuis 1999/2000) et 5500m<sup>2</sup> selon les estimations de **Bosc et Carry** (1999), soit entre 3.2 et 3.5 % de la surface mouillée du cours d'eau en période automnale et hivernale. **La Maronne en 2002/2003 a pu accueillir 1 femelle de grand salmonidé pour 30 à 40 m<sup>2</sup> de granulométrie favorable à la fraie.**

<b>Neuscwander et Nivesse (1993)</b>	<b>Delacoste et al. (1995)</b>	Coefficient ERR faciès adapté au bassin de la Dordogne typologie de <b>Delacoste</b>	Coefficient ERR faciès adapté au bassin de la Dordogne typologie de <b>Neuscwander et Nivesse</b>
<i>radier</i>	<i>radier</i>	1	1
<i>rapide</i>	<i>rapide</i> <i>plat courant</i>	1 0.4	0.7
<i>plat</i>	<i>plat</i> <i>plat profond</i>	0.1 0	0.05

Tableau 10 : Correspondances entre les typologies établies par **Neuscwander et Nivesse** (1993) et **Delacoste et al.** (1995) et calcul des équivalents radiers-rapides adaptés au contexte du bassin de la Dordogne qui en découlent

Concernant la Dordogne elle-même, les surfaces de production de tous les radiers-rapides, entre Argentat en Corrèze et Vayrac dans le Lot, ont été ajustées par les équipes d'EPIDOR et MIGADO au cours de plusieurs campagnes de terrain estivales. Elles seront utilisées telles quelles avec une hypothèse de production théorique de 5 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR. Les potentialités d'accueil en géniteurs sont calculées comme suit : le modèle hydraulique de **Courret et al.** (2006) permet d'estimer la surface favorable à la reproduction des grands salmonidés à 6.7 % de la surface mouillée de la rivière sur la partie amont de la zone de reproduction actuelle du saumon atlantique (secteur ancien pont d'Argentat – Saulières). En conservant ce pourcentage de granulométrie favorable à la reproduction sur les 40 kilomètres de Dordogne corrézienne et lotoise utilisés principalement par les saumons pour leur reproduction (entre Argentat et la confluence de la Cère - suivis ECOGEA pour MIGADO depuis 1999), ce qui est un minimum (les fractions granulométriques favorables à la reproduction augmentant vers l'aval), **on obtient une surface potentiellement favorable à la fraie de 17.4 hectares.** En retenant une capacité d'accueil, sur ces grands cours d'eau, d'une femelle saumon pour 100 à 150 m<sup>2</sup> de zone favorable à la fraie, **on obtient une capacité d'accueil de 1200 à 1750 femelles saumons.**

Pour la Cère, les ajustements porteront sur la correspondance entre la cartographie fournie par les auteurs de l'étude et la typologie des faciès d'écoulement de **Delacoste et al.** (1995). Les tronçons de rivière Cère cartographiés en bleu et vert (**Rivière Environnement**, 1999) correspondent dans le détail à une imbrication de faciès rapides, radiers et plats courants de **Delacoste et al.** (1995). La surface de ces tronçons de Cère sera multipliée par un coefficient de 0.7 afin d'obtenir son équivalence en unité de production de smolts. L'hypothèse de production théorique retenue (5 smolts dévalants pour 100 m<sup>2</sup> d'ERR) reste la même que pour

l'ensemble des autres cours d'eau. Concernant le potentiel d'accueil en géniteurs de la Cère, le même calcul que pour la Dordogne sera effectué sur le linéaire situé entre Port de Gagnac et la confluence avec la Dordogne.

Concernant la Bave, la méthodologie utilisée par **Soulet** en 1994 est trop éloignée de la méthodologie utilisée dans la plupart des études récentes et les ajustements ne sont guère possibles (375 faciès décrits sur la Bave pour plus de 37,8 km de linéaire parcouru soit des faciès de 101 m de long en moyenne, contre 1020 faciès décrits pour 55.8 km de linéaire parcouru sur la Corrèze soit des faciès de 55 m de long en moyenne, alors que la Bave est un cours d'eau de dimensions moins importantes que la Corrèze ; ou encore 500 faciès décrits pour 14.7 km de linéaire parcouru sur la Vimbelle soit des faciès de 28 m de long en moyenne à comparer aux faciès de 101 m de long décrits sur la Bave). Dans l'impossibilité de faire des ajustements fiables, nous utiliserons donc les chiffres d'équivalents radiers-rapides directement produits par l'auteur de l'étude, en nous fiant à sa capacité d'expertise. Pour la phase reproduction, nous utiliserons les chiffres obtenus sur le Mamoul en les multipliant par deux et demi en regard du linéaire parcouru sur les deux cours d'eau et des dimensions de la Bave par rapport au Mamoul.

### 3. Résultats

#### 3.1. Synthèse, sur la base des seuls critères d'habitat physique, des capacités d'accueil en saumon des cours d'eau du bassin-versant de la Dordogne

<b>Sous-bassins</b>	<b>Cours d'eau</b>	<b>Surfaces de production (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equivalents smolts</b>	<b>Equivalents smolts totaux par sous-bassins</b>	<b>% du potentiel total du bassin</b>
<b>Dordogne</b>	Dordogne	970244	48512	52161	51.7
	Maronne	35608	1780		
	Souvine	37360	1868		
<b>Cère</b>	Cère	96180	4809	5868	5.8
	Ruisseau d'Orgues	21176	1059		
<b>Bave</b>	Bave	263000	13150	17017	16.9
	Biarque	17948	897		
	Cayla	7182	359		
	Mellac	7825	391		
	Mamoul	34816	1741		
	Tolermé	9564	478		
<b>Corrèze</b>	Corrèze	250657	12533	20354	20.2
	Maumont	43833	2192		
	Montane	19516	976		
	Roanne	24660	1233		
	St Bonnette	30140	1507		
	Vimbelle	38269	1914		
<b>Vézère</b>	Loyre	41000	2050	4495	4.5
	Vézère	48900	2445		
<b>Céou</b>	Céou	20000	1000	1000	1.0
<b>Total</b>		<b>2017878</b>	<b>100894</b>	<b>100894</b>	<b>100</b>

<b>Sous-bassins</b>	<b>Cours d'eau</b>	<b>Hypothèse basse</b>	<b>Hypothèse haute</b>	<b>Nb. femelles total par sous-bassins (sous hp. haute)</b>	<b>% du potentiel total du bassin</b>
<b>Dordogne</b>	Dordogne	1200	1750	1950	58.3
	Maronne	150	150		
	Souvine	50	50		
<b>Cère</b>	Cère	100	160	214	6.4
	Ruisseau d'Orgues	29	54		
<b>Bave</b>	Bave	50	115	212	6.3
	Biarque	5	20		
	Cayla	4	5		
	Mellac	11	24		
	Mamoul	20	46		
	Tolorme	0	2		
<b>Corrèze</b>	Corrèze	410	410	763	22.8
	Maumont	49	88		
	Montane	17	30		
	Roanne	29	55		
	St Bonnette	44	62		
	Vimbelle	71	118		
<b>Vézère</b>	Loyre	-	-	205	6.1
	Vézère	205	205		
<b>Total</b>		<b>2444</b>	<b>3344</b>	<b>3344</b>	<b>100</b>

Tableaux 11 et 12 : Synthèse des capacités de production en smolts et des capacités d'accueil en femelles saumon du bassin de la Dordogne

La surface totale d'équivalents radiers-rapides des cours d'eau du bassin de la Dordogne couvre 202 hectares soit une capacité de production de 101000 smolts dévalants (5 smolts pour 100 m<sup>2</sup> d'équivalents radiers-rapides).

La capacité d'accueil en géniteurs est comprise entre 2450 et 3350 femelles saumon soit (avec un sex-ratio de 1/1) de 4900 à 6700 saumons pour les cours d'eau du bassin.

Ces chiffres ne prennent en considération que la morphologie des cours d'eau et les critères physiques associés (pas de prise en considération de critères physico-chimiques, ni des difficultés de migrations à la montaison et à la dévalaison pour l'instant).

**Froehlich-Schmitt** (2004) sur le bassin du Rhin considère qu'un hectare de surface de production de juvéniles de saumon conduit à un retour de 10 à 30 adultes. **Dumas et Prouzet** (2003) sur la Nivelle arrive à un chiffre de 35 adultes de retour pour 1 hectare de surface de production de juvéniles. Sur le bassin de l'Adour, le taux de retour au stade adulte des smolts sauvages varie de 2 à 5 % (**MIGRADOUR**, 2004). Ces chiffres de taux de retour sont beaucoup plus élevés sur les petits fleuves bretons et normands (5 à 15 %, **Richard**, 1998 ; **Baglinière**, 2003). En considérant l'ensemble de ces chiffres et la taille du bassin de la Dordogne encore colonisable par le saumon, il semble raisonnable d'estimer que les surfaces de production de juvéniles du bassin puissent conduire au retour de 2000 à 6000 adultes de saumon atlantique.

Si l'on part maintenant de 3000 femelles sur les frayères du bassin, d'un poids moyen de 3 kg, ce sont 3000 X 3 X 1700 soit 15.3 millions d'œufs de saumon qui peuvent être enfouis dans les graviers et galets des frayères. Avec un taux de survie moyen de 1 % du stade œuf au stade smolt (synthèse dans **Baglinière et al.**, 2005), ces 3000 femelles peuvent donc produire 153000 smolts et conduire au retour de 3000 à 8000 adultes.

**Si l'on ne considère que l'habitat physique qui est encore aujourd'hui à la disposition du saumon atlantique sur les cours d'eau du bassin de la Dordogne, il est tout à fait possible d'avoir une population de saumon atlantique sauvage auto-suffisante de 2000 à 6000 individus, les surfaces de production de juvéniles constituant aujourd'hui le facteur limitant de cette population.**

L'ensemble Dordogne-Maronne-Souvine représente 52 % des capacités de production de smolts du bassin et 58 % des capacités d'accueil de géniteurs, l'axe Vézère-Corrèze et leurs affluents représentent 25 % des capacités de production de smolts et 29 % des capacités d'accueil de géniteurs, la Bave et ses affluents représentent 17 % des capacités de production de smolts et 6 % des capacités d'accueil de géniteurs, enfin la Cère et le ruisseau d'Orgues représentent 6 % des capacités de production de smolts du bassin et 6 % des capacités d'accueil de géniteurs.

### **3.2. *Prise en compte du facteur thermique et la qualité physico-chimique des cours d'eau***

Le tableau ci-dessous récapitule les cours d'eau équipés, le nombre de thermographes installés (17 au total), le toponyme de leur localisation et la date de début du suivi. Une synthèse des données disponibles par cours d'eau et par station est fournie en annexe.

<i>Cours d'eau</i>	<i>Nombre de thermographes</i>	<i>Localisations thermographes</i>	<i>Depuis (année)</i>
la Dordogne	3	Argentat, Peyriget et Pont de Floirac	2000
la Souvine	1	Moulin bas	2000
la Maronne	1	L'hospital	2000
la Cère	1	Port de Gagnac	2000
le Ruisseau d'Orgues	1	Passayrolles	2000
la Bave	1	Pont de Granou	2000
le Mamoul	1	Félines	2000
la Corrèze	2	Malemort et Pont des Angles	2002
la Vimbelle	1	Moulin du Bos	2002
la Montane	1	Station de pompage de St Adrian	2002
la Saint-Bonnette	1	Laguene	2002
la Roanne	1	Moulin du Pré	2002
le Maumont	1	Donzenac	2002
la Vézère	1	Saint-Viance	2007
la Loyre	1	Pont de Laumonerie	2007

*Tableau 13 : Localisation et début du suivi thermique sur les cours d'eau du bassin versant de la Dordogne*

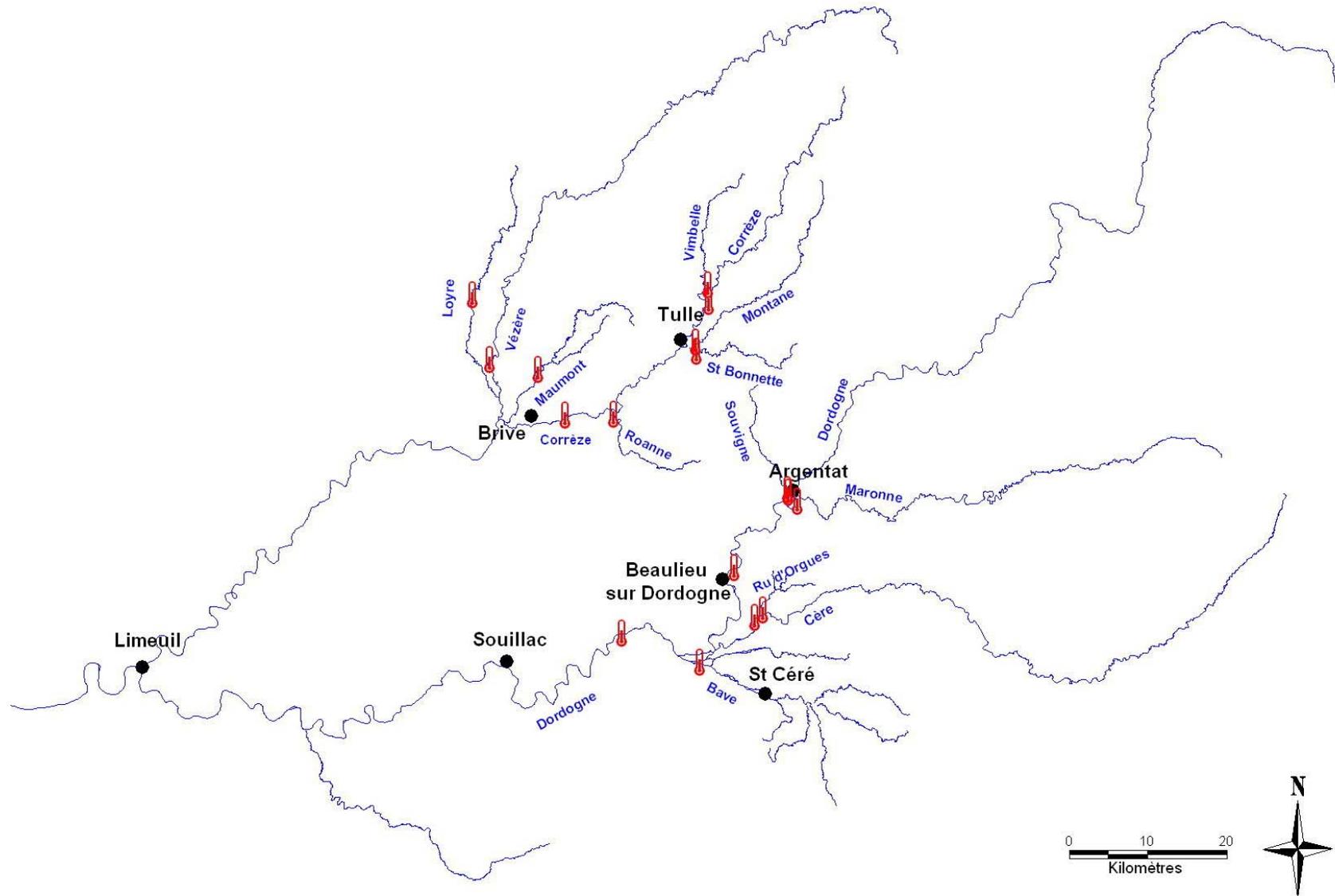


Figure 6 : Localisation géographique des thermographes sur les secteurs de cours d'eau « à saumons » du bassin versant de la Dordogne

Le suivi thermique mis en place sur les axes bleus du bassin montre que, globalement, sur les zones de fraie et de grossissement des juvéniles, la température convient bien, à l'heure actuelle, au cycle biologique du saumon. Lorsque, sur la partie aval de certains cours d'eau, la thermie peut devenir, certaines années, défavorable au saumon, ce n'est en général pas le principal facteur limitant, ces zones aval étant aussi assez dégradées du point de vue qualité physico-chimique de l'eau et qualité des fonds.

Cette dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau et surtout des fonds touche en particulier la Corrèze en aval de Tulle, puis en aval de Malemort et Brive, le Maumont en aval de Donzenac, la Loyre en aval d'Objat, la Vézère en aval de la confluence de la Loyre puis de la Corrèze, la Cère en aval de Biars et enfin la Bave en aval de Saint-Céré.

Cours d'eau	Surfaces de production impactées (m <sup>2</sup> )	% de la capacité de production du cours d'eau impactée	% de la capacité de production du bassin impactée
Cère	28560	29.7%	<b>14.5%</b>
Bave	75480	28.7%	
Corrèze	152931	61.0%	
Maumont	15530	35.4%	
Vézère	19115	39.1%	
<b>Total</b>	<b>291616</b>		

Tableau 14 : Surfaces d'équivalents rivières-rapides impactées par des problèmes de qualité de l'eau et des fonds sur les axes bleus du bassin de la Dordogne

Cours d'eau	% de la capacité d'accueil en géniteurs du cours d'eau impactée	% de la capacité d'accueil en géniteurs du bassin impactée
Cère	18.6%	<b>11.8%</b>
Bave	32.5%	
Corrèze	29.3%	
Maumont	61.6%	
Vézère	60.0%	

Tableau 15 : Pourcentage de la capacité d'accueil en géniteurs impactée par des problèmes de qualité de l'eau et des fonds sur les axes bleus du bassin de la Dordogne

La surface de production impactée par cette dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau et des fonds est d'un peu plus de 29 hectares soit environ 14.5 % de la capacité de production totale des cours d'eau du bassin. Les zones de fraie impactées représentent environ 12 % de la capacité d'accueil totale des cours d'eau du bassin.

Cela ne veut pas dire que la capacité de production des secteurs de cours d'eau soumis à une qualité de l'eau et des fonds moindre soit complètement nulle mais elle est certainement réduite par rapport aux calculs qui ont été effectués. Ainsi, **Baglinière et al.** (2005) notent une très forte variabilité des taux de survie (0.044 % à 1.07 % soit un facteur de 24) entre le stade œuf et le stade smolt sur l'Oir (un affluent de la Sélune, en Normandie) que les auteurs relient aux dépôts de fines particules sur les frayères et donc aux conditions d'oxygénation des œufs sous les graviers, ces conditions étant meilleures lorsque l'hydrologie est plus soutenue et évite en partie la sédimentation des matières fines. L'augmentation de ces matières fines dans les cours d'eau est liée à l'anthropisation des bassins versants. Or, c'est bien un colmatage des fonds plus qu'une altération directement mesurable de la qualité de l'eau qui a été relevé sur les cours d'eau du bassin de la Dordogne mentionnés ci-dessus.

### 3.3. *Prise en compte des éclusées des chaînes de production hydroélectrique*

Le bassin-versant de la Dordogne a largement été aménagé pour la production d'énergie hydroélectrique. Tous les cours d'eau principaux du bassin (Dordogne, Maronne, Cère et Vézère) sont équipés de grandes chaînes hydroélectriques, associant réservoirs de grandes capacités et usines fonctionnant par éclusées, de façon à ajuster la production d'énergie électrique aux pointes de consommation. La Dordogne est une chaîne d'intérêt national, la deuxième en importance après la Durance.

Ce fonctionnement par éclusées a des conséquences importantes sur les écosystèmes aquatiques situés en aval, notamment sur le compartiment piscicole (**Lascaux et Cazeneuve, 2008a**) et sur les salmonidés dont il est plus particulièrement question ici.

Les fluctuations, rapides et généralement découplées des signaux hydroclimatiques naturels, des niveaux d'eau et des débits provoquent :

- des exondations de frayères qui s'accompagnent de la mort des œufs ou des alevins sous-graviers (période mi-novembre mi-mai, **ECOGEA pour MIGADO, 2000 à 2007**),
- des phénomènes d'échouages, de piégeages et de dérives des alevins émergents (**Salveit et al., 2001, Halleraker et al., 2003, Lascaux et al., 2006, Lascaux et Cazeneuve, 2008b, Chanseau et Gaudard, 2005**).

<i>Cours d'eau</i>	<i>Surfaces de production impactées (m<sup>2</sup>)</i>	<i>% de la capacité de production du bassin impactée</i>
<b>Dordogne</b>	970244	<b>57.0%</b>
<b>Maronne</b>	35608	
<b>Cère</b>	96180	
<b>Vézère</b>	48900	
<b>Total</b>	<b>1150932</b>	

Tableau 16 : surfaces d'équivalents radiers-rapides impactées par les problèmes d'éclusées

<i>Cours d'eau</i>	<i>Capacités d'accueil en femelles par cours d'eau impactées</i>		<i>% de la capacité d'accueil en géniteurs du bassin impactée</i>
<b>Dordogne</b>	1200	1750	<b>67.7%</b>
<b>Maronne</b>	150	150	
<b>Cère</b>	100	160	
<b>Vézère</b>	205	205	
<b>Total</b>	<b>1655</b>	<b>2265</b>	

Tableau 17 : pourcentage de la capacité d'accueil en géniteurs impactée par les problèmes d'éclusées

Dans les tableaux ci-dessus, on s'aperçoit que 57 % des capacités de production en smolts du bassin et 68 % des zones de fraie sont directement sous l'influence des aménagements hydroélectriques fonctionnant par éclusées et donc soumis aux problèmes mentionnés précédemment (exondations de frayères, échouages, piégeages, dérives des alevins émergents).

**Il est donc vital pour le plan de restauration du saumon sur ce bassin d'arriver à des mesures efficaces de limitation de l'impact des éclusées.**

L'augmentation du débit de base inter-éclusées fait partie de ces mesures. Ainsi sur la Maronne, le passage, pendant la phase de reproduction, d'incubation et de vie sous-graviers des alevins, du débit de base inter-éclusées de 500 l/s (débit réservé réglementaire) à 3-4 m<sup>3</sup>/s (débit acté par convention avec EDF), donc de 2.5 % à 20 % du module du cours d'eau, permet de maintenir en eau, sur toute cette période, 93 % des frayères, soit un gain de 18 % par rapport à la situation strictement réglementaire (cela représente 87 frayères de grands salmonidés sur 3 ans) (Lascaux *et al.*, 2004).

Sur la Dordogne, la même mesure de mitigation, passage pendant la phase de reproduction, d'incubation et de vie sous-graviers des alevins, du débit de base inter-éclusées de 10 m<sup>3</sup>/s (débit réservé réglementaire) à 30 m<sup>3</sup>/s (débit acté par convention avec EDF), donc de 10 % à 30 % du module du cours d'eau, permet de maintenir en eau, sur toute cette période, également 93 % des frayères, mais ici le gain est de plus de 60 % par rapport à la situation strictement réglementaire (Mennessier et Lascaux, 2008).

Concernant la problématique échouages-piégeages des alevins en période d'émergence et de post-émergence, problématique responsable de la perte d'environ la moitié de la production de 0+ de salmonidés sur la Maronne (Lascaux *et al.*, 2006 et 2008), les mesures efficaces de réduction des impacts sont plus difficiles à mettre en place et à évaluer. Sur la Dordogne, les mesures mises en place consistent principalement à essayer, pendant la phase d'émergence et de post-émergence, de minimiser les mises en eau, suivies de déconnexion, des systèmes piègeux en bordure du chenal principal de la rivière. Pour se faire, un débit maximum de 240 m<sup>3</sup>/s à ne pas dépasser (ou à ne dépasser qu'un minimum de fois en fonction de l'hydrologie) a été fixé en aval de la confluence de la Maronne, en période d'émergence et de post-émergence des alevins de salmonidés. Ce débit correspond à la mise en eau et à la création d'habitats favorables aux alevins pour une majorité des petits chenaux annexes sur les bords de la rivière (petits chenaux qui seront mis à sec à la prochaine baisse du débit) et donc a une augmentation très nette du phénomène d'échouages-piégeages (Courret *et al.*, 2006 ; Lascaux et Cazeneuve, 2008 a et b). L'efficacité de cette mesure fait actuellement l'objet d'évaluation.

### **3.4. Prise en compte de la problématique libre-circulation**

#### **3.4.1. Montaison**

Les trois barrages hydroélectriques aval de l'axe Dordogne (Bergerac, Tuilières et Mauzac) ont une importance déterminante vis-à-vis du rétablissement du cycle biologique du saumon. Ils déterminent en effet l'accès à tous les secteurs de fraie et de production de juvéniles du bassin et sont un point de passage obligé pour les smolts en route vers l'océan. Ils sont équipés de dispositifs de franchissement depuis plus de 20 ans (Mauzac en 1985, Bergerac en 1986 et Tuilières en 1989), mais aujourd'hui encore, l'aménagement de Mauzac, malgré l'amélioration de la passe en 2004 (création d'une deuxième entrée), continue à être problématique au franchissement par le saumon. Au mieux, lorsque tous les paramètres sont favorables (débit, priorité de fonctionnement des groupes de l'usine ...), le taux de franchissement par les saumons est de 71 % (Guéri et Chanseau, 2007), soit à minima environ un tiers des saumons qui ne passent pas l'aménagement et se retrouvent donc pratiquement sans possibilité de boucler leur cycle biologique.

Ensuite, les points noirs du bassin, concernant la migration de montaison sont (voir les figures 7 à 12, revues avec l'aide de Jean-Luc Laurès et Laurent Dumée, ONEMA, et Matthieu Chanseau, MIGADO) :

- l'axe Bave et ses affluents Mellac, Biarque, Tolerme et Cayla, quasiment entièrement condamnés par les digues du Bayle, de la Ségarie et de Saint-Céré (principalement Souilhol - **Laurès**, 2008). L'accès aux frayères de 65 à 153 femelles est bloqué par ces digues et 28.9 hectares de surface de production de juvéniles sont inutilisés<sup>2</sup>.
- le Mamoul, quasiment inutilisable par les grands salmonidés migrateurs en raison de la forte réduction de son attractivité par sa division en deux bras au niveau de Prudhommat, un bras rejoignant directement la Dordogne par le Moulin de Reingues (infranchissable) et l'autre bras débouchant sur la Bave à l'aval immédiat du Pont de Maday. Les digues de Cornac, du Moulin d'Esclat et de l'ancienne prise d'eau de Cornac restent par ailleurs infranchissables à la montaison (**Laurès**, 2008). L'accès aux frayères pour 20 à 46 femelles n'est donc pas possible sur ce cours d'eau et 3.5 hectares de surface de production de juvéniles sont inutilisés.
- la digue du Moulin du Bouyre sur le Maumont, vers Donzenac, qui condamne l'accès aux frayères pour 14 à 32 femelles saumon et ne permet pas d'utiliser 2.3 hectares de surface de production de juvéniles.
- la digue du Moulin de Sainte-Marie sur la Roanne qui condamne l'ensemble de cet axe (zones de fraie pour 29 à 55 femelles et 2.6 hectares de surface de production de smolts), alors que l'ensemble des autres obstacles sur ce cours d'eau ont été aménagés pour le franchissement (des problèmes persistent cependant au niveau de la passe à bassins de la digue du Moulin du Sapinier qui serait donc à améliorer).
- enfin la digue de la pisciculture de la Fialicie, sur le ruisseau d'Orgues, condamne les frayères de 7 à 15 femelles et 1 hectare de surface de production de juvéniles.

**Au total, les zones de fraie pour 135 à 301 femelles sont inaccessibles à ce jour, soit 5.5 à 9 % des zones de fraie du bassin, et 38.3 hectares de surface de production de juvéniles, soit 19 % de la capacité de production du bassin, pour l'essentiel sur l'axe Bave et affluents.**

On remarquera ici que l'essentiel de ces secteurs, encore aujourd'hui inaccessibles faute des aménagements nécessaires, pourtant imposés par la loi, sont d'excellente qualité (eau et substrat) et ne subissent pas d'éclusées, ce qui rend encore plus dommageable leur non-équipement en ouvrages de franchissement.

On rappellera également, qu'une fois construits, les ouvrages de franchissement doivent être visités et entretenus régulièrement afin de rester efficaces (élimination des embâcles, des dépôts ...). Un saumon qui arrive à l'aval du barrage de Bergerac aura 23 obstacles plus ou moins aisés à franchir pour se rendre sur les frayères du Pont des Angles, sur la Corrèze, en amont de Tulle. Pour que cela soit possible, sans retards, qui hypothèquent à chaque fois un peu plus ses chances de survie jusqu'à la reproduction, il est absolument nécessaire que tous les dispositifs construits (la plupart du temps avec l'aide des finances publiques) fonctionnent parfaitement, conformément aux objectifs visés.

### **3.4.2. Dévalaison**

Parallèlement aux grands aménagements hydroélectriques fonctionnant par éclusées, les cours d'eau du bassin de la Dordogne ont aussi leur lot de centrales hydroélectriques de taille plus modeste mais qui posent aussi des problèmes pour l'accomplissement du cycle biologique du saumon. Outre les difficultés possibles de franchissement du seuil de prise d'eau à la montaison (sujet abordé ci-dessus), ces centrales peuvent provoquer des mortalités plus ou

---

<sup>2</sup> en ne considérant que le cycle biologique naturel du saumon, sans tenir compte donc de la possibilité de repeupler ces secteurs.

moins importantes sur les smolts en migration de dévalaison qui viennent à passer à travers les turbines. L'étude de **Pallo et Larinier** (2002) quantifie, à partir des caractéristiques techniques des aménagements hydroélectriques et dans différentes configurations hydrologiques, les mortalités des smolts à la dévalaison au droit de chaque usine.

<i>Secteurs de production des smolts</i>	<i>% de survie à la confluence avec la Dordogne</i>			<i>% de survie à l'aval de Bergerac</i>		
	moyenne	min.	max.	moyenne	min.	max.
<b>Dordogne, Maronne, Souvigne</b>				83.3	82.3	85.1
<b>Vézère (aval Saillant)</b>	94.2	90.9	97.6	78.5	74.9	82.5
<b>Corrèze et affluents</b>	84.8	77.9	90.9	70.6	64.2	76.6
<b>Bave et affluents</b>	98.5	96.4	99.8	82	79.3	84.3
<b>Cère (aval Brugales) et ruisseau d'Orgues</b>	96.2	94.3	97.2	80.1	77.6	82.3

*Tableau 18 : Pourcentage de survie des smolts en différents points du bassin, après passage en dévalaison des différents aménagements hydroélectriques, en fonction de leur secteur de production (variations en fonction des conditions hydrologiques - d'après **Pallo et Larinier**, 2002)*

**En fonction de la provenance des smolts, on perd donc, en moyenne, par passage à travers les turbines des aménagements hydroélectriques, entre 16.7 % et 29.4 % de la production de jeunes saumons du bassin.**

Cette étude a porté sur les aménagements de Bergerac, Tuilières et Mauzac pour la Dordogne aval, Aubas, Losse, Les Escures et Saint-Viance pour la Vézère, Claredent et Mulatet sur la Corrèze, Port de Gagnac, Lagrenerie et Saint-Saury sur la Cère et Moulin de Vailles sur la Bave (figures 7 à 12).

Les centrales de Tuilières et Mauzac, de par leurs caractéristiques techniques et surtout de par leur position sur l'axe Dordogne (à l'aval de tous les secteurs de production et donc points de passage obligé de tous les smolts du bassin), sont les plus problématiques. Elles sont responsables de plus de 75 % des mortalités de smolts à la dévalaison du bassin et nécessitent donc d'être prioritairement équipées d'exutoires de dévalaison efficaces.

Les centrales de Bergerac sur la Dordogne aval, Aubas, Losse, et les Escures sur la Vézère et Mulatet sur la Corrèze sont également responsables de mortalités non négligeables de smolts en dévalaison. On notera cependant, que depuis l'étude de **Pallo et Larinier** (2002), des améliorations ont été apportées à la microcentrale de Mulatet sur la Corrèze, qui auront sensiblement réduit les mortalités de smolts en dévalaison à ce niveau.

- *Obstacle artificiel infranchissable*
- *Obstacle artificiel difficilement franchissable*
- *Obstacle artificiel franchissable*
- *Obstacle naturel infranchissable*

*Limite des zones potentiellement favorables au saumon atlantique*

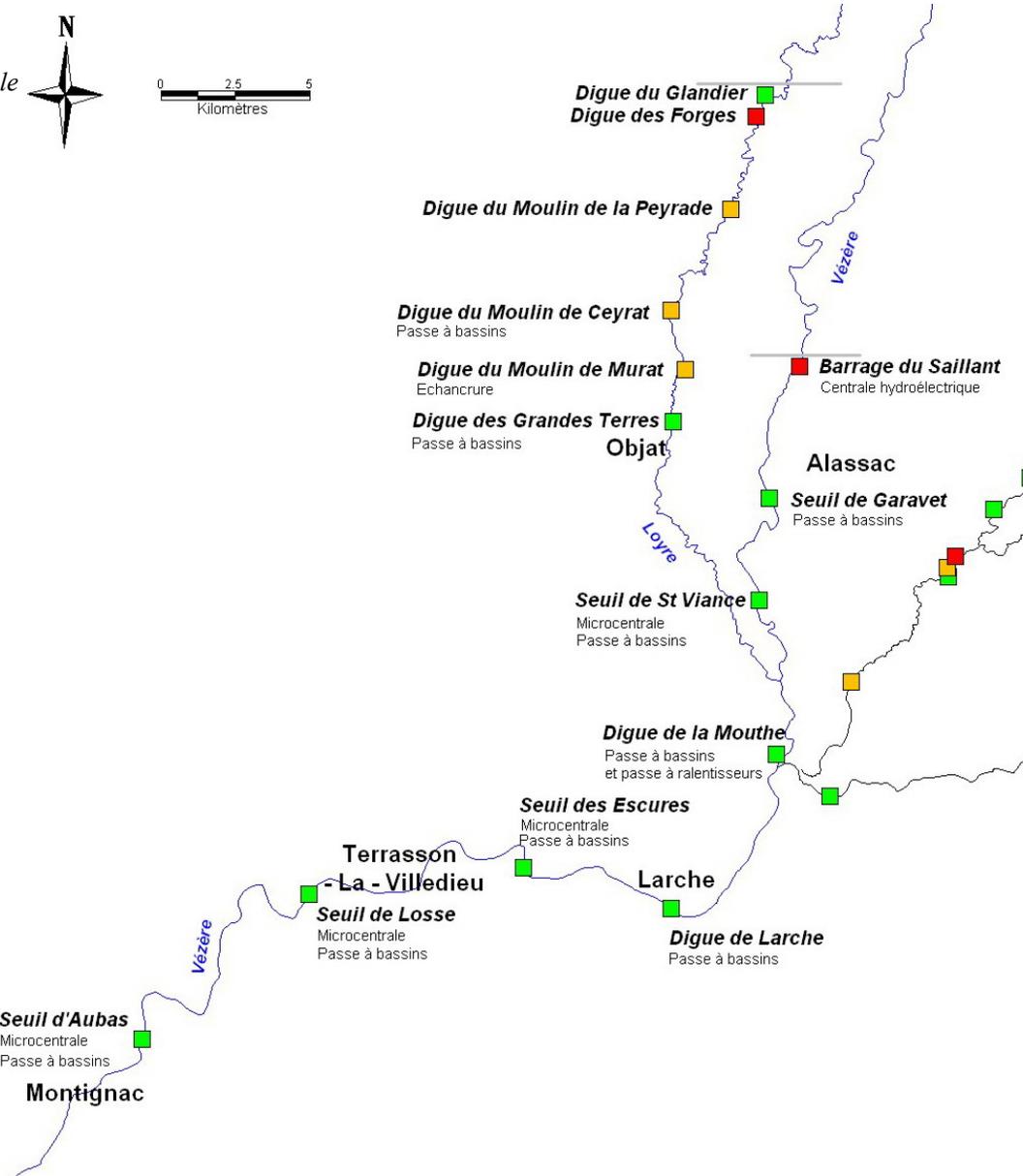


Figure 7 : Localisation des obstacles naturels et artificiels sur la Vézère et la Loyre

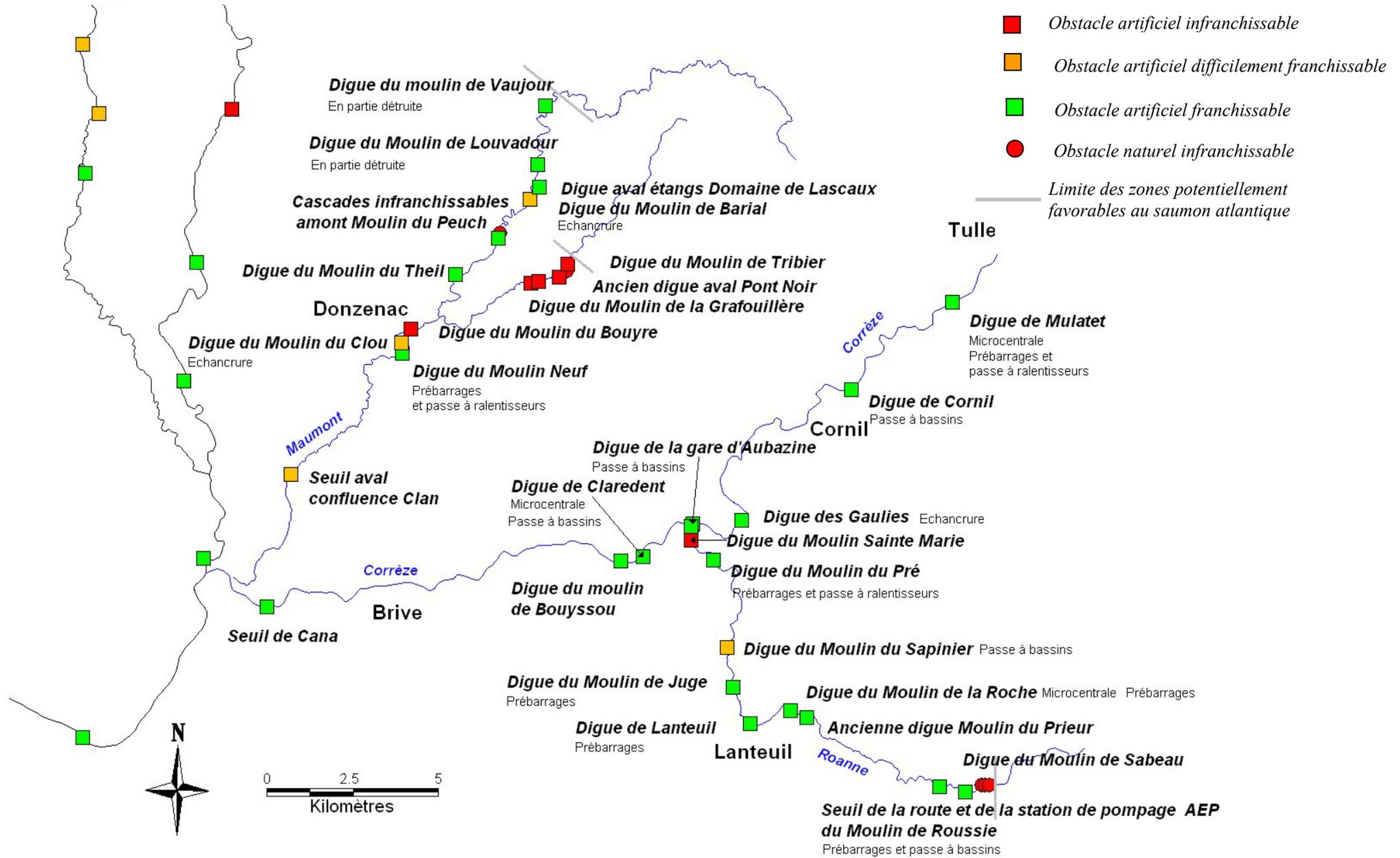


Figure 8 : Localisation géographique des obstacles naturels et artificiels sur la Corrèze aval, le Maumont et la Roanne

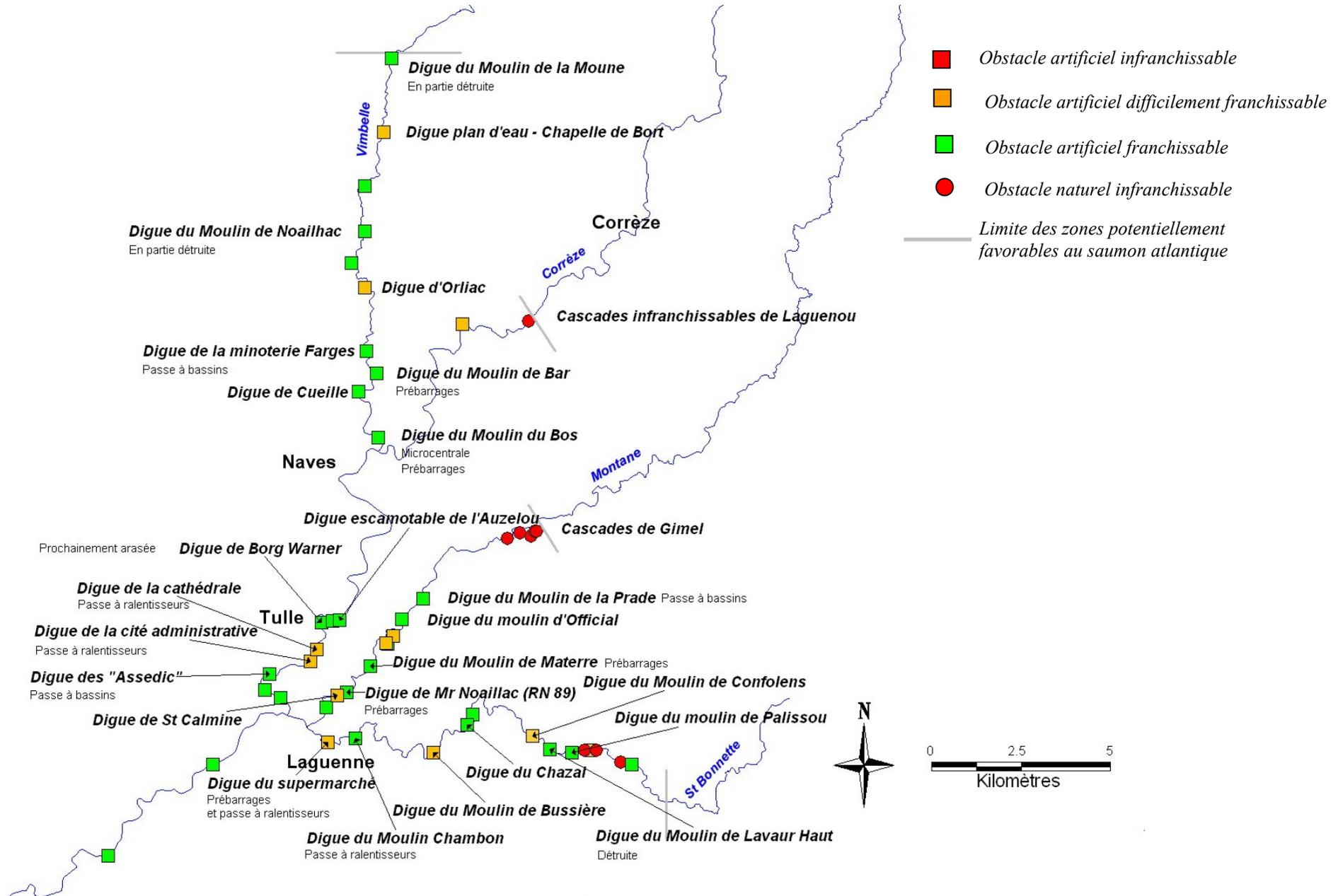


Figure 9 : Localisation géographique des obstacles naturels et artificiels sur la Corrèze amont, la St Bonnette, la Montane et la Vimbelle

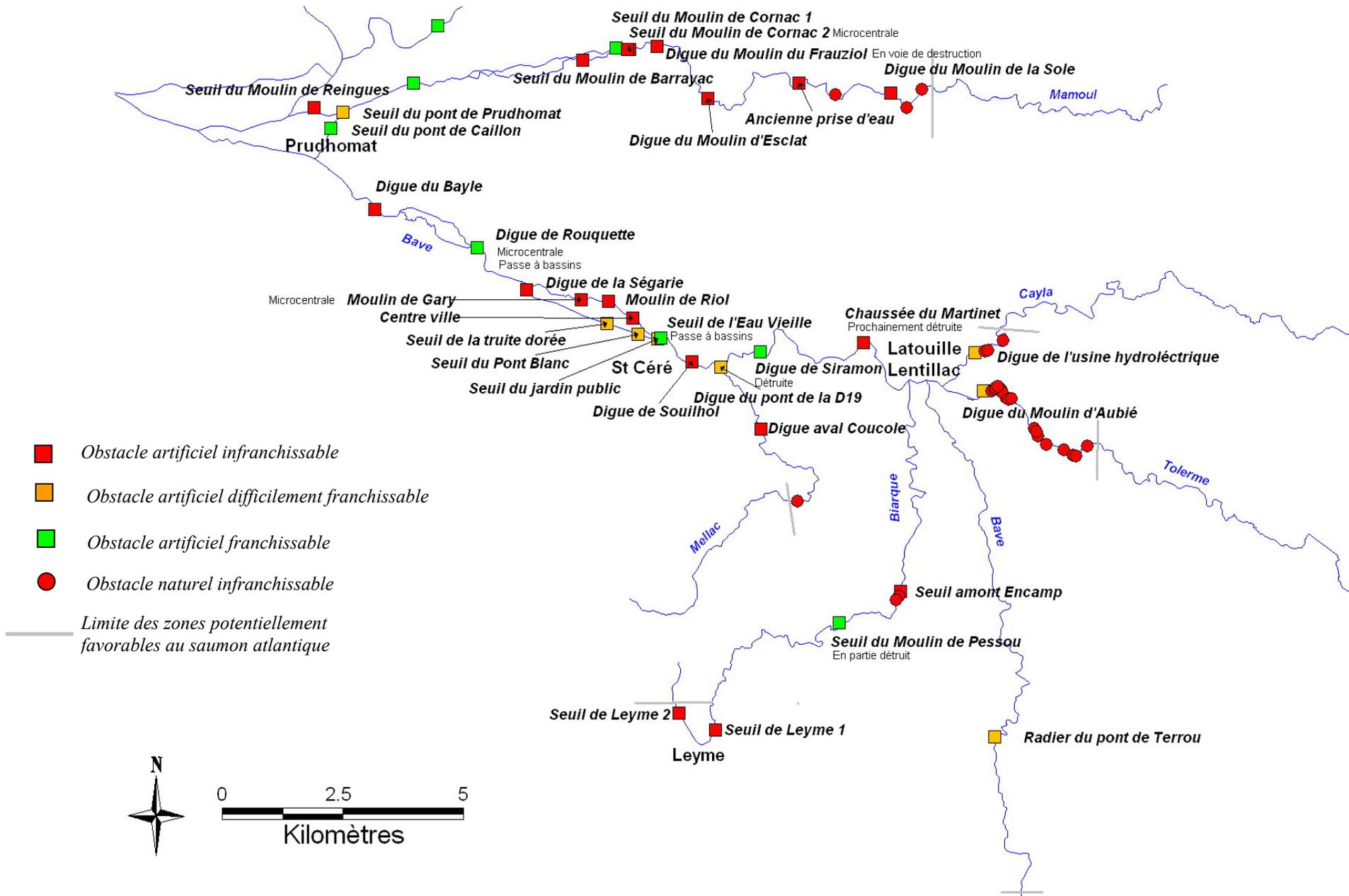


Figure 10 : Localisation géographique des obstacles naturels et artificiels sur le bassin versant de la Bave

- *Obstacle artificiel infranchissable*
- *Obstacle artificiel difficilement franchissable*
- *Obstacle artificiel franchissable*
- *Obstacle naturel infranchissable*
- *Limite des zones potentiellement favorables au saumon atlantique*

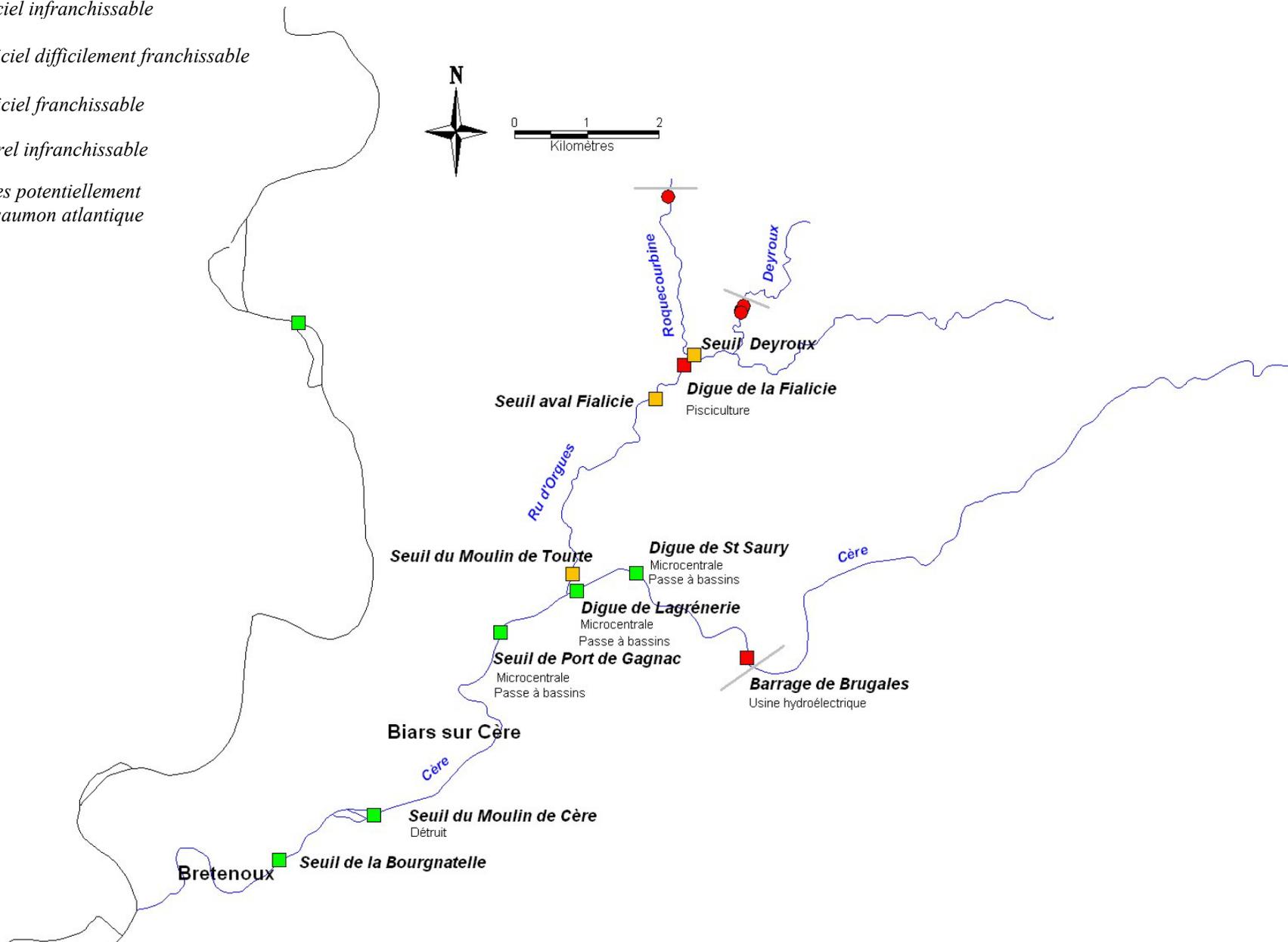


Figure 11 : Localisation géographique des obstacles naturels et artificiels sur la Cère et le ruisseau d'Orgues

- *Obstacle artificiel infranchissable*
- *Obstacle artificiel difficilement franchissable*
- *Obstacle artificiel franchissable*
- *Obstacle naturel infranchissable*
- *Limite des zones potentiellement favorables au saumon atlantique*

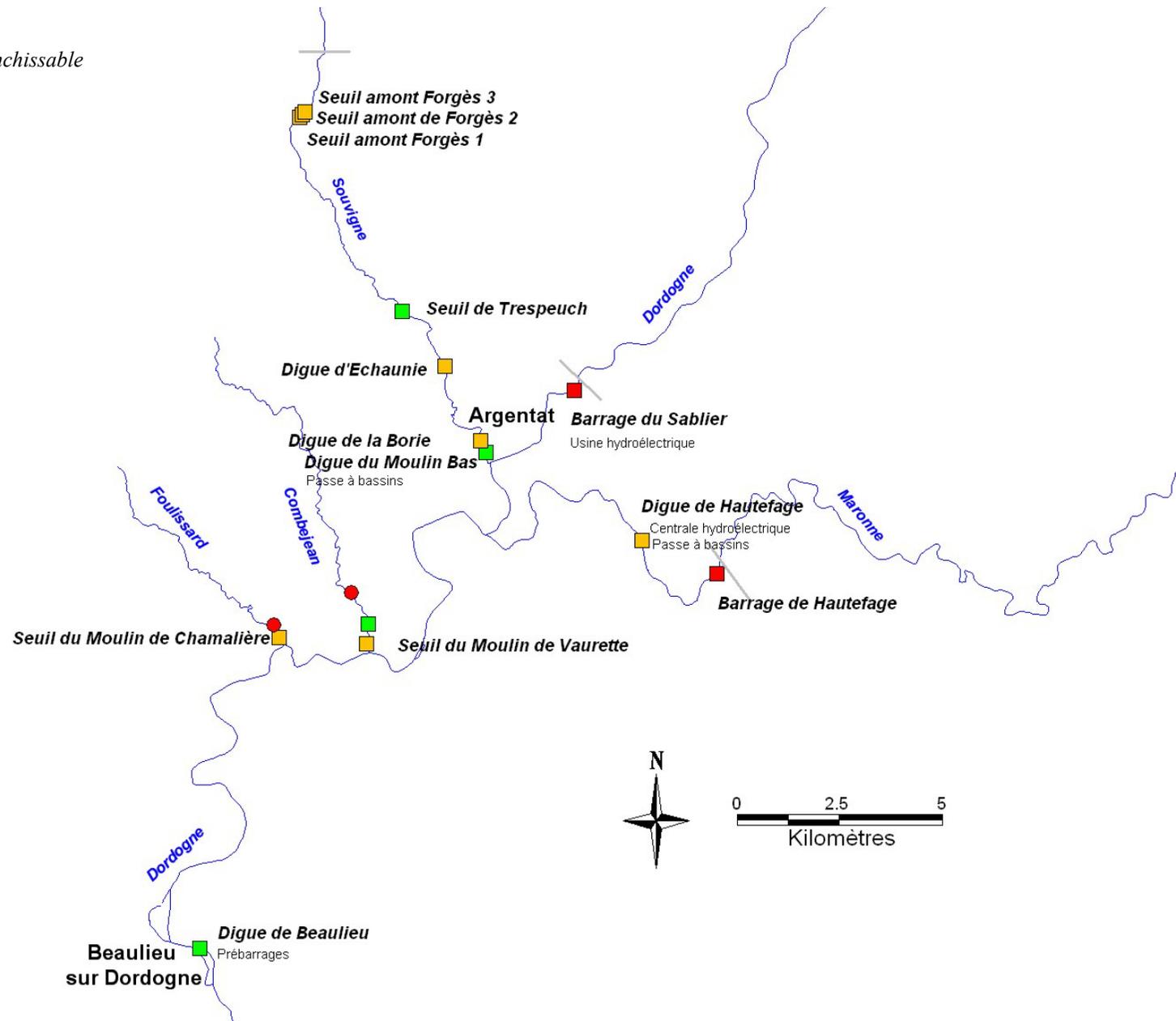


Figure 12 : Localisation géographique des obstacles naturels et artificiels sur la Dordogne, la Maronne et la Souvigne

## 4. Conclusion

Une fois l'ensemble des études de potentialités effectuées sur le bassin de la Dordogne homogénéisées méthodologiquement et traitées de la même manière, on obtient une **surface totale d'équivalents radiers-rapides** pour les cours d'eau du bassin de la Dordogne qui couvre aujourd'hui **202 hectares**. Si l'on ne considère que le facteur « habitat physique », cette surface de production permet d'héberger **101000 smolts** et peut conduire au retour de **2000 à 6000 adultes** de saumon atlantique sur les cours d'eau du bassin.

La capacité d'accueil en géniteurs (toujours sur des critères d'habitat physique) est aujourd'hui d'environ **3000 femelles** saumon, soit avec un sex-ratio 1/1, de **6000 saumons**. Ces 6000 géniteurs peuvent produire **153000 smolts** et conduire au retour de **3000 à 8000 adultes**.

**Il est clair que les surfaces de production en juvéniles constituent aujourd'hui le facteur limitant la taille de la population de saumon atlantique susceptible de reconquérir les cours d'eau du bassin de la Dordogne. Si l'on ne considère que le paramètre « habitat physique », ces surfaces de production aujourd'hui disponibles peuvent permettre d'envisager la restauration d'une population de saumon atlantique sauvage auto-suffisante de 2000 à 6000 individus sur les cours d'eau du bassin de la Dordogne.**

Cependant, il y a encore sur le bassin des surfaces de production qui n'ont pas été étudiées et comptabilisées. Il s'agit souvent de zones d'équivalent radiers-rapides situées sur de petits cours d'eau, affluents ou sous-affluents de la Dordogne, sur lesquels des observations de géniteurs et de frayères ont été réalisées (par exemple sur le Combejean, le Foulissard, la Mémoire, affluents directs de la Dordogne entre Argentat et Beaulieu ; la Franche-Valeine, affluent de la Souvigne ; le Négreval, affluent de la Cère ; la Douyge, la Menaude et la Bourette, sur le bassin de la Vimbelle ; ...). Les potentialités de production de la Maronne, en amont de la digue de l'usine de Hautefage et jusqu'à barrage de Hautefage, n'ont pas, non plus, été quantifiées, ni celles de son affluent dans ce secteur le ruisseau du Peyret sur lequel des saumons sont régulièrement observés.

Le potentiel de production sur l'ensemble de ces cours d'eau non encore étudiés, est probablement assez réduit, en revanche, il conviendrait de définir précisément, jusqu'où, thermiquement dans le département du Lot, les radiers de la Dordogne peuvent convenir à la croissance des jeunes saumons, les surfaces en jeu pour ces vastes radiers étant importantes (plusieurs hectares par radier).

Par ailleurs, certains chiffres présentés dans cette synthèse seraient à vérifier et/ou à compléter. Ainsi pour la Loyre et le Céou, nous ne disposons que d'estimations et non d'une véritable cartographie hydromorphologique permettant de quantifier les potentialités à l'égale des autres cours d'eau. De même pour la Bave, les données présentées sont anciennes et issues d'une méthodologie qu'il n'est plus possible de faire correspondre avec la méthodologie utilisée dans les autres études de potentialités. Une mise à jour serait nécessaire.

**Si la réussite du plan de restauration du saumon sur le bassin semble « à portée de main », il n'en demeure pas moins que bon nombre de facteurs limitants existent encore et n'ont pas été levés entièrement, malgré la connaissance et la capacité technique à le faire.**

Ainsi, la qualité de l'eau et des fonds n'est pas encore optimale pour 14.5 % des secteurs de production de jeunes saumons et 12 % des zones de fraie du bassin. Cela affecte très vraisemblablement, sur ces secteurs, le taux de survie entre le stade œuf et le stade smolt. Les solutions à mettre en œuvre dans cette problématique s'inscrivent dans la politique générale et

à long terme de reconquête des milieux naturels et de la qualité de l'eau. Elles touchent à l'aménagement et à la gestion des bassins versants (limitation du drainage-recalibrage, mise en place de zones tampon entre les cultures et les cours d'eau, restauration des ripisylves, gestion de la divagation du bétail, traitement des effluents domestiques et industriels...).

La production d'énergie hydroélectrique par éclusées touche 57 % des secteurs de production de jeunes saumons et 68 % des zones de fraie du bassin. Cela affecte également les taux de survie jusqu'au stade smolt. Les mesures de mitigation mises en place en concertation avec EDF sont efficaces de la phase reproduction jusqu'à la phase émergence des alevins. Ensuite, pour les phases très sensibles d'émergence et de post-émergence, l'efficacité des mesures proposées est encore à tester, à affiner, à faire progresser.

La migration de dévalaison des smolts présente à l'heure actuelle encore un point noir au niveau des aménagements hydroélectriques du Bergeracois. Des tests concernant un masque de guidage vers un exutoire de dévalaison seront effectués à partir du printemps 2009 à Tuilières.

Se pose ensuite le problème de la survie des poissons en mer, puis sur le chemin du retour vers les frayères, le problème des captures accidentelles par la pêche professionnelle et amateur dans l'estuaire de la Gironde et sur la Dordogne aval. Sur ce chapitre, on notera les efforts, de plus en plus renforcés, de connaissance et de gestion de l'OCSAN (*Organisation gouvernementale internationale pour la Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord*) et les succès du NASF (*North Atlantic Salmon Fund*), fondation islandaise créée en 1989, qui compense financièrement l'arrêt de l'activité des pêcheurs sur les zones d'engraissement ou les routes de migrations des saumons (large des îles Féroées, du Groenland, de l'Islande) et leur reconversion vers une pêche durable ou le tourisme-pêche.

La situation concernant la migration de montaison s'est largement améliorée ces dernières années sur le bassin de la Dordogne, avec un taux d'équipement en dispositifs de franchissement (ou arasement des obstacles) qui atteint les 73 %, si l'on ne considère pas le bassin de la Bave. Cependant, des difficultés majeures persistent : les aménagements du bergeracois et principalement Mauzac, qui, dans le meilleur des cas, ne sont franchis que par un peu plus de 50 % des géniteurs (**Matthieu Chanseau**, comm. pers.) et qui ouvre ensuite presque tout le bassin ; sur le bassin de la Bave et du Mamoul pour lequel la situation est très difficile à faire évoluer et où les points de blocage sont multiples (24 aménagements sur 31 non équipés).

Cette synthèse des potentialités d'accueil en géniteurs de saumon atlantique et des capacités de production en juvéniles des cours d'eau du bassin-versant de la Dordogne, laisse augurer que la restauration d'une population sauvage auto-suffisante de 2000 à 6000 individus adultes est tout à fait réalisable. **Cela passe par une amélioration des taux de survie aux différents stades de développement et par une amélioration des taux de retour de ces grands migrants.** Les facteurs limitant le bon déroulement du cycle biologique du saumon sur le bassin (et donc affectant les taux de survie) sont aujourd'hui bien identifiés. Ils sont tous techniquement parfaitement résolubles et nécessitent de continuer à s'inscrire dans un objectif et une politique constante sur le long terme (préservation et amélioration de la qualité des cours d'eau, suivis et améliorations des dispositifs de franchissement à la montaison comme à la dévalaison, vigilance sur l'entretien de ces aménagements, améliorations et suivis des mesures de mitigation concernant la gestion des débits sur les grands axes soumis aux éclusées, gestion de la pêche aval ...). Beaucoup d'améliorations ont été enregistrées ces dernières années, mais il faut encore persévérer et maintenir les efforts pour enfin réduire ces facteurs adverses sous une limite quantitative compatible avec la restauration d'une population de saumon sauvage sur le bassin de la Dordogne. Nous aurons ainsi atteint un

objectif ambitieux, « juge de paix » des rapports entre l'homme et le milieu naturel<sup>3</sup>, que l'on s'était fixé collectivement au début des années 1980, et aujourd'hui parfaitement en phase avec les exigences de « bon état écologique » de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

---

<sup>3</sup> le saumon étant une des espèces vivantes les plus exigeantes d'un point de vue biologique, écologique et éthologique, ce que l'on réussira à faire pour lui servira à l'ensemble des autres espèces : poissons grands migrateurs ou non, mais aussi autres espèces aquatiques ou inféodées aux interfaces (écotones) terre-eau.

## Bibliographie

- Alabaster, J.S. et Lloyd, R., 1982.** Water quality criteria for freshwater fish. Butterworth Scientific, 361 p.
- Arrignon, J., 1991.** Aménagement piscicole des eaux douces, 4<sup>ème</sup> édition, Tec&Doc, 631p.
- Association Connaissance de la Vie Fluviale, 1992.** Evaluation du potentiel salmonicole de la rivière Corrèze.
- Association Connaissance de la Vie Fluviale, 1992.** Evaluation du potentiel salmonicole de la rivière Vézère en aval du barrage du Saillant.
- Baglinière, J.L. et Champigneulle, A., 1982.** Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : préférendums physiques et variations annuelles. *Acta Ecol./Ecol. Appl.* 3 : 241-256.
- Baglinière, J-L., 2003.** Caractéristiques biologiques des populations de saumon atlantique en France. Colloque Migrateurs Agen 2003.
- Baglinière, J-L., Marchand, F., et Vauclin, V., 2005.** Interannual changes in recruitment of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) population in the River Oir (Lower Normandy, France) : relationships with spawners and in-stream habitat. *ICES Journal of Marine Science*, 62 : 695-707.
- Baran, P., 2000.** Réintroduction du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le bassin de l'Arroux : suivi des déversements de 1998 et 1999. Rapport C.S.P. – LO.GRA.MI.
- Beland, K.F., 1996.** The relation between redd counts and Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr populations in the Dennys River, Maine. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53 : 513-519.
- Bosc, S. et Carry, L., 1999.** Estimation des potentialités en juvéniles et géniteurs de saumon sur la Souvigne et la Maronne à l'aval de l'aménagement de HautePAGE. Représentation cartographique. Rapport MI.GA.DO. n° D2-99-RT.
- Cailleux A., 1954.** Limites dimensionnelles des noms des fractions granulométriques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4, 643-646.
- Cazeneuve L., Vandewalle F. et Lascaux J.M., 2008.** Cartographie hydromorphologique de la Vézère à l'aval du Saillant dans le département de la Corrèze – évaluation de ses potentialités de production en saumon atlantique. Rapport E.CO.G.E.A pour MI.GA.DO. 14D-08-RT.
- Chanseau, M. , Brasier, W et Gaudard, G., 2006.** Repeuplement en saumon atlantique (*Salmo salar* L.) du bassin de la Dordogne. Suivi des zones de grossissement des juvéniles. Synthèse des actions 2005. Rapport MI.GA.DO. n° 10D-06-RT.
- Chanseau, M. et Gaudard, G., 2003.** Repeuplement en saumon atlantique (*Salmo salar* L.) du bassin de la Dordogne. Suivi des zones de grossissement des juvéniles. Synthèse des actions 2002. Rapport MI.GA.DO. n° D16-03-RT.
- Chanseau, M. et Gaudard, G., 2004.** Repeuplement en saumon atlantique (*Salmo salar* L.) du bassin de la Dordogne. Suivi des zones de grossissement des juvéniles. Synthèse des actions 2003. Rapport MI.GA.DO. n° 7D-04-RT.
- Chanseau, M. et Gaudard, G., 2005.** Repeuplement en saumon atlantique (*Salmo salar* L.) du bassin de la Dordogne. Suivi des zones de grossissement des juvéniles. Synthèse des actions 2004. Rapport MI.GA.DO. 11D-05-RT.
- Chollet A., 2001.** Conception et élaboration d'outils d'organisation des plans d'alevinage en Saumon atlantique sur le bassin de la Dordogne. Mémoire de stage Diplôme Universitaire

Supérieur d'Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux. Université de Tours - EPIDOR.

- 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.
- Cowx, I.G. et Welcomme, R.L., 1998.** Rehabilitation of rivers for fish. Fishing News Books, 260 p.
- Crisp, D.T. et Carling, P.A., 1989.** Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J. Fish Biol.* 34 : 119-134.
- Delacoste, M., Baran, P., Lek, S. et Lascaux, J.M., 1995.** Classification et clé de détermination des faciès d'écoulement en rivières de montagne. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 337/338/339 : 149-156.
- Dumas, J. et Prouzet, P., 2003.** Variability of demographic parameters and population dynamics of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a southwest French river. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 356–370.
- E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO., 2000 à 2008.** 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° 9D-05-RT ; n°14D-06-RT ; n°10D-07-RT ; n°12D-08-RT.
- Elliott, J.M. et Hurley, M.A., 1997.** A functional model for maximum growth of atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from two populations in northwest England. *Functional Ecology*, 11 : 592-603.
- Euzenat, G. et Porcher, J.P., 1999.** Restauration du saumon sur la Garonne. Rapport de la visite d'expertise des 9 et 10 septembre 1998, 11 p.
- Firmignac, F., Vandewalle, F., Lagarrigue, T. et Lascaux, J.M., 2006.** Cartographie hydromorphologique du Maumont. Evaluation de ses potentialités de production en saumon atlantique (*Salmo salar* L.). Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. 25D-06-RT.
- Froehlich-Schmitt B., 2004.** Rhine Salmon 2020. International Commission for the Protection of the Rhine. ISBN 3-935324-51-0, 31 p.
- Gayou, F., 1986.** Possibilités de restauration du saumon atlantique et de l'aloise dans le bassin de la Garonne. Rapport de synthèse C.S.P. DR n°7, 87 p + annexes.
- Gibson, R.J., 1993.** The atlantic salmon in fresh water : spawning, rearing and production. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3 : 39-73.
- Guerri, O., et Chanseau, M., 2007.** Bilan de la situation du saumon, des aloses et des lamproies sur le bassin de la Dordogne. Perspectives d'actions à mettre en œuvre dans le plan de gestion des poissons migrateurs. Rapport EPIDOR. 62 p.
- Halleraker J.H., Saltveit S.J., Harby A., Arnekleiv J.V., Fjelstad H.P., Kohler B., 2003.** Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in a artificial stream. *River Research and Applications* 19: 589-603.
- Heggnes, J., 1991.** Comparisons of habitat availability and habitat use by an allopatric cohort of juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*) under conditions of low competition in a Norwegian stream. *Holarctic Ecology*, 14 : 51-62.

- Heggenes, J., Baglinière, J.L. et Cunjak, R.A., 1999.** Spatial niche variability for young atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in heterogeneous streams. *Ecol. Freshwat. Fish.* 8 : 1-21.
- Heland, M. et Dumas, J., 1994.** Ecologie et comportement des juvéniles. In : Le Saumon atlantique, Biologie et gestion de la ressource, Guegen J.C. et Prouzet P. (Eds), IFREMER, Plouzané, p. 29-46.
- Hendry, K. et Cragg-Hine, D., 2003.** Ecology of the Atlantic Salmon. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series n° 7.* English Nature, Peterborough.
- INRA/CSP, 1997.** Courbes de préférence du saumon atlantique établies sur les rivières du massif armoricain.
- Kalleberg, H., 1958.** Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 39 : 55-98.
- Kennedy, G.J.A. et Strange, C.D., 1986.** The effects of intra- and inter-specific competition on the distribution of stocked juvenile atlantic salmon, *Salmo salar* L., in relation to depth and gradient in an upland trout, *Salmo trutta* L., stream. *J. Fish Biol.*, 29 : 199-214.
- Lagarrigue, T. et Lascaux, J.M., 2003.** Cartographie hydromorphologique des affluents de la Corrèze. Evaluation de leurs potentialités de production en saumon atlantique (*Salmo salar* L.). Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. n° D12-03-RT ; 31 p. + planches cartographiques.
- Lascaux J.M., Lagarrigue T., Vandewalle F. et Chanseau M., 2004.** Effets d'un débit minimum de 3 m<sup>3</sup>/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. 16 pages + annexes. Rapport MI.GA.DO. 18D-04-RT.
- Lascaux, J.M. et Cazeneuve L. 2008b.** Etude de l'impact des éclusées sur les échouages d'alevins de salmonidés sur la Dordogne en aval de l'aménagement du Sablier. Suivi 2007 et synthèse des données acquises depuis 2005. 14 p. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. 19D-08-RT.
- Lascaux, J.M. et Cazeneuve, L., 2008a.** 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 rivière Dordogne et proposition de solutions susceptibles de les atténuer. Rapport final de la phase 1. Rapport E.CO.G.E.A. pour EPIDOR ; 76 p.
- Lascaux, J.M. et Lagarrigue, T., 2001.** Cartographie hydromorphologique des affluents de la Bave. Evaluation de leurs potentialités de production en saumon atlantique (*Salmo salar* L.). Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. n° D20-01-RT ; 14 p. + planches cartographiques.
- 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. 28 p. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. 20D-08-RT.
- Lascaux, J.M., Cazeneuve L., Lagarrigue, T. et Chanseau, M., 2006.** Impacts du fonctionnement par éclusées de l'usine hydroélectrique de Hauteffage sur la Maronne : Suivi des échouages-piégeages de poissons de 2003 à 2005. 32 p. + annexes. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO MI.GA.DO. 7D-06-RT.
- Lascaux, J.M., Vandewalle, F. et Lagarrigue, T., 2004.** Cartographie hydromorphologique de la Corrèze. Evaluation de ses potentialités de production en saumon atlantique (*Salmo*

- salar*, L.). Phase I : Digue de Mulatet – Cascades de Laguenou. Rapport MI.GA.DO. D11-04-RT.
- Laurès J.L., 2008.** Passes à poissons de la Bave – Etat des lieux de la continuité écologique. Présentation ONEMA.
- Laurès J.L., 2008.** Passes à poissons du Mamoul – Etat des lieux de la continuité écologique. Présentation ONEMA.
- Leclerc, M., Boudreau, P., Bechara, J., Belzile, L. et Villeneuve, D., 1994.** Modélisation de la dynamique de l'habitat des jeunes stades de saumon atlantique (*Salmo salar*) de la rivière Ashuapmushuan (Québec, Canada). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 332 : 11-32.
- Malavoi, J.R. et Souchon, Y., 2002.** Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 365/366 : 357-372.
- Malavoi, J.R., 1989.** Typologie des faciès d'écoulement ou unités morpho-dynamiques d'un cours d'eau à haute énergie. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 315 : 189-210.
- Menessier, J.M. et Lascaux, J.M., 2008.** Effet du maintien d'un débit minimum de 30 m<sup>3</sup>/s en aval du barrage du Sablier, de mi-novembre à fin mai, sur l'exondation des frayères de grands salmonidés. Note E.CO.G.E.A pour MI.GA.DO. (en cours).
- MIGADO, 2006.** Visites des passes à poissons du bassin versant de la Dordogne - Rivières Vézère et Corrèze. Juin 2006.
- MIGRADOUR, 2004.** Bilan du programme Saumon. Bassin Adour 1999-2003. 7 p. + annexes.
- Pallo, S. et Larinier, M., 2002.** Définition d'une stratégie de réouverture de la Dordogne et de ses affluents à la dévalaison des salmonidés grands migrants. Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison. Rapport MI.GA.DO. D2-02-RT / GHAAPPE RA.02.01, 25 p. + annexes.
- Pustelnik G., 1982.** Les saumons de la rivière Dordogne (1189 –1981). Rapport I.B.D. Sarlat. 54 p.
- Richard, A., 1998.** Gestion piscicole – Interventions sur les populations de poissons : repeuplement des cours d'eau salmonicoles. Collection Mise au point publiée par le C.S.P, 256 p.
- Rivière Environnement, 1999.** Contrat de rivière Cère. Parties lotoise et corrézienne. Etude préalable hydrobiologique. Rapport Rivière Environnement pour EPIDOR.
- Saltveit S.J., Hallereker J.H., Arnekliev J.V. and Harby A., 2001.** Field experiment on stranding in juvenile atlantic salmon (*Salmo Salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated rivers : research and management*, 17 : 609-622.
- SIEE/GHAAPPE/MIGADO, 1999.** Restauration du saumon sur les affluents de la Dordogne : Maronne et Souvigne. Etude du potentiel de production de ces cours d'eau et de l'amélioration de l'habitat sur la Maronne. Rapport pour la Fédération de Pêche de la Corrèze.
- Soulet, A., 1994.** Etude hydromorphologique de la Bave (46). Evaluation de son potentiel de production en saumon atlantique. Rapport C.S.P.
- Tinel, C., 1983.** Eléments pour la réintroduction du saumon atlantique dans la rivière Dordogne. Rapport ENSA Toulouse.
- Vandewalle, F., Lagarrigue, T. et Lascaux, J.M., 2004.** Cartographie hydromorphologique de la Corrèze. Evaluation de ses potentialités de production en saumon atlantique (*Salmo salar*, L.). Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. n°17D-04-RT.

**Wasson, J.G., Malavoi, J.R., Maridet, L., Souchon, Y., Paulin, L., 1995.** Impact écologique de la chenalisation des rivières. Rapport CEMAGREF.

## Annexe

Température en °C		<i>Dordogne à Argentat</i>	<i>Dordogne à Beaulieu-Peyriget</i>	<i>Dordogne au pont de Floirac</i>	<i>Maronne à l'Hospital</i>	<i>Souvine au Moulin Bas</i>
Janvier	Moy.	6.1	6.1	5.8	5.2	6.5
	Min.	3.9	3.1	1.9	1.9	1.1
	Max.	8.4	8.2	9.5	8	11
Février	Moy.	5.1	5.1	5.2	4.7	6.5
	Min.	3.1	2.7	2.3	1.9	0.7
	Max.	7.7	6.9	8.4	7.3	11.3
Mars	Moy.	5.7	6.1	6.7	6.2	8.3
	Min.	2.7	2.7	2.3	1.5	0.3
	Max.	8.4	9.1	10.6	10.2	12.8
Avril	Moy.	7.7	8.3	9.3	8.4	10.4
	Min.	4.6	5	5.4	5.4	5.8
	Max.	10.2	12.4	16.3	12.8	15.6
Mai	Moy.	9.5	10.7	12.6	10.9	12.6
	Min.	8	8	8.4	8	8
	Max.	12.4	15.6	21.3	16.7	17.7
Juin	Moy.	11.8	14.2	17.3	13.8	15.2
	Min.	9.1	9.9	11.3	10.2	11
	Max.	16	20.9	25.9	19.5	20.2
Juillet	Moy.	13.5	16	19.0	15.2	16.1
	Min.	11	12.4	14.5	11.5	12.7
	Max.	17.4	20.9	24.5	19.8	20.6
Août	Moy.	14.7	17.2	19.7	15.4	15.8
	Min.	13.1	14.2	15.3	11.3	12
	Max.	19.1	22.3	26.3	20.2	20.2
Septembre	Moy.	14.5	15.4	16.0	14.3	14.3
	Min.	12.8	12.4	12.8	11	10.6
	Max.	17.7	18.8	20.6	18.8	18.4
Octobre	Moy.	14.1	14.1	14.4	13	12.8
	Min.	12.4	11.7	10.6	7.7	6.2
	Max.	17.4	17.7	18.1	17	16.3
Novembre	Moy.	11.5	11.3	10.8	10.8	9.1
	Min.	9.1	8.4	6.9	7.7	2.3
	Max.	14.5	14.2	15.0	14.1	14.2
Décembre	Moy.	8.3	8.2	7.8	7.4	6.6
	Min.	5.4	3.9	3.5	2.3	1.1
	Max.	11.3	11.3	10.6	10.6	12

Température en °C		Corrèze à Malemort	Corrèze au Pont des Angles	Maumont à Donzenac	Montane à la station de pompage de St Adrian	Roanne au Moulin du Pré	St Bonnette à Laguenne	Vimbelle au Moulin du Bos
Janvier	Moy.	5.1	5.1	5.8	4.9	5.4	5.2	5.4
	Min.	-0.1	-0.1	0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.1
	Max.	11.2	9.9	11.1	9.9	10.6	10.2	10.2
Février	Moy.	4.9	4.8	6.2	4.6	5.2	5.09	5
	Min.	-0.6	-0.1	1.5	-0.6	-0.1	-0.1	-0.1
	Max.	10.7	9.5	10.4	9.5	10.6	10.2	9.9
Mars	Moy.	7	6.9	8.5	7.1	7.7	7.67	7.1
	Min.	-0.6	-0.1	3.9	-0.6	-0.1	0.7	-0.6
	Max.	13	11.7	11.7	12.2	13.1	14.2	12.4
Avril	Moy.	11.1	9.9	11.7	10.3	10.9	10.8	10.1
	Min.	5.4	5.4	6.5	5	5.4	5.4	4.6
	Max.	19	16	15.3	16.3	17.0	17	16
Mai	Moy.	13.9	12.2	13.7	13.1	13.3	12.8	12.4
	Min.	8.8	7.7	8.8	8.1	8.0	7.3	6.9
	Max.	20.8	17.4	17.7	19.3	19.5	19.3	18.1
Juin	Moy.	18.2	15.7	15.9	16.6	17.0	16.2	15.8
	Min.	11	8.8	9.9	8.8	9.5	9	8.4
	Max.	27.6	22.7	19.5	23	23.0	21.3	22.6
Juillet	Moy.	20	16.7	17.9	17.6	18.0	17	16.9
	Min.	14.5	12	14.5	12.4	13.1	12.4	11.7
	Max.	27	22.3	21.6	23	23.7	22	22.2
Août	Moy.	19.1	16.2	16.0	16.8	17.5	16.4	16.1
	Min.	14.9	12	12.8	12	12.8	11.7	12.1
	Max.	28.1	22.3	19.5	23.2	24.1	21.6	20.9
Septembre	Moy.	16.6	13.8	15.5	14.5	15.1	14.3	13.9
	Min.	10.7	5.8	10.2	7.7	8.8	8.4	8
	Max.	23.4	19.8	19.8	20.9	20.6	19.5	19.7
Octobre	Moy.	13.4	11.3	13.5	12	12.7	12.2	11.5
	Min.	3.5	3.9	9.9	5	4.3	4.3	4.6
	Max.	19	16	16.7	16.7	18.1	16.3	15.9
Novembre	Moy.	8	7	8.5	7.5	8.8	8.34	7.3
	Min.	-0.1	-0.6	1.5	0	1.5	1.6	0.3
	Max.	16.2	13.8	14.5	15.3	14.9	14	13.8
Décembre	Moy.	4.8	5.1	4.8	5.2	5.9	5.5	5.4
	Min.	-0.6	-0.1	-0.1	0.3	-0.6	-0.3	-0.6
	Max.	12.6	11	11.8	11	11.7	11.5	11.3

Température en °C		Cère à Port de Gagnac	Ruisseau d'Orgues au pont de Passayrolles	Loyre au pont de Laumonerie	Vézère à St Viance
Janvier	Moy.	5.5	5.8	6.0	
	Min.	1.5	-0.6	0.2	
	Max.	9.9	10.6	9.4	
Février	Moy.	5.0	5.9	6.0	
	Min.	2.3	-0.6	2.6	
	Max.	7.3	10.2	10.7	
Mars	Moy.	6.4	7.9	7.9	
	Min.	1.5	-0.6	3.7	
	Max.	10.2	12.8	11.0	
Avril	Moy.	8.9	10.1	10.5	16.1
	Min.	5.8	4.6	6.2	14.1
	Max.	14.5	15.3	14.5	17.9
Mai	Moy.	12.1	12.5	14.0	15.7
	Min.	8.0	7.3	9.4	10.6
	Max.	19.1	18	18.7	23.3
Juin	Moy.	16.3	15.5	15.7	17.3
	Min.	9.9	8.8	12.3	14.3
	Max.	22.3	20.9	19.2	20.8
Juillet	Moy.	17.6	16.4	16.1	17.7
	Min.	13.1	11.3	13.5	15.4
	Max.	22.7	22.7	19.3	20.6
Août	Moy.	17.2	16.5	16.2	17.9
	Min.	13.1	11.9	13.8	10.2
	Max.	21.6	22	19.2	23.5
Septembre	Moy.	13.4	14.3	13.4	17.1
	Min.	10.6	8.4	10.0	14.2
	Max.	18.1	19.5	15.6	21.2
Octobre	Moy.	13.5	12.4	10.8	
	Min.	9.1	4.6	5.8	
	Max.	16.0	16.7	16.0	
Novembre	Moy.	10.2	8.3	5.6	
	Min.	5.8	1.6	0.7	
	Max.	15.6	14.5	8.9	
Décembre	Moy.	7.0	6	4.3	
	Min.	-0.1	-0.1	0.1	
	Max.	12.0	11.7	9.6	

*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.*