



**M I G A D O**

*Migrateurs Garonne Dordogne*

**MISE EN PLACE D'UN SUIVI DE PARAMETRES SIMPLES DE LA  
QUALITE DE L'EAU SUR LA GARONNE**

**SUIVI 2009**

Etude financée par :

SMEAG

***Laurent CARRY***  
***Alexandre NARS***

***juin 2010***

MI.GA.DO. 31G-10-RT



## SOMMAIRE

---

<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>1 MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>2</b>
1.1 GENERALITES .....	2
1.1.1 Localisation des thermographes.....	2
1.1.2 Les paramètres relevés .....	3
1.1.3 Matériels utilisés .....	5
1.2 PRESENTATION DES DONNEES.....	6
<b>2 RESULTATS .....</b>	<b>7</b>
2.1 LA GARONNE .....	7
2.1.1 La température .....	7
2.1.2 L'oxygène dissous, le pH et la conductivité .....	9
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>12</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE .....</b>	<b>13</b>

## **LISTE DES FIGURES**

---

Figure 1 : Situation géographique des stations de suivi des températures de l'eau sur le bassin de la Garonne.

Figure 2 : Classes et indices de qualité de l'eau douce pour le paramètre oxygène (mg/l et %), anonyme 1999

Figure 3 : Comparaison de la température enregistrée à Loures-Barousse sur la période 2000-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009

Figure 4 : Comparaison de la température enregistrée à Carbonne sur la période 2000-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009

Figure 5 : Comparaison de la température enregistrée au Bazacle sur la période 1994-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009

Figure 6 : Comparaison de la température enregistrée à Golfech sur la période 1994-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009

Figure 7 : Comparaison de la température enregistrée moyenne hebdomadaire enregistrée sur les stations de la Garonne en 2009

Figure 8 : Comparaison de la température maximum hebdomadaire enregistrée sur les stations de la Garonne entre 1993 et 2009.

Figure 9 : Moyenne hebdomadaire de l'oxygène dissous, du pH et de la conductivité mesurée à Carbonne et Golfech en 2009.

Figure 10 : Evolution des mesures ponctuelles d'oxygène dissous (mg/l) effectuées à Golfech et Carbonne en 2009

Figure 11 : Evolution des mesures ponctuelles de pH effectuées à Golfech et Carbonne en 2009

Figure 12 : Evolution des mesures ponctuelles de la conductivité effectuées à Golfech et Carbonne en 2009

## INTRODUCTION

---

Le suivi du régime thermique du bassin de la Garonne est réalisé par MIGADO dans le cadre des différentes opérations menées en faveur des poissons migrateurs et notamment les opérations de repeuplement en saumon, le suivi de la reproduction naturelle du saumon atlantique et de l'aloise, le contrôle des migrations au niveau des stations de comptage par vidéo ou par piégeage.

En 2009, le Syndicat Mixte d'Etudes et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG – EPTB Garonne) a proposé à MIGADO de suivre d'autres paramètres physicochimiques de la Garonne tels que la teneur en Oxygène (mg/l et % de saturation), la conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) et le pH.

Pour ce faire, le SMEAG a mis à disposition des appareils de mesure sur la station de Golfech afin de mesurer ponctuellement (1 donnée par jour) ces paramètres :

- Oxymètre – pHmètre de type Cyberscan, modèle PD 300 séries
- Conductimètre de type HANNA, modèle HI 99300

Les données ont été acquises entre le 07/05/2009 et le 04/09/2009, soit pendant la période de forte migration de toutes les espèces migratrices mais également pendant la période estivale où l'on enregistre classiquement les températures de l'eau les plus élevées sur la Garonne.

Par ailleurs, sur la station de piégeage de Carbonne, ces différents paramètres sont également pris ponctuellement, à chaque fois qu'un technicien de MIGADO se déplace sur le site.

Ce rapport a pour objectif de :

- présenter et analyser les données mesurées ponctuellement sur les stations de Golfech et Carbonne
- synthétiser les données de température mesurées sur la Garonne à Carbonne, au Bazacle et à Golfech en 2009 en les comparant avec les données antérieures.

L'ensemble des données brutes sera fourni sur un support informatique (CD), complété par les données de températures mesurées sur toutes les stations gérées par MIGADO.

# 1 MATERIEL ET METHODE

## 1.1 Généralités

### 1.1.1 Localisation des thermographes

Les stations de relevés thermiques de l'eau ont été choisies en fonction de l'intérêt qu'elles apportent dans le cadre des différentes actions réalisées par l'association MIGADO en faveur des poissons migrateurs (repeuplements en saumon atlantique, stations de contrôles des migrations, stations de piégeage, suivi de la reproduction naturelle ...). Pour chaque axe et portion de cours d'eau, les stations ont été positionnées de manière à pouvoir appréhender les variations de température entre l'amont et l'aval et l'influence des principaux apports des affluents ou des retenues de barrage (figure 1).



Figure 1 : Situation géographique des stations de suivi des températures de l'eau sur le bassin de la Garonne.

## 1.1.2 Les paramètres relevés

### 1.1.2.1 La température de l'eau

A plusieurs titres, la température de l'eau est pour les poissons et notamment les poissons migrateurs, un des facteurs essentiels du milieu naturel.

D'une part, elle conditionne d'autres paramètres environnementaux comme le taux d'oxygène, le pH...

D'autre part, elle influence les migrations, la répartition géographique des saumons et agit sur leur physiologie. Des températures trop importantes (au-delà de 26°C à 27°C) peuvent contribuer à l'apparition de maladies parfois mortelles pour les jeunes saumons (Wilkie et al, 1997). Pendant la période d'incubation, une température supérieure à 12°C peut être préjudiciable à la survie des oeufs de saumons. Des températures supérieures à 26°C peuvent conduire momentanément à un arrêt de la migration du saumon atlantique. Les saumons gagneront vraisemblablement des zones de profond en attendant une baisse significative de la température de l'eau.

La Directive 78/659 du Conseil des Communautés Européennes du 18 juillet 1978 précise que, pour des eaux cyprinicoles (2<sup>e</sup> catégorie), la température maximum de l'eau doit être inférieure à 28°C (21.5°C pour des eaux salmonicoles), avec une tolérance de dépassement de 2 % du temps pour des mesures en continu.

### 1.1.2.2 L'oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau est un élément fondamental qui intervient dans la majorité des processus biologiques ; végétaux et animaux l'utilisent pour la respiration. L'oxygène participe également aux dégradations biochimiques et chimiques.

L'oxygène est présent dans l'eau sous forme de molécules gazeuses, au sein de minuscules bulles d'air. Il se dissout dans cette eau par diffusion, jusqu'à un équilibre appelé "saturation".

Cette saturation ou solubilité maximale de l'oxygène dans l'eau est, pour l'essentiel, fonction de la température et de la salinité. Elle est supérieure dans les eaux douces et froides, par exemple: la solubilité de 9,1 milligrammes d'oxygène par litre d'eau dans une eau douce à 20°C, ne sera que de 7,4 mg/l dans une eau de mer à même température et sera de 11,3 mg/l dans une eau douce à 10°C.

**La consommation en oxygène est essentiellement due à la décomposition** des organismes morts, mêlés aux sédiments en suspension dans l'eau. En effet, dans les eaux fortement chargées en matières organiques, la diminution de la teneur en oxygène est accélérée par le développement rapide des bactéries aérobies (consommatrices d'oxygène) dont l'activité et la prolifération suivent l'augmentation de la température.

Une augmentation de la température de l'eau induit une baisse de la teneur des eaux en gaz dissous, notamment l'oxygène, car la solubilité des gaz dans l'eau diminue quand croît sa température. Cette situation est particulièrement néfaste pour les poissons car plus la température augmente, plus les besoins en oxygène des animaux à sang froid, dont font partie les poissons, augmentent.

En ce qui concerne les eaux cyprinicoles, la concentration en oxygène dissous doit être supérieure à 4 mg/l tout le temps et à 7 mg/l pour la moitié du temps, ces valeurs étant

respectivement de 6 et 9 pour les eaux salmonicoles (Directive 78/659 du Conseil des Communautés Européennes du 18 juillet 1978).

Classe de qualité	Bleu Très bonne	Vert Bonne	Jaune Passable	Orange Mauvaise	Rouge Très mauvaise
O <sub>2</sub> mg/l	≥ 8	6 ≤ O <sub>2</sub> < 8	4 ≤ O <sub>2</sub> < 6	3 ≤ O <sub>2</sub> < 4	< 3
O <sub>2</sub> en %	≥ 90	70 ≤ O <sub>2</sub> < 90	50 ≤ O <sub>2</sub> < 70	30 ≤ O <sub>2</sub> < 50	< 30

**Figure 2 : Classes et indices de qualité de l'eau douce pour le paramètre oxygène (mg/l et %), anonyme 1999**

#### 1.1.2.3 La conductivité

La conductivité de l'eau est sa conductibilité, en d'autres termes sa capacité à conduire l'électricité, cette mesure s'exprime en micro-siemens par centimètre. Attention, la conductivité ne mesure pas la minéralisation de l'eau mais juste sa capacité à conduire l'électricité. Tous les ions dans l'eau y participent : non seulement les ions minéraux mais également les ions organiques.

La conductivité donne une idée de la dureté de l'eau mais ne permet pas d'en déterminer les différents composants. La quantité des sels minéraux dissous influence la conductivité, mais la présence de nitrites, de nitrates, d'ammonium, et d'autres comme tous les sels d'acides organiques, les chlorures, le sodium...la modifient aussi.

Cependant, la conductivité n'est pas vraiment un paramètre contraignant pour la vie piscicole mais on peut considérer qu'au-delà de 750 µS/cm la situation devient médiocre.

#### 1.1.2.4 Le potentiel Hydrogène (pH)

Il indique la concentration du milieu en ions hydrogène (H<sup>+</sup>) et hydroxydes (H<sup>-</sup>). Une eau peut être neutre, acide ou basique, selon la proportion des ions H<sup>+</sup> et H<sup>-</sup>.

##### **Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité de l'eau :**

- de 1 à 7 l'eau est acide;
- à 7 elle est neutre, elle contient autant d'ions hydrogène (Hydroniums) H<sup>+</sup> que d'ions hydroxyde OH<sup>-</sup> ;
- de 7 à 14, elle est basique ou alcaline .

Dans une eau pure, qui a été distillée par exemple, la concentration en ions H<sup>+</sup> est équivalente à la concentration des ions OH<sup>-</sup> et on a donc un pH de 7.

Pendant la nuit, le CO<sub>2</sub> produit par les plantes acidifie l'eau et le pH descend un peu ; pendant la journée les plantes produisent de l'oxygène et absorbent du CO<sub>2</sub> et le pH remonte légèrement. Si l'eau est peu minéralisée (< 100µS/cm<sup>2</sup>), une augmentation brutale de la concentration en CO<sub>2</sub> peut acidifier le milieu (pas de pouvoir tampon de l'eau) et être incompatible avec la vie piscicole.

Les valeurs du pH pour la vie piscicole doivent être comprises entre 6 et 9 (Directive 78/659 du Conseil des Communautés Européennes du 18 juillet 1978).

### 1.1.3 Matériels utilisés

#### 1.1.3.1 Les suivis thermiques continus

Les premiers relevés de températures ont débuté en 1994 avec des thermographes de type Indic 8000. Ils ont été remplacés dès 2001 par des thermographes de type Tinytag Plus, plus compacts et plus fiables. Leur précision est de 0,4°C à 20°C et permettent d'enregistrer 32000 données entre -25 et +85°C. La perte de données suite à des problèmes de dysfonctionnement des appareils nous conduit à les renouveler progressivement par des thermographes Nke S2T.

Les thermographes sont placés soit dans des veines d'eau ou des profonds fixés en berges à des arbres par des chaînes et des cadenas, soit dans les canaux d'amenée des aménagements hydroélectriques. Tous ces lieux garantissent une immersion permanente et une protection contre la dégradation ou le vol des appareils.

La température de l'eau est enregistrée quotidiennement avec un pas de temps d'une heure.

Sur la plupart des stations, les thermographes sont changés 3 fois dans l'année. Les données sont récupérées à la fin du printemps, à la fin de l'été et à la fin de l'hiver. Cette périodicité permet, en cas de dysfonctionnement ou de perte du thermographe, de conserver une partie des données de l'année en cours. Cependant, au niveau des stations de contrôle (Golfech et Carbonne notamment), les données sont récupérées une fois par semaine pendant la période de forte migration (avril-juillet) afin d'analyser régulièrement les données des passages des poissons en fonction de ce paramètre environnemental.

#### 1.1.3.2 Les autres paramètres relevés ponctuellement

Au niveau de la station de piégeage de Carbonne, l'oxygène dissous, la conductivité et le pH sont relevés à chaque fois qu'un technicien de MIGADO se déplace sur le site. Les appareils utilisés depuis le début des suivis (année 2000) sont :

- un conductimètre de type WTW LF 318/SET),
- un pHmètre de type WTW pH 340/SET-1,
- un oxymètre de type WTW OXY 330/SET.



Ces paramètres sont relevés dans un des bassins de stabulation où l'eau est en permanence renouvelée.

En 2009, ces mêmes paramètres ont été mesurés au niveau de la station de Golfech entre le 07/05 et le 04/09 (période de forte migration), dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons, à environ 50 cm sous la surface de l'eau. Le matériel utilisé est prêté à l'association MIGADO par le SMEAG :

- Oxymètre – pHmètre de type Cyberscan, modèle PD 300 séries
- Conductimètre de type HANNA, modèle HI 99300

## **1.2 Présentation des données**

En ce qui concerne la température de l'eau, l'ensemble des données est saisi et traité sous Excel. Il existe un fichier par station avec pour chaque station, un onglet par année reprenant la température moyenne journalière ainsi qu'un onglet synthétisant ces données.

Les autres paramètres mesurés en 2009 sont également saisis sous Excel dans un tableau reprenant la date et l'heure de la mesure ainsi que la valeur du paramètre étudié.

Toutes ces données sont gravées sur un CD qui est joint à ce rapport.

## 2 RESULTATS

### 2.1 La Garonne

#### 2.1.1 La température

Sur la Garonne, MIGADO dispose d'une série de données chronologiques assez importante puisque des sondes de températures sont installées à Golfech et au Bazacle respectivement depuis 1993 et 1994 et à Carbone et Loures-Barousse depuis 2000.

Les figures 3 à 6 synthétisent l'ensemble des données acquises pendant ces périodes en montrant la température moyenne mensuelle 2009 comparée à la température moyenne mensuelle, la température maximum mensuelle et la température minimum mensuelle sur la période X – 2008, X représentant la première année de suivi sur chaque station.

Loures-Barousse 2000 - 2008	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Minimum	4.6	4.6	5.3	7.3	8.6	10.2	12.6	11.8	9.7	6.9	6.3	4.3
Maximum	8.1	7.7	10.6	13.5	14.2	13.3	16.1	16.1	14.8	11.5	9.0	8.0
Moyenne	5.6	6.1	7.3	8.9	10.1	11.7	13.9	14.6	12.9	10.4	7.4	5.7
Loures-Barousse 2009 Moyenne	5.2	5.9	6.9	8.0	9.2	11.6	14.7	15.8	14.2	11.5	8.2	6.2

**Figure 3 : Comparaison de la température enregistrée à Loures-Barousse sur la période 2000-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009**

Carbone 2000 - 2008	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Minimum	5.4	6.0	7.8	9.5	11.8	14.0	17.6	18.2	16.7	13.0	8.3	4.6
Maximum	6.6	8.5	10.5	12.0	14.5	19.9	24.0	23.5	20.1	15.9	10.8	7.4
Moyenne	6.0	7.2	9.3	11.0	12.9	16.4	19.9	20.9	18.6	14.4	9.3	5.8
Carbone 2009 Moyenne	5.3	6.8	8.8	10.1	11.6	15.7	20.4	22.2	19.2	15.3	10.2	6.6

**Figure 4 : Comparaison de la température enregistrée à Carbone sur la période 2000-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009**

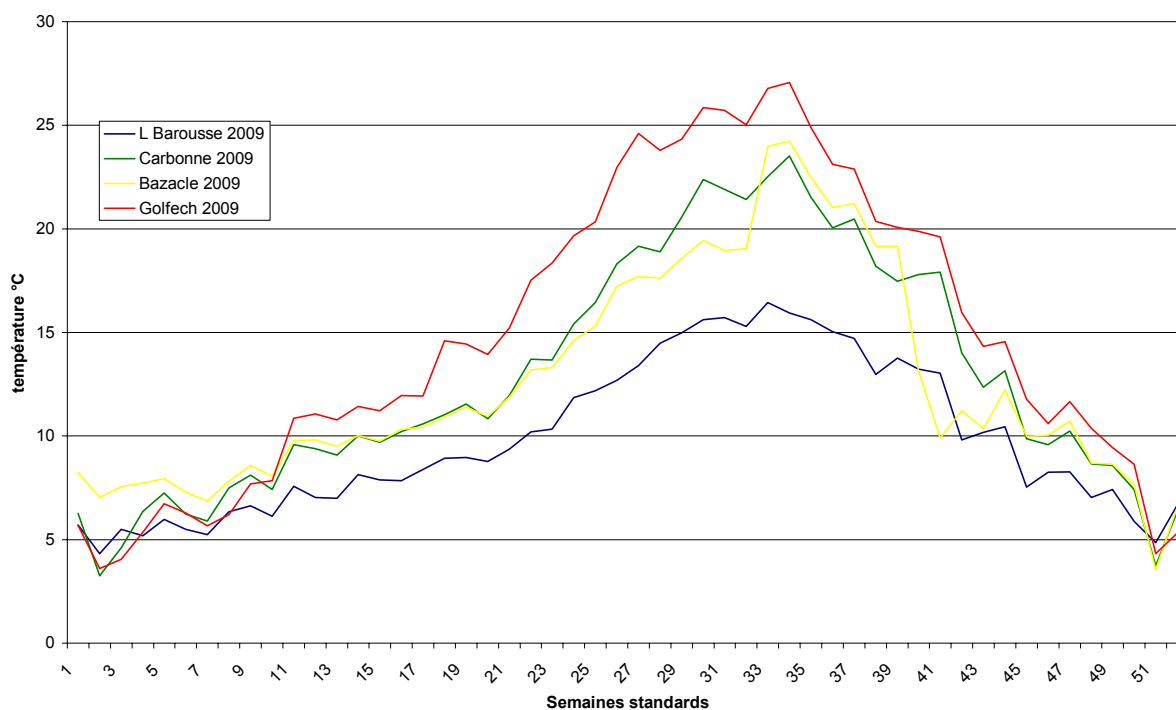
Bazacle 1994-2008	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Minimum	5.1	4.6	7.2	9.7	12.0	14.0	17.6	18.9	16.8	12.9	7.3	4.3
Maximum	7.6	8.6	11.8	14.5	16.1	20.5	24.7	25.1	20.8	16.8	11.4	8.8
Moyenne	6.3	7.1	9.4	11.3	13.4	17.2	21.2	22.1	18.6	14.6	9.4	6.5
Bazacle 2009 Moyenne	7.7	7.5	9.2	10.1	11.5	14.9	18.4	21.9	20.3	11.1	10.5	6.7

**Figure 5 : Comparaison de la température enregistrée au Bazacle sur la période 1994-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009**

Golfech 1993 - 2008	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Minimum	5.5	5.3	6.3	11.0	14.6	17.8	21.6	22.1	19.3	13.5	9.6	5.0
Maximum	9.3	9.3	12.7	16.0	18.7	23.5	27.6	28.1	22.8	18.3	13.3	9.5
Moyenne	6.8	7.5	10.2	13.1	16.2	20.5	23.9	24.7	20.9	16.2	10.8	7.6
Golfech 2009												
Moyenne	4.8	6.3	9.8	11.7	14.8	20.0	24.7	26.0	21.8	17.2	11.7	7.0

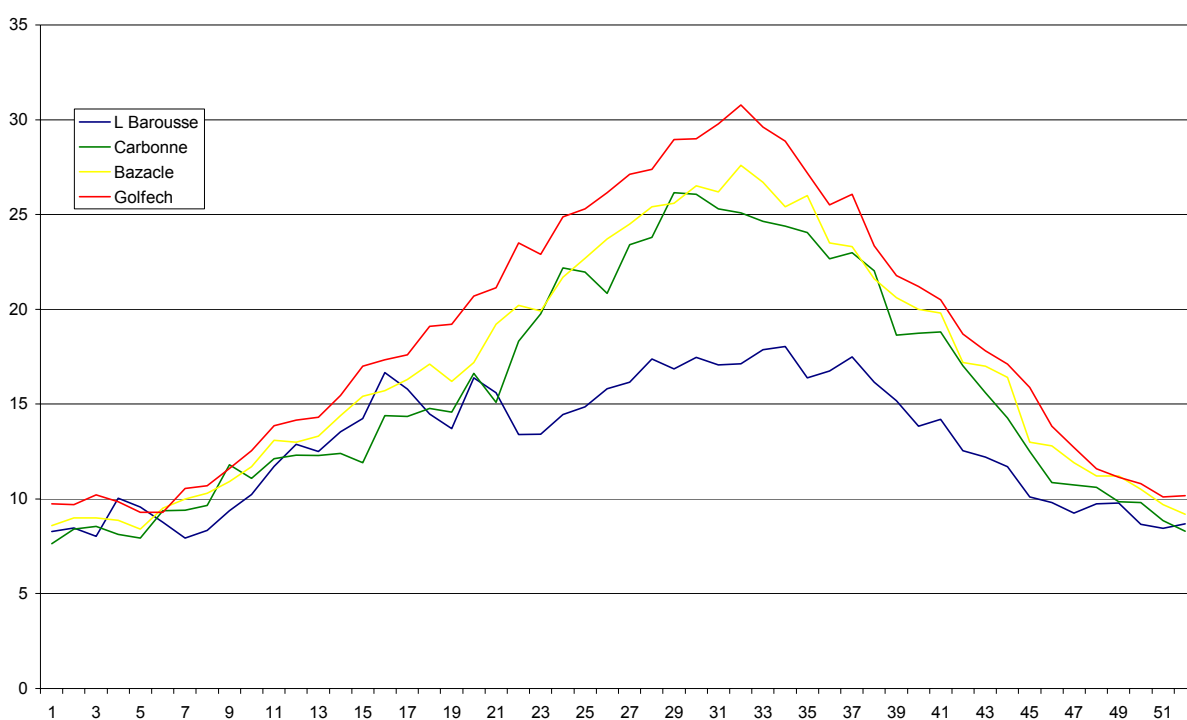
**Figure 6 : Comparaison de la température enregistrée à Golfech sur la période 1994-2008 avec la température moyenne mensuelle de 2009**

L'ensemble de ces données (Figure 3 à 6) montre que les températures moyennes mensuelles de l'année 2009 se situent dans la moyenne des températures relevées les années précédentes sur les quatres stations étudiées. Bien entendu, ces valeurs mensuelles lissent considérablement les écarts de températures que l'on peut observer quotidiennement. A titre d'exemple, l'analyse de la figure 7, qui indique l'évolution de la température moyenne hebdomadaire sur ces quatre stations, montre que les valeurs enregistrés à Golfech pendant toute la période estivale (semaine 30 à 35) dépasse les 25 °C avec un maximum de 27.1°C enregistré lors de la semaine 34.



**Figure 7 : Comparaison de la température enregistrée moyenne hebdomadaire enregistrée sur les stations de la Garonne en 2009**

Il est également intéressant de regarder la température hebdomadaire maximum enregistrée sur l'ensemble des données enregistrées sur le bassin de la Garonne. La figure 8 compare ces valeurs sur l'ensemble des stations de la Garonne et montre que i) la température de l'eau à Golfech peut dépasser les 30 °C (valeur exceptionnelle enregistrée en août 2003), ii) les températures enregistrées au Bazacle (et a fortiori en amont du Bazacle) sont toujours, pendant la période estivale, inférieures a minima de 2 °C par rapport à celles enregistrées à Golfech. Ces éléments sont fondamentaux pour la vie piscicole et montrent l'importance d'avoir un système de franchissement performant à Golfech pour permettre aux poissons migrateurs d'effectuer tout ou partie de leur cycle biologique dans une eau dont la température est compatible avec leur survie et ce quel que soit le stade de développement étudié.



**Figure 8 : Comparaison de la température maximum hebdomadaire enregistrée sur les stations de la Garonne entre 1993 et 2009.**

### 2.1.2 L'oxygène dissous, le pH et la conductivité

Au niveau de Golfech, ces paramètres ont été mesurés du 07/05/09 au 04/09/09 du lundi au vendredi pratiquement tous les jours entre 8h et 11h du matin, au niveau du canal de transfert de l'ascenseur à poissons, soit 81 mesures pour ces 3 paramètres.

Au niveau de Carbonne, ces paramètres sont mesurés toute l'année en fonction de la présence d'un technicien de MIGADO sur le site.

Ainsi, il est difficile de comparer les données enregistrées au niveau de ces deux stations sans faire une moyenne hebdomadaire car les prises de données n'ont pas été forcément effectuées le même jour (figure 8).

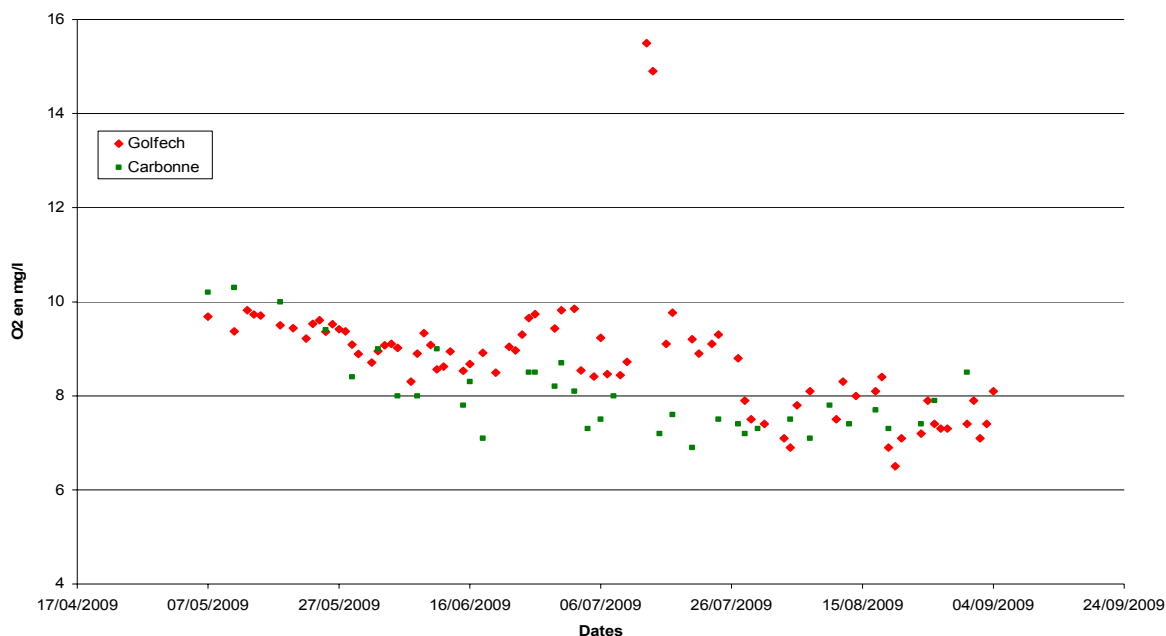
	SEMAINE STANDARD																	
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Moyenne de Oxygène dissous (mg/l) Golfech	9.6	9.6	9.4	9.0	9.0	8.7	8.9	9.7	8.9	11.9	9.2	8.5	7.3	8.0	7.9	7.2	7.4	7.8
Moyenne de Conductivité (en µS) Golfech			184	214	228	241	230	253	262	250	285	294	299	300	291	299	298	299
Moyenne de pH Golfech	7.63	7.73	7.75	7.70	7.64	7.50	7.79	8.15	7.85	8.04	8.03	8.19	8.21	8.10	8.24	8.30	8.15	8.08

	SEMAINE STANDARD																	
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Moyenne de Oxygène dissous (mg/l) Carbonne	10.25	10.00	9.40	8.70	8.00	8.37	7.10	8.48	7.73	7.20	7.25	7.37	7.4	7.45	7.467	7.65	8.5	8.4
Moyenne de Conductivité (en µS) Carbonne	178	173	142	159	164	170	172	206	209	223	240	265	295	278	260	282	289	301
Moyenne de pH Carbonne	7.68	7.72	7.68	7.73	7.63	7.68	7.69	7.67	7.72	7.71	7.70	7.54	7.575	7.855	7.7	7.54	7.73	7.62

**Figure 9 : Moyenne hebdomadaire de l'oxygène dissous, du pH et de la conductivité mesurée à Carbonne et Golfech en 2009.**

Ces données montrent qu'en 2009, pendant la période de forte migration (semaine 19 à 30) et la période estivale (semaine 31 à 36), aucun paramètre enregistré n'a été limitant pour la vie piscicole. En effet, toutes les mesures réalisées ont montré des concentrations en oxygène supérieures à 6mg/l (valeur min : 6.5 mg/l le 20 août à Golfech ; 6.9 mg/l le 20 juillet à Carbonne) et des valeurs de pH toujours comprises entre 7 et 9. A noter deux valeurs aberrantes de la concentration en oxygène mesurées les 13 et 14 juillet à Golfech (15.5 mg/l et 14.9 mg/l) certainement dues à un mauvais réglage de l'appareil. Celui-ci a été étalonné le 16 juillet. Les figures 10 à 12 montrent l'évolution de ces paramètres sur l'ensemble de la période analysée.



**Figure 10 : Evolution des mesures ponctuelles d'oxygène dissous (mg/l) effectuées à Golfech et Carbonne en 2009**

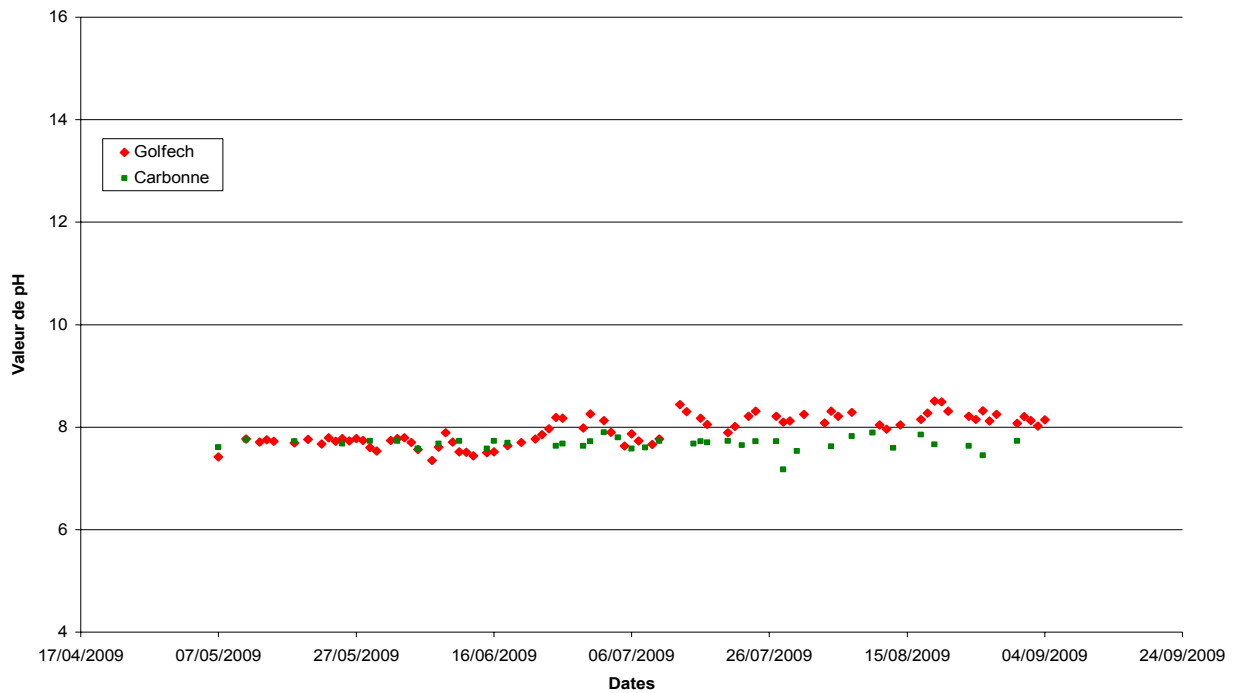


Figure 11 : Evolution des mesures ponctuelles de pH effectuées à Golfech et Carbonne en 2009

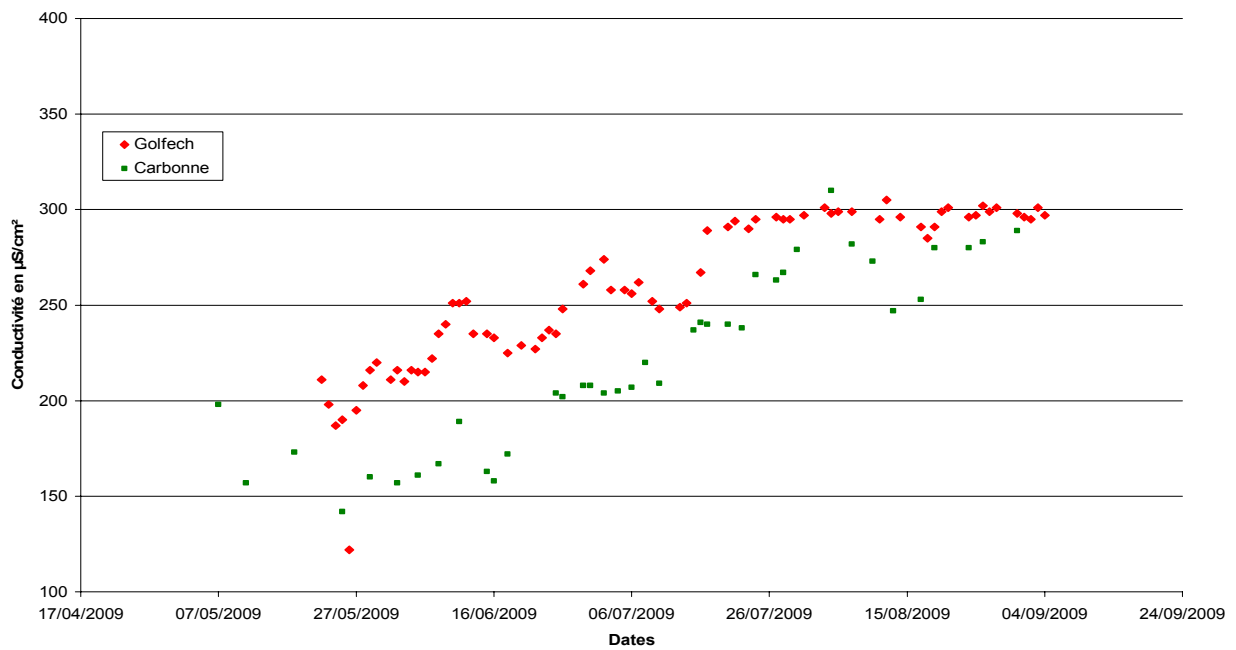


Figure 12 : Evolution des mesures ponctuelles de la conductivité effectuées à Golfech et Carbonne en 2009

## **CONCLUSION**

---

L'analyse des données de la températures de l'eau de la Garonne en 2009 au niveau de 4 stations de mesure, Lourre-Barousse, Carbonne, Bazacle et Golfech, montre que ce paramètre reste toujours problématique pendant la période estivale pour la vie piscicole en aval de Golfech, notamment pour les grands salmonidés, avec des températures supérieures à 26°C 30 % du temps pendant les 2 mois d'été, dont 10 jours consécutifs entre le 14 et le 24 août. Par ailleurs, tous les individus qui ont franchi le barrage du Bazacle ne subissent plus des températures supérieures à 25°C.

Les autres paramètres physicochimiques mesurés en 2009 (O<sub>2</sub>, pH et conductivité) ne montrent pas de valeurs limitantes pour la vie piscicole. Cependant, il est nécessaire de rester prudent quant à l'analyse de ces résultats car ces données ont été mesurées ponctuellement (une mesure par jour) entre le 7 mai et le 4 septembre 2009 au niveau de Golfech et Carbonne.

Toutes les données brutes utilisées dans cette analyse ainsi que les données de températures mesurées sur les affluents de la Garonne (Ariège, Neste et Pique) sont gravées sur un CD et fournies avec ce rapport.

## BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE

---

Anonyme – 1999. Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau, rapport de présentation SEQ-Eau (version 1). Agences de l'eau, les études des agences de l'eau n° 64 - 59p.

M.P. Wilkie, M.A. Brobbel, K.G. Davidson, L. Forsyth, and B.L. Tufts, 1997. Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. can. sci. halieut. aquat. 54(3): 503-511.

[http://www.loire-estuaire.org/documents/pdf/CMB\\_206106\\_L2A1.pdf](http://www.loire-estuaire.org/documents/pdf/CMB_206106_L2A1.pdf)

[http://crdp.ac-amiens.fr/enviro/eau\\_maj\\_problem\\_p7.htm](http://crdp.ac-amiens.fr/enviro/eau_maj_problem_p7.htm)

<http://www.ivanov.ch/chimie.htm#ph>

[http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2\\_abst\\_f?cijfas\\_f96-305\\_54\\_ns\\_nf\\_cifas3-97](http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2_abst_f?cijfas_f96-305_54_ns_nf_cifas3-97)

<http://www.diren.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/UserFiles/File/EAU/estuaire/QEEB-Intro.pdf>

[http://www.midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr/spip.php?article644&var\\_recherche=oxygen%C3%A8ne%20dissous](http://www.midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr/spip.php?article644&var_recherche=oxygen%C3%A8ne%20dissous)

<http://www.ifremer.fr/delcc/cycleau/reglementation/segeau.htm>