

Cette action est cofinancé par l'Union Européenne. L'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le Fond européen de développement régional.



Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009

Jean Michel BACH, Aurore BAISEZ, Cédric LEON, Timothé PAROUTY

Association LOGRAMI

Cellule Allier

8 rue de la ronde
03500 St Pourçain sur Sioule
logrami.allier@logrami.fr et
logrami@logrami.fr

Et la participation de :

**Vincent CORNU
Marion HOFFMANN
Mickaël LELIEVRE
Pierre PORTAFAIX
Chloe RENOUX
Renaud TERRADE**

Octobre 2011

Résumé

L'étude de radiopistage réalisée en 2009 se base sur le suivi d'un échantillon de 30 saumons capturés à Vichy. Ce suivi fait suite à une première étude réalisée en 2006, qui ne concernait que la seconde moitié de la population de saumons migrant, et sur laquelle, des mortalités estivales très importantes étaient observées après une période caniculaire.

Initialement prévue sur la rivière Allier, l'étude a été étendue à l'Alagnon, de nombreux saumons ayant choisi de remonter cette rivière.

Les objectifs principaux de cette étude sont de caractériser la transparence migratoire, et d'estimer la survie estivale des saumons sur un échantillon représentatif de la population migrante (taille et âge de mer des individus, présence/absence de nageoire adipeuse, période de migration).

La date d'arrivée à Vichy est un facteur primordial pour expliquer la mortalité estivale observée (41 % de l'échantillon). Plus l'arrivée est tardive, moins le saumon aura la possibilité d'atteindre des zones favorables (principalement en termes de température de l'eau) pour passer l'été. Il semblerait que l'amont du Saut du Loup (aussi bien sur l'Allier que sur l'Alagnon) permette une bonne survie des individus durant l'arrêt estival. A l'inverse, l'aval de Clermont Ferrand, ne permet qu'une faible survie estivale.

Les conditions de température et de débit qui conditionnent l'arrêt et la reprise de la migration sont difficiles à déterminer de manière simple. Il ne fait cependant aucun doute que ces deux facteurs influencent l'activité migratoire du saumon atlantique. De même, une valeur seuil de température pouvant expliquer le taux de mortalité estivale n'a pas pu être mise en évidence, notamment parce que le paramètre « durée d'exposition à des températures élevées » intervient également.

La distance de migration est apparue statistiquement identique selon l'âge de mer, la taille, l'état sanitaire ou la date d'arrivée à Vichy des individus. Cependant, le contingent de fin de migration a un taux de survie plus faible. Les survivants ont néanmoins la capacité de se reproduire dans les mêmes zones que le contingent de début de migration. Ils sont cependant exposés à des conditions moins favorables pour y parvenir.

Sur l'Alagnon, deux obstacles se sont révélés très pénalisants pour la migration des saumons. Le premier, le barrage de Chambezou, entraîne des retards importants, et est d'autant plus pénalisant qu'il se situe sur la partie aval de l'axe et entrave donc le parcours d'un grand nombre de poissons. Le second est le barrage de Moulin Grand qui peut être considéré comme infranchissable par le dispositif de franchissement, son franchissement n'étant réalisable qu'en période de crue, par le franchissement du barrage lui-même.

Sur l'Allier, le complexe hydro électrique de Poutès reste le plus pénalisant, son franchissement n'étant effectif que par une faible fraction des poissons (un sur quatre), après un retard non négligeable. Bien que globalement franchissables, les quatre premiers seuils en amont de Vichy (Joze, A72, Madeleines, Pont du Château) entraînent un retard de migration dont la principale conséquence est un arrêt estival sur des secteurs qui compromettent la survie estivale des poissons. Deux autres ouvrages entraînent également des retards de migration : les barrages de La Bageasse et le barrage de Langeac. Pour deux autres barrages (Chilhac et Chambon de Cerzat) l'impact de l'aménagement n'a pas pu être clairement mis en évidence.

1. Contexte de l'étude de radiopistage	5
1.1. L'Allier	6
1.2. L'Alagnon	8
1.3. Etat de l'Axe Loire-Allier	9
1.3.1. Expertise migratoire de l'axe Loire Allier	9
1.3.2. Etat de l'axe Allier amont Vichy	9
1.3.3. Etat de l'axe Alagnon	10
2. Matériel et Méthode	11
2.1. Généralités	11
2.2. Période de piégeage	12
2.3. Piégeage des poissons	12
2.4. Marquage des poissons	13
2.5. Matériel de radiopistage utilisé	14
2.5.1. Les émetteurs	14
2.5.2. Les récepteurs	14
2.5.3. Les antennes	15
2.5.4. Suivis des déplacements des poissons radiomarqués	15
3. Conditions environnementales de l'étude	20
3.1. Les débits	20
3.1.1. L'Allier	20
3.1.2. La Dore	21
3.1.3. L'Alagnon	22
3.2. La température	22
4. Résultats des piégeages	25
4.1. Captures et marquages	25
4.2. Caractéristiques biométriques des poissons capturés	28
4.2.1. Age	28
4.2.2. Nageoire adipeuse	29
4.2.3. Sexe	29
4.2.4. Etat sanitaire des saumons capturés	30
5. Comportement des poissons marqués et franchissement des obstacles	33
5.1. Sur l'Allier à l'amont de Vichy	33
5.1.1. Saumons n'arrivant jamais au 1er obstacle (seuil de Joze)	35
5.1.2. Poissons ne franchissant qu'une partie des seuils de Joze, A72, Madeleines, Pont du Château	35
5.1.3. Poissons franchissant les quatre seuils de Joze, A72, Madeleines, Pont du Château	37
5.1.4. Poissons n'arrivant jamais au seuil de la Banque de France	47
5.1.5. Poissons franchissant le seuil de la Banque de France	48
5.1.6. Poissons ne franchissant pas le seuil de Vézézoux	49
5.1.7. Poissons franchissant le seuil de Vézézoux	51
5.1.8. Poissons franchissant le Barrage de La Bageasse	55
5.1.9. Poissons franchissant le Barrage de Vieille Brioude	59
5.1.10. Poissons n'arrivant pas au barrage de Chilhac	63
5.1.11. Poissons franchissant le barrage de Chilhac	63
5.1.12. Poissons franchissant le barrage de Chambon de Cerzat	67
5.1.13. Poissons franchissant le barrage de Langeac	69
5.1.14. Poissons progressant jusqu'à l'usine de Monistrol	73
5.1.15. Poissons progressant jusqu'au barrage de Poutès	77
5.1.16. Comportement des saumons au pied du barrage de Poutès	82
5.1.17. Poissons franchissant le seuil de Saint Etienne du Vigan	89
5.1.18. Poissons franchissant le barrage de Naussac II	90
5.1.19. Progression des saumons et dénivelé de l'Allier, Vitesses moyennes de progression.	92
5.2. Sur l'Alagnon	101
5.2.1. Poissons franchissant le radier du Pont SNCF (amont immédiat Saut du Loup)	104
5.2.2. Poissons franchissant le seuil de Grand Pont	105
5.2.3. Poissons franchissant le barrage de Lempdes sur Alagnon	108

5.2.4. Poissons franchissant le barrage de Chambezon	109
5.2.5. Poissons ayant franchi le barrage de Chambezon mais pas le barrage des Trois eaux	113
5.2.6. Poissons franchissant le barrage des Trois eaux	114
5.2.7. Poissons franchissant le barrage de Babory	114
5.2.8. Poissons ayant franchi le barrage de Babory mais pas le barrage Notre Dame	117
5.2.9. Poisson franchissant le barrage Notre Dame (aval Massiac)	118
5.2.10. Poisson franchissant le barrage de Moulin-Grand (amont Massiac)	120
5.2.11. Poisson franchissant le barrage de Courcelles	127
5.2.12. Poisson franchissant le barrage de la prise d'eau des Italiens	128
5.2.13. Poisson franchissant le barrage « Amont Verdier »	130
5.3. Mortalité des poissons	131
5.3.1. Mortalité estivale	131
5.3.2. Dévalaison et mortalité hivernale	137
5.4. Dévalaison post-reproduction	138
5.5. Mortalités et prélèvements	139
5.6. Répartition des saumons entre l'Allier et l'Alagnon, et reproduction sur les deux axes.	140
5.7. Impact des temps de retard sur la mortalité estivale	142
6. Conclusions	144
7. Amélioration de la méthodologie	148

1. CONTEXTE DE L'ETUDE DE RADIOPISTAGE

Cette étude fait suite au suivi de la migration anadrome du saumon atlantique par radiopistage mené en 2006 pour caractériser l'état migratoire de l'axe Loire-Allier depuis la Loire moyenne jusqu'aux zones de frayères (BACH *et al.*, 2008) afin d'évaluer les mesures entreprises dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature II (1994-2006) pour la restauration de la libre circulation des espèces amphihalines. Cette précédente étude, préconisée par les experts du GRISAM (Groupe d'Intérêt Scientifique pour les Amphihalins) à l'issue du Programme Life " Sauvegarde du Grand Saumon de Loire", avait été mise en place par l'association LOGRAMI, à la demande de l'ensemble des partenaires du bassin. Elle a principalement mis en évidence que :

- « la libre circulation en Loire moyenne est désormais rétablie ainsi que sur la plupart du linéaire de l'Allier » ;
- « dans des conditions hydroclimatiques défavorables, des pertes en lignes (mortalités) non négligeables entre la Loire moyenne et l'Allier jusqu'à Vichy mais aussi entre Vichy et les zones de reproduction peuvent être observées notamment pour les individus de fin de migration ».

Cependant, ces conclusions ne sont valables que pour une gamme de débits insuffisante pour conclure de manière globale puisque les poissons suivis furent marqués tardivement (contingent de fin de migration). Ainsi, dans le cadre du nouveau Plan Loire III (2007-2013), pour enrichir et renforcer la représentativité des données recueillies en 2006 une étude radiopistage a de nouveau été confiée à l'association LOGRAMI. L'étude 2009 diffère de celle de 2006 principalement sur 2 points :

- elle se focalise sur la partie de l'axe Allier située en amont de Vichy. Une autre étude, moins lourde à mettre en œuvre, basée sur le principe de détection de marques passives (TIRIS) au niveau de certaines passes à poissons, devrait permettre d'évaluer les pertes en ligne entre la partie aval et Vichy ;
- cette restriction de la zone d'étude permet de piéger en un seul point (Vichy) et donc de répartir l'échantillonnage sur l'ensemble de la période de migration pour être le plus représentatif possible du contingent migrant à Vichy (principale limite de l'étude 2006).

Les principaux objectifs de l'étude 2009 reprennent globalement ceux de 2006 :

- 1) Evaluer globalement la restauration des conditions de migration du saumon atlantique sur l'Allier en amont de Vichy tout en validant ou non l'efficacité de certains dispositifs de franchissement réalisés dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature et en mettant en évidence les points de blocages éventuels.
- 2) Mieux comprendre le déroulement de la migration vers les zones de reproduction et notamment vérifier le caractère exceptionnel ou non des importantes mortalités observées en 2006.

30 saumons ont ainsi été capturés au niveau du piège spécifique installé au niveau de la passe à poissons rive droite du Pont Barrage de Vichy. Les 30 captures ont été réparties sur quasiment toute la période de migration (27 mars – 5 mai). Chaque saumon est équipé de radio-émetteurs basse fréquence sous anesthésie avant d'être relâché dans le milieu naturel. Le comportement des saumons radiomarqués a pu être suivi de deux façons différentes :

- Par l'installation de 11 postes enregistreurs fixes sur 8 ouvrages.
- Par des prospections régulières en voiture et à pied le long des axes suivis, notamment sur les secteurs non pourvus d'enregistreurs fixes. Malheureusement, il est impossible d'équiper l'ensemble des ouvrages d'enregistreurs fixes essentiellement pour des raisons d'absence d'alimentation électrique et de protection du matériel.

Pour répondre aux objectifs initiaux, dans la mesure du possible, le comportement des saumons radiomarqués au droit de chaque ouvrage rencontré a été analysé en fonction des caractéristiques des individus lors de leur capture, de la date de capture et des facteurs hydroclimatiques. De plus, le comportement global lors de la migration (vitesse de déplacement, arrêt, axe emprunté, mortalité) a aussi été analysé en fonction des mêmes paramètres.

Le suivi des saumons était initialement prévu uniquement sur la rivière Allier mais les saumons radiomarqués en ont décidé autrement en empruntant l'Alagnon pour une part importante. Compte tenu des difficultés, voir de l'impossibilité de mettre en place des postes d'enregistrement sur cet axe une fois l'opération débutée, les poissons remontant cette rivière ont donc également été suivis grâce à des prospections régulières, alourdissant fortement l'opération. Ainsi la franchissabilité des ouvrages de l'Alagnon a pu être appréhendée mais moins précisément que ceux de l'Allier car ces ouvrages n'étaient pas équipés de postes récepteurs-enregistreurs fixes (hormis le barrage de Lempdes à 10,5 km de la confluence avec l'Allier).

1.1. L'Allier

La rivière Allier prend sa source à 1485m d'altitude, au pied du Moure de la Gardille (1503m) en Lozère, au sud-est du Massif central (**Figure 1**). Ses principaux affluents sont, de l'amont vers l'aval : le Chapeauroux, l'Alagnon, la Dore et la Sioule. Chacun d'entre eux présente des zones de reproduction potentielle pour le saumon atlantique, mais néanmoins limitée par la présence d'ouvrages qui bloquent la migration (exemple de la Sioule avec le barrage de Queuille totalement infranchissable).

L'Allier se jette ensuite dans la Loire au niveau du bec d'Allier, à environ 421 km de sa source. Elle se décompose selon trois secteurs principaux :

- **Le Haut Allier** caractérisé par une vallée très encaissée (les gorges de l'Allier) entre le plateau basaltique du Devès à l'est et le massif granitique de la Margeride à l'ouest. Sa largeur varie de 10 à 30 m pour une pente de 0,7%. La température moyenne de l'eau est comprise entre 0 et 5°C l'hiver et elle atteint 20°C l'été.

- **L'Allier moyen** où la rivière s'élargit peu à peu, 40 à 80 m. Sa température estivale atteint 21°C en moyenne et dépasse quelques fois les 25°C. L'Allier moyen peut être divisé en deux secteurs :

- D'une part le secteur amont du val d'Allier Brivadois caractérisé par des secteurs de plaines où cultures et pâtures alternent avec les forêts. Cette zone d'environ 70 km (entre Vieille Brioude et Issoire) pour une pente de 0,15% constitue le premier bassin d'effondrement de l'Allier.

- D'autre part, une zone de transition d'Issoire jusqu'à Pont du Château où la rivière redevient encaissée sur 17 km au niveau du horst granitique de Saint-Yvoine. Plus bas, l'Allier rentre progressivement dans le bassin d'effondrement de la Grande Limagne avec une plaine limitée, une pente variant de 0,15 à 0,1% et un tracé très sinueux.

- **L'Allier inférieur** (Allier des plaines) débutant aux alentours de Pont du Château avec une plaine alluviale étendue (2 à 3 km) et très peu pentue (0,07%). Sa largeur est d'environ 100 m, les substrats de galets sont peu à peu remplacés par du sable, sa température estivale atteint régulièrement 22°C et dépasse 26°C en moyenne 10 jours par an (Cuinat, 1988).

Après avoir drainé un bassin versant de 14 310 km², l'Allier rejoint la Loire au bec d'Allier. Le débit moyen annuel en amont du bec d'Allier (pont canal du Guétin) est de 148m³/s (données issues de la Banque Hydro calculées de 1955 à 2006). Le mois de février avec une moyenne de 245m³/s représente les plus hautes eaux en opposition avec le mois d'août (mois d'étiage) avec 48,6m³/s. Le débit journalier maximal récent fut atteint le 6 décembre 2003 avec 1540 m³/s enregistré à Vichy.

L'Allier présente donc un régime hydrologique de type pluvial avec des hautes eaux hivernales et des étiages importants l'été. Néanmoins, des crues automnales très

brutales peuvent se produire, dues aux influences cévenoles et à la faible perméabilité des terrains traversés. La partie aval du bassin peut être affectée par des crues océaniques, hivernales ou printanières, engendrées par des pluies du même nom. Ainsi, les crues de l'Allier peuvent jouer un rôle très important sur celles de la Loire moyenne.

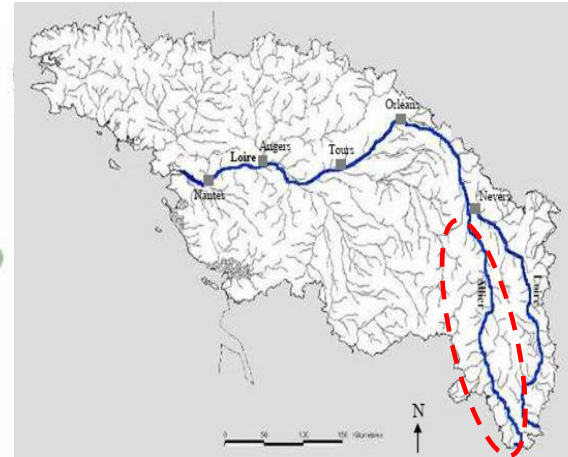
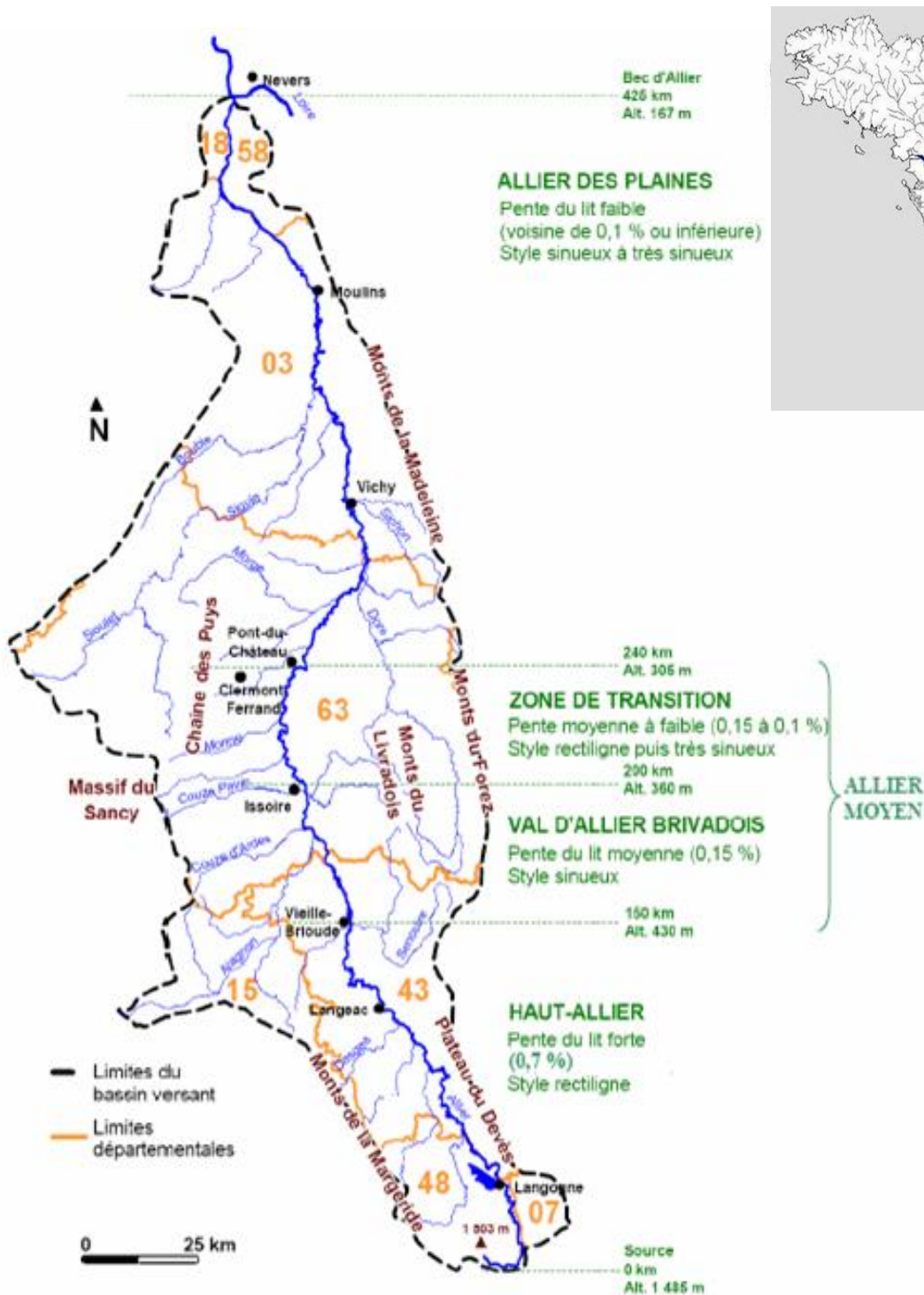


Figure 1: Le bassin de l'Allier (source : CEPA)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

1.2. L'Alagnon

L'Alagnon prend sa source au pied du Puy de Bataillouse dans les monts du Cantal, à une altitude de 1350 m et se jette dans l'Allier au Saut du Loup à une altitude de 350 m (Puy de-Dôme), après avoir parcouru une distance de 86 km. L'Alagnon présente une pente moyenne de 11,1‰, ce qui avoisine des pentes de certains cours d'eau de haute montagne.

L'Alagnon draine un bassin de 1 033 km² et se caractérise par un réseau hydrographique très ramifié.

Ses principaux affluents sont (**Figure 2**) :

- En rive gauche (d'amont en aval) : L'Allanche (30 km), la Sianne (33 km), la Voireuze (12 km), le Bave (22 km) et l'Auze (17 km) ;
- En rive droite (d'amont en aval) : Le Lagnon (14 km), l'Arcueil (38 km), l'Alagnonnette (23 km), la Violette (15 km) et le Benet (9 km).

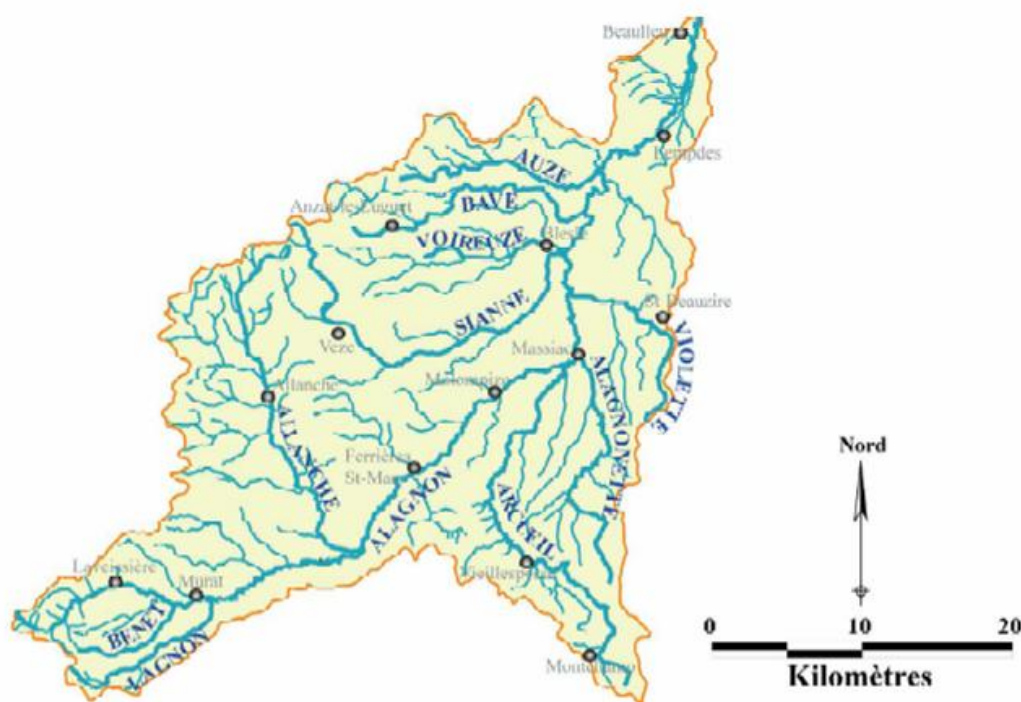


Figure 2: Bassin hydrographique de l'Alagnon (source LEGURUN,2007)

Le climat de tête de bassin est de type montagnard, sous influence atlantique. L'aval du bassin, quant à lui, est dominé par un climat subcontinental sec. En termes de précipitations, le bassin se caractérise par une forte opposition Est/Ouest, liée à la barrière du massif cantalien pour les pluies océaniques (2 000 mm en tête de bassin à 600 mm en aval). Le régime hydrologique de l'Alagnon peut être assimilé à un régime pluvio-nival, avec deux maxima dus aux précipitations d'hiver et à la fonte des neiges du printemps et un minimum en été.

Les roches de l'Alagnon, imperméables, engendrent un transfert des précipitations au cours d'eau très rapide. Le débit de l'Alagnon peut donc varier dans de grandes proportions en fonction de l'intensité des précipitations.

1.3. Etat de l'Axe Loire-Allier

1.3.1. Expertise migratoire de l'axe Loire Allier

Une expertise de l'axe Loire-Allier et des conditions de migration du saumon a été réalisée en 2005 (Steinbach, 2005). L'impact des obstacles a été évalué en termes de possibilité de franchissement et de retard migratoire à la montaison. Leur franchissabilité est évaluée à dire d'expert, vis-à-vis des exigences migratoires pour le saumon.

Le bilan de l'expertise de chaque obstacle est indiqué suivant 6 classes de franchissabilité, depuis l'absence d'obstacle (classe 0) jusqu'à l'ouvrage totalement infranchissable (classe 5), suivant les critères de la grille présentée dans le **Tableau 1**.

Les classes de franchissabilité sont indiquées, à dire d'expert, à partir des mesures de chute, de l'observation des conditions hydrauliques au droit des obstacles, à l'intérieur des voies de franchissement disponibles et dans les veines d'eau attractives (vitesse, lame d'eau, agitation, rugosité ...). L'évaluation repose également sur l'expérience acquise par l'observateur en matière d'étude comportementale des poissons migrateurs (radiopistage) et de conception de dispositifs de franchissement (passes à poissons).

classe	qualification	critères de base	équivalence avec dispositif de franchissement
0	absence d'obstacle	ouvrage ruiné, effacé ou sans impact	
1	obstacle franchissable sans difficulté apparente	la libre circulation du poisson est assurée à tout niveau de débit dans des conditions de température permettant la migration	dispositif de franchissement efficace
2	obstacle franchissable mais avec risque de retard	l'ouvrage a un impact en situation hydraulique limitante ou en conditions thermiques défavorables	dispositif de franchissement relativement efficace, mais insuffisant pour éviter les retards migratoires
3	obstacle difficilement franchissable	l'impact de l'ouvrage est important dans des conditions moyennes (module et températures favorables)	dispositif de franchissement insuffisant
4	obstacle très difficilement franchissable	l'impact de l'ouvrage est tel que le passage du poisson n'est possible qu'en situation exceptionnelle (hydraulicité supérieure à 2 ou 3, par rapport à la valeur du module inter-annuel)	dispositif de franchissement très insuffisant
5	obstacle infranchissable	l'ouvrage est étanche pour la circulation du poisson, y compris en période de crue	

Tableau 1: Grille d'évaluation des obstacles à la montaison en 6 classes de franchissabilité (Source ONEMA)

1.3.2. Etat de l'axe Allier amont Vichy

Après une lente dégradation de la transparence migratoire de l'axe principal du réseau ligérien entre 1970 et 1995, nous assistons aujourd'hui à un rétablissement très significatif des conditions de libre circulation piscicole en Loire Moyenne. La restauration complète de l'axe central du réseau s'est achevée en 2004 avec l'effacement du barrage de Blois, 1^{er} ouvrage bloquant depuis la mer et situé à l'aval de St Laurent des Eaux. (Steinbach, 2005).

Avec un linéaire de près de 1000 km accessible au saumon depuis la mer, l'axe Loire-Allier est l'un des systèmes fluviaux le plus long pour une migration de reproduction. Pour atteindre les zones potentielles de fraie, le saumon atlantique doit parcourir au minimum 765 km (amont d'Issoire).

Pour atteindre l'amont de Langeac où se situent les frayères présumées être les plus productives de l'Allier, les poissons doivent parcourir 80 km de plus et franchir six

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

barrages ou obstacles. La longueur de l'axe est une des principales difficultés pour le saumon atlantique mais constitue également une des caractéristiques majeures du réseau Ligérien.

17 obstacles (Figure 3 et Annexe 1), barrages ou seuils, équipés pour la plupart de dispositifs de franchissement, jalonnent actuellement l'axe de migration des saumons depuis Vichy dans l'Allier jusqu'au seuil de Luc en Lozère (un obstacle tous les 16 km en moyenne). Il s'agit principalement de seuils de prises d'eau pour des centrales hydroélectriques, de barrages de loisirs et de seuils de ponts apparus par creusement du lit ou réalisés pour la protection de l'ouvrage. Tous les obstacles ont une chute à l'étiage inférieure à 3m excepté le barrage de Poutès (16m).

Les caractéristiques des ouvrages de l'axe Allier en amont de Vichy sont présentées dans le tableau 1.

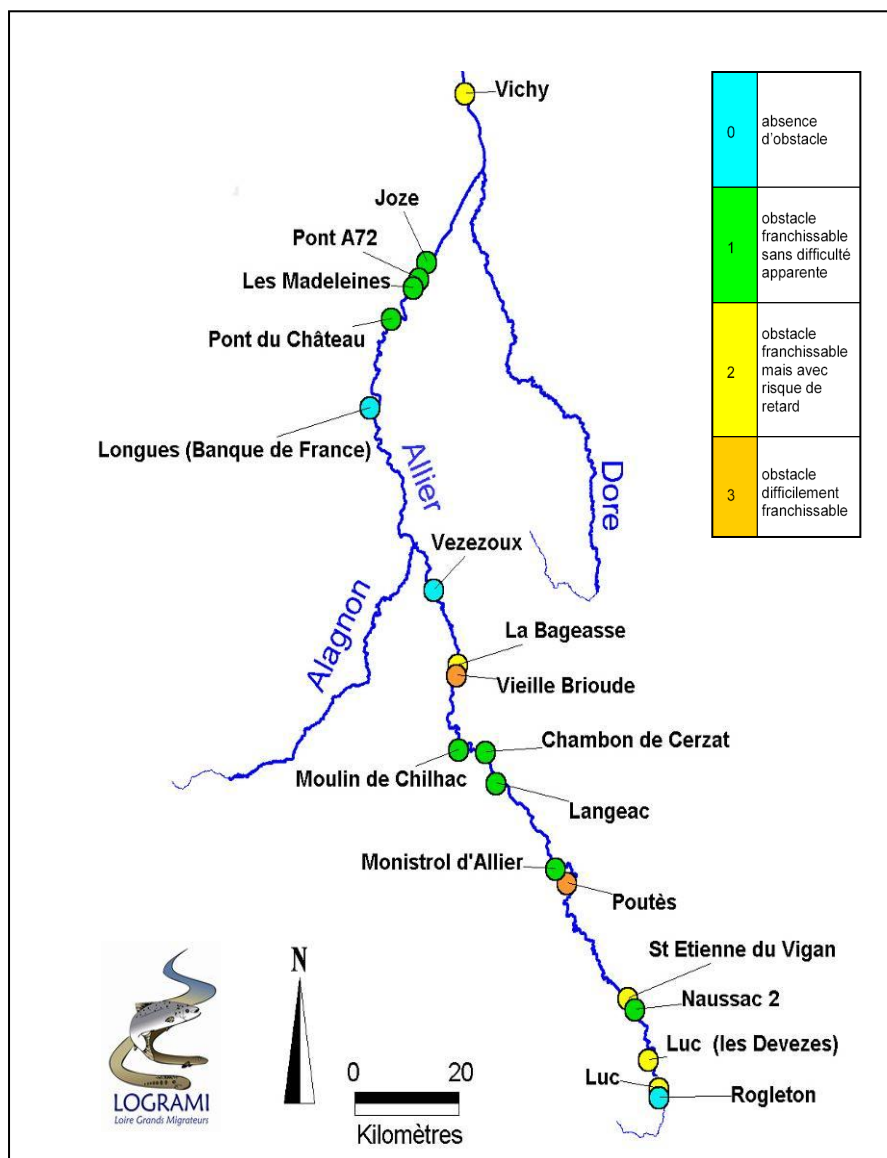


Figure 3 : Répartition et franchissabilité des ouvrages sur l'Allier en amont de Vichy (d'après Steinbach, 2005)

1.3.3. Etat de l'axe Alagnon

28 obstacles pénalisants (Figure 4 et Annexe 2), barrages ou seuils, jalonnent actuellement l'axe de migration des saumons depuis la confluence avec l'Allier (Saut du Loup) jusqu'à Laveissière (un obstacle tous les 3 km en moyenne). Il s'agit

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

principalement de seuils de prises d'eau pour des centrales hydroélectriques, de barrages de loisirs et de seuils de ponts apparus par creusement du lit ou réalisés pour la protection de l'ouvrage. Tous les obstacles ont une chute à l'étiage inférieure à 3m excepté le barrage de Chambezou (4,5m). Les conditions de migration se sont grandement améliorées ces dernières années avec l'équipement ou l'arasement de certains ouvrages situés sur la partie aval de l'axe dans le cadre du contrat de rivière Alagnon (radier du pont SNCF du Saut du Loup, Beaulieu, Grand Pont, Chambezou, Notre-Dame...).

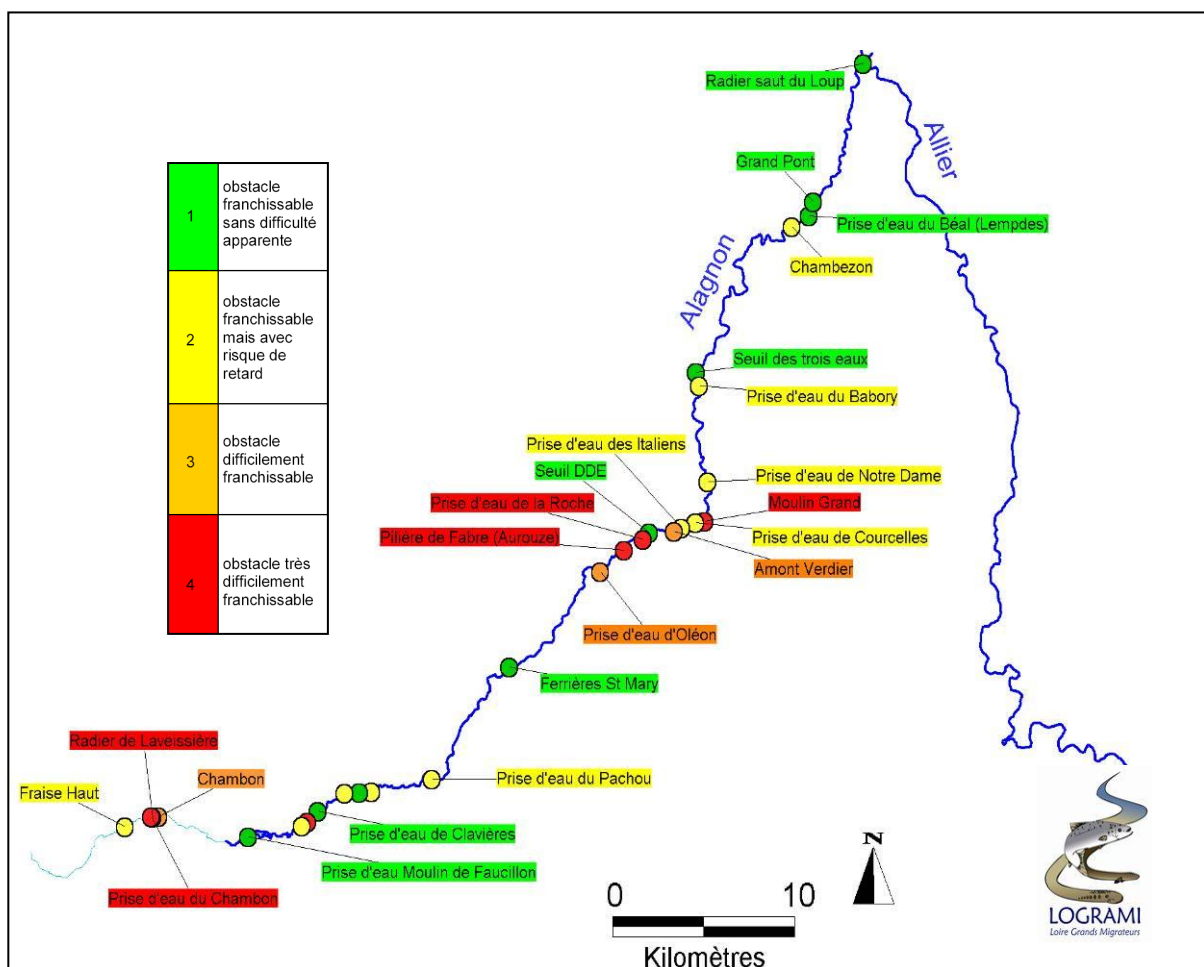


Figure 4 : Répartition et franchissabilité des ouvrages sur l'Alagnon (d'après Steinbach 2005 et Dir6 ONEMA 2007)

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Généralités

Afin d'étudier le comportement du saumon lors de sa migration anadrome, la méthode retenue est la technique du radiopistage. Cette technique permet de mesurer à distance et de façon continue des variables comportementales d'individus radiomarqués évoluant librement dans leur milieu. Elle repose sur la détection de signaux pulsés dont la fréquence est choisie dans des gammes de longueurs d'ondes hors de la sensibilité auditive des animaux afin d'éviter de perturber leur comportement. Un émetteur muni d'une batterie est intubé dans l'estomac de l'animal sous anesthésie. Le signal émis sous la forme d'ondes électromagnétiques, est détecté par une station réceptrice connectée à une antenne. Les individus marqués peuvent être identifiés grâce à des fréquences

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

d'émissions différentes (BARAS et LAGARDERE, 1995). Le radiopistage permet un suivi en continu des mouvements des poissons et de leur activité (GHAAPPE, 2002).

2.2. Période de piégeage

La campagne de piégeage, réalisée sur la passe à poissons de Vichy a débuté le 27 mars et s'est achevée le 05 mai (39 jours). Les captures se sont échelonnées durant toute la période de migration afin d'avoir un échantillon représentatif de la population migrante. Ainsi, les comportements des poissons de chaque semaine de marquage pourront être généralisés à la fraction de la population correspondante (théorie de l'échantillonnage).

A noter, qu'une alternance des semaines de captures a été réalisée avec le Conservatoire National du Saumon Sauvage pour le piégeage de géniteurs destinés au repeuplement de l'Allier en jeunes saumons (semaine paire : piégeage LOGRAMI / semaine impaire : piégeage CNSS).

2.3. Piégeage des poissons

Une autorisation de captures à des fins scientifiques a été délivrée par la DDT 03.

Le dispositif de capture sur la rivière Allier est localisé à Vichy (03). Le principe consiste à utiliser un piège installé à la sortie de la passe à poissons située en rive droite du pont barrage. Les migrateurs, qui sont obligés d'emprunter la passe pour pouvoir franchir l'obstacle, se retrouvent ainsi piégés dans la cage (**Figure 5**), qui peut ensuite être soulevée à l'aide d'un palan électrique puis manœuvrée manuellement par les opérateurs grâce à une potence.



**Figure 5 : La cage en place à la sortie de la passe
(Source LOGRAMI)**

Une trappe de décharge permet le transfert des poissons du piège vers un bac de « stabulation » d'une structure dite de manipulation et de marquage (**Figure 6**). Cette structure composée de deux bassins permet de maintenir les poissons avec un minimum de stress pour pouvoir les marquer dans les meilleures conditions. Le bac est ensuite recouvert d'une grande bâche noire pour maintenir les saumons dans l'obscurité (effet calmant). Le passage des poissons de l'eau claire (bac de stabulation de 400 l + 300 l issus de la vidange de la cage) au bain anesthésiant (350 l) se fait par un couloir de transit en utilisant successivement deux portes coulissantes. Ce passage des poissons se fait, dans la mesure du possible, de manière volontaire afin d'éviter les manipulations extérieures jusqu'à l'anesthésie.

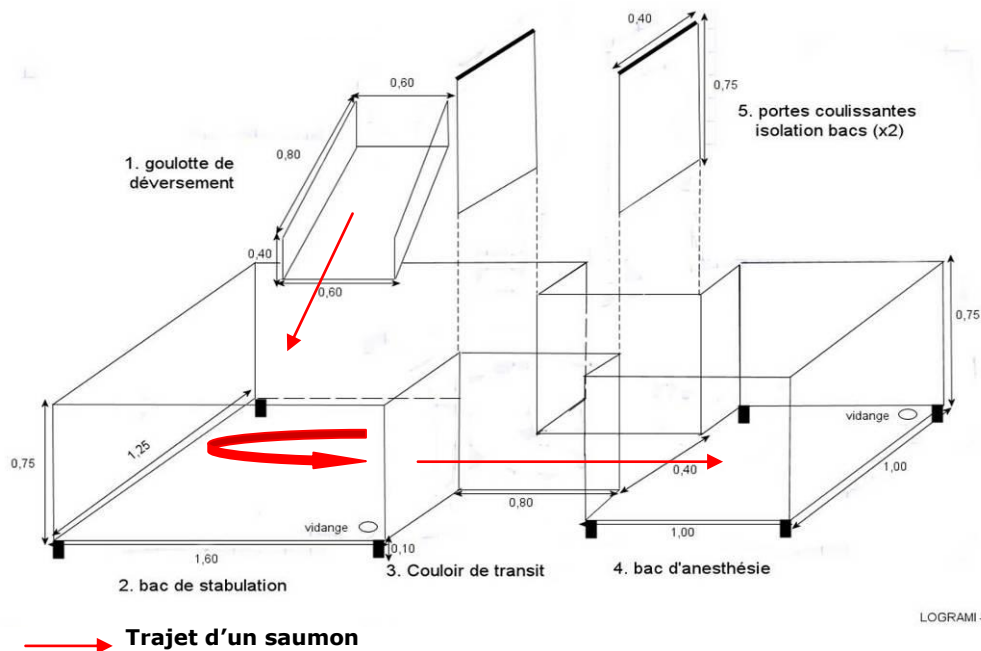


Figure 6 : Structure de manipulation pour le marquage à Vichy (Source LOGRAMI)

Remarque: La station de comptage située juste en aval du piège permet de réaliser chaque année un suivi quantitatif des différentes populations piscicoles qui empruntent le passe à poissons. De cette façon, la présence de saumon dans le piège est contrôlée visuellement et à l'aide des enregistrements vidéo de la station de comptage.

2.4. Marquage des poissons

Les techniciens en charge de l'opération procèdent au marquage du poisson en suivant un protocole précis.

Pour pouvoir être marqué, le poisson est endormi dans un bain anesthésiant en utilisant une solution à base d'huile de clou de girofle (3 à 4 cc pour 10 l) dilué dans l'eau. Lorsque le poisson est endormi, la longueur totale, la longueur à la fourche et la longueur du maxillaire supérieur (sexage :

Figure 7) sont relevées. Il est ensuite photographié, sa robe est minutieusement parcourue afin de relever d'éventuelles blessures et l'absence d'adipose est notée. Des prélèvements d'écailles (détermination de l'âge) ainsi que de tissus biologiques (nageoire pelvienne : ces tissus sont utilisés dans le cadre d'une étude génétique sur les saumons de Loire-Allier) sont également réalisés.

Figure 7: Mesure de la mâchoire au pied à coulisse (Source LOGRAMI)



Le marquage dit intra gastrique consiste à introduire un émetteur (**Figure 8**) dans la bouche du poisson, poussé ensuite dans sa cavité stomacale à l'aide de deux tubes pousseurs en plastique. L'antenne qui ressort de la bouche est repliée lorsqu'elle est trop longue puis passée sous un opercule et coincé dans sa commissure afin qu'elle se tienne rabattue sur le flanc du poisson pour ne pas le gêner lors de ses déplacements.

D'après STASKO et PINCOCK (1977), cette méthode, utilisée sur des poissons anesthésiés, s'avère être le système de marquage le moins traumatisant. Elle peut être employée sans difficulté chez le saumon qui cesse de se nourrir dès son arrivée en eau.

douce. De plus, son estomac qui se rétracte au cours de sa remontée, permet un maintien efficace de l'émetteur si celui-ci n'a pas été régurgité juste après marquage.

Figure 8 : Introduction de l'émetteur (Source LOGRAMI)



Enfin, lorsque certains poissons présentent des blessures importantes, un antibiotique local (Auréomycine) est appliqué sur les plaies.

Une fois le marquage terminé, le poisson est placé dans un bac de réveil obscur et oxygéné durant (15 à 60 minutes selon son comportement puis il est relâché sur son lieu de capture. Cette étape consiste à ouvrir la trappe amont du bac de réveil pour le laisser reprendre volontairement sa migration et lui éviter une dévalaison par la passe.

2.5. Matériel de radiopistage utilisé

2.5.1. Les émetteurs

Les émetteurs utilisés, de marque ATS (Advanced Telemetry System), ont été choisis dans une gamme de fréquences comprise entre 48 et 49,9 MHz (**Figure 9**). Les fréquences d'émission diffèrent entre elles d'environ 10 MHz et leur autonomie, autour de 430 jours, permet de couvrir toute la durée de l'étude. Ils mesurent 50 mm de long pour un diamètre de 19 mm et un poids de 24 g ce qui représente moins de 1 % du poids du poisson radiomarké. D'après BARAS et PHILIPPART (1989), ce pourcentage est tout à fait acceptable car aucune réduction significative de flottabilité n'est observée lorsque le poids du dispositif de marquage ne dépasse pas 2 % du poids de l'animal. Leur antenne est recouverte d'une gaine plastique et mesure environ 30 cm.

Figure 9 : Emetteur (Source LOGRAMI)



Sur ces émetteurs, une option mortalité a été choisie : lorsque celui-ci reste immobile pendant plus de 6 heures, le rythme d'émission se met à doubler, passant de 55 signaux par minute (ppm : pulse par minute) à 110 ppm. Si le poisson est mort et immobile, cette option permet approximativement d'en obtenir la date et s'il est rapidement retrouvé, son état sanitaire peut être examiné pour éventuellement déterminer les causes de la mort.

2.5.2. Les récepteurs

Les récepteurs utilisés sont de marque ATS (**Figure 10**), modèle 2100 pour le suivi mobile et modèle 2100 et 4500S pour le suivi sur poste fixe. Ils sont programmables et disposent d'un scanner automatique avec mémorisation et défilement automatique des fréquences. La durée d'écoute pour chaque fréquence est réglable, de 2 secondes à 16 minutes. Ces récepteurs nécessitent une antenne pour recevoir le signal des émetteurs. Ils peuvent être utilisés seuls pour une recherche manuelle ou bien couplés à un enregistreur pour le suivi d'un site en continu.

Figure 10: Récepteur ATS (Source LOGRAMI)



Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

2.5.3. Les antennes

Les différents types d'antennes de réception utilisés peuvent être réparties en deux groupes :

- **Les antennes aériennes**, parmi lesquelles l'antenne fouet de 1 m, l'antenne boucle portable ¼ 40x40 cm et l'antenne filaire en câble coaxial. Elles sont respectivement utilisées pour des repérages rapides en voiture délimitant une vaste zone de réception, pour des localisations réalisées manuellement ou en continu sur poste fixe et pour des repérages en avion. **L'antenne fouet (Figure 11 A)** se fixe magnétiquement sur le toit de la voiture et sa portée varie entre 500 m et 1 kilomètre en fonction de la topographie et des caractéristiques du milieu. **L'antenne boucle (Figure 11 B)** est utilisée sur tous les postes fixes mais aussi pour les localisations précises à pied.

- **Les antennes immergées** correspondent à des petites boucles (**Figure 11 C**) en câble coaxial. Les boucles immergées sont utilisées manuellement pour retrouver un poisson mort ou un émetteur régurgité. Elles permettent aussi de localiser avec une grande précision la présence d'un poisson dans une passe. Les antennes filaires (câble coaxiale dénudé) peuvent être reliées à un poste fixe pour couvrir des zones très restreintes (ex : bassin de passe à poissons).

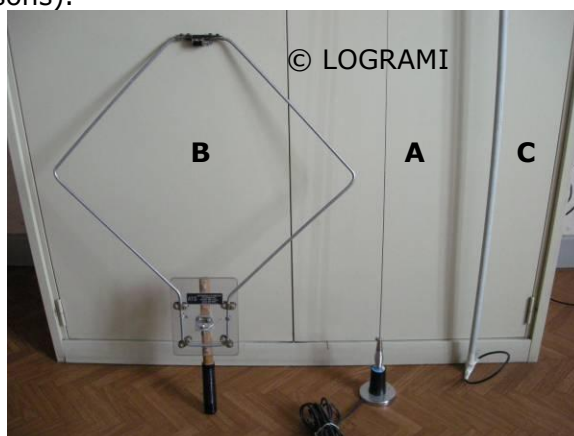


Figure 11: Types d'antennes de réception (Source LOGRAMI)

2.5.4. Suivis des déplacements des poissons radiomarqués

Le suivi des individus marqués se fait en se référant au temps universel (TU) qui correspond à l'heure solaire.

2.5.4.1. Suivi sur poste fixe

Il consiste à équiper des sites susceptibles de représenter un obstacle à la migration du saumon. Afin de connaître l'efficacité d'un dispositif de franchissement ou pour quantifier précisément le retard provoqué par l'ouvrage, il est indispensable de suivre en continu la zone considérée. Le matériel utilisé est un récepteur ATS 2100 relié à un enregistreur automatique (ATS DCC modèle D5041) ou l'un des derniers modèles de récepteur-enregistreur type 4500S (**Figure 12**). Ces postes vont scanner l'ensemble des fréquences programmées au préalable et le temps de scan, généralement fixé à 4 secondes, est réglé en fonction des caractéristiques du site et du nombre de poissons recherchés.

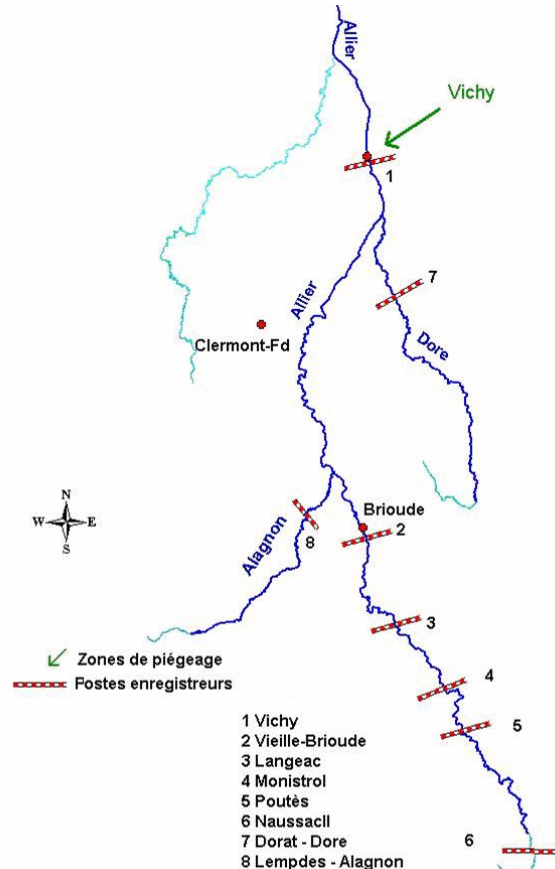
Figure 12: Dispositif poste fixe : couplage récepteur/enregistreur (Source LOGRAMI)



8 sites ont été équipés pour l'étude (Figure 13 et Tableau 2). 9 postes permettent de suivre le comportement des saumons au droit de 6 barrages sur l'Allier (Vichy, Vieille Brioude, Langeac, Monistrol, Poutès et Naussac) tandis que 2 autres sont installés de façon stratégique sur les 2 principaux affluents de l'Allier (l'Alagnon et la Dore).

Lorsqu'un poisson entre dans la zone de réception, un signal est détecté et l'enregistreur mémorise la fréquence concernée en ajoutant la date, l'heure (TU), le nombre de pulsations reçues et la puissance du signal. Ces informations seront ensuite extraites avec un ordinateur puis analysées.

Figure 13: Disposition des postes d'enregistrement sur le bassin de l'Allier (Source LOGRAMI)



Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Tableau 3 : Caractéristiques des sites équipés de poste fixe sur l'Allier et ses affluents (Source LOGRAMI)

Site	RIVIERE	MATERIEL INSTALLE	ZONES DE RECEPTION ET INTERPRETATIONS
Pont barrage de Vichy	Allier	1 récepteur ATS 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne boucle, 1 sonde température	Présence générale sur le site, départ du poisson ou dévalaison.
Pont de Dorat	Dore	1 récepteur-enregistreur 4500S, 1 antenne boucle	Engagement des saumons sur cet axe
Barrage de Lempdes	Alagnon	1 récepteur ATS 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne boucle, 1 sonde température	Engagement des saumons sur cet axe
Vieille-Brioude (usine)	Allier	1 récepteur ATS 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne boucle, 1 sonde température	Venu des saumons dans le canal de fuite de l'usine (surveillance pied des turbines)
Vieille-Brioude (barrage)	Allier	1 récepteur-enregistreur 4500S, 1 antenne boucle	Présence générale sur le site notamment au niveau du chenal de contournement de la passe et environ 200 m en amont.
Langeac (usine)	Allier	1 récepteur 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne immergée	Venu des saumons dans le canal de fuite de l'usine (surveillance pied des turbines)
Langeac (barrage)	Allier	1 récepteur-enregistreur 4500S, 1 antenne boucle	Présence générale sur le site jusqu'à 150 m en aval du barrage (problème de puissance et possibilité de mise en place du matériel)
Monistrol	Allier	1 récepteur ATS 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne boucle, 1 sonde température	Arrivée et départ des poissons au pied des turbines de l'usine.
Poutès (barrage)	Allier	1 récepteur 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne boucle, 1 sonde température	Présence au pied du barrage
Poutès (passe à poissons)	Allier	1 récepteur-enregistreur 4500S, 1 antenne immergée	Suivi de la progression des saumons dans la passe à poissons.
Barrage de Naussac II	Allier	1 récepteur 2100, 1 enregistreur D5041, 1 antenne boucle	Présence générale sur le site en aval de la passe RD et dans le canal de prise d'eau.

2.5.4.2. *Suivi mobile*

Dans un premier temps, le suivi se réalise en voiture avec un récepteur relié à une antenne fouet. Il permet une recherche rapide des poissons en parcourant en voiture les bords du cours d'eau dans lequel le poisson est recherché.

Puis à pied en utilisant la méthode de biangulation (**Figure 14** et **Figure 15**) avec une antenne boucle aérienne reliée au récepteur ou avec une antenne boucle immergée pour une localisation plus précise.



Figure 14: Localisation par biangulation (Source LOGRAMI)

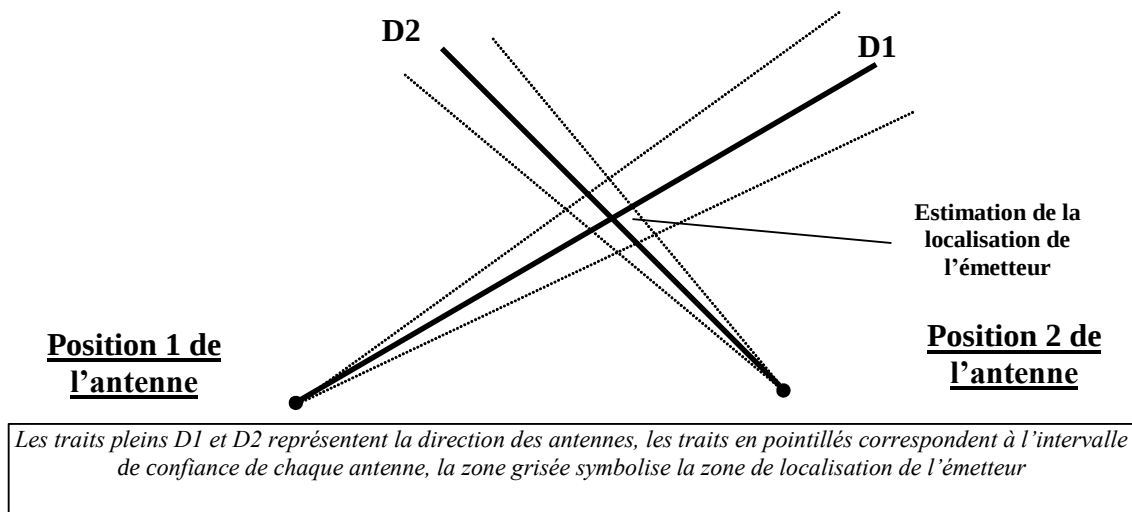


Figure 15 : Principe de localisation par biangulation lors d'une recherche mobile (Source LOGRAMI)

Il arrive aussi que le signal soit perturbé (phénomène d'écho) ou bloqué. Sa propagation peut être atténuée par des obstacles de nature diverse susceptibles d'empêcher sa diffusion correcte. La réception de parasites générés par différentes sources telles que les lignes haute tension est aussi un élément qui peut étouffer totalement le signal émis par l'émetteur.

2.5.4.3. Saisie des données et exploitations

Pour chaque saumon marqué, une fiche de suivi (fiche de progression) comprenant notamment les champs date-heure et localisation est renseignée dans un tableur tout au long de l'étude.

Ainsi lorsqu'un saumon est localisé par suivi mobile, sa position le long de l'axe (point kilométrique) est relevée. L'ensemble des couples « date heure / point kilométrique » permet ensuite de calculer des vitesses de migration ou des durées de blocages.

Les données issues des enregistreurs (postes fixes) sont elles aussi intégrées dans cette fiche. Lorsqu'un saumon est détecté au niveau d'un obstacle par un poste fixe, on renseigne le début et la fin de détection.

Lorsqu'un saumon est suivi au niveau d'un obstacle dépourvu de poste fixe, deux cas se présentent :

- Si plusieurs localisations sont faites au droit d'un obstacle le blocage minimal correspond à la différence entre la première et la dernière localisation au pied de l'ouvrage.
- Sinon, une durée maximale de blocage est estimée et correspond :
 1. Soit si le poisson est localisé juste en aval de l'ouvrage : à la différence entre la première localisation en aval de l'ouvrage et la première localisation à l'amont. (déduction faite de la durée nécessaire pour parcourir la distance entre les deux points de localisations, déduction réalisée à partir d'une vitesse de progression moyenne : 0,5 km/heure).

2. Soit si le poisson n'est pas localisé juste en aval de l'ouvrage : à la différence entre la dernière localisation plus en aval de l'ouvrage et la première localisation à l'amont. (déduction faite de la durée nécessaire pour parcourir la distance entre les deux points de localisations, déduction réalisée à partir d'une vitesse de progression moyenne : 0,5 km/heure).

Le suivi mobile permet d'étudier les diverses caractéristiques de la de migration telles que :

- Les voies de migration empruntées et les réactions face aux obstacles car la technique de biangulation permet de suivre le poisson avec une précision de l'ordre d'une dizaine de mètres environ (ralentissement, contournement de l'obstacle, recherche de l'entrée des passes à poissons et période choisie pour les emprunter...).
- Les vitesses de migration, calculées en faisant régulièrement des localisations précises.
- Les secteurs sur lesquels certains saumons peuvent rester pendant une période d'une durée variable. Cet élément s'avère important en période d'arrêt estival, en raison des températures élevées et de l'hydrologie faible.
- Les données de mortalité ou de régurgitation fournies par l'émetteur lorsque celui-ci passe en double bip.

3. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE L'ETUDE

La migration anadrome des saumons vers les frayères est influencée par plusieurs paramètres environnementaux. Parmi ceux-ci, les facteurs température de l'eau et débit de la rivière jouent un rôle important. Ces deux paramètres ont donc été mesurés, à différents points du bassin, afin de définir les conditions de migrations des géniteurs lors de leurs déplacements vers les zones de reproduction.

3.1. Les débits

Les débits peuvent avoir une influence sur le franchissement de certains ouvrages. Ils peuvent rendre plus ou moins attractifs les bras court-circuités et ils peuvent influencer sur l'attractivité des dispositifs de franchissements notamment les passes à ralentisseurs, en limitant leur débit d'alimentation ou en masquant leur entrée lors de déversements importants à proximité de la passe (CHANSEAU et LARINIER, 1999). Ces débits peuvent également influencer sur les vitesses de progression des poissons.

Les débits moyens journaliers du bassin de la Loire sont fournis par la banque nationale de données sur l'hydrométrie et l'hydrologie (www.hydro.eaufrance.fr).

3.1.1. L'Allier

Durant les 4 premiers mois de l'année 2009, les débits moyens mensuels de l'Allier à Vichy (station de StYorre) sont globalement similaires aux écoulements de référence calculés sur une période de 42 ans avec des valeurs supérieures au module de la rivière ($100 \text{ m}^3/\text{s}$) (**Figure 16**). Au cours de cette période, deux épisodes de crue sont à signaler. La première survient fin janvier (25 janvier 2009) et atteint un débit moyen journalier maximal de $348 \text{ m}^3/\text{s}$. Suite à cet épisode qui se termine fin février, les débits chutent progressivement jusqu'à des valeurs avoisinant le module de la rivière. A partir du 13 avril, les débits réaugmentent et restent supérieurs aux moyennes mensuelles de référence (sauf pendant une courte période de baisse des débits). Un pic de crue est enregistré le 27 avril pour un débit de $391 \text{ m}^3/\text{s}$.

Enfin, pour les huit derniers mois de l'année, les débits moyens mensuels restent inférieurs aux écoulements de référence avec des débits journaliers bien en dessous du module et des débits moyens mensuels de la rivière.

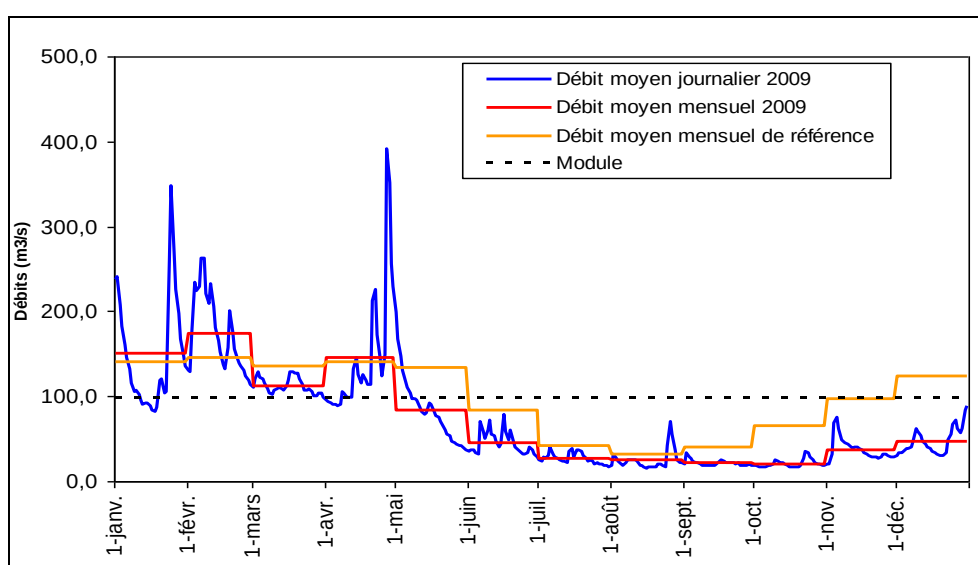


Figure 16 : Débits journaliers et mensuels d'Allier à St Yorre en 2009

Sur le haut du bassin de l'Allier, à la station de Prades, les débits journaliers ont été globalement supérieurs aux moyennes mensuelles de référence entre février et avril (**Figure 17**). Les débits estivaux sont conformes aux débits mensuels de référence. Ensuite, les écoulements de l'Allier jusqu'à la fin de l'année sont faibles excepté lors d'un "coup d'eau" fin octobre.

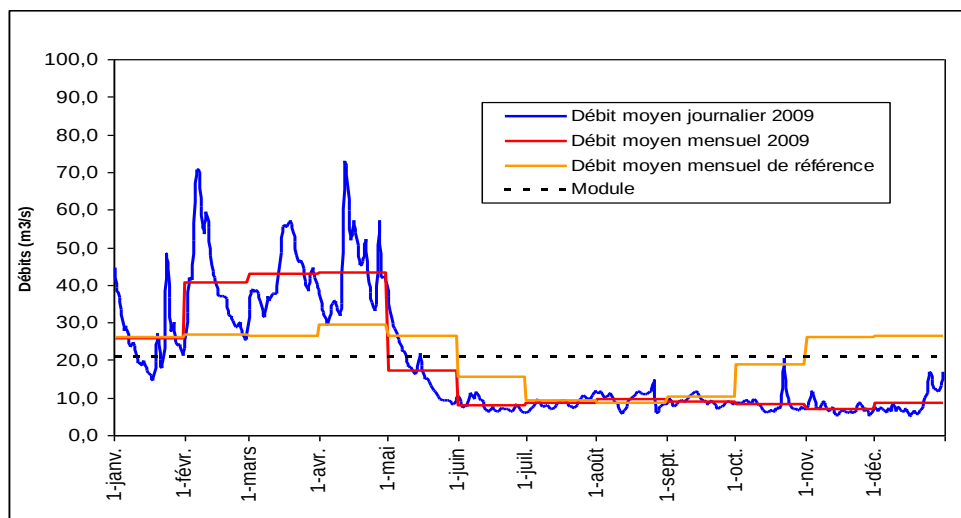


Figure 17 : Débits journaliers et mensuels d'Allier à Prades en 2009

3.1.2. La Dore

En 2009, les débits mensuels de la Dore à la station de Dorat (aval du bassin) sont globalement inférieurs aux références mensuelles (**Figure 18**). Seuls les débits moyens des mois de février et août sont en dessus des moyennes mensuelles de référence. Trois pics de crue sont notées au cours de l'année : 62,3 m³/s le 7 février, 54,9 m³/s le 27 avril et 38,5 m³/s le 25 août. Hormis lors de ces trois crues ou fortes augmentations de débits, les débits journaliers de la Dore restent tout de même globalement inférieurs aux écoulements de référence avec des valeurs inférieures au module de la rivière (21 m³/s). Ces conditions de débit ont rendu la Dore peu attractive pour les saumons remontant dans l'Allier.

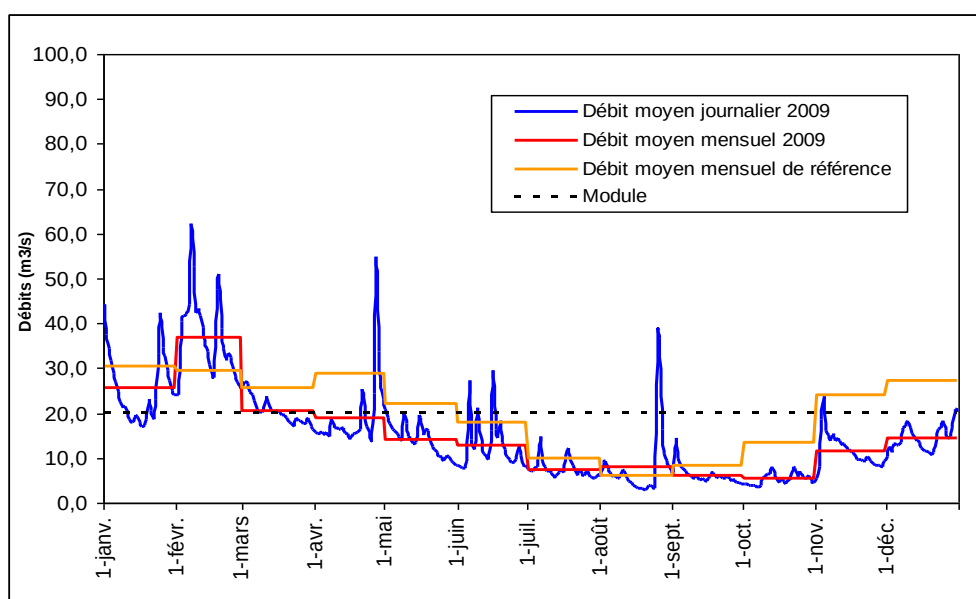


Figure 18 : Débits journaliers et mensuels de la Dore à Dorat en 2009

3.1.3. L'Alagnon

Durant les quatre premiers mois de l'année 2009, les débits mensuels de l'Alagnon enregistrés à la station de Lempdes sur Alagnon sont globalement supérieurs aux débits moyens de référence (hormis lors du mois de mars) (**Figure 19**). Un épisode de crue a eu lieu le 25 janvier avec un débit atteignant les 67 m³/s. Un autre épisode est constaté fin avril (92 m³/s au 27 avril avec pic de crue horaire de 125 m³/s). Ce fort épisode de la fin du mois d'avril a probablement joué un rôle essentiel dans l'attractivité de ce cours d'eau pour les saumons s'engageant sur l'Alagnon.

Pour les mois suivants, les débits de l'Alagnon sont globalement inférieurs aux écoulements de référence avec des valeurs inférieures au module de la rivière (12 m³/s). Deux pics de crue sont notés au cours des mois de novembre et décembre. Le plus élevé survient le 4 novembre et atteint 27,8 m³/s à Lempdes (pic de crue horaire 34 m³/s).

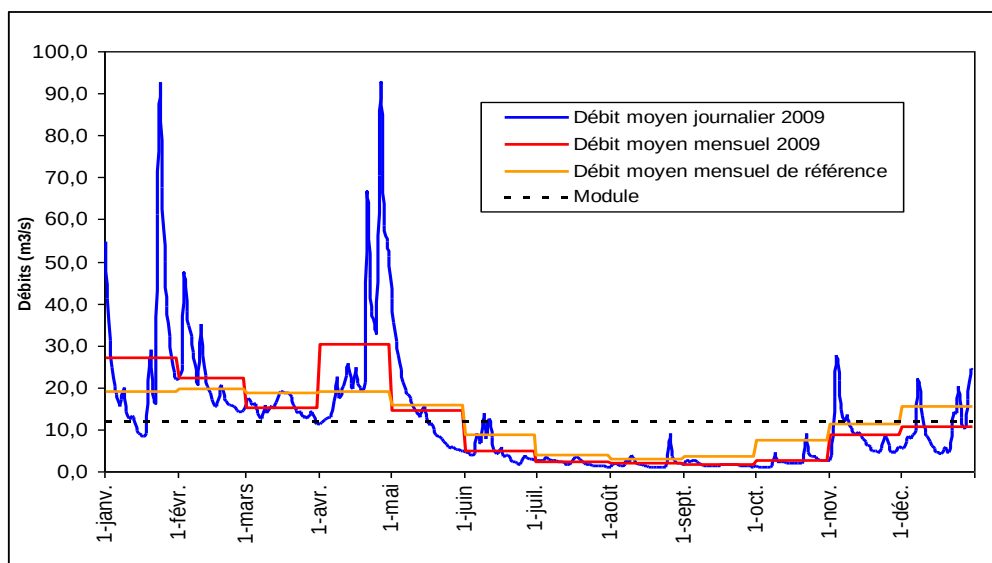


Figure 19 : Débits journaliers et mensuels d'Alagnon à Lempdes sur Alagnon en 2009

3.2. La température

Les études de G. THIOULOUSE en 1972, ainsi que les premières études de radiopistage en Loire (BARIL et GUENEAU, 1986) ont montré que l'activité migratoire des saumons était corrélée d'une manière générale à la température de l'eau :

- pour des températures inférieures à 2 ou 3 °C : Peu ou pas de remontée
- de 3 à 6 °C : montées lentes, capacités de déplacement limitées
- de 9 à 17 °C : activité migratoire intense
- de 18 à 20 °C : montées hésitantes
- températures supérieures à 20 °C : pas de montées

Enfin, la température létale pour le saumon atlantique est de 25°C (ELLIOT, 1981 ; COHENDET, 1993) et il résiste moins bien que la truite aux fortes températures prolongées (FRY, 1971).

La température de l'eau est enregistrée toutes les heures à l'aide de cinq sondes thermiques au niveau de Vichy, Vieille Brioude, Monistrol et Poutès sur l'Allier et de Lempdes sur l'Alagnon. La mesure des températures est effective toute l'année aux stations de Vichy, Monistrol et Poutès mais seulement à partir du 6 mars pour Vieille Brioude et à partir du 20 mai pour Lempdes sur l'Alagnon.

Les températures instantanées de l'eau relevées à Vichy (**Figure 20**) sont comprises entre 0,2 °C (le 9 janvier) et 26,3 °C (le 19 août). La fin de la phase printanière voit une

augmentation progressive des valeurs thermiques en dépassant le seuil des 22 °C à la fin du mois de mai. Cependant, une légère baisse de la température est observée au début du mois de juin. Cette dernière se produit simultanément à une petite augmentation des débits. Par la suite, le niveau thermique fluctue entre 20 et 26 °C jusqu'à la mi août. Enfin, un changement de tendance est observé à partir du 26 août. Les températures chutes progressivement puis rapidement pour atteindre un seuil de 9 °C le 20 octobre.

L'étendue des valeurs thermiques journalières obtenue au niveau de Vieille Brioude varie de 23,06 °C mi juillet à 0,55 °C fin décembre (**Figure 20**). Globalement, le suivi thermique de l'Allier à cet endroit (du 6 mars au 31 décembre) a mis en évidence des valeurs inférieures de 0,2 à 5,3 °C aux moyennes journalières de l'Allier à Vichy.

Les valeurs journalières de températures relevées dans le Vieil Allier en amont de Monistrol varient de 22,3 °C le 4 juillet à 0,11 °C le 12 janvier (**Figure 20**). Sur la période 6 mars – 31 décembre pour laquelle nous possédons également des données de température à Vieille Brioude, nous notons une température plus fraîche de 0,5 °C dans le Vieil Allier qu'à Vieille Brioude (13,04 °C et 13,51 °C)

Les températures moyennes journalières de l'Alagnon sont plus faibles que sur l'Allier (**Figure 1 et Tableau 4**). Elles oscillent entre 22,2 °C (le 4 juillet) et 0,14 °C (le 19 décembre). Cependant, l'évolution des températures reste similaire à celle de l'Allier.

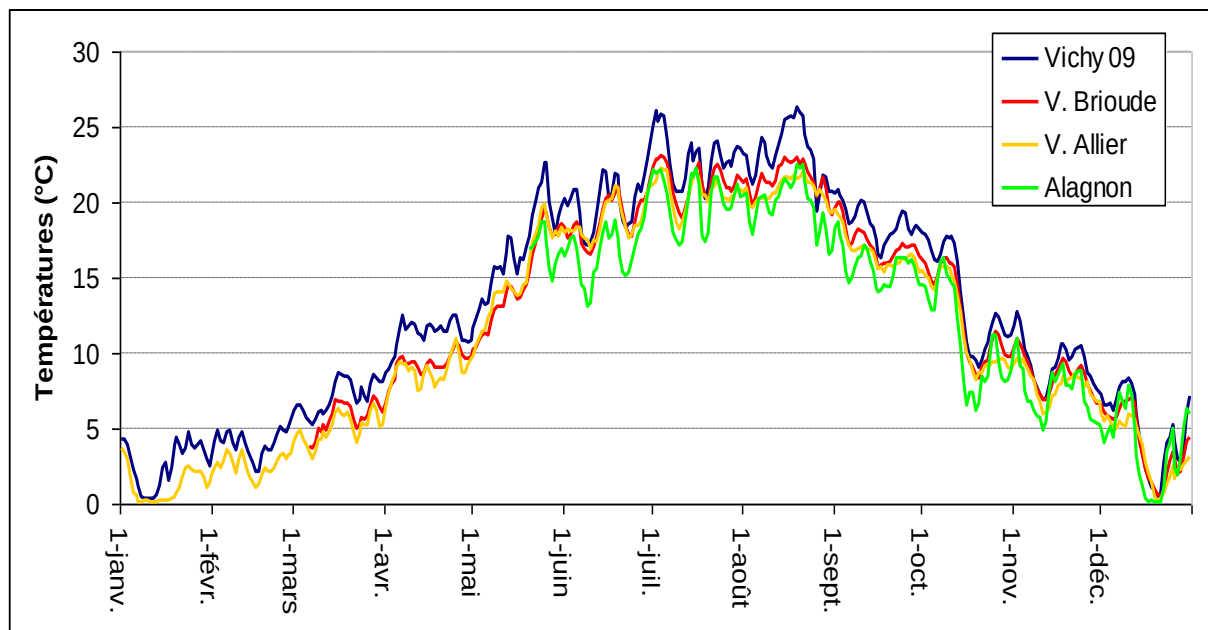


Figure 20 : Evolution des températures journalières de l'Allier à Vichy, Vieille Brioude et dans le Vieil Allier, et de l'Alagnon à Lempdes en 2009 (source LOGRAMI)

Pour la période du 20 mai au 31 décembre pour lesquelles nous disposons de température sur les 4 sites (Vichy, Vieille Brioude, Vieil Allier et Lempdes), nous constatons que les températures sont sur les moyennes mensuelles (**Tableau 4**) :

- Pour Vichy :
 1. Températures plus basses pour la période à Vieille Brioude de 1,3 °C. Cette différence atteint 2,2 °C au mois de Mai.
 2. Températures plus basses pour la période dans le Vieil Allier de 1,8 °C. Cette différence atteint 2,5 °C au mois d'août.
 3. Températures plus basses pour la période sur l'Alagnon de 2,6 °C. Cette différence atteint 3,4 °C au mois d'août.

- Pour Vieille Brioude :
 1. Températures plus basses pour la période dans le Vieil Allier de 0,5 °C. Cette différence atteint 0,8 °C au mois d'août.
 2. Températures plus basses pour la période sur l'Alagnon de 1,3 °C. Cette différence atteint 2,1 °C au mois de juin.
- Pour le Vieil Allier :
 1. Températures plus basses pour la période sur l'Alagnon de 0,8 °C. Cette différence atteint 2 °C au mois de juin.

Ces différences de températures sont primordiales pour la survie des saumons et la période d'activité des saumons. Les températures plus fraîches et le réchauffement plus tardif des eaux de l'Alagnon sont très favorables à la survie estivale des saumons et permettent une période de migration plus longue au printemps. Notons également, que le point d'enregistrement des températures sur l'Alagnon se situe 129 km en amont de Vichy, alors que ces distances sont respectivement de 149 km et 208 km pour Vieille Brioude et le Vieil Allier. Les températures sur la partie aval de l'Alagnon sont donc, en particulier durant l'été, plus basses que celles de l'Allier, même si elles sont sur l'Allier mesurées 80 km en amont. Pour l'Allier, les chances de survie des saumons sont très fortement augmentées sur la partie amont de l'Allier, avec des écarts estivaux très grands durant l'été par rapport à Vichy.

Tableau 4 : Températures mensuelles et différences mensuelles des températures de l'Allier et de l'Alagnon aux station de Vichy, Vieille Brioude, Vieil Allier, et Lempdes (source LOGRAMI)

Sites	Températures moyennes mensuelles °C												Moyenne 20/05 au 31/12
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Vichy	2,65	4,03	7,09	11,23	16,99	20,08	23	23,27	18,72	13,61	9,37	4,91	16,34
Vieille Brioude	-	-	5,72	9,21	14,78	18,88	21,41	21,54	17,35	12,4	8,54	4,01	15,04
Vieil Allier	1,22	2,53	4,96	8,75	15,11	18,79	20,69	20,78	16,7	11,82	7,92	3,47	14,52
Lempdes	-	-	-	-	-	16,82	20,13	19,91	15,82	10,95	7,47	3,73	13,73
Différences mensuelles des températures entre sites													
Vichy - Vieille Brioude	-	-	1,37	2,02	2,21	1,2	1,59	1,73	1,37	1,21	0,83	0,9	1,3
Vichy - Vieil Allier	1,43	1,5	2,13	2,48	1,88	1,29	2,31	2,49	2,02	1,79	1,45	1,44	1,82
Vichy - Lempdes	-	-	-	-	-	3,26	2,87	3,36	2,9	2,66	1,9	1,18	2,61
Vieille Brioude - Vieil Allier	-	-	0,76	0,46	-0,33	0,09	0,72	0,76	0,65	0,58	0,62	0,54	0,52
Vieille Brioude - Lempdes	-	-	-	-	-	2,06	1,28	1,63	1,53	1,45	1,07	0,28	1,31
Vieil Allier - Lempdes	-	-	-	-	-	1,97	0,56	0,87	0,88	0,87	0,45	-0,26	0,79

4. RESULTATS DES PIEGEAGES

4.1. Captures et marquages

Durant les quatre semaines qui ont marquées la campagne de capture, 30 saumons ont été capturés à la station de piégeage de Vichy. Ces marquages se sont échelonnés dans le temps de façon à avoir un échantillon le plus représentatif possible de la population migrante (**Tableau 5 et Figure 21**). Pour exprimer la représentativité de l'échantillon, on peut faire correspondre aux poissons capturés lors de chaque semaine un pourcentage de la population migrante. Pour cela, le contingent est divisé en quatre périodes de durée identique. La première période s'étale du premier poisson observé à la station de comptage jusqu'au milieu de la semaine 13 (7 % des passages) ; la seconde période des milieux des semaines 13 à 15 (26,6 % des passages) ; la troisième période des milieux des semaines 15 à 17 (30,1 % des passages) ; et enfin la dernière du milieu de la semaine 17 à la fin des passages (36 % des passages). Les tableaux ci-dessous (**Tableau 5 et Tableau 6**) montrent un sous échantillonnage lors de la semaine 16. Ceci s'explique :

- Par le fait qu'il était impossible de prévoir l'effectif total du contingent migrant
- Nous voulions limiter l'impact du piégeage sur la migration des aloses beaucoup plus sensibles à ce type de manipulation.
- Nous avons interrompu le piégeage la semaine 16 car nous ne capturons pratiquement que des poissons de trois de mer.
- nous possédions déjà des données concernant les conditions de migration des saumons appartenant à la dernière partie de la population migrante à Vichy (2006).

Les comportements des poissons de chaque semaine de marquage pourront être généralisés à la fraction de la population correspondante (logique de l'échantillonnage).

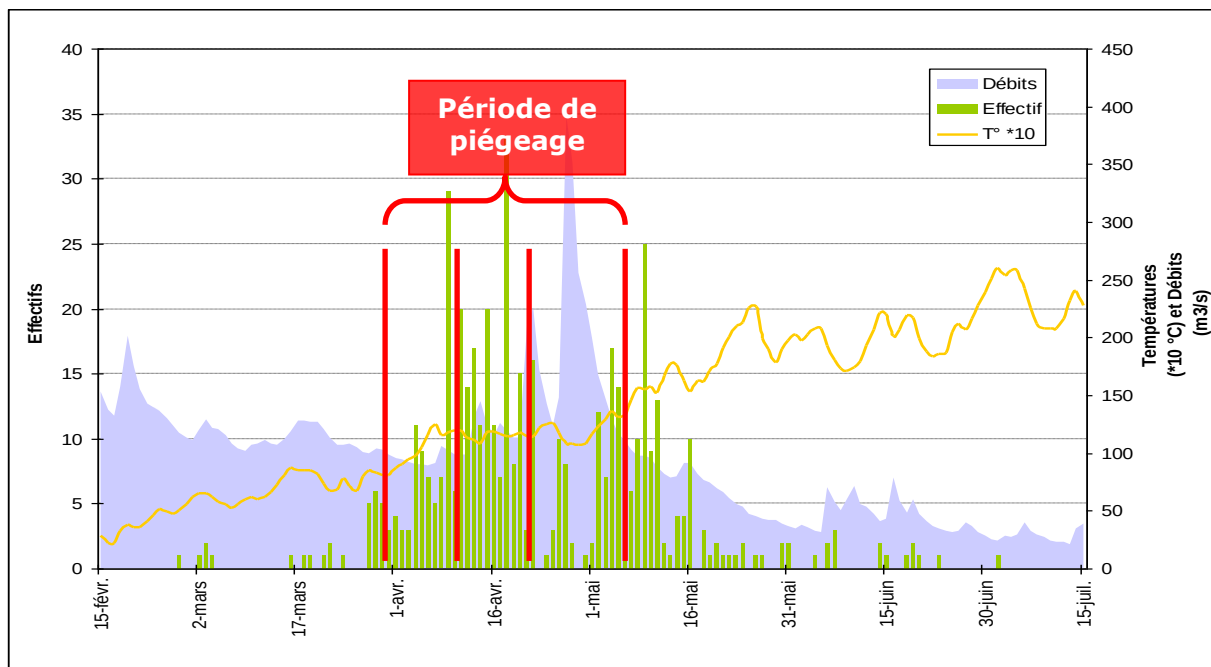


Figure 21: Période de piégeage sur l'ensemble de la migration du saumon atlantique observé à Vichy en 2009

Tableau 5 : Effectifs de saumons capturés en fonction des semaines de piégeage

N° semaine piégeage	12	14	16	18
Période de migration de la cohorte migrante à Vichy représentée par l'échantillon	fin février – milieu de semaine 13	milieu de semaine 13 – milieu de semaine 15	milieu de semaine 15 – milieu de semaine 17	milieu de semaine 17 – début juillet
Nb saumons marqués	2	11	6	11
% total de saumons passés à Vichy	7 %	26,6 %	30,1 %	36%

Si l'on compare le nombre de saumon capturés chaque semaine avec les passages observés à Vichy pour une même période, on obtient la représentativité de cet échantillon (**Tableau 6**). Ainsi, plus ce rapport est élevé plus la représentativité de l'échantillon est grande. On s'aperçoit donc que le nombre de saumons capturés lors de la semaine 14 correspond à la période la plus représentée de la migration. A l'inverse, les captures de la semaine 16 sont sous représentatives. Le faible effectif marqué cette semaine est dû à un arrêt du piégeage, ne capturant pratiquement que des poissons de trois ans de mer, nous avons choisi de reporter les marquages pour augmenter nos chances de marquer des poissons de deux ans de mer qui sont restés exceptionnellement très minoritaires pendant toute la migration.

Tableau 6 : Effectifs de saumons capturés en fonction des semaines et de sa représentativité

N° semaine	12	14	16	18
Nb saumons marqués	2	11	6	11
Nb de saumons représentés par l'échantillonnage	35	131	148	177
% de poissons marqués par rapport à ceux passés à Vichy	5,7 %	8,4 %	4,1 %	6,2 %

La population contrôlée à Vichy cette année étant de 491 saumons, les saumons équipés d'émetteurs représentent globalement 6,1 % de la population migrante arrivant à Vichy ; et 6,6% de la population migrante en amont de Vichy, déduction faite des 35 saumons capturés par le CNSS au printemps pour alimenter la salmoniculture. La faible variation des rapports « poissons marqués/poissons passés » (entre 4,1% et 8,4%) révèle une certaine constance de l'effort d'échantillonnage. Les tests statistiques montrent que notre échantillon représente bien les différentes périodes de la migration (test de Fisher risque relatif=1,306 ; p=0,3189 ; Tableau 4, in Terrade *et al.*, 2010).

Les saumons marqués ont été capturés en l'espace de quatre semaines avec une journée particulière le 4 mai où 9 saumons ont été piégés (**Tableau 7**).

Sur l'ensemble des saumons marqués, aucun d'entre eux n'a recraché l'émetteur quelque temps après le marquage. **Ce sont donc 30 saumons qui ont pu être suivis.**

Tableau 7 : Récapitulatif des caractéristiques des saumons capturés et marqués entre le 27 avril et le 5 mai 2009 sur l'Allier

N° Saumon	Fréquence émetteur	Date	Heure capture	Longueur total (cm)	Longueur fourche (cm)	Longueur mâchoire (mm)	Adipeuse	Classe sanitaire	Température de l'eau (°C)
1	48271	27-mars-09	09:40	93	88,5	86	Oui	B	8,7
2	48281	27-mars-09	12:12	96	91	83	Oui	B-C	8,8
3	48291	6-avr.-09	17:50	93,1	88,5	84	Oui	B	13,5
4	48301	7-avr.-09	12:26	82,1	77,8	73	Oui	A	13,3
5	48341	7-avr.-09	12:26	88,2	84	77	Oui	B	13,3
6	48351	7-avr.-09	16:45	95,5	91,3	99	Oui	A	12,8
7	48362	7-avr.-09	16:45	97	93,1	88	Oui	A	12,8
8	48371	7-avr.-09	16:45	95,3	90,9	75	Oui	A	12,8
9	48411	9-avr.-09	12:15	99	93,6	89,6	Oui	B	12,6
10	48421	9-avr.-09	12:15	92,4	87,8	82	Oui	B	12,6
11	48451	9-avr.-09	12:15	103	97,6	105	Oui	B	12,6
12	48472	9-avr.-09	17:17	93	88,4	81	Oui	B	12,7
13	48562	9-avr.-09	17:17	89,6	85	93	Oui	A	12,7
14	48611	20-avr.-09	11:27	97,1	92,4	89	Oui	B	12,2
15	48671	21-avr.-09	13:35	93,4	88,5	78	Oui	B	12,7
16	48682	21-avr.-09	13:35	79	74,5	71	Oui	B	12,7
17	48691	21-avr.-09	13:35	99,8	95,3	95,5	Non	B	12,7
18	48701	21-avr.-09	13:35	97,5	92,9	89	Oui	B	12,7
19	48724	21-avr.-09	13:35	102	98,9	101	Oui	B	12,7
20	48731	4-mai-09	09:10	78,8	75,2	66	Oui	A-B	13,3
21	48741	4-mai-09	13:34	97	92,7	87	Oui	B	14,2
22	48751	4-mai-09	13:34	92,5	88,6	88	Non	C	14,2
23	48771	4-mai-09	13:34	73,5	70	65	Oui	B	14,2
24	48791	4-mai-09	13:34	100,2	96,7	106	Oui	B	14,2
25	48801	4-mai-09	13:34	91,4	86,6	87	Oui	D	14,2
26	48811	4-mai-09	16:10	76	71,5	69	Oui	B	14
27	48821	4-mai-09	16:10	99,5	95,1	89	Oui	D	14
28	48831	4-mai-09	16:10	97,7	92,5	81	Oui	B	14
29	48841	5-mai-09	13:17	90,1	86,2	73	Oui	D	14
30	48851	5-mai-09	17:38	82,6	78,1	73	Oui	B	14

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Critères de notation de l'état sanitaire :

- A : Etat très satisfaisant
- B : Etat assez satisfaisant (écaillage partiel, blessures bénignes)
- C : Etat moyen (plaies, rougeurs, écailles manquantes, nageoires abîmées)
- D : Etat préoccupant (blessures importantes parfois graves, écaillage important)
- E : Etat alarmant (blessures graves, état général très dégradé, survie compromise)

4.2. Caractéristiques biométriques des poissons capturés

4.2.1. Age

La détermination de l'âge du poisson se fait essentiellement grâce aux écailles. Cette méthode scalimétrique a fait l'objet d'une standardisation au niveau international et national (BAGLINIERE, 1985). Le principe de cette méthode est basé sur le fait que l'écaille est une structure osseuse qui grandit en même temps que le poisson et sur laquelle s'inscrit l'histoire de sa vie. Depuis sa dévalaison au stade smolt, à la fin du printemps, jusqu'à son retour en rivière à la fin de l'hiver, le saumon atlantique de souche Allier suit un ou plusieurs cycles complets suivant les périodes estivales. L'âge d'un saumon de souche Allier est donc défini comme le nombre d'été passé en mer à se nourrir. L'analyse des écailles d'un saumon de « 1 été de mer » montre que cette classe d'âge présente une taille inférieure à 68 centimètres. Les saumons de « 2 étés de mer » ont une taille comprise entre 68 et 87 centimètres et les saumons de « 3 étés de mer » ont une taille supérieure à 87 centimètres (BAGLINIERE *et al.*, 1987). Ainsi, en fonction de sa taille, il est possible de déterminer l'âge d'un saumon atlantique.

La taille des saumons capturés à Vichy varie entre 76 et 103 cm pour une moyenne de 92 cm. La répartition des saumons capturés par âge de mer est la suivante :

- 0 saumons de 1 an (1 été) de mer (0 %)
- 6 saumons de 2 ans (2 étés) de mer (20 %)
- 24 saumons de 3 ans (3 étés) de mer (80 %)

Cette répartition des classes d'âge est due essentiellement à la composition de la cohorte contrôlée en 2009 à la station de comptage de Vichy. En effet, on constate une prédominance des saumons ayant passé 3 étés en mer qui représentent 76,8 % des passages enregistrés contre 23,2 % pour les saumons de 2 étés de mer. Aucun saumon d'un été de mer n'a franchi Vichy en 2009 (Figure 22)

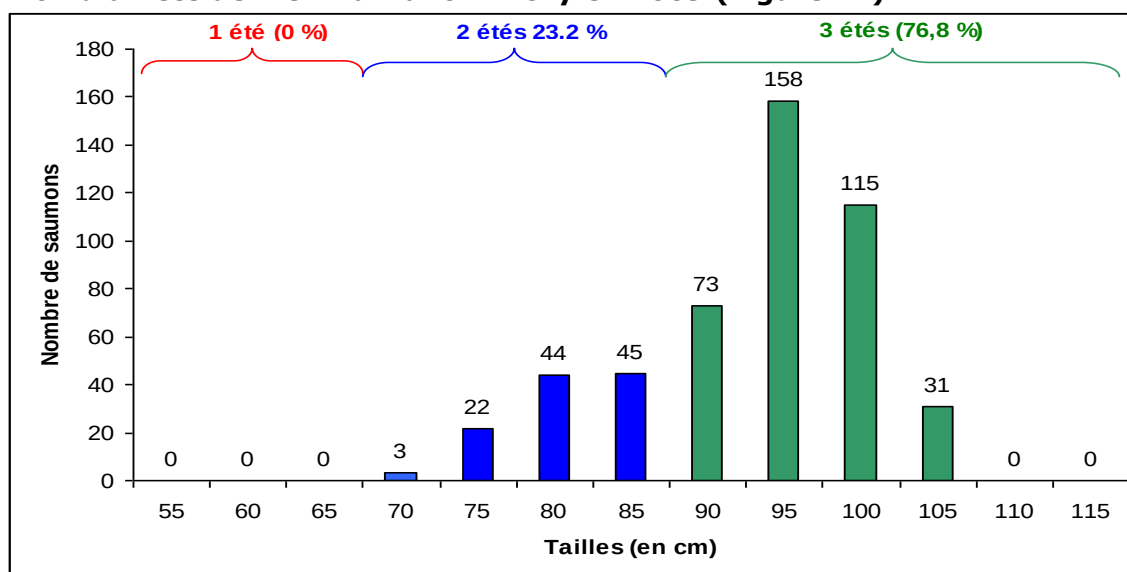


Figure 22 : Répartition des classes de tailles des saumons observés à Vichy en 2009 et correspondance avec leur âge.

4.2.2. Nageoire adipeuse

Depuis 2003, la totalité des saumoneaux déversés sur le bassin de l'Allier sont marqués par ablation de la nageoire adipeuse. Ces marquages spécifiques permettent de distinguer les géniteurs de retour issus des déversements au stade smolt des autres issus soit de la reproduction naturelle, soit d'alevinages à des stades plus précoces.

2 saumons sur 30 soit 7 % des saumons marqués ne présentaient pas de nageoire adipeuse. Cette proportion n'est pas significativement différente chez les saumons marqués comparativement aux passages à Vichy (test de Fisher ; risque relatif=2,180 ; $p=0,2893$ in Terrade *et al.*, 2010).

Tous les saumons ne présentant pas de nageoire adipeuse sont des poissons de 3 ans de mer donc issus des déversements de saumoneaux réalisés en 2006 (dévalant l'année du déversement) ou issus des déversements de 2005 pour les poissons dévalant l'année suivante.

4.2.3. Sexe

Aucun abaque spécifique au saumon de souche Allier n'est disponible à ce jour et le sexage des poissons de façon certaine est, à l'heure actuelle, impossible tant que les caractéristiques morphologiques ne sont pas visibles ; c'est-à-dire à l'approche de la période de reproduction (formation d'un bec au niveau de la mâchoire inférieure chez les mâles et coloration des poissons). Les captures ayant eu lieu bien avant que ces caractères n'apparaissent, aucune détermination fiable du sexe n'a pu être réalisée lors du marquage. Seul un prélèvement sanguin aurait permis de le définir de manière certaine.

Il existe à ce jour différents abaques (Ecosais, Pyrénéen...) non applicables à la rivière Allier. Cependant, une mesure du maxillaire supérieur a tout de même été réalisée pour chaque individu au moment de sa capture à Vichy de façon à constituer une banque de données nous permettant la réalisation d'un abaque propre à l'Allier. Une demande de mesures précises des longueurs de la mâchoire supérieure et des longueurs fourche avait été formulée par LOGRAMI au CNSS dès 2001 pour réaliser cet abaque ; la salmoniculture pouvant sexer les poissons capturés au printemps lors de la reproduction à l'automne. Malheureusement ces mesures ne sont réalisées que depuis 2010 et les données récoltées lors de notre campagne de capture ne pourront être exploitées qu'après qu'un nombre suffisant de poissons aient été sexés. Cependant, 3 saumons marqués ont pu être sexés cette année :

- 2 saumons marqués puis recapturés par le CNSS au moment du piégeage automnal à la passe à poissons de la Bageasse sur l'Allier le 23 octobre et le 4 Novembre (**Figure 23**).



Poisson 48 691 : Mâle



Poisson 48 411: Mâle

Figure 23 : Saumons mâles capturés par le CNSS lors de la campagne de piégeage automnale à la passe à poissons de la Bageasse sur l'Allier

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

- 1 saumon retrouvé mort sur l'Alagnon dans la retenue du barrage de Babory le premier décembre (**Figure 24**).



Poisson 48 271 : Mâle

Figure 24 : Saumon retrouvé mort après sa reproduction dans la retenue du barrage de Babory sur l'Alagnon

4.2.4. Etat sanitaire des saumons capturés

Chaque poisson a fait l'objet d'un examen précis lors des manipulations de marquage, de plus des photos ainsi qu'une description détaillée de son état sanitaire a été pratiquée.

Une grille a permis de classer les poissons selon leur état sanitaire. Cette grille s'échelonne de A à E selon une dégradation croissante.

A : Etat très satisfaisant

B : Etat assez satisfaisant (écaillage partiel, blessures bénignes)

C : Etat moyen (plaies, rougeurs, écailles manquantes, nageoires abîmées)

D : Etat préoccupant (blessures importantes parfois graves, écaillage important)

E : Etat alarmant (blessures graves, état général très dégradé, survie compromise)

D'après le **Tableau 8**, on remarque que la majorité des saumons capturés à Vichy en 2009 présente un état sanitaire satisfaisant à très satisfaisant (83,4% pour les classes A et B). Les saumons capturés en 2006 présentaient un état sanitaire pour la plupart préoccupant (43% en classe D) et la moitié des effectifs étaient dans un état préoccupant à alarmant (D et E). Une nette amélioration de l'état sanitaire des saumons marqués cette année est donc observée. Cette amélioration peut être simplement due à la période plus précoce des captures en 2009. Elle ne reflète pas forcément une amélioration générale de l'état sanitaire des poissons. En effet, les trois saumons classés en (D) ainsi qu'un des deux classés en (C) ont été capturés lors de la dernière semaine de piégeage (4 et 5 mai).

Tableau 8 : Effectifs capturés en fonction de leur état sanitaire en 2006 et 2009

Note	Etat sanitaire	Effectif 2009	% 2009	Effectif Allier 2006	% 2006
A	<i>Très satisfaisant</i>	5	16,7	0	0
B	<i>Satisfaisant</i>	20	66,7	4	13,3
C	<i>Moyen</i>	2	6,7	11	36,7
D	<i>Préoccupant</i>	3	10	13	43,3
E	<i>Alarmant</i>	0	0	2	6,7

La majeure partie des saumons capturés lors de la campagne 2009 présente des zones d'écaillages plus ou moins étendues et plus ou moins nombreuses selon les individus. S'ajoutent souvent à ces écaillages, la présence de nageoires abîmées (dorsales ensanglantées et pectorales fendues ou rognées) (**Figure 25**).



Figure 25 : Zones d'écaillages et nageoires abîmées

Certains individus présentent des lésions ventrales qualifiées de lésions hémorragiques ou nécro-hémorragiques. Ces zones sont généralement circulaires et accompagnées de points rouges et rougeurs diffuses (**Figure 26**).

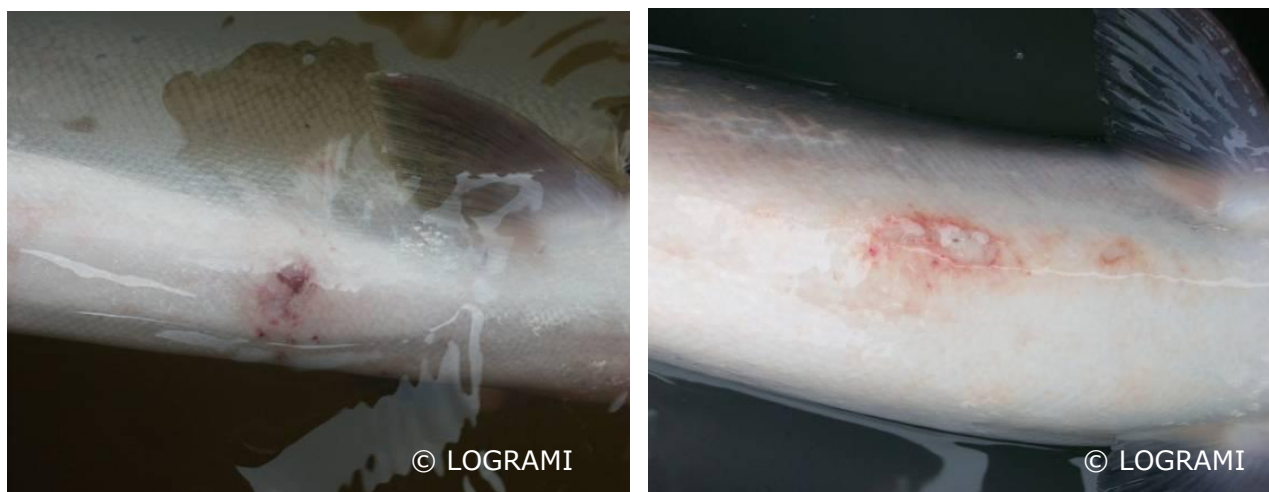


Figure 26: Lésions ventrales

Très peu d'individus présentent des plaies (**Figure 27**). Ces lésions compromettent fortement les chances de survie de ces poissons et leur capacité à rejoindre les zones de frayères pour réaliser leur reproduction. En effet, toute lésion qui présente une disparition du derme engendre non seulement une disparition momentanée du mucus protecteur mais risque

surtout d'entraîner une perte de protéines qui va perturber les échanges osmotiques puis l'ensemble des processus physiologiques vitaux.



Figure 27 : Plaies diverses (Sources LOGRAMI)

5. COMPORTEMENT DES POISSONS MARQUES ET FRANCHISSEMENT DES OBSTACLES

5.1. Sur l'Allier à l'amont de Vichy



Figure 28 : L'Allier « Rivière à Saumon ».

30 saumons ont été capturés à l'aide du piège de capture situé en amont de la passe à poissons rive droite de Vichy et marqués avec des émetteurs. Ce point de marquage est distant de 662,8 km de la mer et de 122,5 km du bec d'Allier.

Le marquage des trente saumons est étalé entre le 27 mars et le 5 mai. Lors de la capture du premier saumon à Vichy (271), seulement 12 saumons avaient déjà franchi l'ouvrage ; après le marquage du dernier saumon (851) 120 saumons franchissent encore l'ouvrage.

Pour des raisons pratiques de terrain et de compréhension des figures, les poissons ont été marqués dans l'ordre croissant des fréquences des émetteurs disponibles.

Le suivi porte sur l'ensemble de la période de vie des poissons, jusqu'à la dévalaison de certains à Vichy (au mois de février 2010), point de leur marquage.

Certains poissons se sont présentés au droit d'obstacle en pleine période de reproduction. La reproduction étant la motivation ultime de leur long parcours et périple, la présence prolongée d'un poisson en aval d'un barrage pendant la période de reproduction constatée ne pourra en aucun cas être attribuée à un blocage ou un retard.

Le récapitulatif des franchissements des différents obstacles et du devenir des saumons marqués est résumé dans la **Figure 29** :

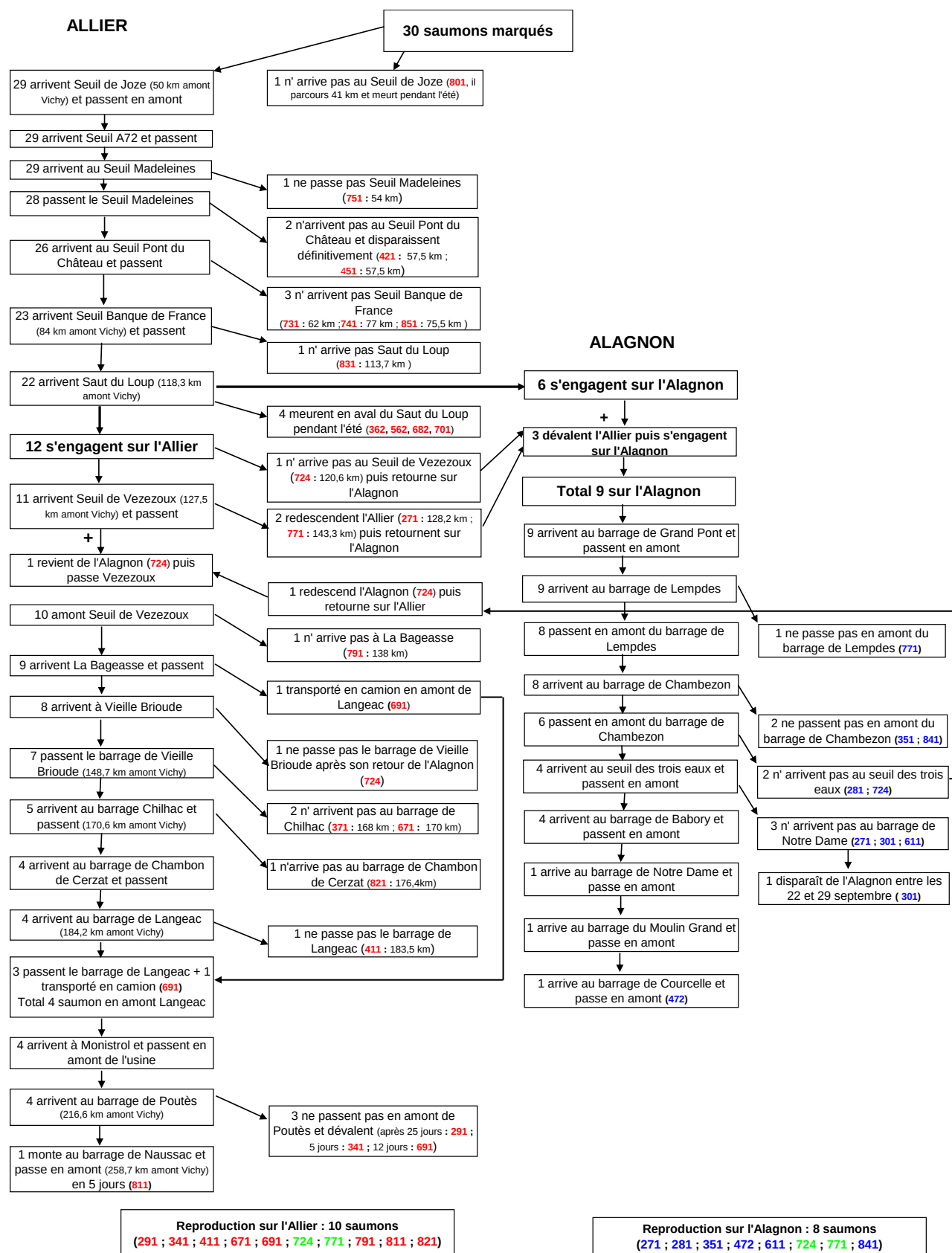


Figure 29 : Diagramme récapitulatif du devenir des saumons marqués à Vichy (Source LOGRAMI)

(En rouge poissons sur l'Allier ; en bleu sur l'Alagnon ; en vert sur l'Allier et l'Alagnon.)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

5.1.1. Saumons n'arrivant jamais au 1er obstacle (seuil de Joze)

Un seul saumon n'arrive pas au premier seuil en amont de Vichy :

⊗ Saumon **801**

Piégé lors de la dernière semaine de marquage, ce poisson présentait des lésions importantes au niveau du corps (classe D). Il progresse de 41 km dans les 2 semaines qui suivent son marquage. Il dévale lors de la seconde forte augmentation de température (mi août) qui atteint à Vichy des pics horaires de 27,7 °C. Notons qu'un second saumon marqué (791) stationnant à proximité de ce poisson survivra à ces conditions thermiques. Ce dernier, en meilleur état sanitaire (classe B), sera le premier de l'ensemble des poissons suivis à reprendre sa migration en octobre, il progressera de 102 km en 2 mois.

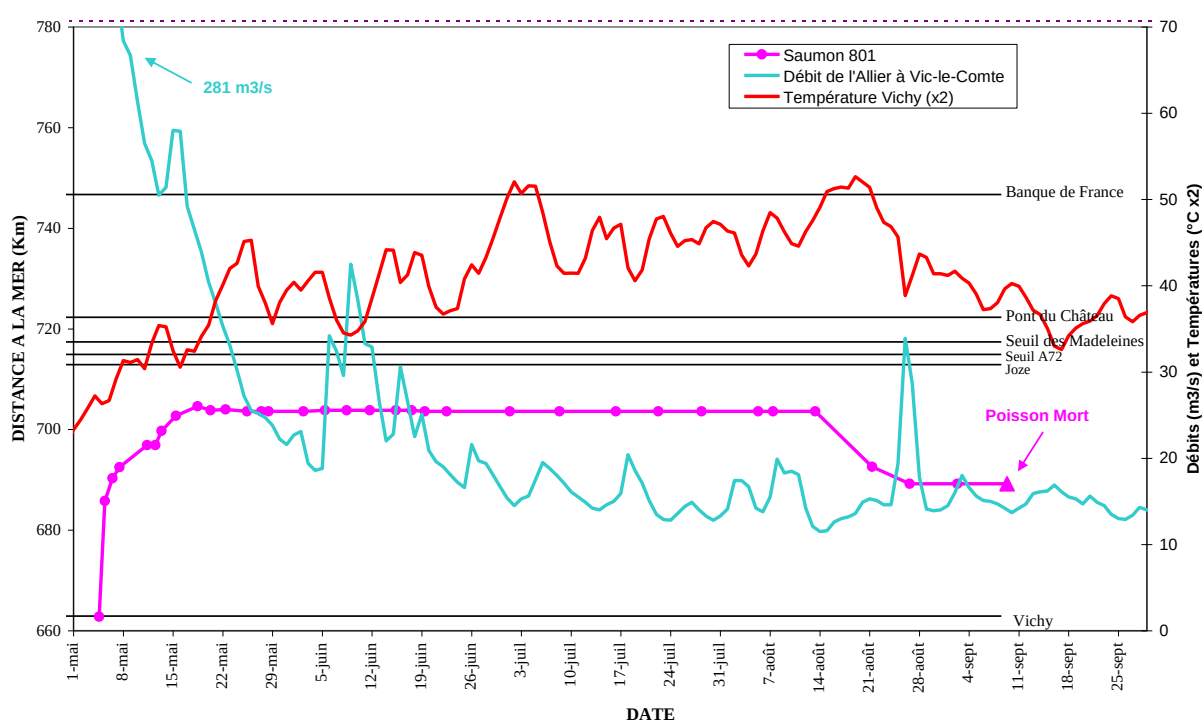


Figure 30 : Déplacements du saumon 801. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

5.1.2. Poissons ne franchissant qu'une partie des seuils de Joze, A72, Madeleines, Pont du Château

Entre le barrage de Vichy et le barrage de Vieille Brioude, sept seuils ou barrages jalonnent la rivière. Ces ouvrages, dépourvus d'installations électriques n'ont pu être suivis par des postes d'enregistrements fixes. Les éventuels blocages ou retards occasionnés par ces aménagements ont été réalisés par des localisations répétées sur un échantillon de poissons. Ainsi, en présence de plusieurs saumons proches d'un aménagement, une à deux localisations par jour ont été réalisées pour estimer si l'aménagement présentait une difficulté pour la remontée des saumons.

Le seuil de Joze, situé 50 km en amont du barrage de Vichy, est le premier de quatre seuils regroupés sur 9,4 km. Très fréquemment les saumons ont franchi plusieurs de ces seuils entre deux localisations. Le retard éventuel de chaque aménagement peut être visible sur les

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

graphes de progression des saumons, et se traduit par un fléchissement de la courbe de progression du poisson, suivi d'une reprise plus rapide de migration.

Trois saumons ne franchissent qu'une partie de ces seuils (**Figure 31**) :

☒ *Saumon 751*

Ce poisson noté en classe C lors du marquage progresse rapidement en aval des 4 seuils (0,612 km/h entre le 4 et le 7 mai), puis nous le retrouvons le 8 mai en aval du seuil des Madeleines, soit une migration de 11 km en moins de 24 heures, comprenant le franchissement des seuils de Joze et de l'A72. Lors de ces franchissements, les débits de l'Allier sont moyens (75 m³/s à Vic le Comte en amont et 100 m³/s à S^t Yorre en aval). Bien qu'aucun réel retard ne soit observé lors du franchissement des deux premiers seuils, ce poisson s'arrête en aval du seuil des Madeleines, alors que de nombreux saumons sont toujours en migration. Nous le retrouvons mort 91 jours plus tard le 7 août dans la retenue du seuil de l'A72, sans aucune blessure apparente.

☒ *Saumon 421*

Ce poisson progresse rapidement pendant 24 heures parcourant 27,5 km, puis fléchit considérablement sa progression, ne remontant que de 17,5 km en 11 jours. Pendant les 27 jours suivant, il dévale de 8 km puis remonte d'autant. Cette période correspond aux forts débits de l'Allier (jusqu'à 391 m³/s en moyenne journalière à S^t Yorre). Deux jours plus tard (le 20 mai), nous le retrouvons en amont du seuil de l'A72, après qu'il ait franchi 2 seuils. Nous le retrouvons ensuite 3 km en amont du seuil des Madeleines, où il s'arrête pendant l'été. Du 25 mai au 22 juillet, nous le localisons 2 km en aval du seuil de Pont du Château, puis nous perdons définitivement son signal. De très nombreuses recherches en amont et en aval nous permettent d'affirmer que le saumon n'est plus dans les rivières Allier et Alagnon. Compte tenu du comportement de ce poisson, il est très difficile d'appréhender les retards de franchissement au niveau des 3 premiers seuils aval.

☒ *Saumon 451*

Le comportement et le devenir de ce poisson (**451**) sont très proches du précédent (**421**). Ces deux saumons ont été lâchés en même temps le 9 avril, avec un troisième saumon (**411**). Ce dernier progresse rapidement pendant 23 heures parcourant 20,8 km. Il s'arrête ensuite pendant 56 jours, ne remontant que de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres. Entre les 5 et 8 juin, le saumon migre à nouveau de 24,8 km, franchissant le seuil de Joze. Cette reprise de migration correspond à une augmentation de débit, qui passe de 31 à 70 m³/s (débit moyen journalier à S^t Yorre), et à une baisse de la température qui passe à Vichy de 20,8 à 17,1 °C. Lors de cette reprise de migration, seul trois autres saumons sur l'Allier font également une petite progression vers l'amont. Notons que ces trois autres saumons avaient été marqués lors de la dernière semaine de marquage. Entre les 10 et 22 juin, il progresse de 6 km franchissant les seuils de l'A72 et des Madeleines. Du 22 juin au 19 octobre, nous le localisons 2 km en aval du seuil de Pont du Château (soit dans la même zone que le 421), puis comme le saumon (**421**) nous perdons définitivement son signal. De très nombreuses recherches en amont et en aval nous permettent d'affirmer que le saumon n'est plus dans les rivières Allier et Alagnon. Compte tenu du comportement de ce poisson, il est très difficile d'appréhender les retards de franchissement au niveau des 3 premiers seuils aval.

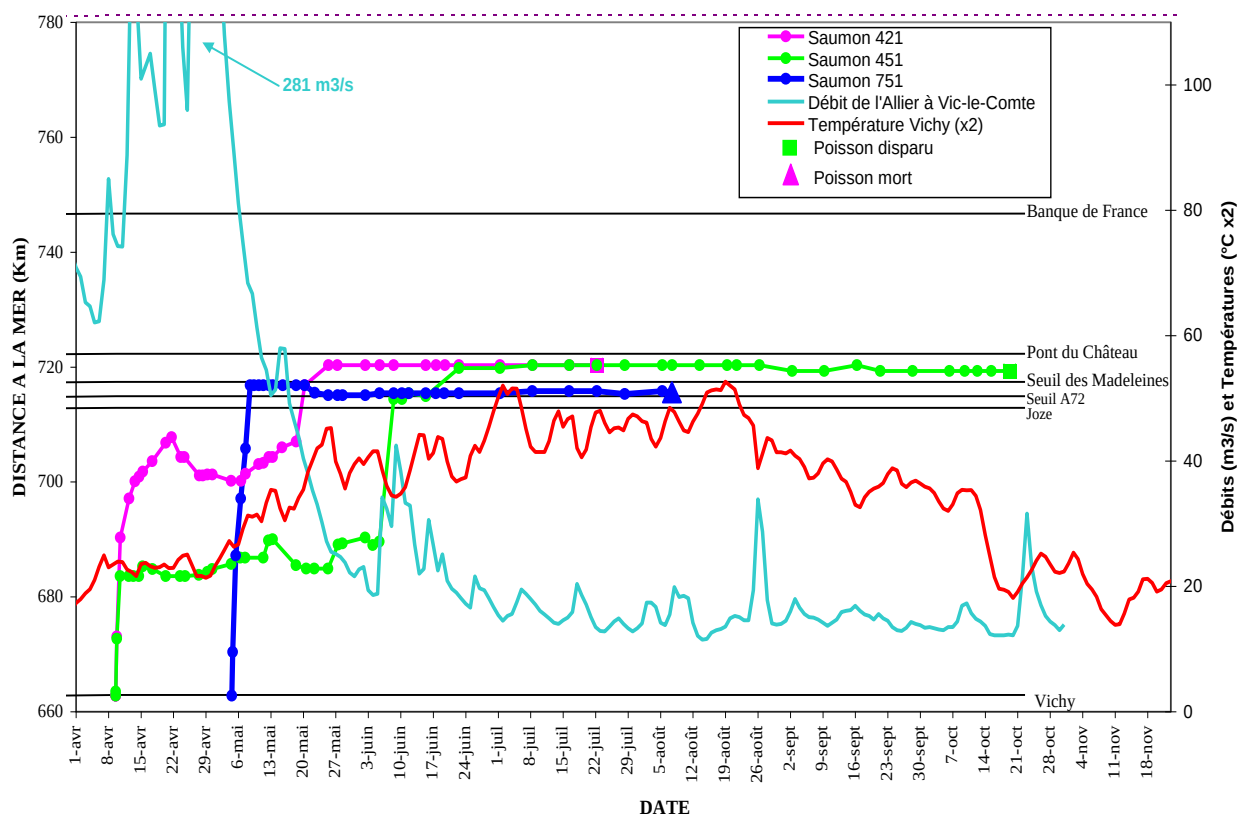


Figure 31 : Déplacements des saumons 421, 451, 751 en 2009.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

5.1.3. Poissons franchissant les quatre seuils de Joze, A72, Madeleines, Pont du Château

En 2006, vingt six saumons s'étaient présentés sur les quatre seuils entre le 5 mai et le 6 juin, avec des débits (mesurés à la station de Vic le Comte situé environ 40 km en amont du seuil) variant de 17,6 à 86 m³/s. Ces débits représentent 28 à 135 % du module (63,5 m³/s pour la période 1933-2006). Les températures mesurées à Vichy lors de ces franchissements étaient comprises entre 12,8 à 19,9°C. La vitesse moyenne de progression en aval des quatre premiers seuils était de 0,65 km/h avec, selon les saumons, des vitesses variant de 0,12 à 1,11 km/h (**Annexe 3 et Annexe 4**).

En 2009, un total de 29 saumons s'est présenté sur ces seuils, cumulant un total de 113 franchissements de seuils :

- 30 franchissements du seuil de Joze ont eu lieu (le saumon 671 franchissant 2 fois ce seuil) ;
- 29 franchissements du seuil de l'A72 ;
- 28 franchissements du seuil des Madeleines,
- 26 franchissements du seuil de Pont du Château.

Tous ces franchissements se sont produits au printemps, hormis pour le saumon 791 qui passe l'été 9 km en aval du premier seuil. Les conditions de franchissement de ce poisson seront traitées séparément, l'estimation du retard et les conditions de débit et de température étant très différentes.

L'ensemble des franchissements printaniers s'étalent entre le 6 avril et le 22 juin. Les deux poissons 421 et 451 franchissant le troisième seuil amont le plus tardivement passeront l'été en aval du seuil de Pont du Château et disparaîtront définitivement de la rivière fin juillet et mi-octobre. Les débits moyens journaliers enregistrés plus en amont à la station de Vic le Comtes ont varié de 18 à 304 m³/s, soit 28 à 480% du module. Les températures de l'eau enregistrées à Vichy varient également fortement de 10,7 à 22,1. La vitesse moyenne de progression en aval des quatre seuils est de 0,483 km/h avec, selon les saumons, des vitesses variant de 0,12 à 1,33 km/h.

Les vitesses de progression de chaque saumon étant différentes, le retard cumulé pour les quatre sites est obtenu en calculant pour chaque poisson la vitesse moyenne de progression entre le point de marquage et la première localisation en amont des quatre seuils. La première localisation en amont des seuils étant à des distances variables de Vichy, nous calculons la durée nécessaire pour parcourir les soixante kilomètres qui séparent le barrage de Vichy de l'amont du seuil de Pont du Château avec la vitesse moyenne de progression de chaque saumon (=D1). Dans un second temps, nous utilisons les vitesses de progression de chaque poisson dans le secteur des 4 seuils et nous extrapolons cette vitesse sur 60 km pour obtenir une vitesse moyenne théorique de progression sur ce secteur (=D2). Le retard de chaque saumon est alors obtenu par le calcul D1 – D2 (**Annexe 3**).

Le retard moyen par poisson pour le franchissement des quatre seuils pour les 26 saumons franchissant l'ensemble des obstacles est de 78,4 heures avec des variations très importantes (4,2 à 350 heures ; écart type 132,9). Ce retard moyen est très supérieur aux résultats de 2006 où la moyenne était de 42,2 heures avec des variations de 0,5 à 203 heures selon les poissons (écart type 50,8). Cette différence porte en 2009 globalement sur l'ensemble des poissons, aucun saumon ne passant en moins de 4 heures (**Tableau 9**).

Tableau 9 : Retard de migration cumulé sur les seuils de Joze, A72, Madeleines et Pont du Château en 2006 et 2009.

Retard sur les 4 seuils	2006		2009	
	Nombre	%	Nombre	%
< 4 heures	7	28	0	0,0
> 4 heures et < 24 heures	7	28	2	7,7
> 24 heures et < 72 heures	6	24	15	57,7
Plus de 72 heures	5	20	9	34,6
TOTAL	25	100	26	100

En 2006, 56 % des poissons montraient un retard inférieur à une journée, dont la moitié inférieure à 4 heures soit une heure par seuil. Cette année, aucun poisson ne montre un retard de moins de 4 heures, et seulement 2 poissons sont retardés pendant moins d'une journée. Une majorité très nette montre un retard de 1 à 3 jours pour franchir l'ensemble des seuils, 9 saumons (34,6 %) montrant un retard de plus de trois jours, le maximum étant noté pour le saumon 351 avec un retard de près de 16 jours, 5 jours en aval du seuil de l'A72 et près de 11 jours d'arrêt après le franchissement du seuil des Madeleines. Pour ce poisson le franchissement des 2 autres seuils n'a pas posé de problème, le seuil le plus amont étant franchi en moins de 2 heures.

5.1.3.1. Retard de migration sur les 4 seuils et débits

En 2006, les marquages de poissons étant tardifs et groupés, les conditions hydrologiques avaient peu varié lors du franchissement des seuils. En effet, les débits extrêmes rencontrés étaient de 17,6 et 86 m³/s, et ces valeurs n'avaient été rencontrées que très rarement lors de franchissement. Le débit moyen rencontré lors des franchissements probables des poissons ne variaient que de 42,3 à 46,5 m³/s pour les poissons montrant des retards de moins de quatre heures ou plus de trois jours (**Tableau 10**).

En 2009, les marquages beaucoup plus précoces et plus étalés ont permis de rencontrer une plage de débit beaucoup plus grande, variant de 35,3 à 304 m³/s. Il ressort que plus les débits sont élevés, plus les retards des poissons sont importants (**Tableau 10**). Aucun poisson n'a montré de retard inférieur à quatre heures. Pour les poissons ayant pris un retard de migration de 4 à 24 heures, les débits étaient en moyenne de 59,7 m³/s. Lorsque les retards augmentent, les débits augmentent également fortement. Ainsi, les retards de 1 à 3 jours ont été observés pour des débits moyens de 94,1 m³/s ; quand le retard atteint plus de trois jours, le débit est en moyenne de 124,7 m³/s. La

Figure 32 (a et b) montre une certaine relation entre la durée du retard et le débit de l'Allier pour l'ensemble des saumons de 2006 et 2009 (figure a). Il est à noter que le saumon (351), dont le comportement est décrit précédemment a été retiré de la figure 33 b.

Il ressort donc pour les 51 saumons suivis sur les deux années, qu'avec des débits faibles (en moyenne 2/3 du module), **une majorité de poissons franchissent ces seuils avec un retard peu important**, mais que certains poissons peuvent quand même prendre du retard. Le complément de résultats obtenu cette année montre qu'avec des débits atteignant globalement 166 % le module de Vic le Comte les retards augmentent fortement. **L'augmentation du retard semble liée à l'augmentation du débit.**

En 2009, la vitesse de progression moyenne des poissons en aval des seuils et de 0,483 km/h. Le retard moyen pour les poissons étant de 78,4 heures, **ce retard réduit la progression printanière des saumons en moyenne de 38 km**. Géographiquement, lorsque les poissons franchissent le seuil de Pont du Château (722 km de l'estuaire), nous pouvons donc considérer qu'ils devraient être déjà arrivés au kilomètre 760, soit en amont de Coudes. **Bien que ce nombre de kilomètres soit peu élevé par rapport à l'ensemble du parcours des saumons sur l'ensemble de l'axe, ils sont capitaux car le taux de mortalité estival est en 2009 plus de deux fois plus important en aval de Coudes (71 %) qu'en amont (30 %) (cf. § survie des saumons et arrêt estival).**

Tableau 10 : Retard de migration cumulé sur les seuils de Joze, A72, Madeleines et Pont du Château en 2006 et 2009 et Débits.

Retard sur les 4 seuils	2006				2009			
	NB.	Débit Vic le comte (m3/s)			NB.	Débit Vic le comte (m3/s)		
		Moy	Min	Max		Moy	Min	Max
< 4 heures	7	46,5	39,6	55,1	0	-	-	-
> 4 heures et < 24 heures	7	44,2	37,9	51,4	2	59,7	50,5	68,9
> 24 heures et < 72 heures	6	42,3	17,6	64,8	15	94,1	56,5	281
Plus de 72 heures	5	43,9	22,7	86	9	124,7	35,3	304
TOTAL	25	43,3	17,6	86	26	105,6	35,3	304

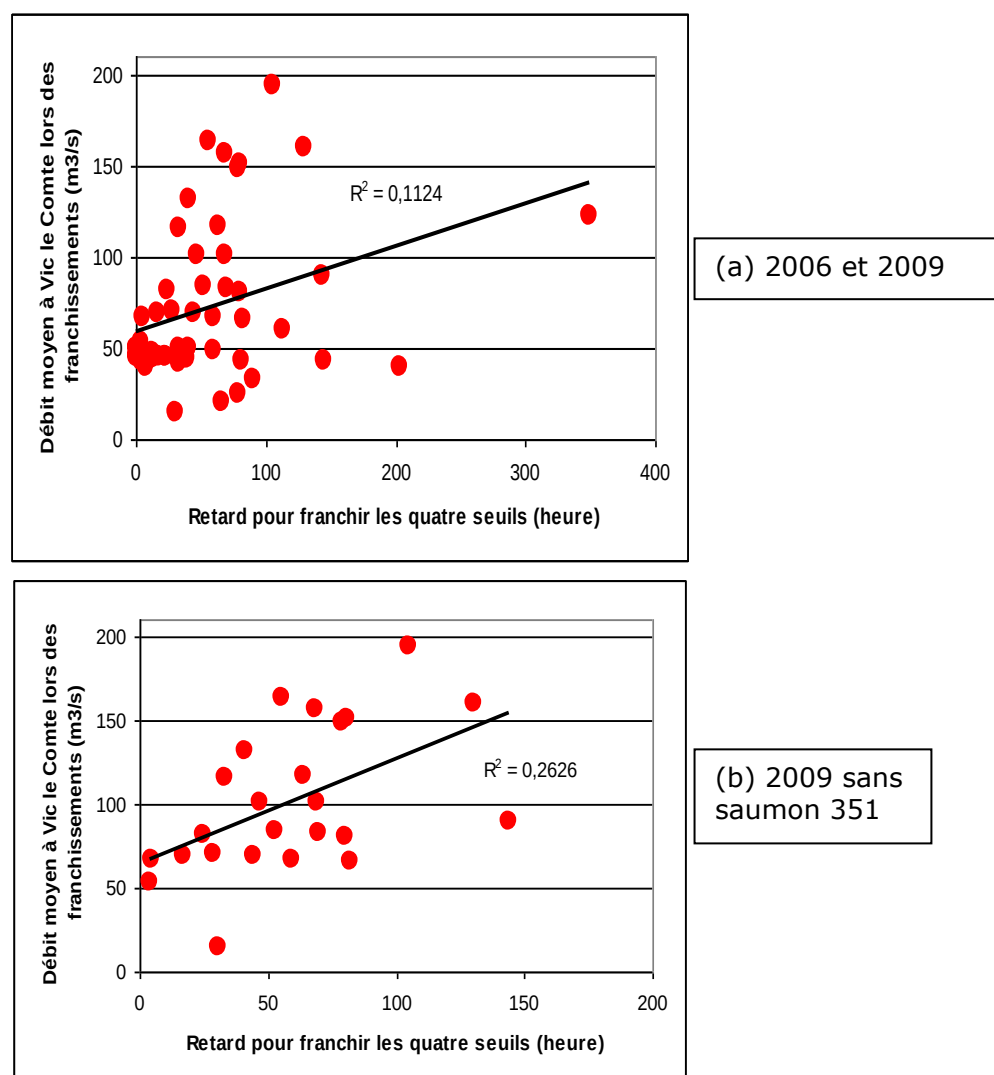


Figure 32 : Relation entre retard cumulé pour franchir les quatre seuils (de Joze, A72 Madeleines, Pont du Château) et le débit moyen mesuré à Vic le Comte lors des franchissements (en 2006 et 2009).

5.1.3.2. Retard de migration sur les 4 seuils et températures

Les résultats 2006, avec des débits variant très peu, montraient une augmentation du retard des saumons sur les quatre seuils avec l'augmentation de la température. Cette année, avec des variations de débits beaucoup plus fortes et de fortes variations de température, il apparaît, à l'inverse, une augmentation des retards avec la baisse de la température. En effet, la baisse de température est très liée à la hausse des débits pendant la période de franchissement des seuils par les poissons (6 avril à fin mai) (**Figure 33 à Figure 35**).

Tableau 11 : Retard de migration cumulé sur les seuils de Joze, A72, Madeleines et Pont du Château en 2006 et 2009 et Températures.

Retard sur les 4 seuils	2006				2009			
	NB.	Température Vichy (°C)			NB.	Température Vichy (°C)		
		Moy	Min	Max		Moy	Min	Max
< 4 heures	7	14,1	13	17,4	0	-	-	-
> 4 heures et < 24 heures	7	15,2	13,4	18,5	2	14,5	11,6	17,7
> 24 heures et < 72 heures	6	15,5	13	19,0	15	12	10,7	15,7
Plus de 72 heures	5	15,9	12,8	19,9	9	12,4	10,7	20,1
TOTAL	25	15,1	12,8	19,9	26	12,9	10,7	20,1

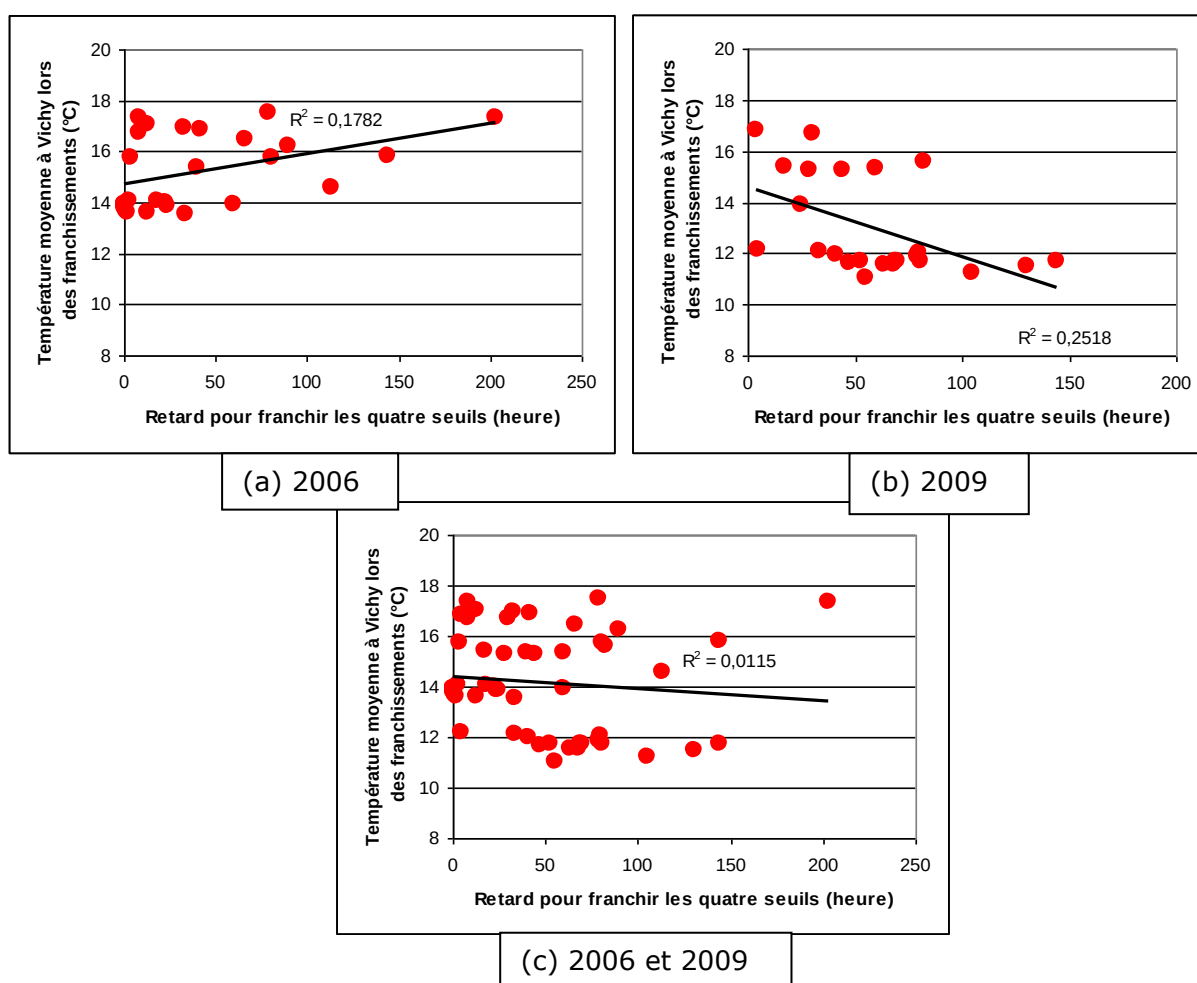


Figure 33 : Relation entre retard cumulé pour franchir les quatre seuils (de Joze, A72 Madeleines, Pont du château) et la température moyenne mesuré à Vichy lors des franchissements (en 2006 et 2009).

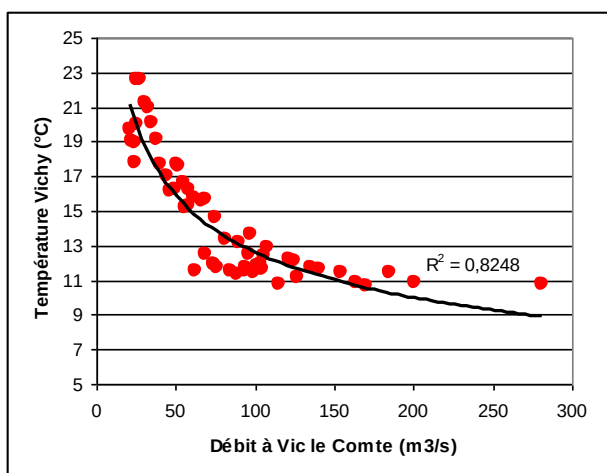


Figure 34 : Relation débits températures du 6 avril à fin mai 2009

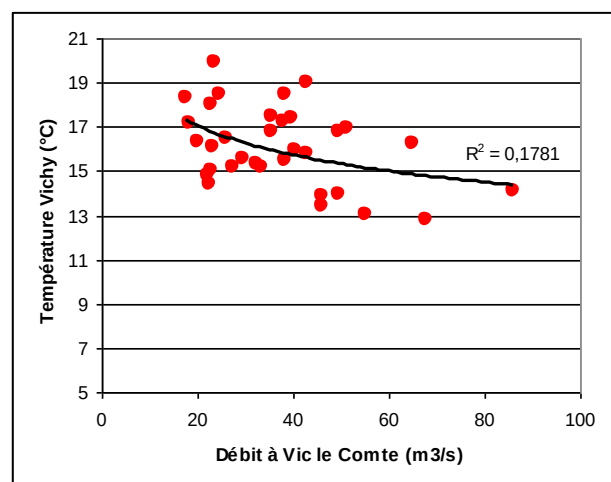


Figure 35 : Relation débits températures du 5 mai au 6 juin 2006

La relation entre les débits et températures (Figure 34) montre une forte corrélation entre la baisse de température et l'augmentation du débit.

5.1.3.3. Poissons franchissant les quatre seuils au printemps.

La **Figure 36** illustre le départ des poissons après leur marquage à Vichy et les franchissements des quatre premiers seuils amont. Nous pouvons remarquer que le départ des poissons est immédiat dès la remise à l'eau, hormis pour 2 saumons (611 et 671) qui reprennent leur migration respectivement 30 et 49 heures après leur lâcher. Il est à noter qu'aucun poisson ne dévale à la suite du marquage. **Les vitesses de progression les plus rapides mesurées sur 7 et 9 km sont supérieures à 2,4 km/h** (saumons 281 et 791). Sur des distances plus courtes de 3 km, ces vitesses peuvent dépasser les 3 km/h (saumons 724 et 821). Ces vitesses sont calculées à partir du départ de Vichy, elles incluent la traversée de la retenue d'environ 3 km, retenue dans laquelle, les vitesses du courant sont bien entendu plus faibles que dans le milieu naturel.

Le zoom sur les 15 km encadrant les quatre seuils (**Figure 37**), permet une meilleure visualisation de l'impact de chaque seuil. Notons que le positionnement du seuil sur l'axe peut avoir un impact plus ou moins grand du à l'effet cumulatif des difficultés.

Par ordre de difficulté de franchissement :

- Le seuil le plus pénalisant, semble être le 3^{ème} seuil (seuil des Madeleines), qui induit régulièrement un fléchissement de la vitesse de migration, et surtout un arrêt plus ou moins long en amont. Cet arrêt a atteint 11 jours pour le saumon 351 qui avait déjà été bloqué 5 jours en aval du seuil de l'A72.
- Le seuil de l'A72 est le second seuil en remontant l'Allier depuis l'amont de Vichy, il est également le deuxième plus pénalisant après le seuil des Madeleines, particulièrement lors de débits importants.
- Le seuil de Pont du Château, quatrième de la série, ne semble pas pénalisant lorsque les dispositifs de franchissement sont entretenus et les débits de l'Allier élevés.
- Le premier seuil (Joze) est clairement le moins pénalisant, ce seuil disparaissant lors de forts débits.

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

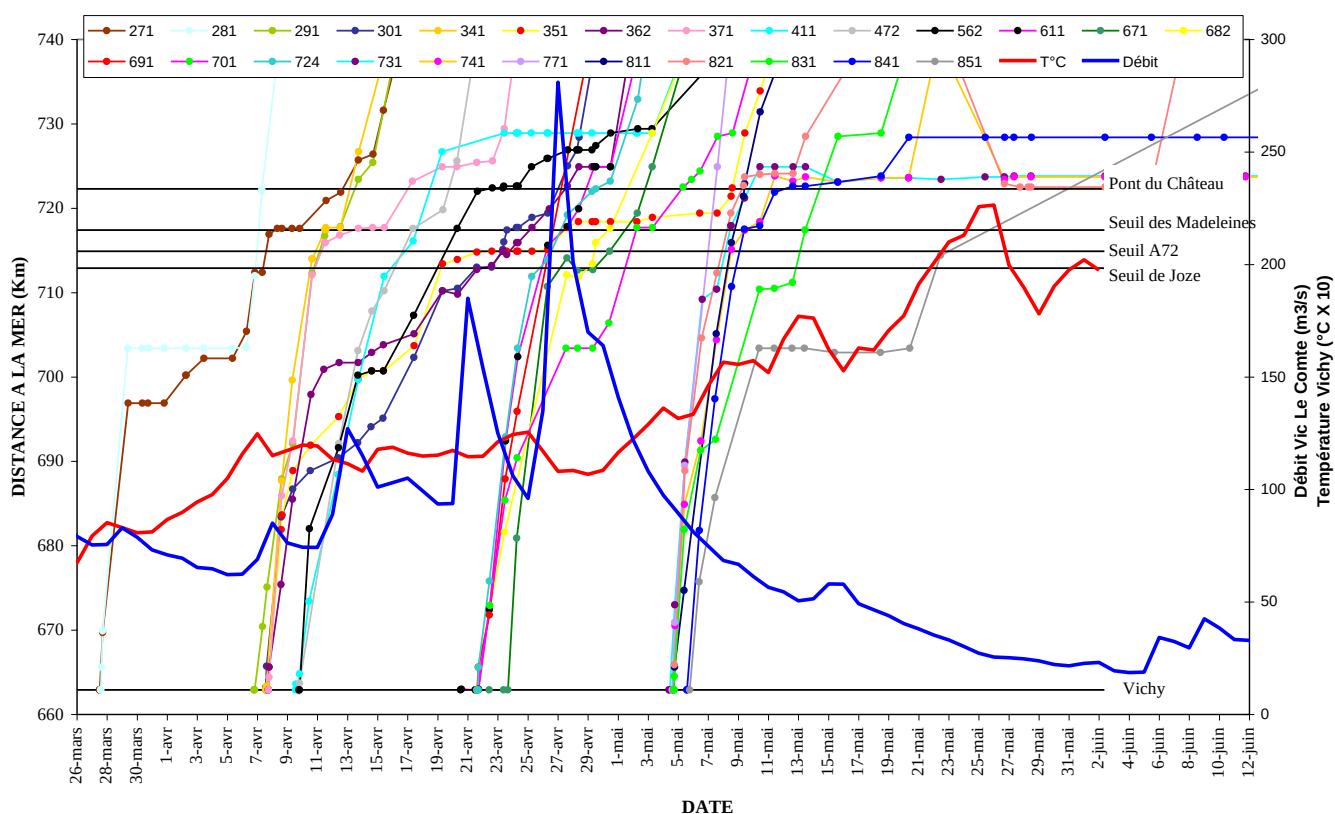


Figure 36 : Progression à partir de Vichy des 25 saumons franchissant les 4 seuils (2009). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

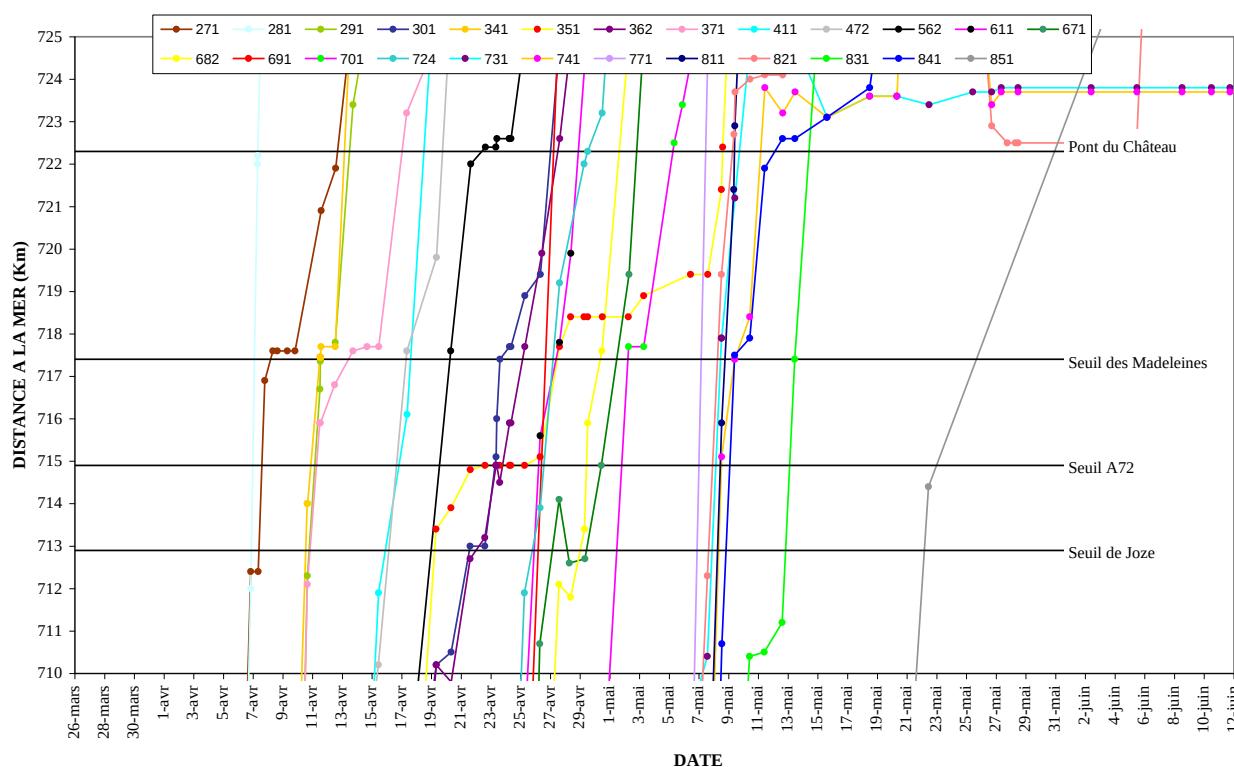


Figure 37 : Zoom sur les 15 km encadrant les 4 seuils en amont de Vichy (2009). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

5.1.3.4.

Observations sur le seuil de Joze.

Situé 50 km en amont du barrage de Vichy, le seuil de Joze (**Figure 38**), premier seuil en amont de Vichy présente une chute de 0,80 m à l'étiage. Considéré comme « franchissable sans difficulté apparente pour le saumon » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil n'a effectivement pas présenté de problème de franchissement pour les saumons au cours des deux suivis de radiopistage (2006 et 2009). Lors de l'augmentation du débit de l'Allier, ce seuil disparaît totalement, il ne présente donc pas de difficulté dans toutes les gammes de débits rencontrées.



Figure 38 : Seuil de Joze à différents débits

5.1.3.5.

Observations sur le seuil de l'A72.

Situé 52 km en amont du barrage de Vichy et 2 km en amont du seuil de Joze, le seuil de l'A72, second seuil en amont de Vichy (**Figure 39**) présente une chute de 1,56 m à l'étiage. Considéré comme « franchissable sans difficulté apparente pour le saumon » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil a montré en 2009 des problèmes de franchissement pour les saumons avec des débits de l'Allier importants. Le dispositif de franchissement consistant en une brèche aménagée dans la partie rive gauche du seuil, le dispositif montre de très fortes vitesses avec l'augmentation du débit. Trois saumons ont buté sur ce seuil (351, 362, 671) lors de débits moyens journaliers de 150 à 185 m³/s. Le plus long blocage a été observé pour le saumon 351, qui arrive à franchir l'ouvrage lorsque le débit redescend à 115 m³/s, cumulant un retard d'au moins 3,5 jours. Il semblerait important d'améliorer le dispositif de franchissement de cet obstacle en divisant la chute avec une passe à seuils successifs adaptée aux aloses, l'obstacle étant classé comme « franchissable mais avec risque de retards » pour cette espèce.



Figure 39 : Seuil de l'A72 à différents débits

5.1.3.6. *Observations sur le seuil des Madeleines.*

Situé 54,5 km en amont du barrage de Vichy et 2,5 km en amont du seuil de l'A72, le seuil des Madeleines (**Figure 40**), troisième obstacle en amont de Vichy, présente une chute d'environ 2,50 m à l'étiage. Considéré comme « franchissable sans difficulté apparente pour le saumon » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil a montré en 2009 des problèmes de franchissement pour les saumons avec des débits de l'Allier importants (plusieurs suivis continus de poissons au pied du seuil). Ce seuil est un affleurement marneux découvert par érosion régressive. Des incisions mécaniques du radier en rive gauche ont été réalisées en 1976, 1980 et 1981. Un saumon (751) n'a pas franchi ce seuil malgré un débit de l'Allier peu élevé (50 à 85 m³/s). Le même constat avait été fait en 2006. Si les autres saumons semblent avoir franchi ce seuil sans véritable retard, une dizaine de saumons montrent un arrêt plus ou moins long après avoir franchi l'obstacle. Deux d'entre eux ne progresseront plus en amont (421 et 451), un autre s'arrête plus de 11 jours (351). Les sept autres poissons (271, 301, 341, 371, 472, 701, 741) montrent des arrêts plus courts. Ce seuil est donc franchissable pour les saumons mais il semble nettement leur demander un très gros effort nécessitant un temps de repos en amont non négligeable avant de reprendre leur migration. Des aménagements complémentaires facilitant le transit des poissons semblent nécessaires, ce seuil étant également pénalisant pour les aloses (l'obstacle est classé comme « franchissable mais avec risque de retards » pour cette espèce).



Figure 40 : Seuil des Madeleines à différents débit

5.1.3.7. Observations sur le seuil de Pont du Château.

Situé 59,4 km en amont du barrage de Vichy et 4,9 km en amont du seuil des Madeleines, le seuil de Pont du Château, (**Figure 41**), quatrième seuil en amont de Vichy, présente une chute total de 1,28 m à l'étiage, dont 0,48 à 0,56 m au pied de la chute. Considéré comme « franchissable sans difficulté apparente pour le saumon » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil avait induit des retards non négligeables pouvant aller jusqu'à plusieurs jours en 2006. La principale cause de ces retards était liée au colmatage et au défaut d'entretien des dispositifs de franchissement (cf. photos). En 2009 deux saumons (562 et 841) semblent avoir été retardés moins de 24 heures. Les forts débits ne semblent pas pénalisants au niveau de cet obstacle, la chute disparaissant totalement sur la rive gauche.





Le 21/04/09, passe à poisson rive gauche submergée, mais chute inexistante sur cette rive.

Figure 41 : Seuil de Pont du Château à différents débits

5.1.4. Poissons n'arrivant jamais au seuil de la Banque de France

3 saumons (731, 741, 851) n'arrivent pas au seuil de la Banque de France et meurent durant l'été (**Figure 42**):

- 2 saumons (731 et 741) sont des poissons ayant cumulé un retard de migration de 2 à 2,5 jours sur les quatre seuils aval (Joze à Pont du Château).
- Le retard calculé du troisième saumon (851) atteindrait 11 jours, mais des problèmes de localisation de ce poisson étant survenus en amont de Joze durant 24 jours ; des erreurs importantes peuvent entrer dans le calcul.

Ces trois saumons présentaient lors du marquage un état sanitaire apparent satisfaisant (classe B). Ils ont cependant tous été marqués lors de la dernière semaine de marquage.

☒ **Les Saumons 731 et 741**, ont été marqués le même jour (4 mai) à 5 heures d'écart. Ces deux saumons suivent la même courbe de progression avec un léger fléchissement de la vitesse de migration du saumon 741 deux jours après la remise à l'eau, retard rattrapé le lendemain. Ces deux poissons s'arrêtent 1,5 km en amont du seuil de Pont du Château, le 741 progresse de 16 km entre les 20 et 22 mai puis redescend au même point entre les 22 et 26 mai lors de la première forte augmentation de la température de l'eau qui dépasse les 20°C et atteint 22,6 °C à Vichy. Ces deux saumons meurent le 13 août pour le 731 que nous récupérons en bon état légèrement en aval du seuil de Pont du Château et le 19 août pour le 741 que nous ne pourrions pas récupérer en amont du seuil des Madeleines.

☒ **Le Saumon 851**, dernier poisson marqué, est le poisson montrant la vitesse de progression en aval des quatre premiers seuils la moins rapide (0,115 km/h) suite à un arrêt de migration d'au moins 10 jours (10 au 20 mai), 10 km en aval du seuil de Joze. Après le franchissement du seuil de Joze, nous le retrouvons 15 km en amont du seuil de Pont du Château d'où il ne progresse, en 2 mois, que de 2,5 km après une petite dévalaison de 1 km. Après une dévalaison de 3,5 km, nous récupérons son émetteur sans poisson le 9 septembre. Il est très probable que le poisson soit mort fin août lors de la deuxième forte augmentation de la température de l'eau. Il fut sûrement entraîné en aval (avant que le rythme de son signal ne soit doublé et nous signale sa mort) lors de l'augmentation de débit du 24 au 26 août (de 15 à 34 m³/s à Vic le Comte).

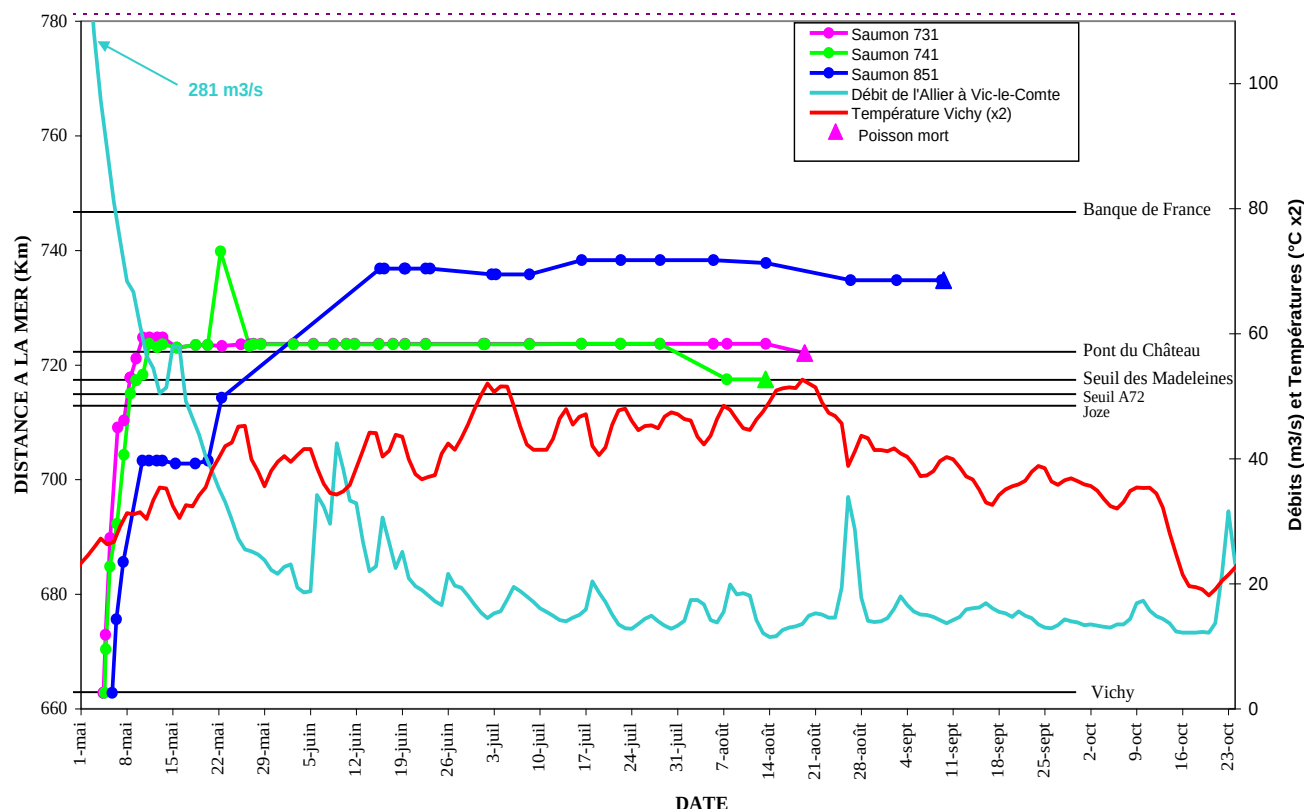


Figure 42 : Déplacements des saumons 731, 741, 851 à l'aval du seuil de la Banque de France en 2009. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

5.1.5. Poissons franchissant le seuil de la Banque de France

Le seuil de la banque de France se situe au niveau de Longues, à 83,8 Km en amont du barrage de Vichy et à 24,4 Km en amont du seuil de Pont du Château. Ce seuil est le cinquième ouvrage en amont de Vichy. N'étant pas suivi par un poste fixe d'enregistrement, les retards éventuels des saumons sont donc estimés par les différentes localisations effectuées sur et autour de l'aménagement. La date précise du franchissement n'étant pas connue, les dates mentionnées représentent des fourchettes de possibilité de franchissement, entre la dernière date de localisation du poisson en aval de l'ouvrage, et la première localisation en amont. Pour les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières (minimum et maximum) de la période du franchissement. Les débits pris en compte sont les débits de la station de Vic-le-Comte (situé environ 5 Km en amont du seuil), les températures sont enregistrées à Vichy (situé 84 Km en aval du seuil) (**Annexe 5**).

Le franchissement du seuil de la banque de France concerne 23 saumons. 21 poissons franchissent le seuil au printemps entre les 8 avril et le 10 juin et les deux derniers (791 et 841) à l'automne entre les 9 et 23 octobre (**Figure 43**). Au printemps, durant la période où des passages de poissons ont pu avoir lieu sur ce seuil, les débits ont varié entre 19 et 281 m³/s (soit 30 à 443 % du module), et les températures de 10,9 à 22,6 °C. A l'automne les variations pour les deux poissons sont bien entendu plus faibles, 15 à 32 m³/s pour les débits (24 à 50% du module) et 10,2 à 17,7 °C pour les températures.

Le seuil de la Banque de France présente une chute de 0,34 m à l'étiage. Considéré comme « effacé ou sans impact » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil n'a pas présenté de problème de franchissement pour les saumons au cours des deux suivis de radiopistage (2006 et 2009). Avec l'augmentation de débit de

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

L'Allier, ce seuil disparaît totalement, il ne présente donc pas de difficulté dans toutes les gammes de débits rencontrées. Notons que durant pratiquement toute la période printanière, le seuil n'était pas du tout visible, celui-ci étant totalement submergé. Pendant la période d'étiage, la totalité du débit transit dans l'échancrure rive gauche. Ce seuil n'ayant actuellement aucun usage, il pourrait être totalement détruit et ainsi remettre le site en l'état naturel.

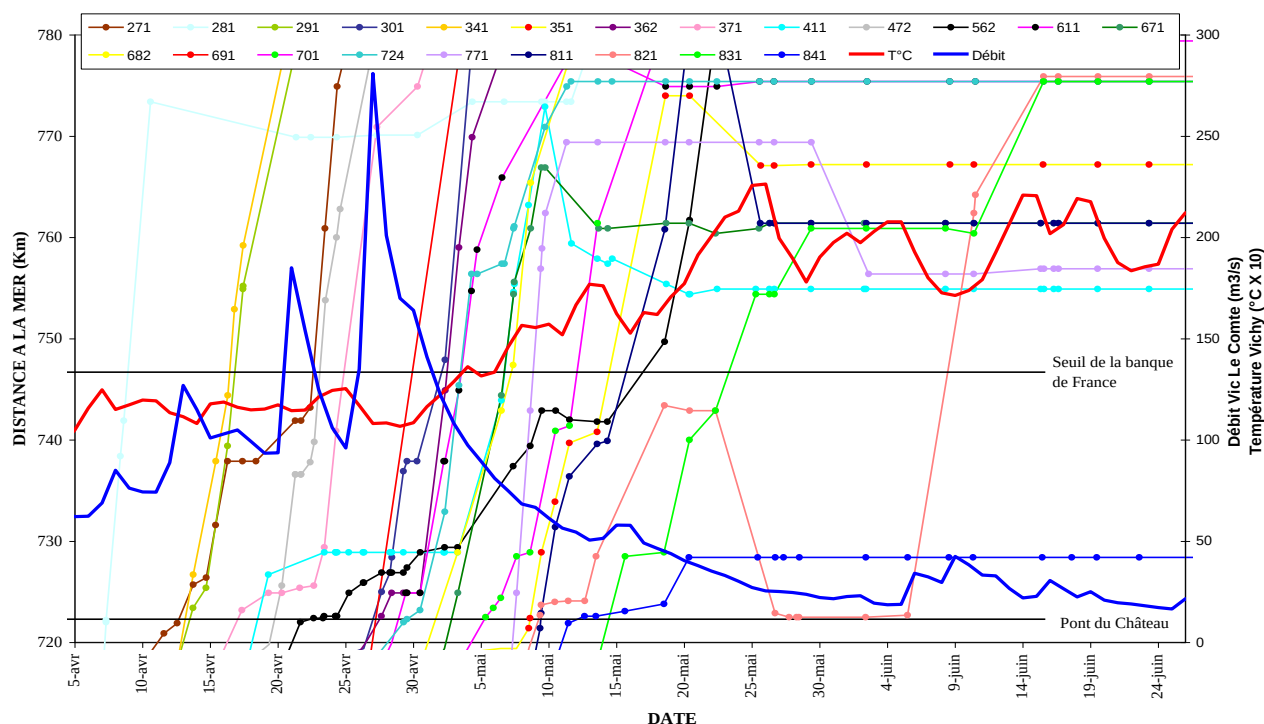


Figure 43 : Progression à partir de Pont du Château des 21 saumons franchissant le seuil de la Banque de France au printemps (2009). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

5.1.6. Poissons ne franchissant pas le seuil de Vézézoux

Sur les 23 saumons franchissant le seuil de la Banque de France, 5 poissons meurent pendant l'été et 6 s'engagent directement sur l'Alagnon. Les onze autres franchissent le seuil de Vézézoux mais deux d'entre eux redévalent puis repartent sur l'Alagnon. L'engagement des saumons sur l'Alagnon est traité au début du chapitre Alagnon (5.2).

Les 5 saumons morts en aval du Saut du Loup, sont morts entre le 29 juillet et le 12 septembre, soit 110 à 130 jours après leur marquage (**Figure 45**). Trois d'entre eux sont morts 2 km en aval de la confluence Allier-Alagnon, après être venus au printemps à la confluence des deux rivières. Toutes les observations laissent penser que tout ou partie de ces poissons a été attrapé et mangé par une Loutre. Le saumon 701 est retrouvé hors de l'eau (**Figure 44**) à quelques mètres de l'endroit où l'émetteur du poisson 562 avait été récupéré deux semaines plus tôt. L'émetteur du 362 est localisé au même endroit mais ne sera pas retrouvé. Ce dernier n'étant plus dans l'eau, il a sûrement été emmené sous la terre (Catiche ou galerie d'accès ?). En ce qui concerne les deux autres poissons, l'émetteur du saumon 682 est retrouvé 100 m en aval du Saut du Loup le 2 septembre, le poisson 831 sera retrouvé mort par un pêcheur le 12 septembre, à l'endroit où il passa l'été avec deux autres poissons marqués. Deux de ces poissons présentaient lors de leur capture un état apparent « très satisfaisant » (classe A), les trois autres un état « satisfaisant » (classe B).



Figure 44 : Saumon 701 retrouvé mort 2 km en aval du Saut du Loup.

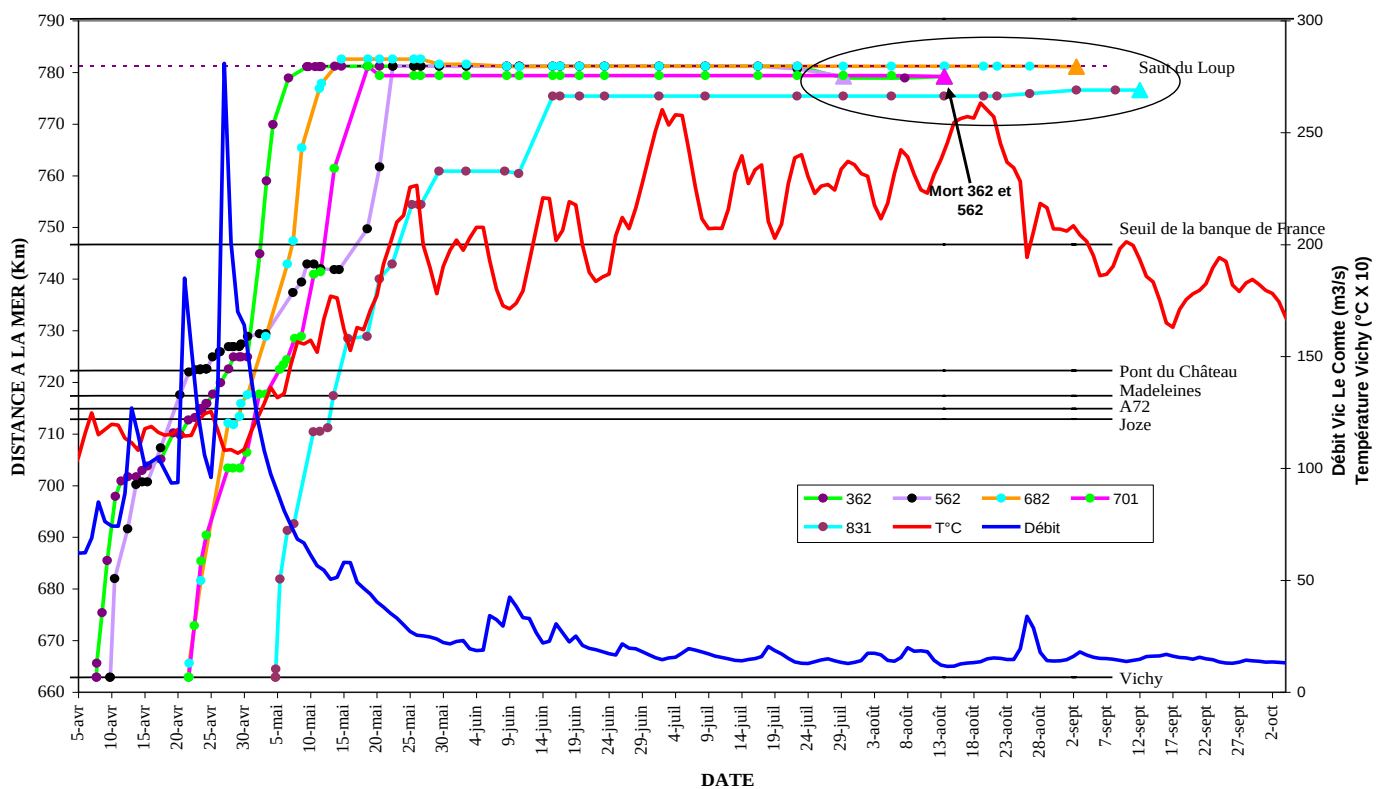


Figure 45 : Progression des saumons morts en amont du seuil de la Banque de France (2009). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

5.1.7. Poissons franchissant le seuil de Vézézoux

Le seuil de Vézézoux (**Figure 46** à **Figure 48**) se situe 20 km en aval de Vieille-Brioude et à 127,5 Km en amont du barrage de Vichy. Ce seuil est le sixième obstacle en amont de Vichy. Entre ce seuil et le seuil de la Banque de France qui le précède 43,7 Km en aval, l'Allier est exempt d'aménagement. N'étant pas suivi par un poste fixe d'enregistrement, les retards éventuels des saumons sont donc estimés par les différentes localisations effectuées sur et autour de l'aménagement. La date précise du franchissement n'étant pas connue, les dates mentionnées représentent des fourchettes de possibilité de franchissement, entre la dernière date de localisation du poisson en aval de l'ouvrage, et la première localisation en amont. Pour les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières (minimum et maximum) de la période du franchissement. Les débits pris en compte sont les débits des stations d'Auzon (situé environ 9 km en aval du seuil) et de Vieille-Brioude (situé environ 20 km en amont du barrage), les températures sont enregistrées à Vieille-Brioude (situé 21 km en amont de l'ouvrage) (**Annexe 5**).



Figure 46 : Seuil de Vézézoux le 25/09/2006 avec un débit de 15 m³/s.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



Seuil de Vézézoux RD (26/05/06)



Seuil de Vézézoux RG (26/05/06)

Figure 47 : Seuil de Vézézoux avec un débit de 10 m³/s.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



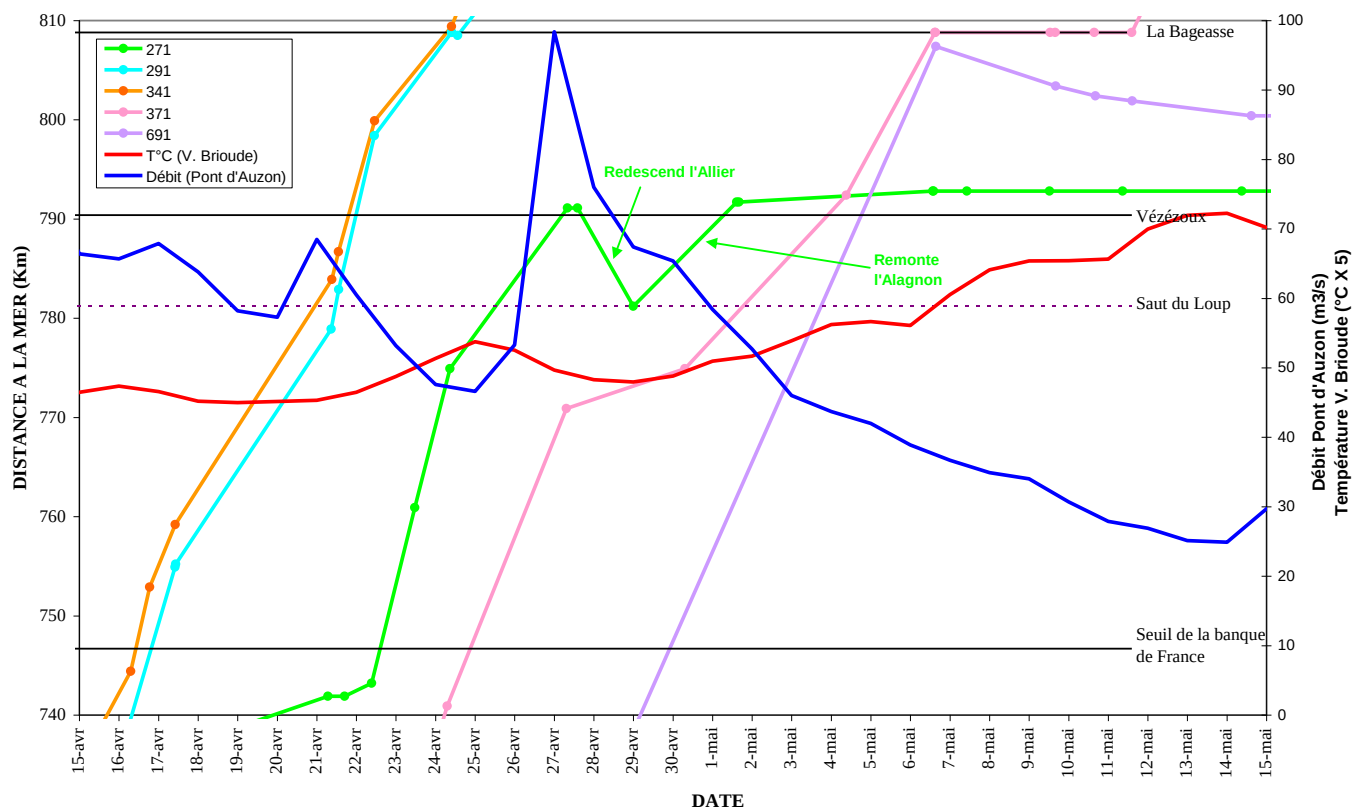
Figure 48 : Vestiges rive droite du seuil de Vézézoux (26/05/2006, débit 10 m³/s).
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



Figure 49 : Seuil de Vézézoux avec un débit de 100 m³/s.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

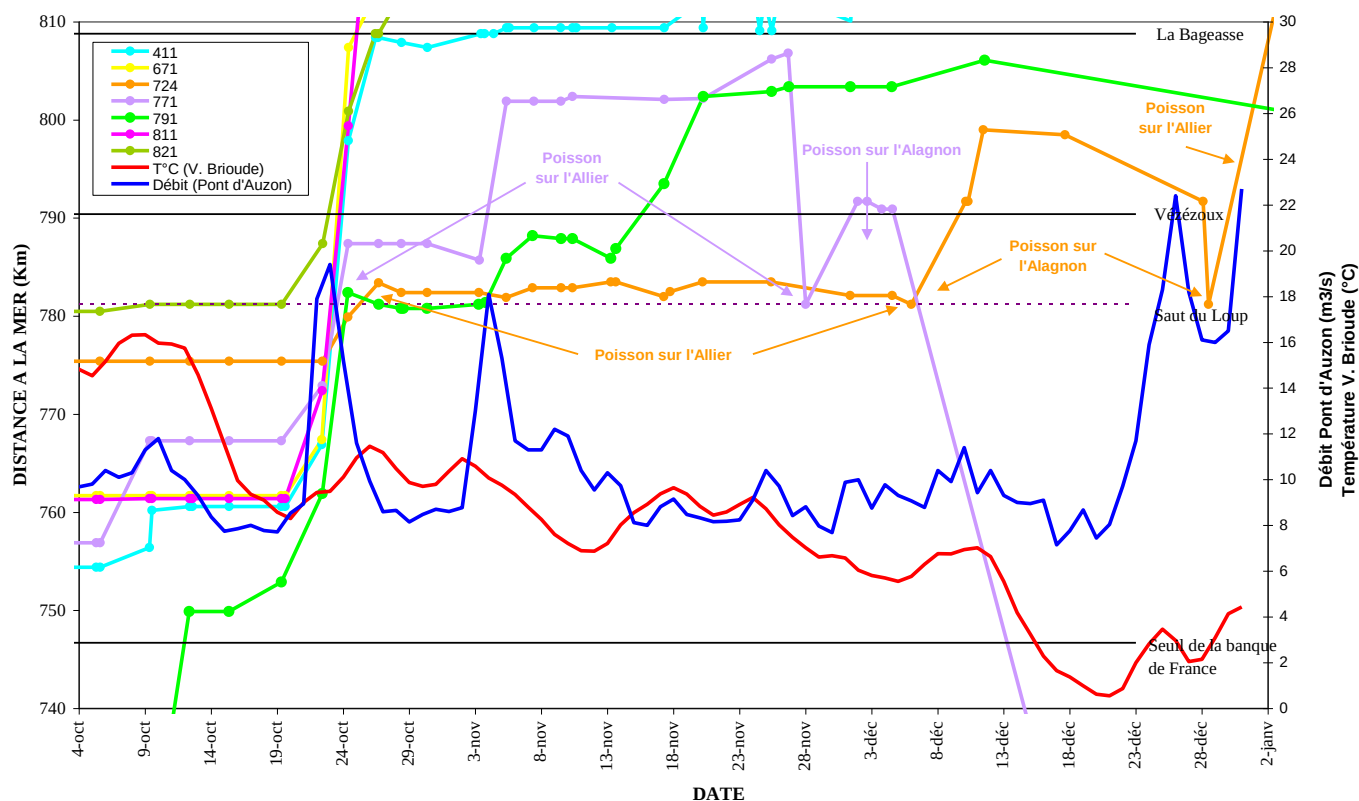
Le franchissement du seuil de Vézézoux concerne 12 saumons. Cinq poissons franchissent le seuil au printemps entre les 21 avril et le 6 mai (**Figure 50**), et sept autres à l'automne entre les 22 octobre 2009 et le 2 janvier 2010 (**Figure 51**).

Au printemps, les conditions de débits rencontrées durant la période où des poissons ont pu franchir le seuil varient à la station du Pont d'Auzon de 39 à 98 m³/s soit, 126 à 317 % du module (30,9 m³/s), et à la station de Vieille Brioude de 36 à 85 m³/s soit, 124 à 293 % du module (29 m³/s). Durant cette période, les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude sont basses, elles varient de 9,5 à 11,3 °C.



**Figure 50 : Saumons franchissant le seuil de Vézézoux au printemps (2009).
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**

A l'automne, les conditions de débits rencontrées lors des dates possibles de franchissement (entre les 22 octobre et le 2 janvier) sont beaucoup plus faibles et toutes inférieures à celles observées au printemps. Elles varient à la station du Pont d'Auzon de 8 à 23 m³/s (26 à 74 % du module) et à la station de Vieille Brioude de 7 à 24 m³/s soit, 24 à 83 % du module. Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude sont également basses, elles varient de 2,1 à 10,6 °C.



**Figure 51 : Saumons franchissant le seuil de Vézézoux à l'automne (2009).
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**

Les calculs de vitesses de progressions en amont et en aval de ce seuil sont assez délicats à ce niveau de l'axe, particulièrement à cause de l'arrêt estival et de la reprise de migration à l'automne.

Le seuil de Vézézoux présente une chute de 1,1 m à l'étiage.

En 2009, avec l'augmentation de débit de l'Allier, ce seuil disparaît partiellement (**Figure 49**). Dans toutes les gammes de débits rencontrées, ce seuil n'a pas montré de réelles difficultés de circulation pour les saumons.

Cependant, l'usage pour la centrale thermique qui l'utilisait étant abandonné, **ce site pourrait être remis à l'état naturel en supprimant les restes de l'aménagement**. Actuellement, seule une brèche dans la partie rive gauche existe (**Figure 47**). La rive droite est actuellement isolée de la brèche rive gauche par une île formée par dépôt de sédiments (**Figure 48**). Des poissons pouvant être attirés sur cette rive, le reste de l'aménagement devrait également être supprimé afin de ne pas épuiser inutilement les poissons et rendre la totale transparence du site pour l'ensemble des poissons et des sédiments.

En 2006, « 100% des saumons qui se sont présentés au niveau de ce seuil l'ont franchi. Bien que nous ne puissions estimer le retard occasionné par le seuil de Vézézoux pour un certain nombre de saumons, ce seuil ne semble pas occasionner de retards importants pour la remontée des saumons. Un saumon a pu être suivi précisément lors de son franchissement qui est réalisé en moins de vingt minutes. Les calculs des retards font état d'un ralentissement de dix heures à une journée, pour le franchissement de l'obstacle. Ces retards représentent un maximum, car ils ne prennent pas en compte le ralentissement global des poissons au fur et à mesure de leur progression, ralentissement pouvant être dû à l'épuisement du poisson ou à la « rugosité » de la rivière (augmentation de la pente moyenne de la rivière sur le haut du bassin). Ces retards représentent également un maximum, car entre la vitesse aval et la vitesse sur le secteur concerné, il s'agit de vitesse

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

moyenne de progression, le saumon ayant pu reprendre sa migration après plusieurs heures par rapport au point aval, ou être arrivé au point amont également depuis plusieurs heures.»

Considéré comme « franchissable sans difficulté apparente pour le saumon » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil n'a pas présenté de gros problèmes de franchissement pour les saumons au cours des deux suivis de radiopistage (2006 et 2009).

5.1.8. Poissons franchissant le Barrage de La Bageasse

Le barrage de La Bageasse (**Figure 52 à Figure 54**) se situe 18,4 km en amont du seuil de Vézézoux et à 146 Km en amont du barrage de Vichy. Ce barrage est le septième ouvrage en amont du barrage de Vichy. N'étant pas suivi par un poste fixe d'enregistrement, les retards éventuels des saumons sont donc estimés par les différentes localisations effectuées sur et autour de l'aménagement. La date précise du franchissement n'étant pas connue, les dates mentionnées représentent des fourchettes de possibilité de franchissement, entre la dernière date de localisation du poisson en aval de l'ouvrage, et la première localisation en amont. Pour les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières (minimum et maximum) de la période du franchissement. Les débits et les températures pris en compte sont les valeurs de la station hydrologique de Vieille Brioude (situé environ 3 km en amont du barrage) et du thermographe mis en place par LOGRAMI dans le canal d'amenée de l'usine de Vieille Brioude (**Annexe 6**).



Figure 52 : Barrage de La Bageasse : A gauche le 18-05-2010 (débit 59 m³/s) ; A droite le 16-06-2011 (débit 5 m³/s). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



Figure 53 : Entrée de la passe à poisson (le 16-06-2011 débit 5 m³/s). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages



Figure 54 : Rivière de contournement et passe à poissons de la Bageasse le 18 mai 2010 (débit de l'Allier 59 m³/s) (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Le franchissement du barrage de La Bageasse concerne 9 saumons. Trois poissons franchissent le barrage au printemps entre les 22 avril et le 11 mai (**Figure 55**), et six autres à l'automne entre les 22 octobre et le 2 janvier (**Figure 56**).

Au printemps (Figure 55 et Annexe 6), les conditions de débits rencontrées lors des dates possibles de franchissement varient à la station de Vieille Brioude de 24,6 à 58,4 m³/s soit, 85 à 201 % du module (29 m³/s), et 65 à 130 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (44,7 m³/s au mois d'avril et 38,1 m³/s au mois de mai). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude sont basses, elles varient de 9,3 à 13,1 °C.

Pour deux poissons (291 et 341) le retard au niveau de l'obstacle varie de 3,8 à 38,5 heures. Pour le troisième saumon (371) le retard est beaucoup plus long, il est au minimum de 119,3 heures et au maximum de 143 heures (5 à 7 jours). Le poisson ayant été le plus retardé au printemps est le dernier à être arrivé au niveau de cet obstacle (arrivée entre le 5 et le 6 mai). Lors de son arrivée au barrage le débit de l'Allier est de 40 m³/s (soit des valeurs légèrement plus faibles que pour les deux premiers) ; lors de son franchissement, le débit n'est plus que de 24,6 m³/s.

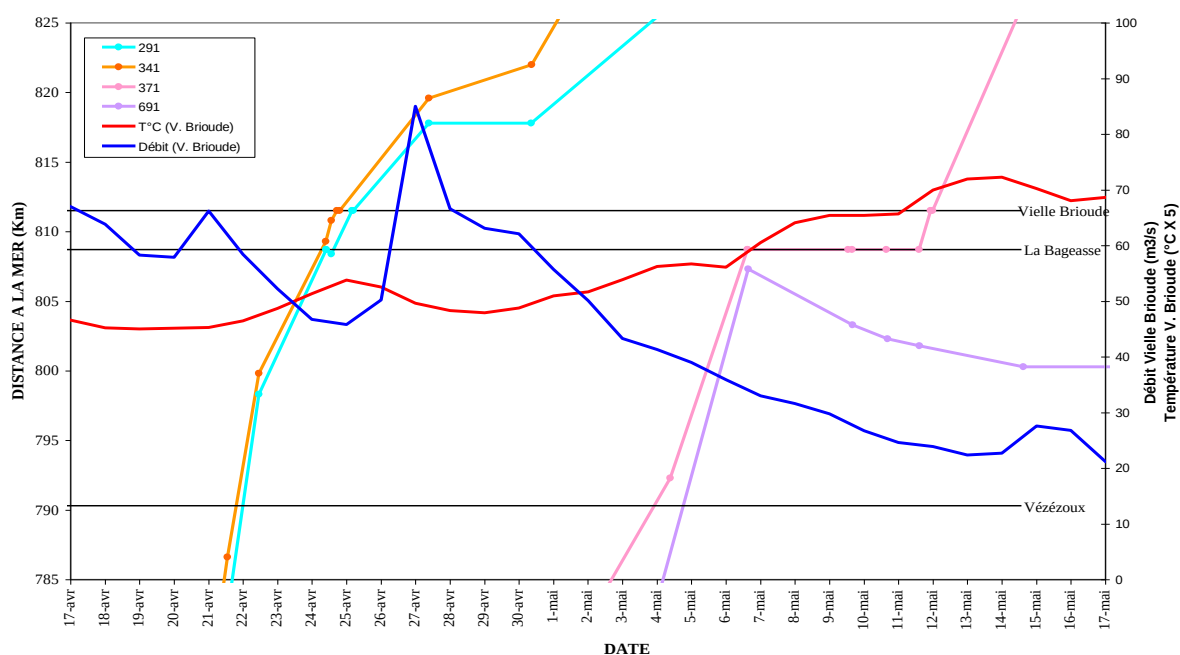


Figure 55: Saumons franchissant les barrages de La Bageasse et de Vieille Brioude au printemps 2009. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

A l'automne (Figure 56 et Annexe 6), les conditions de débits rencontrées lors des dates possibles de franchissement des six saumons (entre les 19 octobre et le 2 janvier) sont beaucoup plus faibles et toutes inférieures à celles observées au printemps. Elles varient à la station de Vieille Brioude de 8,6 à 24,4 m³/s soit, 30 à 84 % du module et 40 à 113 % de la moyenne mensuelle de référence du mois d'octobre (21,6 m³/s) pour quatre poissons et 36 à 50 % du débit de référence (36,3 m³/s) pour le saumon franchissant au mois de novembre. Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude sont également basses, elles varient de 4,1 à 11,5 °C.

Les retards observés pour les quatre saumons qui franchissent l'obstacle au mois d'octobre sont plus faibles qu'au printemps. Ce retard varie de 6 à 58,5 heures pour le saumon 821, de 0 à 30 heures pour le 671 et de 0 à 3 heures pour les saumons 691 et 811. Un de ces poissons (691) a été capturé par le Conservatoire National du Saumon Sauvage (CNSS) lors des captures de géniteurs à l'automne et n'a pas été remis en amont de la passe, mais transporté à la pisciculture de Chanteuges où il a été remis dans la rivière près de la salmoniculture, 42 km et 4 barrages en amont de son point de capture. Pour ce poisson nous n'aurons donc pas les conditions de franchissement des barrages de Vieille Brioude, Chilhac, Chambon de Cerzat et Langeac. Les trois autres poissons passent durant une période d'arrêt du piégeage.

Pour le poisson qui franchit le barrage au mois de novembre (411), le retard est difficile à préciser. Ce poisson après la reprise de migration automnale progresse très rapidement, et nous le retrouvons le 26 octobre, 400 m en aval du barrage de la Bageasse. Cette zone en aval du barrage correspond à la zone de replis des poissons qui bute contre un obstacle, il est donc fort possible qu'il soit monté jusqu'à l'obstacle en dehors de nos contrôles. Il ne franchit le barrage que 9 jours plus tard. Le retard minimum (durée entre la première et la dernière localisation au barrage) pour ce poisson est de 23 heures. Ce poisson a également été piégé par le CNSS, mais a été remis à l'eau directement en amont de la passe. Une partie du retard est donc liée au piégeage dans la passe de La Bageasse avant sa libération en amont du barrage.

Pour le sixième poisson (724), le retard n'est pas connu, il se produit en fin de période de reproduction entre les 28 décembre et le 2 janvier, après que ce poisson soit remonté de 18 km sur l'Alagnon. Entre ces deux dates qui correspondent aux données des enregistreurs de Lempdes et de Vieille Brioude, le saumon dévale 10,5 km sur l'Alagnon (Lempdes - Saut du Loup) et remonte de 30,4 km sur l'Allier (Saut du Loup - Vieille Brioude), soit une distance de près de 41 km en 132 heures (vitesse moyenne de dévalaison et de remontée 0,31 km/h). Ce poisson ayant pu faire des arrêts pour se reproduire sur ce secteur, il semble que le barrage de la Bageasse n'ait pas été un obstacle majeur lors de sa remontée. Notons que les débits relevés lors de ce déplacement sont supérieurs aux débits rencontrés lors des précédents franchissements du barrage de la Bageasse.

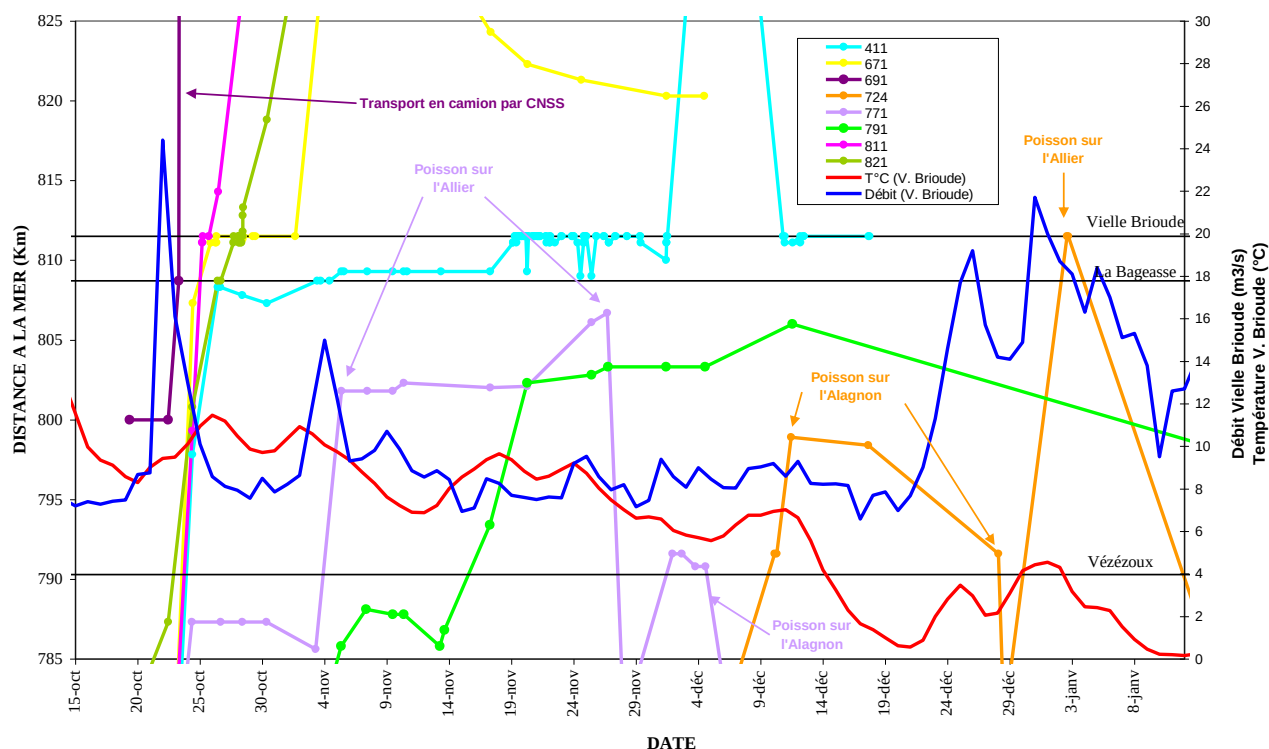


Figure 56: Saumons franchissant les barrages de La Bageasse et de Vieille Brioude à l'automne 2009. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

En 2006 « 100% des saumons qui se sont présentés au niveau de cet ouvrage l'ont franchi. Il ne semble pas occasionner de retards importants à la migration des saumons. Le retard lié au barrage de La Bageasse pour les deux saumons qui ont été suivis sur cet obstacle ne représente que quelques heures (inférieur à 7 heures pour le (1034) et 13 à 19 heures pour le (1095)). En revanche un retard important de cinq jours et demi est imputable aux opérations de captures réalisées sur ce site. Ce retard aurait pu être plus important si un arrêt de piégeage début octobre n'avait eu lieu. Ces observations amènent donc à une grande prudence dans l'organisation d'une campagne de piégeage, afin de ne pas bloquer les poissons en aval d'un aménagement. Il serait vraisemblablement très raisonnable dans une campagne de piégeage d'ouvrir le piège une partie du temps pour laisser passer les poissons bloqués par le piège et redescendu en aval, ou de ne piéger que la journée et d'ouvrir le piège la nuit. Ces précautions ont été réalisées lors de la capture de saumon au barrage de Vichy pour cette étude, le piège n'étant installé que trois jours par semaine et uniquement au cours de la journée. Sur les 168 heures que représente une semaine, le piège était en place 30 heures soit 18% de la période ».

Considéré comme « franchissable mais avec risque de retard pour le saumon » dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce seuil n'a pas occasionné de retard pour la plupart des poissons, mais en 2009, d'autres ont accusé des retards pouvant atteindre 5 à 9 jours. L'étude confirme donc ce classement de franchissable mais avec risque de retard.

Depuis 2010, l'arrêt du piégeage à la Bageasse pour la fourniture de géniteurs à la pisciculture de Chanteuges est une gestion adaptée puisqu'elle n'entraîne plus de retard de migration. De plus, à ce niveau de l'axe, en automne, les poissons sont en capacité de se reproduire dans la rivière.

5.1.9. Poissons franchissant le Barrage de Vieille Brioude

Tous les poissons franchissant le barrage de la Bageasse progressent en amont (**Figure 55** et **Figure 56**). Sur les 9 poissons, l'un d'eux ne sera pas suivi au barrage de Vieille Brioude, car après sa capture par le CNSS dans le piège de La Bageasse, il a été transporté et redéversé dans l'Allier au niveau de la salmoniculture de Chanteuges.

Le barrage de Vieille Brioude se situe 2,8 km en amont du barrage de La Bageasse et à 149 Km en amont du barrage de Vichy. Cet ouvrage est le huitième rencontré par les saumons après leur franchissement de Vichy. Le barrage dérive l'Allier par un canal d'amenée jusqu'à l'usine avec un débit maximum de 12 m³/s (débit d'équipement). Le débit réservé dans le bras court-circuité est de 6 m³/s.

Ce site a été équipé de deux postes enregistreurs, le premier couvre la zone en aval du canal de fuite, le second la présence au barrage. Pour les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières du jour de franchissement. Les débits et les températures pris en compte sont les valeurs de la station hydrologique de Vieille Brioude (situé en aval de l'usine) et du thermographe mis en place par LOGRAMI dans le canal d'amenée de l'usine de Vieille Brioude (**Annexe 6**).



**Figure 57 : Barrage de Vieille Brioude le 17-09-2006 débit 9,7 m³/s.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**



Figure 58 : Barrage de Vieille Brioude. A gauche le 8-06-2006 débit 8,4 m³/s. A droite le 18-05-2010, débit 59 m³/s. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



Figure 59 : Passe à poissons du barrage de Vieille Brioude le 18-05-2010, débit 59 m³/s. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Au printemps (Figure 55 et Annexe 6), les débits journaliers rencontrés lors des franchissements des 3 saumons varient à la station de Vieille Brioude de 24,6 à 46,7 m³/s soit, 85 à 161 % du module (29 m³/s), et 65 à 104 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (44,7 m³/s au mois d'avril et 38,1 m³/s au mois de mai). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 10,3 à 13,1 °C.

Pour les trois poissons (291, 341, 371) « le retard » (différence entre la dernière réception au barrage et la première réception à l'usine) par le complexe de Vieille Brioude (usine et barrage) varie de 0,8 à 1,9 heures. Ces durées indiquent que les poissons ont franchi l'obstacle sans aucun retard, les durées incluant les 100 mètres en aval de l'usine, le parcours du tronçon court-circuité ainsi que les 100 premiers mètres de la retenue. **Ces trois poissons franchissent l'obstacle de nuit.**

Les deux premiers saumons marqués (341 et 291) franchissent le barrage de Vieille Brioude les 24 et 25 avril avec des débits horaires à la station de Vieille Brioude de 50 et 49 m³/s (relevés sur le site internet vigicrue) et des débits moyens journaliers de 46,7 et 45,8 m³/s. Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

m³/s (Banque Hydro). Dès leur arrivée sur le site, ces deux poissons montent directement au barrage sans venir tourner au pied des turbines. Ils franchissent le barrage respectivement 1,9 et 0,8 heures après leur première réception par les postes enregistreurs. Avec les conditions de débits rencontrées par ces poissons, le débit turbiné ne représente que ¼ du débit de l'Allier, le débit déversé au barrage représentant les ¾. Dans ces conditions de débits élevés (172 % du module, et 112 % du débit moyen du mois d'avril), ces deux poissons n'ont pas été retardés par le barrage de Vieille Brioude.

Le troisième poisson (371) franchissant le barrage au printemps, le fait le 11 mai avec un débit moyen journalier de 24,6 m³/s, et un débit horaire de 25 m³/s (soit 86 % du module et 66 % du débit moyen mensuel du mois de mai). Là encore le poisson ne monte pas au pied des turbines, mais directement au barrage qu'il franchit en moins de 1,4 heure. Lors de son franchissement, l'attrait par le canal de fuite et celui du barrage sont similaires, le débit étant équitablement réparti entre l'usine et le barrage. Après son franchissement ce poisson continue sa progression amont sur 19 km jusqu'au 20 mai puis redescend dans la retenue de Vieille Brioude le 23 mai, où il reste tout l'été, effectuant quelques courtes remontées puis redescendentes. Du 8 août au 2 septembre, l'émetteur de ce poisson passe souvent en « double bip » signifiant l'immobilité complète du poisson pendant plus de 6 heures, mais des petites progressions amont sont encore constatées jusqu'au 2 septembre, date considérée pour la mortalité du saumon. Ce saumon sera le seul des sept poissons en amont du Saut du Loup à mourir pendant l'été.

A l'automne (Figure 56 et Annexe 6), les débits rencontrés lors de la venue des 5 saumons sont beaucoup plus faibles qu'au printemps, ils varient entre 7,9 et 10,1 m³/s, soit seulement 27 à 35 % du module et 23 à 47 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (21,6 m³/s au mois d'octobre, 36,3 m³/s au mois de novembre et 39 m³/s au mois décembre). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 6,6 à 9,6 °C. Pour un sixième saumon (691) nous n'aurons aucun renseignement sur le franchissement de cet obstacle, celui-ci ayant été transporté en camion après sa capture par le CNSS le 3 octobre. Ceci est regrettable pour cette étude car ce poisson était le premier à arriver à Vieille Brioude lors de débits supérieurs de 60 % aux débits les plus importants rencontrés à l'automne. Il aurait permis d'apprécier les conditions de migrations sur l'ouvrage dans ce contexte.

Les deux premiers saumons (811 et 821) franchissant le barrage à l'automne passent les 25 et 28 octobre. Ils cumulent respectivement un retard de 13,3 heures et 17,4 heures. Le premier poisson (811) est dans un premier temps attiré par le canal de fuite de l'usine où il reste 65 minutes, puis il remonte le tronçon court-circuité en 30 minutes et reste près de 12 heures au barrage avant de continuer sa migration vers l'amont. Le débit réservé au barrage étant de 6 m³/s, le débit déversé au barrage représente 60 % du débit entrant dans la retenue (10,1 m³/s), et le débit turbiné 40 %. Le second poisson (821) passe dans un premier temps devant le canal de fuite où il ne s'arrête pas (une seule réception à l'usine) et monte au barrage en 30 minutes. Il stationne au pied de celui-ci durant plus de 9 heures puis redescend dans le canal de fuite en 50 minutes. Il stationne au pied des turbines une demi heure puis remonte au barrage en 15 minutes où il stationne de nouveau 2 heures. Il redescend de nouveau lentement (75 minutes) dans le canal de fuite de l'usine où il ne stationne que 8 minutes. Pour la troisième fois, il remonte au barrage en 15 minutes, et finit par franchir l'ouvrage après deux heures. Au total 17,4 heures se sont écoulées entre son premier passage à l'usine et le franchissement du barrage.

Le troisième saumon (671) arrive à l'usine le même jour que le saumon (811) le 25 octobre, mais il ne franchit le barrage que 7 jours plus tard le 1^{er} novembre. Durant cette semaine, le débit varie de 10,1 à 7,6 m³/s. Ce débit est de 8,2 m³/s le jour du franchissement du poisson. Lors de son arrivée, le saumon monte dans le canal de fuite de l'usine durant près de 40 minutes puis se replie en aval ou reste dans le tronçon court-circuité durant 9 heures et demi avant de revenir une heure dans le canal de fuite. Il monte ensuite au barrage en sept minutes et reste au pied de celui-ci plus de 6 jours,

durant lesquels il sera observé à 2 reprises au pied de la passe à poissons dans les heures qui suivent son arrivée au barrage. Dans ces 6 jours, il fait 2 replis de 5 heures chacun dans le bras courtcircuité. Le retard de ce poisson entre son arrivée et son franchissement du barrage totalise 163,2 heures (6 jours et 19 heures).

Le quatrième saumon (411) arrive à l'usine de Vieille Brioude le 19 novembre (**Figure 60**), deux semaines après son franchissement du barrage de La Bageasse situé 2,5 km en aval. Notons qu'à cette période la reproduction a débuté, et que ce mâle contrôlé par le CNSS au piège de La Bageasse a pu se reproduire 600 m en amont de ce barrage où il est localisé du 5 au 19 novembre. Le détail des déplacements de ce poisson au niveau des 2 ouvrages de Brioude sont présentés dans la **Figure 60**. Franchissant le barrage de Vieille Brioude en 297 heures (12 jours et 9 heures) après son arrivée à l'usine, il n'est pas possible de conclure à un retard de migration pour ce poisson, celui-ci se produisant en pleine période de reproduction, et deux frayères étant comptabilisées dans ce secteur lors du comptage aérien des frayères du 17 décembre 2009.

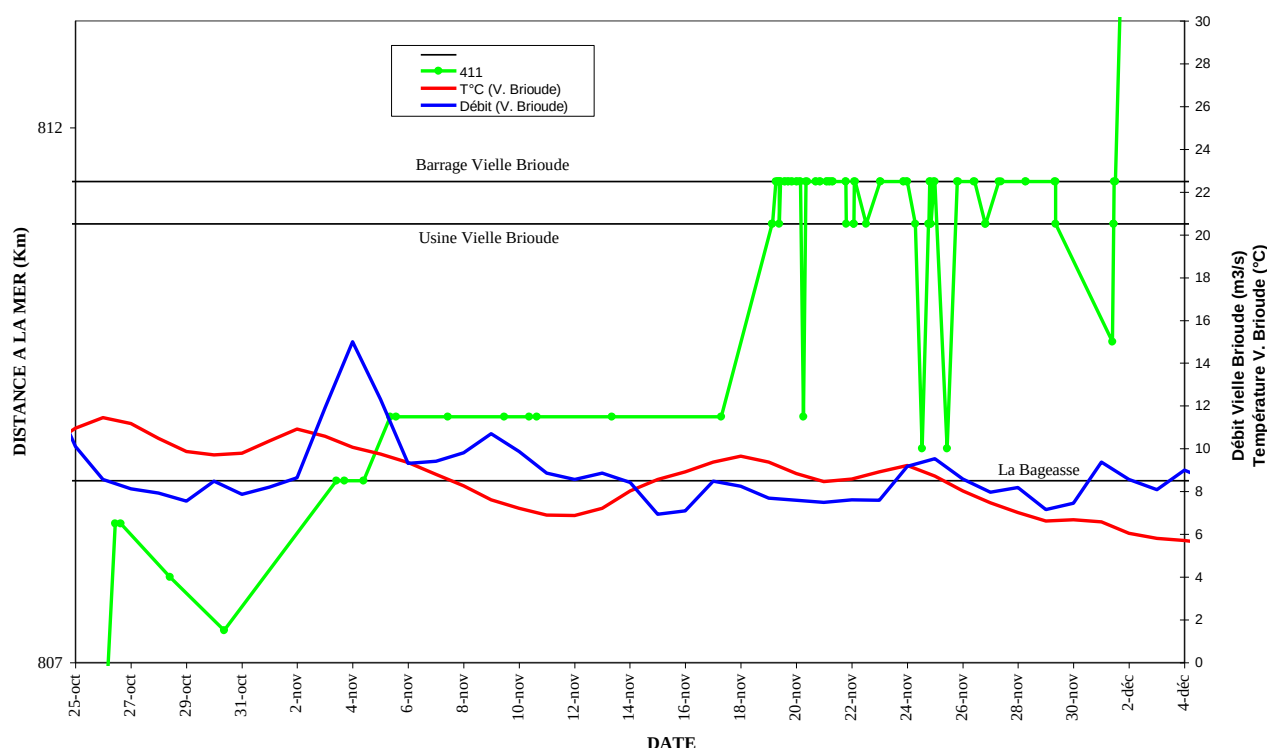


Figure 60 : Déplacements du saumon 411 au niveau des barrages de la Bageasse et de Vieille Brioude (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Le cinquième et dernier saumon de l'automne (724) monte durant deux heures à l'usine de Vieille Brioude le 2 janvier, en toute fin de la période de reproduction. Il ne monte pas jusqu'au barrage et redévale jusqu'à Vichy où il sera reçu un mois plus tard. Le non franchissement de l'ouvrage ne peut pas être considéré comme un blocage, car après une première période de reproduction sur l'Allagnon, ce poisson supposé mâle est remonté sur l'Allier pour continuer à se reproduire et pour participer à la fin de la reproduction.

En 2006 : « 2 saumons (1014 et 1164) sur les 5 qui se sont présentés au barrage de Vieille Brioude n'ont jamais franchi le barrage alors qu'ils ont réalisé plusieurs prospections au niveau de l'ouvrage. Ces poissons se sont ensuite repliés sur les affluents de l'Allier dans ce secteur (Senouire, Branche marinière) cherchant certainement à échapper à l'augmentation de turbidité de l'axe principal consécutivement à de forts orages. Ces

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

poissons meurent ensuite sans franchir le barrage de Vieille Brioude. Cependant, à cette période, la plupart voire la totalité des poissons avaient arrêté leur migration printanière. Les blocages en aval de l'ouvrage de ces deux saumons ne sont donc pas forcément directement liés au barrage.

Pour les 3 poissons qui franchissent le barrage à l'automne, le retard varie de 5-6 heures pour le (1095) à 15 heures pour le (1034). Le saumon (251) ne semble pas ou peu avoir été retardé par ce barrage. Il est donc difficile d'évaluer précisément l'impact du barrage de Vieille Brioude ».

Considéré comme «difficilement franchissable pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce barrage n'a pas été un obstacle à la migration des saumons au printemps avec des débits élevés au barrage. En revanche des retards faibles (moins de 24 heures) à l'automne pour 2 poissons et élevés (près de 7 jours) pour un troisième saumon ont été notés. Pour deux autres saumons, le retard important avant franchissement ne peut être attribué à l'obstacle lui-même car les poissons arrivent en pleine ou fin de période de reproduction.

5.1.10. Poissons n'arrivant pas au barrage de Chilhac

Deux poissons qui franchissent le barrage de Vieille Brioude n'arrivent pas au barrage de Chilhac. Le (371) qui meurt dans la retenue de Vieille Brioude le 2 septembre, après avoir progressé de 19 km en amont du barrage de Vieille Brioude, et être redescendu dans la retenue pour l'été (cf. § 5.1.9). Le second poisson (671 est localisé 500 m en aval du barrage de Chilhac les 7 et 10 novembre, en début de période de reproduction), après un retard de plus de 6 jours lors du franchissement du barrage de Vieille Brioude le 1^{er} novembre. Nous ne pouvons pas exclure que ce poisson soit monté jusqu'au barrage de Chilhac, celui-ci n'étant pas équipé de poste d'enregistrement.

5.1.11. Poissons franchissant le barrage de Chilhac

Le barrage de Chilhac (**Figure 61 et Figure 62**) se situe 22 km en amont du barrage de Vieille Brioude et à 170,6 Km en amont du barrage de Vichy. Il est le neuvième obstacle en amont de Vichy. N'étant pas suivi par un poste fixe d'enregistrement, les retards éventuels des saumons sont donc estimés par les différentes localisations effectuées sur et autour de l'aménagement. La date précise du franchissement n'étant pas connue, les dates mentionnées représentent des fourchettes de possibilité de franchissement, entre la dernière date de localisation du poisson en aval de l'ouvrage, et la première localisation en amont. Pour les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières (minimum et maximum) de la période du franchissement. Les débits pris en compte sont les valeurs de la station hydrologique de Langeac situé 12 km en amont et les températures sont relevées à l'usine de Vieille Brioude (**Annexe 7**). Cinq poissons marqués franchissent ce barrage, 2 au printemps et 3 à l'automne.



**Figure 61 : Barrage et usine de Chilhac le 9-12-2004, débit Langeac 16,6 m³/s.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**



**Figure 62 : Barrage et usine de Chilhac le 11-05-2009, débit Langeac 23,9 m³/s.
En haut à gauche, barrage rive droite et usine. En haut à droite, milieu du barrage.
En bas, barrage rive droite. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Au printemps (Figure 63 et Annexe 7), les débits journaliers rencontrés lors des franchissements des 2 saumons varient à la station de Langeac de 22,3 à 53,6 m³/s soit, 99 à 237 % du module (22,6 m³/s), et 78 à 187 % de la moyenne mensuelle de référence du mois de passage (28,7 m³/s au mois de mai). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 9,8 à 13,1 °C.

Pour les deux poissons (291, 341) le retard minimum (différence de temps entre la dernière et la première localisation au barrage) occasionné par le barrage de Chilhac est nul, les poissons n'ayant jamais été localisés devant l'obstacle. Le retard maximum (différence de temps entre la dernière localisation aval et la première localisation en amont du barrage, déduction faite de 1 heure pour 0,5 kilomètre parcouru) est de 6 heures pour le saumon (291), et de 63 heures pour le saumon (341). Pour le premier poisson le retard maximum est faible, le poisson ayant été localisé deux jours de suite. Pour le second poisson (341) ce retard maximum est plus élevé mais il ne reflète pas forcément un réel retard, le poisson n'ayant pas été localisé durant 4 jours, durant lesquels il remonte 17,3 km de rivière, franchissant le barrage de Chilhac.

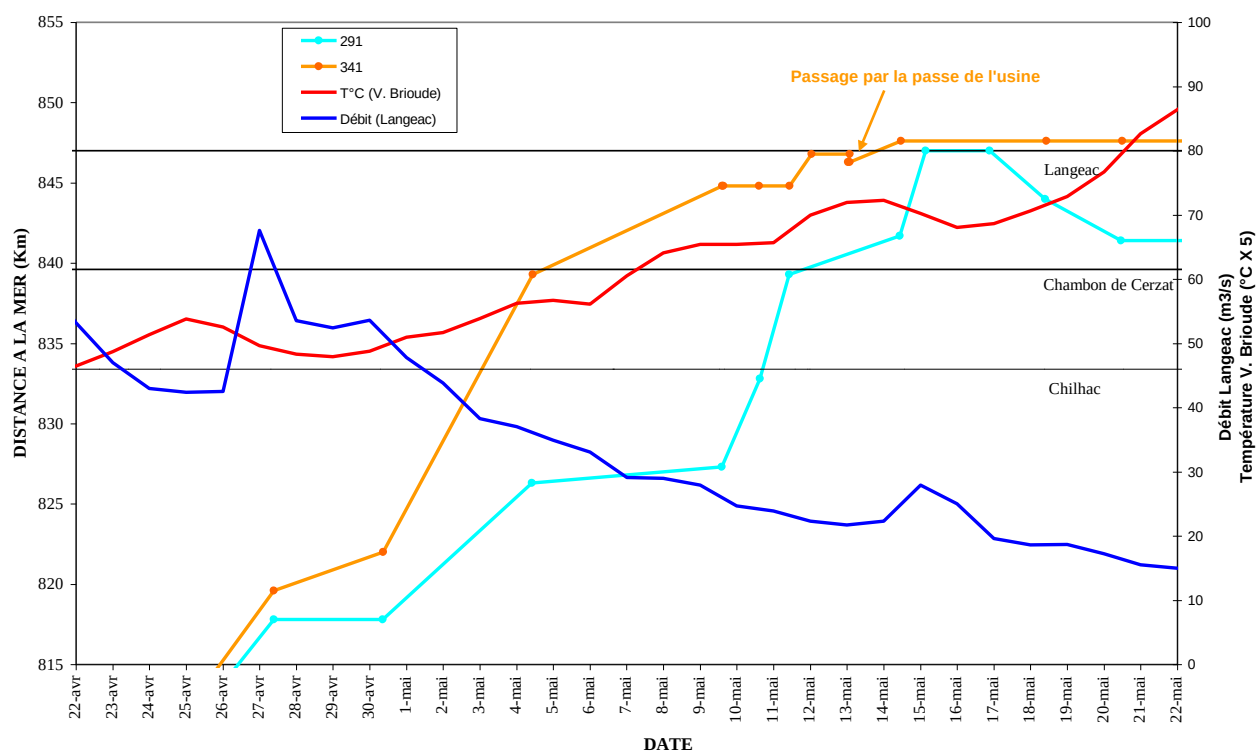


Figure 63 : Saumons franchissant les barrages de Chilhac, Chambon de Cerzat et Langeac au printemps 2009. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

A l'automne (Figure 64 et Annexe 7), les débits journaliers rencontrés lors des franchissements des 3 saumons varient à la station de Langeac de 7 à 12,8 m³/s soit, 31 à 57 % du module (22,6 m³/s), et 24 à 43 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (29,5 m³/s au mois de novembre et 29,6 m³/s au mois de décembre). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 5,7 à 10,9 °C.

Pour les trois poissons (411, 811, 821) le retard minimum (différence de temps entre la dernière et la première localisation au barrage) par le barrage de Chilhac est nul, les poissons n'ayant jamais été localisés devant l'obstacle. Le retard maximum (différence de

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

temps entre la dernière localisation aval et la première localisation en amont du barrage, déduction faite de 2 heures par kilomètre parcouru) est de 15 heures pour le saumon (411), et de 78 et 64 heures pour les saumons (811 et 821) qui franchissent cet obstacle tous les deux entre le 30 octobre et le 3 novembre. Pour le premier poisson (411) le retard maximum est faible, le poisson ayant parcouru 27,8 km franchissant les barrages de Chilhac et de Chambon de Cerzat durant les 70 heures qui séparent les deux localisations. Pour le second poisson (811) ce retard maximum est plus élevé mais il ne reflète pas forcément un réel retard, le poisson n'ayant pas été localisé durant 4 jours, durant lesquels il remonte 10,7 km de rivière, franchissant les barrages de Chilhac et de Chambon de Cerzat. Ce retard maximum est 64 heures pour le (821) qui parcourt 17,5 km dans les 4 jours sans localisation.

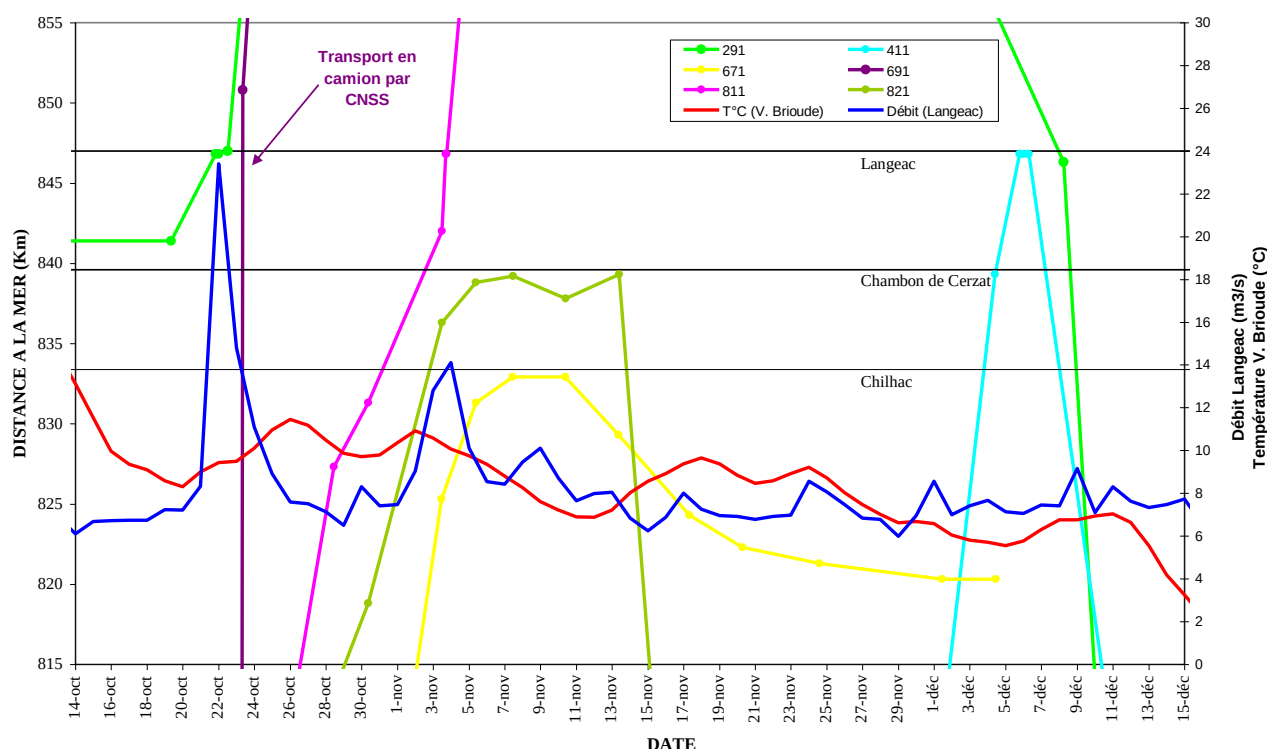


Figure 64 : Saumons franchissant les barrages de Chilhac, Chambon de Cerzat et Langeac A l'automne 2009. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

En 2006 « Les 3 saumons qui arrivent aux barrages du moulin de Chilhac puis de Chambon de Cerzat les franchissent. Le premier au printemps, les deux autres à l'automne. Les barrages du moulin de Chilhac et de Chambon de Cerzat, ne présentent pas de problème de franchissement pour les saumons dans les conditions rencontrées. »

Considéré comme «franchissable sans difficulté apparente pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce barrage ne semble pas avoir été un obstacle à la migration des saumons au printemps avec des débits élevés de la rivière. A l'automne, aucun retard n'a pu être observé, mais le dispositif mis en place ne permet pas de conclure formellement sur cet obstacle en l'absence de poste d'enregistrement sur le site.

5.1.12. Poissons franchissant le barrage de Chambon de Cerzat

Dixième obstacle en amont de Vichy et situé à 176,8 km en amont de ce barrage, le barrage de Chambon de Cerzat (**Figure 65 et Figure 66**) se situe 6,2 km en amont du barrage de Chilhac. N'étant pas suivi par un poste fixe d'enregistrement, les retards éventuels des saumons sont donc estimés par les différentes localisations effectuées sur et autour de l'aménagement. La date précise du franchissement n'étant pas connue, les dates mentionnées représentent des fourchettes de possibilité de franchissement, entre la dernière date de localisation du poisson en aval de l'ouvrage, et la première localisation en amont. Compte tenu de la proximité du barrage de Chilhac, les résultats obtenus pour ce site sont fréquemment les mêmes que pour le barrage de Chilhac. Pour les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières (minimum et maximum) de la période du franchissement. Les débits pris en compte sont les valeurs de la station hydrologique de Langeac situé 6 km en amont et les températures sont relevées à l'usine de Vieille Brioude (**Annexe 7**).

Quatre poissons marqués franchissent ce barrage, 2 au printemps et 2 à l'automne. Un cinquième poisson (821) reste en aval du barrage du 5 ou 13 novembre, où il s'est très probablement reproduit, comme en atteste les cinq frayères observées le 8 décembre 2009 lors du survol aérien.



Figure 65 : Barrage de Chambon de Cerzat et passe à poissons le 9-12-2004, débit Langeac 16,6 m³/s. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



**Figure 66 : Barrage de Chambon de Cerzat. En haut le 26/5/06 débit Langeac 10 m³/s
En bas le 19/05/2010 débit Langeac 57 m³/s, passe à poissons submergée
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**

Au printemps (Figure 63 et Annexe 7), les débits journaliers rencontrés lors des franchissements des 2 saumons varient à la station de Langeac de 21,7 à 37 m³/s soit, 96 à 164 % du module (22,6 m³/s), et 76 à 129 % de la moyenne mensuelle de référence du mois de passage (28,7 m³/s au mois de mai). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 11,2 à 14,5 °C.

Pour les deux poissons (291, 341) le retard minimum (différence de temps entre la dernière et la première localisation au barrage) occasionné par le barrage de Chambon de Cerzat est nul, les poissons n'ayant jamais été localisés devant l'obstacle. Le retard maximum (différence de temps entre la dernière localisation aval et la première localisation en amont du barrage, déduction faite de 2 heures par kilomètre parcouru) est de 67 heures pour le saumon (291), et de 113 heures pour le saumon (341). Pour le premier poisson le retard maximum est élevé, le poisson n'ayant été localisé qu'après 3 jours durant lesquels il franchit le barrage et ne parcourt que 2,4 km. Pour le second poisson (341) ce retard maximum est plus élevé mais il ne reflète pas forcément un réel retard, le poisson n'ayant pas été localisé durant 5 jours, durant lesquels il ne remonte que 5,5 km de rivière, franchissant le barrage de Chambon de Cerzat. Cependant ces deux 2 poissons ont été localisés 300m en aval du barrage, ces localisations au même endroit laisse supposer que les poissons sont montés au barrage puis se sont repliés en aval (comportement généralement observé en aval des obstacles). Il est donc très probable que les 2 poissons aient buté un certain temps sur cet aménagement.

A l'automne (Figure 64 et Annexe 7), les résultats des franchissements pour les deux saumons qui passent le barrage sont les mêmes que pour le barrage de Chilhac les

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

poissons franchissant les 2 obstacles entre deux localisations. Les débits journaliers rencontrés lors des franchissements des 2 saumons varient à la station de Langeac de 7 à 12,8 m³/s soit, 31 à 57 % du module (22,6 m³/s), et 24 à 43 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (29,5 m³/s au mois de novembre et 29,6 m³/s au mois de décembre). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 5,7 à 10,9 °C.

Pour les deux poissons (411, 811) le retard minimum (différence de temps entre la dernière et la première localisation au barrage) par le barrage de Chambon de Cerzat est nul, les poissons n'ayant jamais été localisés devant l'obstacle. Le retard maximum (différence de temps entre la dernière localisation aval et la première localisation en amont du barrage, déduction faite de 1 heure pour 0,5 kilomètre parcouru **cf. § : 2.5.4.3**) est de 15 heures pour le saumon (411), et de 78 heures pour le saumon (811). Pour le premier poisson (411) le retard maximum est faible, le poisson ayant parcouru 27,8 km franchissant les barrages de Chilhac et de Chambon de Cerzat durant les 70 heures qui séparent les deux localisations. Pour le second poissons (811) ce retard maximum est plus élevé, mais il ne reflète pas forcément un réel retard, le poisson n'ayant pas été localisé durant 4 jours, durant lesquels il remonte 10,7 km de rivière, franchissant les barrages de Chilhac et de Chambon de Cerzat.

Un troisième poisson (821) reste en aval du barrage du 5 au 13 novembre, où il s'est très probablement reproduit, comme en atteste les cinq frayères observées le 8 décembre 2009 lors du survol aérien.

En 2006 « Les 3 saumons qui arrivent aux barrages du moulin de Chilhac puis de Chambon de Cerzat les franchissent. Le premier au printemps, les deux autres à l'automne. Les barrages du moulin de Chilhac et de Chambon de Cerzat, ne présentent pas de problème de franchissement pour les saumons dans les conditions rencontrées. »

Considéré comme «franchissable sans difficulté apparente pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce barrage ne semble pas avoir été un important obstacle à la migration des saumons au printemps avec des débits de la rivière supérieurs au module. Cependant il est fort probable qu'un retard non quantifié est eu lieu. A l'automne, aucun retard n'a pu être observé, mais en l'absence de poste d'enregistrement sur le site, le dispositif ne permet pas de conclure formellement sur cet obstacle.

5.1.13. Poissons franchissant le barrage de Langeac

Les quatre poissons franchissant le barrage de Chambon de Cerzat progressent en amont et montent au barrage de Langeac (**Figure 63 et Figure 64**).

Le barrage de Langeac (**Figure 67**) se situe 7,4 km en amont du barrage de Chambon de Cerzat et à 184 Km en amont du barrage de Vichy. Cet ouvrage est le onzième rencontré par les saumons après leur franchissement de Vichy. Le barrage dérive l'Allier par un canal d'amenée jusqu'à l'usine, équipée pour turbiner un débit maximum de 12,5 m³/s. Le débit réservé dans le bras court-circuité est de 6 m³/s du 15 mars au 30 juin et du 15 septembre au 30 novembre (plus 60 jours, consécutifs ou non, sur demande de l'administration). Le reste de l'année le débit réservé est de 3 m³/s (Steinbach 2005).

Trois possibilités de franchissement s'offrent aux poissons. Une passe à bassin au barrage (**Figure 68**), une passe à canoës au barrage (**Figure 69**), une passe à bassin à l'usine (**Figure 70**).

Ce site a été équipé de deux postes enregistreurs, le premier couvre la zone en aval du canal de fuite et la passe à poissons de l'usine, le second la présence au barrage. Pour

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

les débits et températures, les valeurs pour chaque poisson sont les valeurs journalières du jour de franchissement. Les débits et les températures pris en compte sont les valeurs de la station hydrologique de Langeac (situé en aval de l'usine) et du thermographe mis en place par LOGRAMI dans le canal d'amenée de l'usine de Vieille Brioude (**Annexe 7**).



Figure 67 : Barrage de Langeac. A gauche le 29/07/2009 (débit Allier 11,5 m³/s). A Droite le 18/05/2010 (débit Allier 57 m³/s). (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

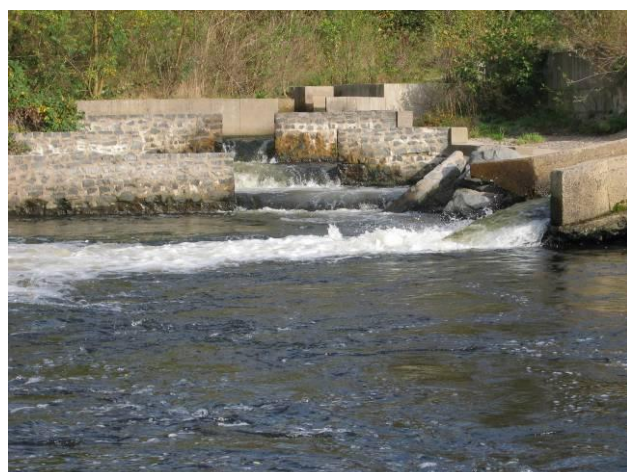


Figure 68 : Passe à poissons du barrage. A gauche le 10/05/2004. A Droite le 15/10/2008 (Sources : LOGRAMI)



Figure 69 : Passe à canoës du barrage. A gauche le 03/11/2004 (débit 35,2 m³/s). A Droite le 26/05/2009 (débit 8,4m³/s) (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages



Figure 70 : Passe à poissons de l'usine de Langeac. En haut partie amont de la passe, en bas bassins et chute aval (Sources : LOGRAMI)

Au printemps (Figure 63 et Annexe 7), deux saumons montent au barrage. Les débits journaliers rencontrés lors de la présence des 2 saumons au barrage varient à la station de Langeac de 21,7 à 27,9 m³/s soit, 96 à 123 % du module (22,6 m³/s), et 76 à 97 % de la moyenne mensuelle de référence du mois de passage (28,7 m³/s au mois de mai). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 13,6 à 14,4 °C.

Le premier saumon marqué (341) à arriver monte au barrage le 12 mai où il reste près de 24 heures, puis redescend à l'usine et franchit l'obstacle par la passe de l'usine qu'il remonte en une heure. **Le retard par l'aménagement de Langeac** (différence de temps entre la dernière et la première réception des postes d'enregistrements) et donc de **près de 25 heures**. Après son franchissement le saumon monte encore de 11 kilomètres et stoppe sa progression entre le 30 mai et le 2 juin pour son arrêt estival. Si l'usine est en fonctionnement lors de la montée de ces poissons au barrage, le débit transitant dans le bras court circuité est au moins de 50 % du débit de la rivière (débit dérivé maximum de 12,5 m³/s). Cependant, nous ne savons pas si l'usine était en fonctionnement, ni le débit Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

dérivé lors de ces montés, le débit déversé au barrage lors de ces prospections au barrage est donc au minimum de 50% du débit entrant dans la retenue.

Le second saumon (291) arrive trois jours plus tard. **Il reste 42 heures au barrage** avant de dévaler de plus de 5 kilomètres. Il ne remonte au barrage qu'à l'automne, 158 jours plus tard.

Au printemps, les mouvements au pied du barrage (2 montaisons et 2 dévalaisons) des deux saumons ainsi que le franchissement de l'usine du saumon 341 sont tous nocturnes.

A l'automne (Figure 64 et Annexe 7), deux saumons franchissent le barrage de Langeac. Les débits journaliers rencontrés lors des franchissements des 2 saumons varient à la station de Langeac de 8,3 à 12,8 m³/s soit, 38 à 57 % du module (22,6 m³/s), et 36 à 44 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (18,9 m³/s au mois d'octobre et 29,5 m³/s au mois de novembre). Les températures enregistrées à l'usine de Vieille Brioude varient de 9 à 10,6 °C.

Pour les deux poissons (291, 811) le retard (différence de temps entre la dernière et la première réception des postes d'enregistrements) par le complexe de Langeac reste un strict minimum, l'enregistreur du barrage ne couvrant pas totalement l'aval du barrage. Pour le premier poisson (291) qui était déjà venu au barrage au mois de mai **le retard est au minimum de 16,3 heures**. Il est reçu sur l'enregistreur barrage durant 3h30 puis nous le localisons toujours en aval durant près de 12 heures. Pour le second poisson (811) ce **retard minimum est plus faible avec 1,1 heure**. Le poisson ne sera pas localisé en aval du barrage, mais sa progression rapide jusqu'à l'usine de Monistrol d'Allier (23,2 km en 45,5 heures soit 0,510 km/heure) laisse penser à un faible retard par le complexe de Langeac. Ne connaissant pas le fonctionnement de l'usine lors de ces prospections au barrage, nous ne connaissons pas le débit transitant dans le bras court circuité. Normalement, compte tenu de la période, ce débit est réglementairement de 6 m³/s, mais de nombreux dysfonctionnements de la restitution du débit complémentaire sont notées sur ce site.

Un troisième saumon (411) monte également au barrage de Langeac mais très tardivement. Ce mâle (détermination du sexe lors de sa capture à l'automne par le CNSS) reste 12h30 en aval du barrage dans la nuit du 5 au 6 décembre avant de redévaler jusqu'au barrage de Vieille Brioude. Ce saumon a pu se reproduire durant cette nuit, une frayère étant observée dans le tronçon court-circuité par l'usine de Langeac. Compte tenu de la date tardive d'arrivée sur cet obstacle, il n'est pas possible de conclure à un blocage du poisson. Cependant il est également possible de considérer que ce mâle aurait pu féconder des femelles plus en amont en absence d'obstacle.

En 2006 « Les deux saumons qui se sont présentés au barrage de Langeac ont franchi cet ouvrage. Les franchissements ont été réalisés dans des conditions très favorables de débits représentant 42% du débit moyen du mois d'octobre et 40% du module. Dans ces conditions de débit, le barrage de Langeac ne semble pas engendrer de retards importants pour les saumons. Cependant, ces retards ne permettent pas de conclure à une bonne transparence de l'obstacle. En effet, un retard de migration de 6 à 8 heures est noté pour un poisson. Ce retard est plus important pour le second poisson puisqu'il atteint 24 à 33 heures. Ces saumons sont arrivés sur le site lors d'augmentations de débits, et lors des plus forts passages de poissons de l'année. Les trois journées de passages les plus importantes sont les 4, 13 et 21 octobre avec respectivement 12, 15 et 13 individus (Association saumon sauvage, 2006). Dans des conditions de débits moins favorables, les retards accumulés par les saumons sur ce site auraient pu être plus importants ».

Considéré comme «franchissable sans difficulté apparente pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce barrage ne semble pas avoir été un important obstacle à la migration des saumons à l'automne avec des débits de la

rivière faibles. Cependant avec des débits plus élevés au printemps, des retards et blocages plus importants ont été constatés avec seulement 1 franchissement sur 2 poissons en 2009.

5.1.14. Poissons progressant jusqu'à l'usine de Monistrol

L'usine de Monistrol se situe 23 km en amont du barrage de Langeac et à 207,2 Km en amont du barrage de Vichy. Cet ouvrage est le deuxième rencontré par les saumons après leur franchissement de Vichy.

Quatre saumons progressent en amont (trois après franchissement du barrage de Langeac et un quatrième après capture à La Bageasse puis transport par le CNSS jusqu'à Chanteuges et relâche dans la rivière au niveau de la pisciculture) jusqu'à l'usine de Monistrol située 23 kilomètres en amont du barrage de Langeac et 207 kilomètres en amont du barrage de Vichy.

Ces quatre saumons atteignent l'usine de Monistrol à l'automne lors de la reprise de migration. Les conditions de débits rencontrés lors des arrivées à l'usine varient à la station de Prades de 7,5 à 9,7 m³/s soit, 36 à 47 % du module (20,8 m³/s), et 29 à 52 % des moyennes mensuelles de référence des mois de passage (18,7 m³/s au mois d'octobre et 26,2 m³/s au mois de novembre). Les températures enregistrées dans le Vieil Allier sont basses, elles varient de 9,1 à 9,5 °C.

L'usine de Monistrol turbine au maximum 28 m³/s de l'Allier, débit dérivé au niveau du barrage de Poutès et acheminé par une galerie traversant la montagne puis une conduite forcée (**Figure 72**). Le barrage de Poutès dérive l'Allier sur une distance de 9,4 km (Vieil Allier). Le débit réservé dans le tronçon court-circuité est de 2,5 m³/s, des lâchers d'eau supplémentaires de 3 m³/s sont occasionnellement réalisés pendant la période de migration des saumons. En cas de fort débit de l'Allier et lorsque la retenue est pleine, tout le débit au delà de 30,5 m³/s (28 m³/s turbiné et 2,5 m³/s débit réservé) passe sous les vannes du barrage. Durant l'automne 2009, l'usine a été arrêtée à deux reprises (1 au 12 septembre et 18 au 29 octobre) pour des travaux d'entretien d'une vanne à l'usine. Durant ces périodes, le débit entrant dans la retenue était restitué en aval du barrage.

L'usine de Monistrol turbine également les eaux de l'Ance du sud, dont la restitution est faite en aval du canal de fuite de l'Allier (**Figure 72**).

Pour faciliter l'accès au Vieil Allier, une passe à poissons à ralentisseurs plans prolongée d'un canal relie le pied des turbines de l'usine au Vieil Allier (**Figure 71, Figure 73 et Figure 74**).



Figure 71 : Usine de Monistrol. (Source : LOGRAMI)



Figure 72 : Rejet des turbines. A gauche groupes Allier, à droite groupes Ance du Sud. (Sources : LOGRAMI)



Figure 73 : Canal de fuite de l'usine de Monistrol (à gauche). Entrée de la passe à poissons au pieds des turbines (à droite) (Sources : LOGRAMI)



Figure 74 : Canal reliant la passe à poisson au Vieil Allier obstrué après la crue de novembre 2008 (Sources : LOGRAMI)

Les vitesses de progression des saumons entre Langeac et Monistrol (**Tableau 12 et Figure 75**), varient de 0,12 à 0,707 km/h (moyenne 0,466 km/h). La vitesse la plus faible correspond au saumon (341), mais la reprise de migration pour ce poisson est moins précise que pour les trois autres. Ce poisson ayant franchi l'ouvrage de Langeac au printemps, la date et l'heure de reprise de migration pour ce poisson n'est pas connue. Pour le calcul de cette vitesse, la date prise en compte est donc la dernière localisation avant la reprise de migration. Pour les trois autres poissons, ce calcul est effectué en prenant les dates et heures de franchissement du barrage de Langeac (ou la première localisation juste en amont) et la date d'arrivée à l'usine. Pour le saumon transporté par le CNSS (691) les données de départ correspondent à la remise à l'eau du poisson. Pour ces trois poissons dont les vitesses sont plus précises, les écarts sont plus réduits (0,510 à 0,707 Km/h ; moyenne 0,581 km/h).

Tableau 12 : Dates, conditions de débits et de températures lors de la progression des saumons entre Langeac et Monistrol, et franchissements de l'usine de Monistrol. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

État sanitaire du Saumon	Saumon	Progression Langeac à Monistrol							Franchissement Monistrol			
		Date	Nb de Km	Vitesse Km/h	Débit (a)		T°C (b)		Date	Débit (c)	T°C (b)	Retard (d)
					Min	Max	Min	Max				
B	48 291	22-24 oct.	23	0,526	9,7	20,5	9,1	9,1	24-oct	10	9,1	1,4
B	48 341	22-25 oct.	8,7	0,12	8	20,5	9,1	9,5	25-oct	7	9,5	1,23
B	48 691	23-24 oct.	19,2	0,707	9,7	12,5	9,1	9,1	24-oct	10	9,1	0,55
B	48 811	3-5 nov.	23,2	0,51	7,5	11,5	9,3	9,6	05-nov	2,5	9,3	6,27
Moy			18,5	0,466	8,7	16,3	9,2	9,3		7,4	9,3	2,4
Min		22-oct	8,7	0,12	7,5	11,5	9,1	9,1	30-oct	2,5	9,1	0,55
Max		5-nov	23,2	0,707	9,7	20,5	9,3	9,6	4-déc	10	9,5	6,27
(a) Prades (moyennes journalières) (b) Vieil Allier (moyennes journalières) (c) débit horaire déversé Vieil Allier (d) temps écoulé entre première et dernière réception en aval de l'usine (en heures)												

Sur les quatre saumons qui arrivent à l'usine de Monistrol, 3 (291, 341, 691) arrivent lors du second arrêt de l'usine pour les travaux d'entretien d'une vanne à l'usine (18 au 29 octobre). Le stationnement de ces poissons au niveau de l'usine (entre première et dernière réception sur le poste d'enregistrement), est faible, entre 33 minutes et 1h25. Lors de ces trois arrivées, l'usine est arrêtée et le débit dans le tronçon court-circuité varie de 7 à 10 m³/s. Il est fort probable que ces poissons n'empruntent pas la passe à poissons de l'usine, les turbines étant arrêtées, le bras du Vieil Allier étant plus attractif que le simple débit de la passe dans le canal de fuite de l'usine. Pour le quatrième poisson (811) l'usine est en fonctionnement, mais le débit turbiné reste faible (débit journalier en aval à la station de Prades : 9,7 m³/s ; débit journalier en amont à la station du nouveau monde : 6,7 m³/s). Pour ce poisson l'arrêt est sensiblement plus élevé, puisqu'il reste en aval de l'usine durant 6h17. Lors de son engagement dans le tronçon court-circuité, le débit dans cette partie de l'Allier est de 2,5 m³/s.

Faute d'enregistreur spécifique pour la passe à poissons de l'usine, nous ne savons pas par où ce saumon s'est engagé dans le bras court-circuité : cela peut être soit par la passe à poissons de l'usine ou soit par le premier radier du Vieil Allier.

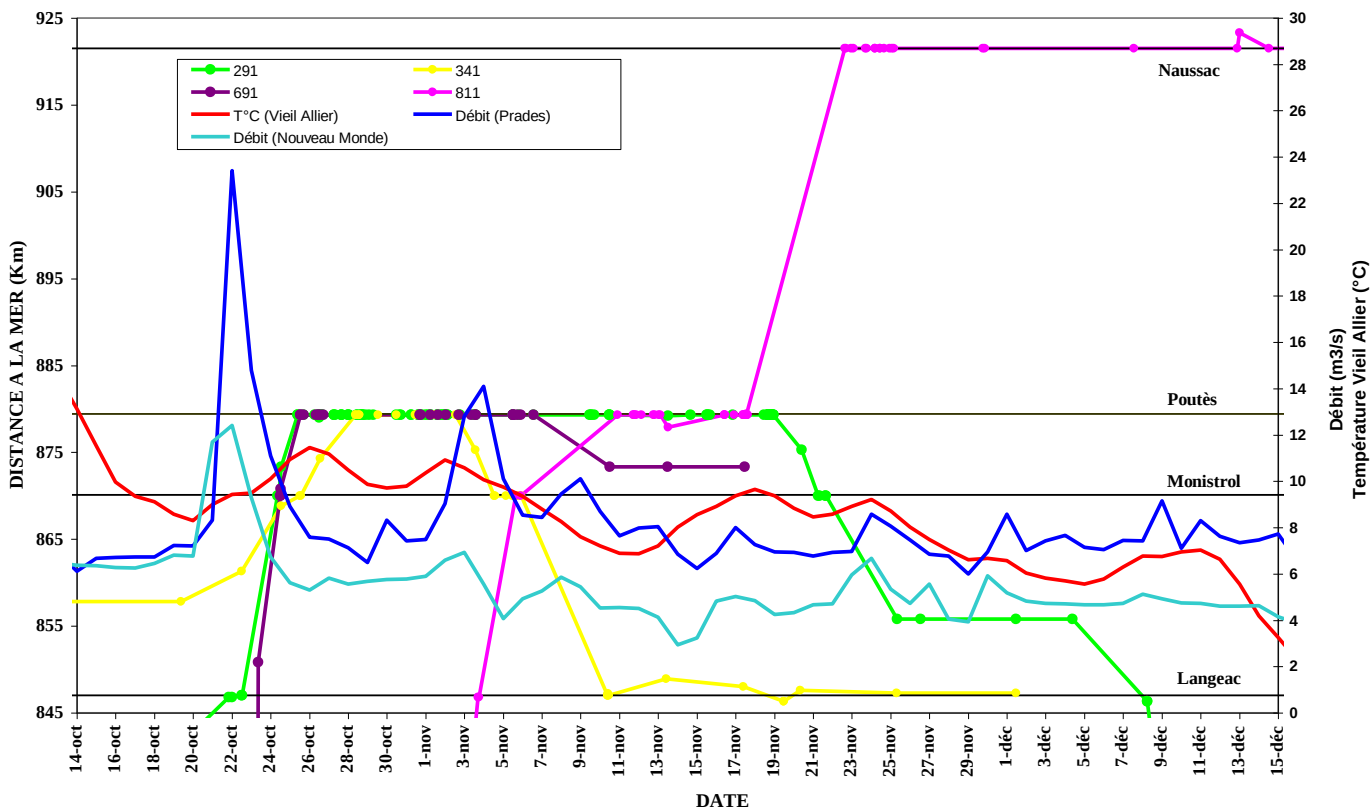


Figure 75 : Progression des saumons en amont de Langeac.
(Sources : LOGRAMI, Banque Hydro et EDF)

5.1.15. Poissons progressant jusqu'au barrage de Poutès

Le barrage de Poutès (**Figure 76 à Figure 78**) se situe 9,4 km en amont de l'usine de Monistrol. Cet ouvrage est le treizième rencontré par les saumons après leur franchissement de Vichy.

Le débit réservé dans le tronçon court-circuité est de 2,5 m³/s. La passe à poissons fonctionne dans sa partie amont (**Figure 80**) avec un débit de 0,3 m³/s ; un débit de 0,2 m³/s est injecté en amont de la passe à ralentisseur pour assurer un débit en aval du dispositif de 0,5 m³/s. Du 15 mars au 15 juin, les 2 m³/s de débit complémentaire pour le débit réservé sont restitués en rive gauche par l'exutoire de dévalaison (**Figure 76**) ; le reste de l'année, les 2 m³/s sont injectés par un tuyau en aval de la passe à poisson (**Figure 76**).

Les conditions de débits dans le Vieil Allier rencontrées lors des montées au barrage varient de 2,5 à 10 m³/s. Les températures enregistrées en aval de l'ascenseur sont basses, elles varient de 6,8 à 9,5 °C.



Figure 76 : Barrage de Poutès le 13/06/2004 (débit rive droite 2 m³/s par exutoire de dévalaison et 0,5 m³/s par passe à poisson rive gauche) (Source : LOGRAMI)



Figure 77 : Déversements au Barrage de Poutès. A gauche le 19/05/1999 (déversement barrage environ 300 m³/s). A droite le 16/03/2009 (déversement 16 m³/s). (Sources : LOGRAMI et EDF)



Figure 78 : barrage de Poutès et prise d'eau (Source : LOGRAMI)

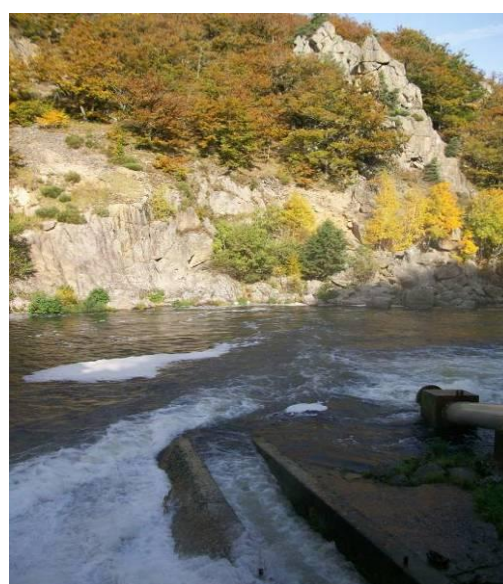
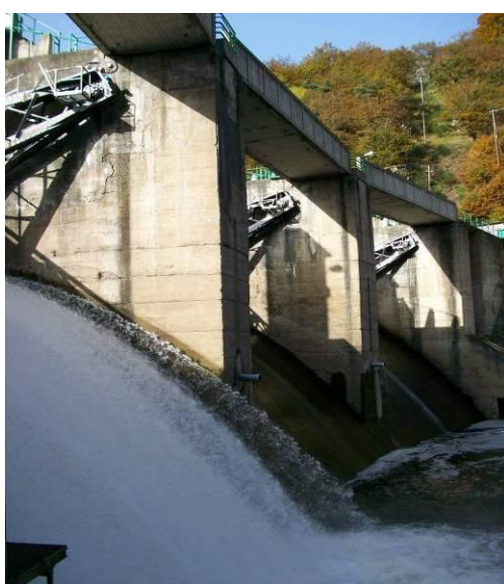


Figure 79 : Barrage de Poutès le 15/10/2008.

Photo de Gauche : Lâcher d'eau de 3 m³/s par la vanne rive droite.

Photo de Droite : Partie aval de la passe à poissons lors d'un lâcher d'eau de 3 m³/s. Sur la gauche, débit du lâcher d'eau (3 m³/s) ; au milieu débit de la passe à poissons (0,5 m³/s) ; à droite débit complémentaire d'attrait (2 m³/s). (Sources : LOGRAMI)

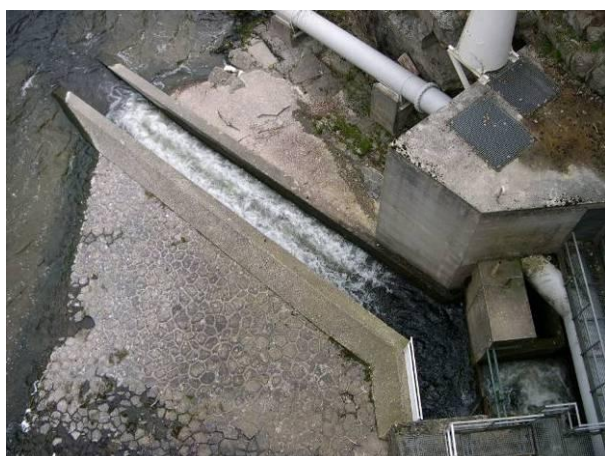


Figure 80 : Passe à poissons de Poutès. A gauche partie aval (passe à ralentisseur chevrons). A droite derniers bassins et entrée dans la cage de l'ascenseur. (Sources : LOGRAMI)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

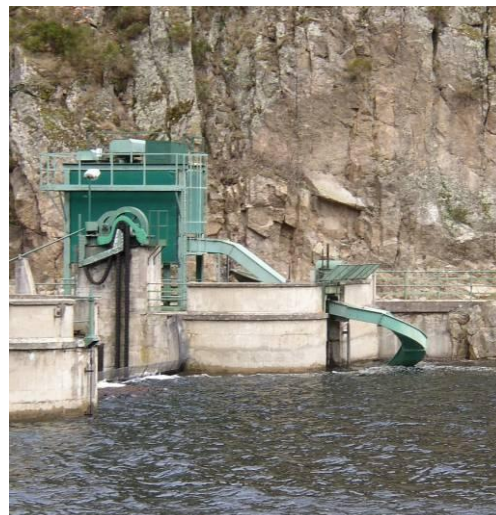


Figure 81 : Ascenseur à poissons de Poutès. A gauche remonté de la cuve. A droite toboggan de déversement dans la retenue. (Sources : LOGRAMI)

Après l'engagement dans le vieil Allier, les vitesses de progression (temps écoulé entre dernière réception à l'usine de Monistrol et la première réception au barrage de Poutès) des saumons sont beaucoup plus faibles qu'en aval de Monistrol (**Tableau 12 et Tableau 13**), hormis pour un poisson (341) pour lequel la vitesse de progression est sous estimée pour la partie aval (cf. § précédent : « *Ce poisson ayant franchi l'ouvrage de Langeac au printemps, la date et l'heure de reprise de migration pour ce poisson n'est pas connu. Pour le calcul de cette vitesse, la date prise en compte et donc la dernière localisation avant la reprise de migration. Pour les trois autres poisson, ce calcul est effectué en prenant les dates et heures de franchissement du barrage de Langeac (ou la première localisation juste en amont) et la date d'arrivé la l'usine.* »).

Sur les trois poissons pour lesquels les valeurs des vitesses de progression sont comparables, deux poissons progressent dans le bras court-circuité avec le débit entrant qui est déversé au barrage (7 à 10 m³/s pour les 2 poissons). Le saumon (291) qui progressait sur les 23 km aval à la vitesse de 0,526 km/h, réduit sa progression dans le Vieil Allier à une vitesse moyenne de 0,395 km/h, soit une vitesse de progression 1,3 fois plus faible par rapport à la vitesse aval. Pour le second saumon (691) qui progressait sur les 19,2 km aval à la vitesse de 0,707 km/h, sa progression dans le Vieil Allier diminue à la vitesse moyenne de 0,395 km/h, soit une vitesse de progression 1,8 fois plus faible par rapport à la vitesse aval. Pour le troisième saumon qui s'engage dans le Vieil Allier avec uniquement le débit réservé de 2,5 m³/s, la baisse de progression est beaucoup plus importante, la progression passant de 0,510 km/h à 0,077 km/h soit une progression 6,6 fois moins rapide, malgré une augmentation du débit dans le Vieil Allier lors de l'arrivée du poisson au barrage (lâcher expérimental de 3 m³/s augmentant le débit dans le Vieil Allier de 2,5 à 5,5 m³/s). En termes de temps (**Tableau 13**), la différence pour atteindre le barrage de Poutès entre les trois premiers poissons et le saumon (811) est importante. Les trois premiers parcourent les 9,4 km dans une durée moyenne de 38,7 heures (écart type 25,2) alors que le dernier met 120,3 heures (81,6 heures de plus).

**Tableau 13 : Dates, conditions de débits et de températures lors de la progression des saumons entre Monistrol et Poutès ; franchissement du barrage de Poutès.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**

État sanitaire	Saumon	Progression Monistrol à Poutès (9,3 Km)							Franchissement ou stationnement aval Poutès						
		Date	Durée (en Heures)	Vitesse Km/h	Débit (a)		T°C (b)		Date	Débit (a)		T°C (c)		Stationnement aval barrage avant dévalaison (d)	Retard (d)
					Min	Max	Min	Max		Min	Max	Min	Max		
B	48 291	24-25 oct.	23,5	0,395	7	10	9,1	9,5	25-oct 18-nov	2,5	7	6	9,7	589 heures (= 24 jours et 13 heures)	NPP
B	48 341	25-28 oct.	67,7	0,137	5	7	9,4	9,7	28-oct 2-nov	2,5	7	9	9,7	124 heures (= 5 jours et 4 heures)	NPP
B	48 691	24-25 oct.	24,8	0,376	7	10	9,1	9,5	25-oct 6-nov	2,5	7	8,9	9,7	289 heures (= 12 jours et 1 heure)	NPP
B	48 811	5-10 nov.	120,3	0,077	2,5	5,5	6,8	9,3	10-17 nov.	2,5	5,5	6	7,9		161
Moy			59,1	0,246	5,4	8,1	8,6	9,5		2,5	6,6	7,5	9,3	334 (14 jours)	161
Min		22-oct	23,5	0,077	2,5	5,5	6,8	9,3	25-oct	2,5	5,5	6	7,9	124	161
Max		5-nov	120,3	0,395	7	10	9,4	9,7	17-nov	2,5	7	9	9,7	289	161

(a) débit horaire déversé Vieil Allier
(b) Vieil Allier (moyennes journalières)
(c) Aval ascenseur (moyennes journalières)
(d) différence de temps écoulé entre première et dernière réception sur enregistreur
NPP = Ne Passe Pas.

En 2009, sur les quatre saumons arrivant au barrage de Poutès, un seul (811) emprunte l'ascenseur, 160,8 heures (=T3) (6 jours et 17 heures) après son arrivée.

Pour ce saumon (811), le retard au niveau du complexe de Monistrol Poutès est donc :

1. Le retard au niveau de l'usine (T1) : différence de temps pour ce saumon (811) pour s'engager dans le bras court-circuité avec le temps moyen des trois saumons bénéficiant du débit entrant déversé au barrage de Poutès pour s'engager dans le Vieil Allier ($T1 = 6,3 - 1,1 = 5,2$ heures) (**Tableau 12**).
2. Le retard pour parcourir les 9,4 km du bras court-circuité (T2) : Différence de temps pour ce saumon après son départ de Monistrol pour remonter le Vieil Allier et arriver à Poutès ; avec le temps moyen des trois saumons bénéficiant du débit entrant dans la retenue déversé au barrage de Poutès pour parcourir ce trajet ($T2 = 120,3 - 38,7 = 81,6$ heures)
3. Le retard pour franchir le barrage de Poutès (temps écoulé entre l'arrivée du poisson au barrage et son franchissement de l'obstacle) = T3

Le retard total pour ce poisson au niveau du complexe de Monistrol Poutès est donc $T1 + T2 + T3$, soit : $5,2 + 81,6 + 160,8 = 247,6$ heures ; **soit plus de 10 jours.**

Les trois autres saumons restent en aval de l'ouvrage durant :

- 589 heures (24 jours et 13 heures) pour le saumon (291)
- 124 heures (5 jours et 4 heures) pour le saumon (341)
- 289 heures (12 jours et 1 heure) pour le saumon (691).

Ces trois poissons après de nombreuses prospections au barrage et dans la passe à poissons, ne franchissant pas l'obstacle, redévalent pour se reproduire plus en aval.

En 2006 : « Un seul saumon s'est présenté au barrage de Poutès et le franchi. Arrivé à Monistrol d'Allier, il s'engage dans le tronçon court-circuité après 7h40 de recherches sur le site, sans emprunter la passe se situant au pied des turbines et permettant de rejoindre le Vieil Allier. Il s'engage dans le bras court-circuité lors d'un des 9 déversements artificiels (durées de chaque déversement 24 à 48 heures) au barrage de 3 m³/s, destinés à simuler un coup d'eau.

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Le retard enregistré au niveau du barrage de Poutès totalise donc 43 jours bien que la première incursion dans la passe à poissons ait lieu 8 jours après l'arrivée du saumon sur le site. L'échantillon sur cet obstacle est bien entendu très faible avec un seul poisson, mais il confirme le constat du suivi par radiopistage réalisé sur ce site en 1999 ».

Considéré comme «difficilement franchissable pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, ce suivi des poissons radio marqués confirme le classement de ce complexe comme difficilement franchissable. Le classement de cet ouvrage se situerait même entre difficilement et très difficilement franchissable compte tenu des retards importants dans la migration occasionnés par le complexe, et de la forte proportion de poissons ne franchissant pas l'obstacle.

De plus, la perte d'habitats occasionnée par le complexe est également très importante (Steinbach 2005), elle représente 62,5 % de la perte total d'habitat occasionnée par les 11 ouvrages de l'Allier situés de Vézézoux à Luc amont. Cette perte est de 6150 ETS (Equivalents Tacons Sauvages) sur un ensemble de 9844 ETS perdus pour l'ensemble des ouvrages de l'Allier.

5.1.16. Comportement des saumons au pied du barrage de Poutès

Le détail des déplacements des poissons en aval de l'ouvrage, est obtenu par les deux enregistreurs mis en place. Le premier enregistreur relié à une antenne boucle indique la présence des saumons en aval de l'obstacle. L'enregistreur couvrant la passe à poisson et l'ascenseur est relié à une antenne immergée, plongée dans la partie amont de la passe à poissons. Un calibrage de la force du signal de réception a été réalisé pour distinguer plusieurs zones du dispositif de franchissement. Cinq zones ont ainsi pu être réalisées :

- Zone 1 : aval de la passe à ralentisseur où la force de réception est faible et discontinue. Cette zone ne couvre que quelques mètres carrés.
- Zone 2 : bassins de repos aval, située juste en amont de la passe à ralentisseur.
- Zone 3 : Milieu de la passe à bassin conduisant à l'ascenseur.
- Zone 4 : Devant l'ascenseur (bassin où est immergée l'antenne = force de signal la plus forte autour d'une valeur de 150)
- Zone 5 : Intérieur de l'ascenseur. Cette dernière zone est la moins précise car elle correspond à une baisse de la force du signal. Il n'est donc possible de certifier l'entrée du poisson que si il y a capture puis remonté du poisson, la même baisse étant observée si le poisson entre dans la cuve de l'ascenseur puis ressort ou si il redescend quelques bassins et remonte devant l'ascenseur.

Tous les saumons qui arrivent au barrage de Poutès prospectent et entrent dans la passe à poissons.

- Le premier saumon arrivant le 25 octobre au barrage de Poutès, est le poisson 291. Il reste en aval du barrage durant 24 jours et demi (**Figure 82 et Figure 83**) avant de redévaler pour se reproduire 23,5 km en aval du barrage de Poutès. Lors de ses recherches en aval du barrage, le saumon remonte la passe à ralentisseur à 20 reprises cumulant 24 heures de présence dans la passe. La première montée dans la passe sera la plus longue présence du poisson dans le dispositif de franchissement (5h25), mais le poisson ne dépasse pas les deux premiers bassins de repos situés juste en amont de la passe à ralentisseurs. Cette première montée dans la passe se produit 1h06 après l'arrivée du poisson au pied du barrage. Sur les 20 prospections du saumon dans la passe, le poisson ne dépasse les deux bassins de repos aval qu'une seule fois dans la nuit du 1^{er} au 2 novembre. Cette cinquième

prospection a lieu après la plus longue durée sans montée du poisson dans les bassins de repos (152 heures entre les 26 octobre et 1^{er} novembre). Lors de cette prospection (**Figure 84**), le saumon stationne dans les deux bassins de repos aval durant 53 minutes puis remonte les 5 bassins conduisant à l'ascenseur en seulement 3 minutes. Il stationne devant l'ascenseur durant 2h21, mais le dispositif de suivi mis en place ne permet pas d'affirmer que le poisson est entré ou non dans la cage de l'ascenseur avant de redescendre.

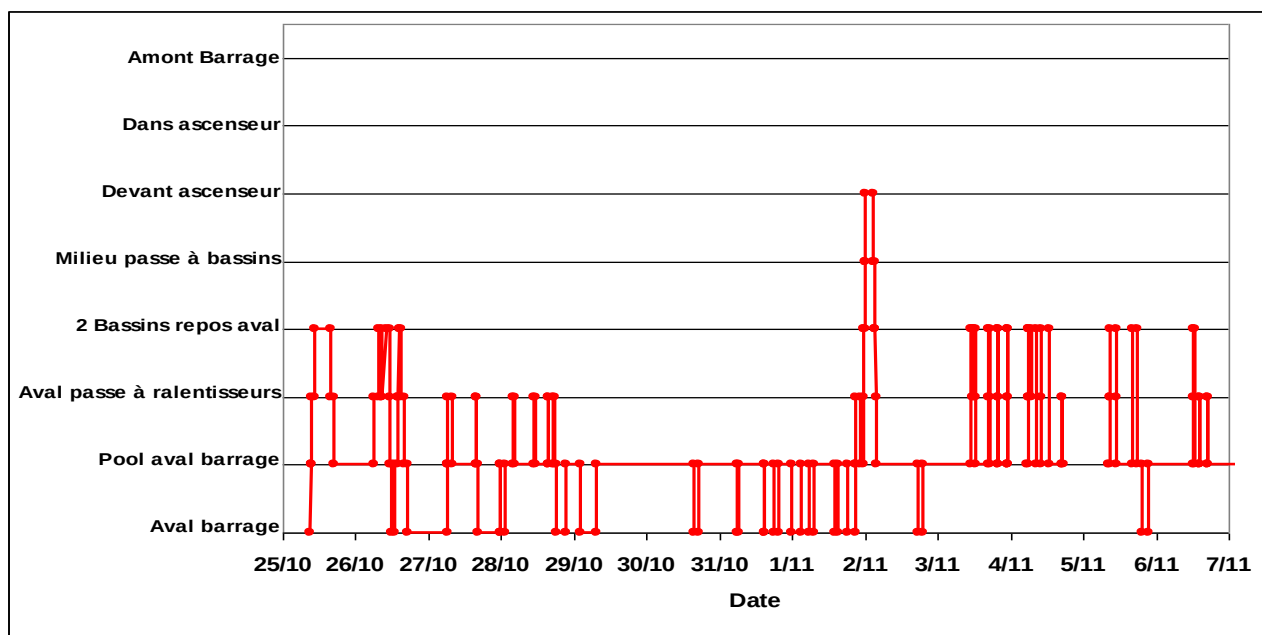


Figure 82 : Déplacements du saumon 291 en aval du barrage de Poutès du 25 octobre au 6 novembre. (Sources : LOGRAMI)

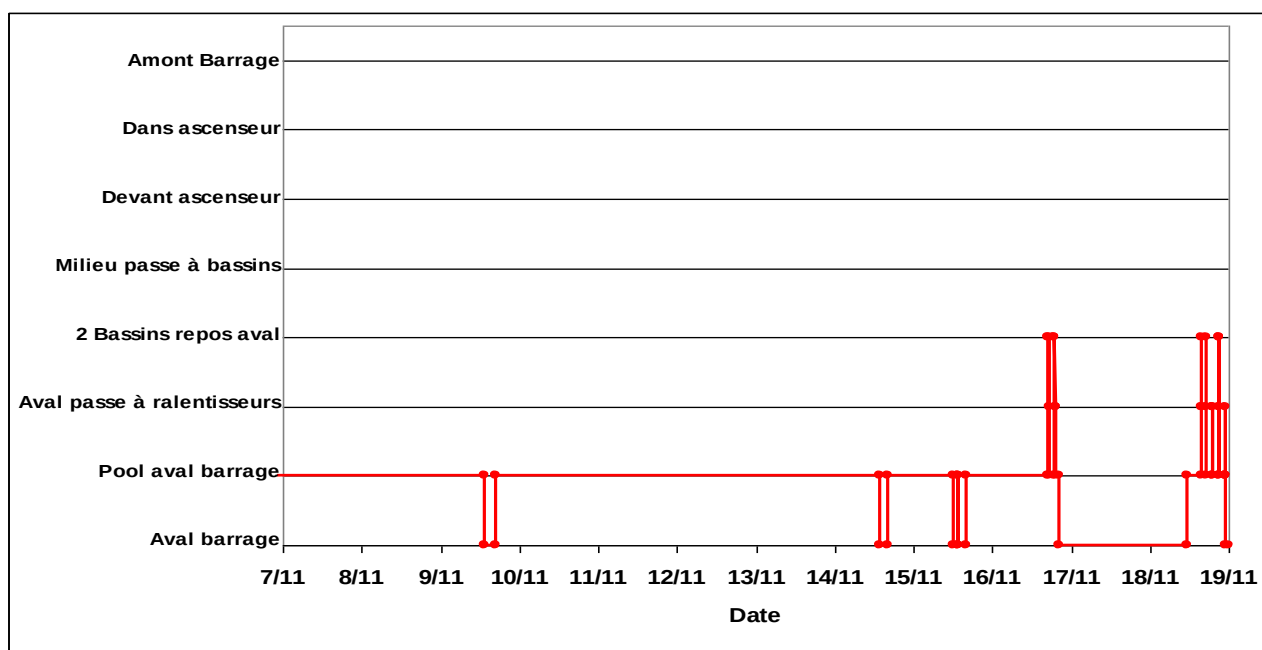


Figure 83 : Déplacements du saumon 291 en aval du barrage de Poutès du 7 au 18 novembre. (Sources : LOGRAMI)

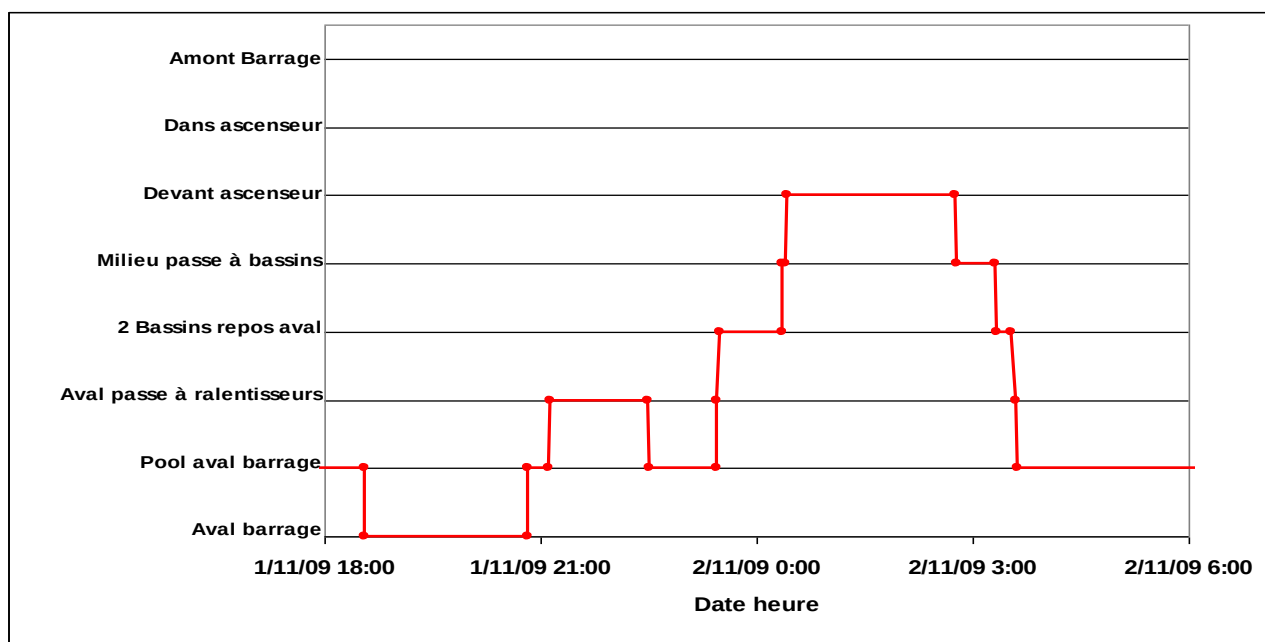


Figure 84 : Déplacements du saumon 291 lors de sa venue devant l'ascenseur dans la nuit du 1^{er} au 2 novembre. (Sources : LOGRAMI)

- Le second saumon (691) arrive au barrage le 25 octobre (**Figure 85**) où il reste jusqu'au 6 novembre (12 jours). La première prospection du poisson dans la passe a lieu 22 heures après son arrivée, alors que la première prospection devant la passe à ralentisseur ne se produit que 8 minutes après la première réception du poisson en aval du barrage. Après cette première prospection dans la passe qui ne dépasse pas les deux premiers bassins aval (en amont de la passe à ralentisseurs), le poisson dévale en aval du barrage et ne remonte au pied de l'obstacle que 5 jours plus tard. Durant cette seconde phase de recherches, le poisson monte de nouveau 4 fois dans la passe à poissons, mais ne dépasse jamais les deux premiers bassins de repos. Au total le poisson monte donc 5 fois dans la passe, cumulant 3h48, mais il ne monte jamais devant la cage de l'ascenseur. Après ses recherches, ce saumon mâle (identification lors de la capture à la Bageasse) dévale dans le Vieil Allier où il se reproduit 6 km en aval au niveau du viaduc de Fontane. Six frayères seront dénombrées sur ce site lors du survol en hélicoptère.

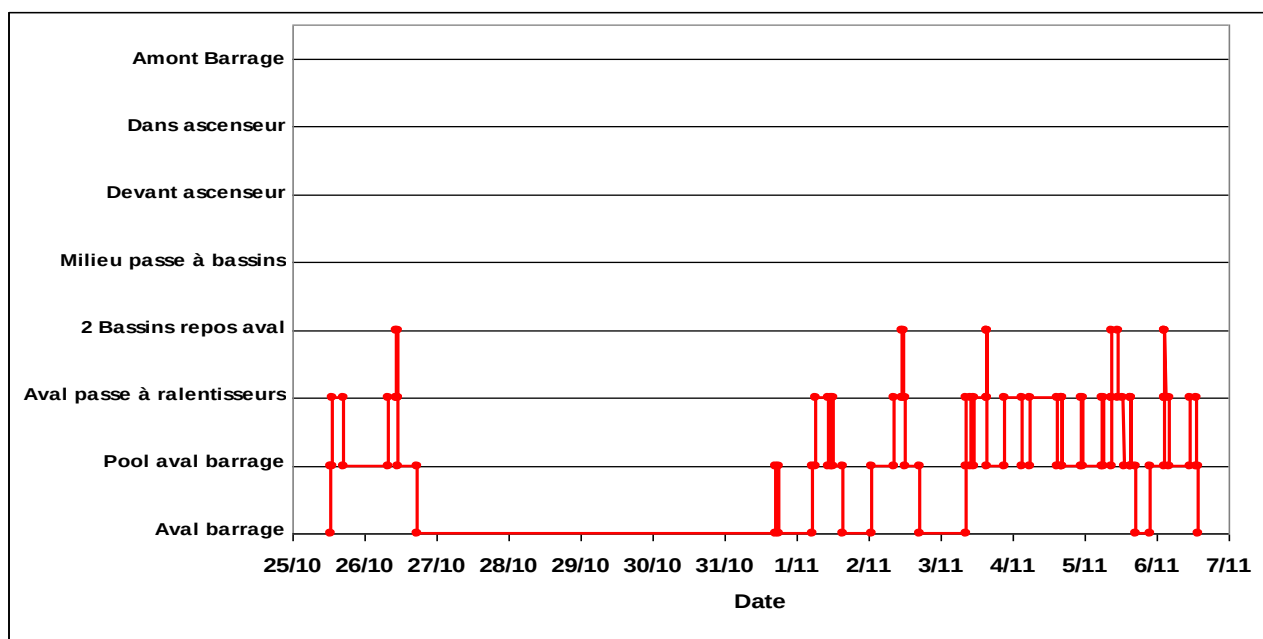


Figure 85 : Déplacements du saumon 691 en aval du barrage de Poutès du 25 octobre au 6 novembre. (Sources : LOGRAMI)

- Le troisième saumon (341), ne reste que 5 jours et quatre heures (**Figure 86**) en aval du barrage (entre le 28 octobre et le 2 novembre). Il ne monte qu'une fois dans la passe à poissons, 1h40 après son arrivée au barrage. Il reste dans les deux premiers bassins qu'il ne dépasse pas durant 2h20. Après cette prospection, il stationne en aval de la passe à ralentisseurs durant 23h28, puis ne repassera que rapidement à cet endroit avant de dévaler. Il descend de 30 km pour probablement se reproduire en amont de la retenue de Langeac.

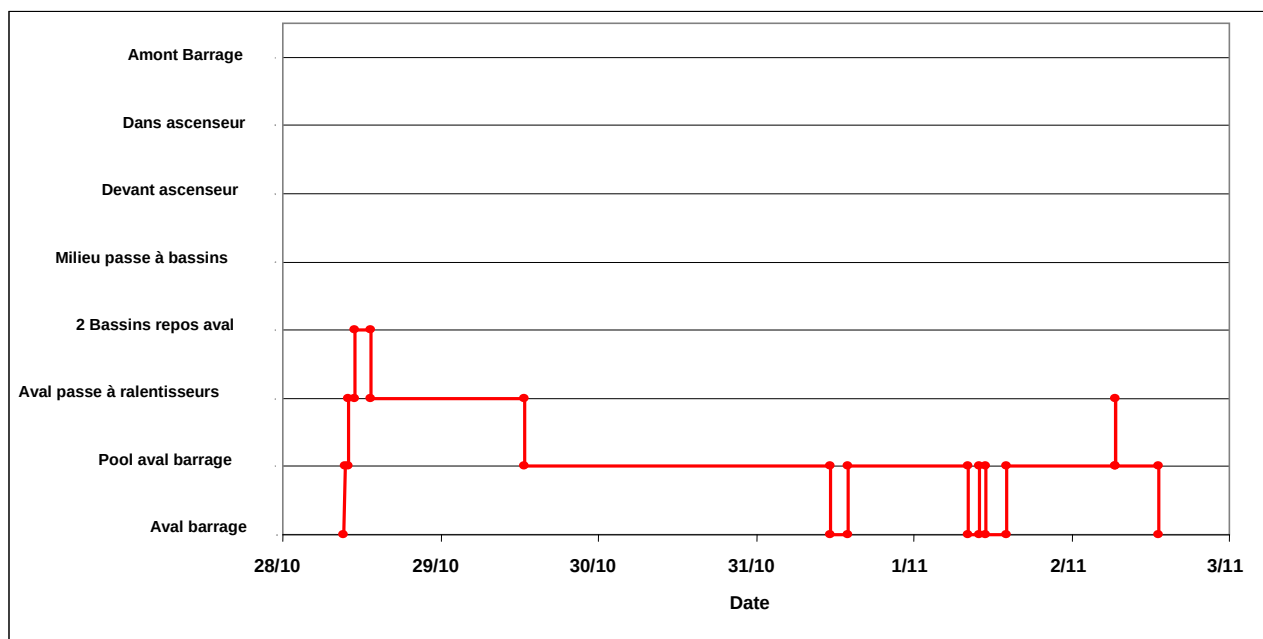


Figure 86 : Déplacements du saumon 341 en aval du barrage de Poutès du 28 octobre au 2 novembre. (Sources : LOGRAMI)

- Le dernier saumon (811) arrive de nuit au barrage de Poutès le 10 novembre lors d'un lâcher expérimental de 3 m³/s par la vanne rive droite du barrage. Il vient devant la passe à ralentisseurs 28 minutes après sa première réception en aval du barrage et reste à cet endroit durant 1h35 sans remonter le dispositif de franchissement (**Figure 87**). Le saumon ne rentre dans le dispositif de franchissement que 156 heures après sa première réception en aval du barrage. Durant cette période, le poisson dévale en aval du barrage durant 79 heures entre les 13 et 16 novembre. La première prospection du poisson, sera la bonne, le saumon étant déversé par l'ascenseur en amont de la retenue le 17 novembre. Lors de cette prospection (**Figure 88**), le saumon stationne 3h33 dans les 2 premiers bassins aval, puis il remonte les bassins le conduisant à l'ascenseur en 2 minutes. Il ne stationne que 6 minutes dans le bassin situé en aval de la cage de l'ascenseur avant de rentrer dans celle-ci. 43 minutes après sont entrée, il est remonté par l'ascenseur, 161 heures (6 jours et 17 heures) après son arrivée au barrage.

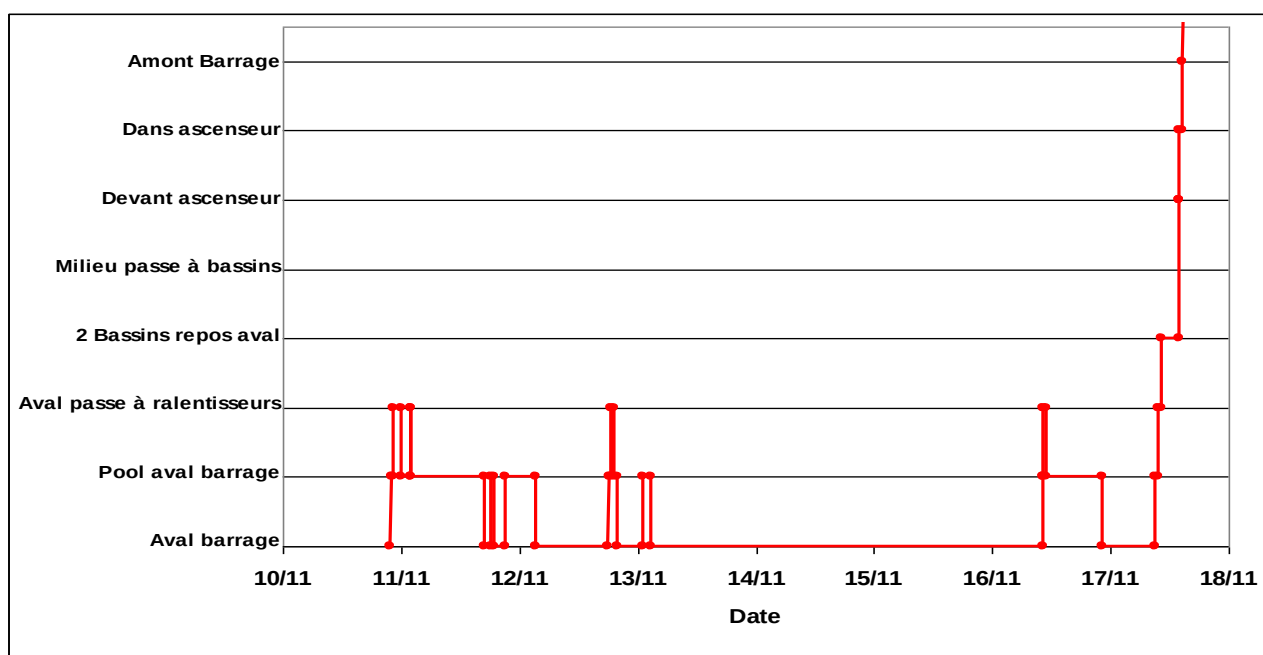


Figure 87 : déplacements du saumon 811 en aval du barrage de Poutès du 10 au 17 novembre. (Sources : LOGRAMI)

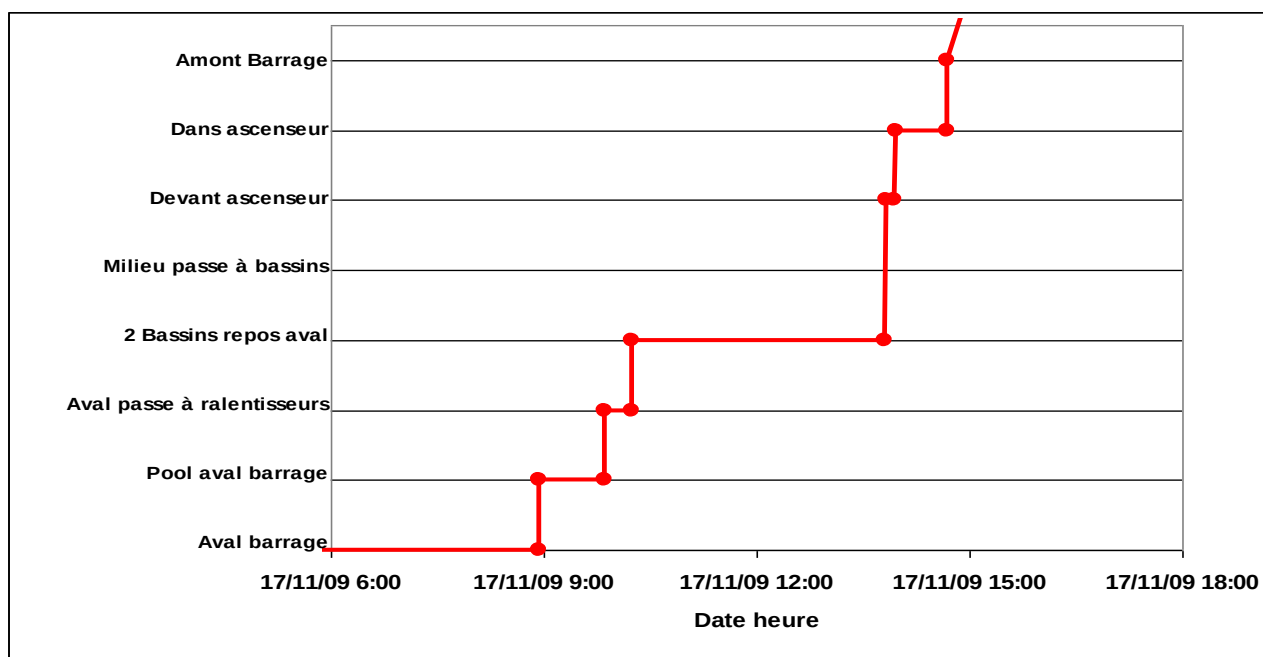


Figure 88 : Déplacements du saumon 811 lors de son franchissement du barrage de Poutès le 17 novembre. (Sources : LOGRAMI)

Pour les quatre saumons qui arrivent au barrage de Poutès, au total 27 entrées dans la passe à poissons (**Tableau 14**) ont été enregistrées. Ces prospections cumulent 34h40, mais seulement 2 d'entre elles (7,4%) se poursuivent jusqu'au bassin situé en aval de l'ascenseur. Les autres prospections ne dépassent pas les deux bassins aval situés juste à l'amont de la passe à ralentisseur. Notons qu'il est fréquent d'observer plusieurs saumons en même temps dans le bassin le plus aval, et que des sauts sont régulièrement vus dans un coin de ce bassin. **Un problème majeur dans le dispositif de franchissement semble donc se situer dans ce bassin qui ne communique avec le bassin amont que par un orifice de fond dont le contrôle n'est réalisable qu'après fermeture de la passe et pompage des bassins.**

Sur les deux prospections jusqu'à l'ascenseur, une seule s'est terminée par la capture du saumon dans la cage de l'ascenseur. Ce problème avait déjà été observé en 2006 où le seul saumon marqué avait fait 2 prospections différentes avant d'être capturé. Des entrées avec ressortie de la cage avaient également été observées.

Ainsi, 1 saumon a franchi le barrage de Poutès sur les 4 qui se sont présentés au pied de l'ouvrage et sur les 30 saumons radiopistés. Cela représente donc potentiellement 14 saumons sur les 443 qui ont franchi Vichy (après déduction des 49 saumons capturés par le CNSS). Or, nous avons observé 14 saumons (suivi de la station de comptage) qui ont réellement franchi Poutès en 2009. Cela signifierait qu'environ 42 saumons n'ont pas réussi à passer en amont de Poutès (Terrade et al., 2010).

Les suivis vidéo de l'ascenseur montrent que les gros saumons peuvent être remontés par l'ascenseur mais on peut se demander si le dispositif n'est pas plus pénalisant pour ceux-ci. En effet, sur les quatre saumons radiomarqués, un seul poisson était un poisson de 2 ans de mer mesurant 76 cm, les trois autres étant des poissons de 3 ans de mer mesurant 88 cm à 1 m. Seul le poisson de deux ans de mer a réussi à franchir l'ouvrage.

Corroborant cette hypothèse, nous avons remarqué qu'un déficit de passage des saumons de trois ans est observé lors des comptages de saumon dans l'ascenseur en 2009 (76 % à Vichy pour 63,4 % à Poutès). Notons que les poissons de deux ans arrivent sur le bas de l'Allier (Vichy) plus tardivement et que la mortalité estivale sur cette cohorte qui

migre moins haut au printemps est plus importante. Ainsi, la proportion de poissons de deux ans observée à Poutès devrait logiquement être plus faible à Poutès (35,7 % en 2009) qu'à Vichy (24 % en 2009) et non l'inverse comme l'attestent les comptages.

Tableau 14 : Durées cumulées en aval du barrage de Poutès et dans la passe à poisson et nombre de prospection dans la passe. (Sources : LOGRAMI)

Saumon	Longueur total (cm)	Durée de présence en aval du barrage	Nombre de prospection dans la passe à poissons	Durée cumulée dans la passe à poissons	Durée de prospection la plus longue	Nombre de prospection uniquement dans bassins aval	Nombre de prospection jusqu'à l'ascenseur	Poisson déversé en amont
291	93,1	589:20:00	20	24:06:00	5:25:00	19	1	Non
341	88,2	123:53:00	1	02:20	02:20	1	0	Non
691	99,8	288:44:00	5	03:48	02:03	5	0	Non
811	76	160:45:00	1	04:26	04:24	0	1	Oui
Total		1162:42:00	27	34:40:00	14:12:00	25	2	
1134 (a)	82	1033:29:00	6	08:40	03:27	4	2	Oui

(a) Poisson marqué en 2006

Les entrées dans la passe à poissons des individus radiomarqués sont principalement diurnes (**Figure 89**) avec un pic d'activité entre 10 et 12 heures. Les entrées nocturnes (20 – 4 heures T.U) ne représentent que 4 des 27 prospections soit 15 %.

Les franchissements des 14 saumons dénombrés à la station de comptage en 2009 (**Figure 90**) sont également principalement diurnes (93 %) mais avec un pic horaire plus tardif de 4 heures par rapport aux entrées dans la passe à poisson. Ce décalage correspond au délai entre l'entrée dans la passe à poisson et le passage du saumon 811 qui reste 4h24 dans la passe avant d'être remonté dans l'ascenseur. En 2006, le saumon radiomarqué est resté 3h27 dans la passe avant d'être déversé en amont du barrage. Notons que l'ascenseur ne remonte que toute les 2 heures, et que les poissons peuvent ainsi rester dans la cuve de l'ascenseur jusqu'à 1h53 (2h00 – 0h07 nécessaires pour l'accomplissement complet du cycle de l'ascenseur).

Un grand nombre des prospections des saumons marqués dans la passe à poissons sont trop courtes pour que les saumons montent jusqu'à l'ascenseur. Les quatre prospections dans la passe avec une montée jusqu'au bassin de l'ascenseur observées en 2006 et 2009 sont comprises entre 1h56 et 5h25. Il semble donc qu'en dessous de 2 heures de présence dans la passe, le poisson ne dépasse pas les deux premiers bassins aval. En 2009, sur les 27 prospections dans la passe, 21 (78%) ont une durée inférieure à 2 heures.

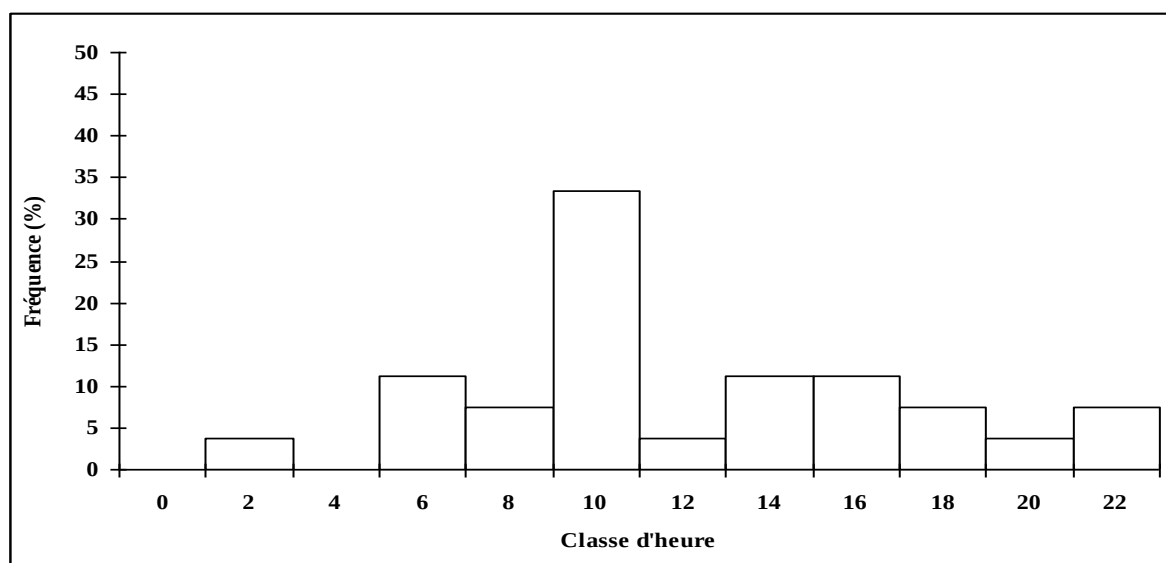


Figure 89 : Heures d'entrée des saumons radio marqués dans la passe à poisson du barrage de Poutès. (Source LOGRAMI)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

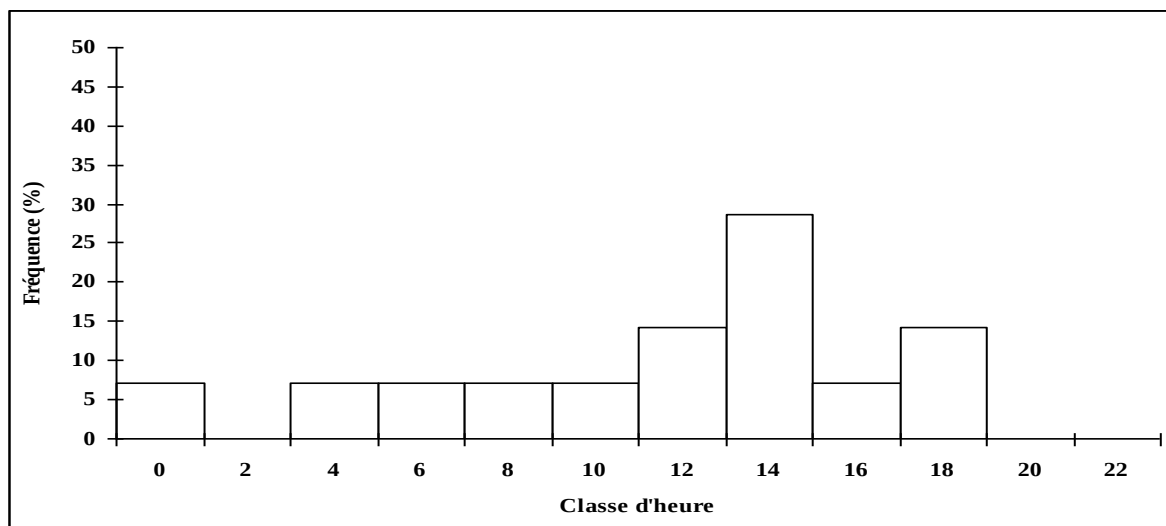


Figure 90 : Heures de passage des saumons dans l'ascenseur du barrage de Poutès en 2009. (Source LOGRAMI)

5.1.17. Poissons franchissant le seuil de Saint Etienne du Vigan

Situé 37,4 km en amont du barrage de Poutès et 254 km en amont du barrage de Vichy, le seuil de Saint Etienne du Vigan (**Figure 91**) est un vestige de l'ancien barrage démantelé en 1998. Ce seuil est le quatorzième ouvrage en amont du barrage de Vichy. Aucun poste d'enregistrement n'a été installé sur ce site, il est donc difficile de donner précisément le retard occasionné par cet obstacle pour le seul saumon (811) progressant en amont du barrage de Poutès.

La progression du saumon (811) entre Poutès et Naussac II a été réalisée entre les 17 et 22 novembre avec des débits mesurés à la station du Nouveau Monde variant de 4,3 à 5 m³/s. Ce débit représente 36,4 à 42,4 % du module (11,8 m³/s) et 24 à 28 % du débit moyen du mois de novembre (17,9 m³/s). Durant cette période, la température de l'eau enregistrée au barrage de Poutès varie de 8,1 à 8,8 °C.

Le saumon (811) parcourt les 42,1 km entre les barrages de Poutès et de Naussac II en 120:21' soit à la vitesse moyenne de 0,351 km/h. Cette vitesse moyenne est moins rapide que sur le secteur Langeac Monistrol (0,510 km/h). Cette baisse de progression peut avoir plusieurs raisons.

- Augmentation de la pente de la rivière (traité dans § 5.1.19 Progression des saumons et dénivelé de l'Allier)
- Epuisement du poisson.
- Retard occasionné par le seuil de Saint Etienne du Vigan. Avec la même vitesse de progression entre Langeac et Monistrol, le saumon aurait parcouru le secteur Poutès Naussac II en 82,5 heures, soit 38 heures de moins que la durée constatée. Cette durée représente le retard théorique maximum occasionné par le seuil de Saint Etienne du Vigan. Cependant, nous pensons que pour ce poisson le retard par ce seuil a été cette année beaucoup plus faible.

En 2006 « Le saumon (1134) qui a franchi le seuil laissé par l'ancien barrage de St Etienne du Vigan a ralenti sa vitesse de progression dans ce secteur, vitesse qui est passée de 0,33 à 0,07 km/h. Il se peut donc que ce site ne soit pas complètement transparent

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

même s'il n'engendre pas de retards importants pour les saumons. » Le franchissement de ce seuil avait eu lieu avec des débits plus élevés (7,8 à 14,4 m³/s à la station du Nouveau Monde).

Considéré comme «franchissable mais avec risque de retard pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, les suivis des poissons radio marqués en 2006 et 2009 confirment le classement de ce seuil qui peut occasionner (en 2006) ou non (en 2009) des retards de migration.



**Figure 91 : Seuil au niveau de l'ancien barrage de Saint Etienne du Vigan.
(Sources : LOGRAMI)**

5.1.18. Poissons franchissant le barrage de Naussac II

Le Barrage de Naussac II se situe 4,7 km en amont du barrage de Saint Etienne du Vigan, et à 258,7 km en amont du barrage de Vichy. Ce barrage est le quatorzième ouvrage en amont du barrage de Vichy. Le site a été équipé d'un poste d'enregistrement.

Le saumon (811) arrive au barrage de Naussac II très tardivement le 22 novembre en pleine période de reproduction. Il reste 2,5 jours en aval ou à proximité du barrage puis dévale et n'est plus reçu durant 4,5 jours, jusqu'au 29 novembre où il est à nouveau capté par l'enregistreur. Du 29 novembre au 7 décembre il reste très en aval du barrage où il est probable qu'il se reproduise, et où 11 frayères sont observées lors du survol aérien.

Le 7 décembre le saumon monte en amont du barrage de Naussac mais reste dans un secteur assez proche du barrage car il est régulièrement reçu sur l'enregistreur. Trois frayères sont observées sur ce secteur, et peuvent également provenir de ce poisson. Il meurt le 23 décembre et l'émetteur sera ensuite localisé dans le canal d'amenée du barrage de Naussac II.

Bien que le poisson reste longtemps en aval du barrage, il n'est pas possible de conclure à un blocage, la présence du poisson ayant lieu en pleine période de reproduction. Rappelons qu'en amont de Poutès, seulement 14 saumons étaient potentiellement présents pour la reproduction sur un secteur long de 60 km. Cette faible abondance peut expliquer des montées et descentes du poisson à la recherche d'un ou d'une partenaire.

En 2006 : « Le seul saumon (1134) qui se présente au barrage de Naussac II le franchi en moins de 3h25 dans des conditions de débits extrêmement favorables, atteignant 18 m³/s soit 217 % du module et 127 % du débit moyen mensuel du mois de novembre. Le franchissement du seuil de Naussac II ne pose donc pas de problème de franchissement au saumon dans les conditions de débits étudiés. »

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Considéré comme «franchissable sans difficulté apparente pour le saumon» dans l'expertise de Steinbach en 2005, les suivis des poissons radio marqués en 2006 et 2009 confirment le classement de ce seuil qui n'a pas montré de difficultés lors du suivi 2006 (1 seul poisson) ; et sur lequel il n'est pas possible de conclure à un retard lors de l'étude 2009 (également 1 seul saumon).

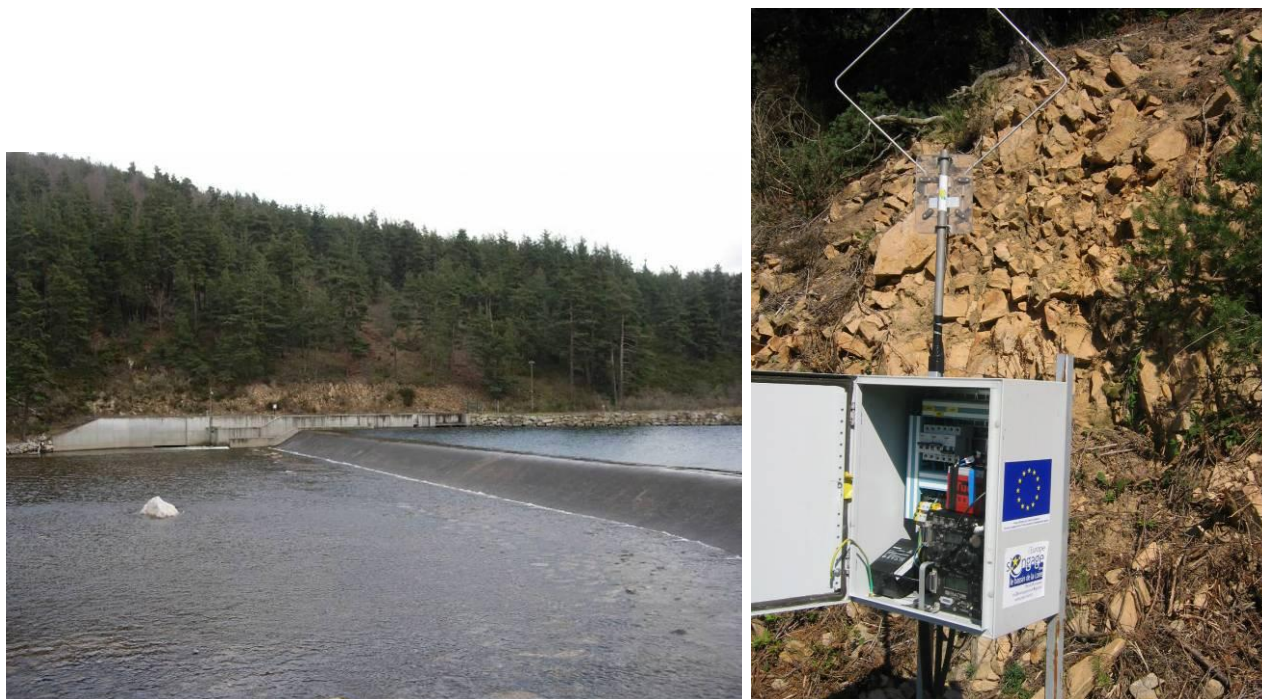


Figure 92 : A gauche : Barrage de Naussac II ; A droite : Poste d'enregistrement mis en place pour le radio pistage. (Sources : LOGRAMI)



Figure 93 : Passe à poissons et passe à canoës de Naussac II. (Sources : LOGRAMI)

5.1.19. Progression des saumons et dénivelé de l'Allier, Vitesses moyennes de progression.

Lors de la capture et du marquage des saumons à Vichy, les poissons ont parcouru depuis l'estuaire 662,8 km pour un dénivelé de 251,55 mètres, soit une pente moyenne de 0,038 %.

Le parcours sur la Loire est de 540,3 km avec une pente moyenne pour le fleuve de 0,031 %. Pour le secteur Allier jusqu'à Vichy, cette progression est de 122,5 km pour une pente moyenne de 0,069 % (**Tableau 15 et Figure 94**).

En amont de Vichy, 3 secteurs peuvent être différenciés, et des vitesses moyennes de progression calculées (**Tableau 17**). Ces secteurs sont définis par la mise en place de postes d'enregistrements, qui permettent en continu de suivre l'arrivée et le départ des poissons. Les durées de franchissement au niveau des barrages en limite des secteurs ne sont pas prises en compte, seul l'arrivée puis le départ des poissons sont utilisées pour calculer les vitesses moyennes de progression sur les secteurs aval puis amont ; les retards par ouvrage étant déjà traités dans les paragraphes précédents. Ces trois secteurs sont :

- Amont du barrage de Vichy jusqu'à l'aval du barrage de Vieille Brioude,
- Amont du barrage de Vieille Brioude jusqu'à l'aval du barrage de Langeac,
- Amont du barrage de Langeac jusqu'à l'aval du barrage de Naussac II.

De Vichy au barrage de Vieille Brioude, la distance à parcourir est de 148,7km pour un dénivelé de 176 mètres, soit une pente moyenne de 0,118 %. Cette pente moyenne est 3,1 fois plus importante que sur la Loire et la partie aval de l'Allier (aval Vichy). 7 Seuils ou barrages sont rencontrés sur ce secteur : Joze, A72, Madeleines, Pont du Château, Banque de France, Vezézoux, La Bageasse.

Pour calculer une vitesse de progression moyenne sur le secteur, seuls les saumons qui ne réalisent pas leur arrêt estival en aval de Vieille Brioude peuvent être pris en compte. Aucune vitesse de progression moyenne ne peut donc être établie sur ce secteur à l'automne.

En 2009, trois saumons remontent l'Allier au printemps jusqu'à Vieille Brioude à la vitesse moyenne de **0,294 km/h** (écart-type : $\pm 0,098$ km/h). La vitesse moyenne de progression la moins rapide est notée pour le saumon 371 (0,181 km/h) qui est retardé au moins cinq jours au niveau du barrage de La Bageasse. Le saumon le plus rapide (341) réalise ce parcours à une vitesse deux fois plus élevée (0,362 km/h), malgré un ralentissement au niveau des seuils de l'A72 et des Madeleines et du barrage de La Bageasse. Le troisième saumon (291) parcourt les 135,5 premiers kilomètres à la vitesse moyenne de 0,361 km/h avec un net ralentissement au niveau des seuils de l'A72 et des Madeleines. Les 13,2 derniers kilomètres sont parcourus à une vitesse plus réduite (0,203 km/h), suite à un retard au niveau du barrage de La Bageasse.

En 2006, également trois saumons remontent l'Allier jusqu'à Vieille Brioude à la vitesse moyenne de **0,397 km/h** (écart-type : $\pm 0,251$ km/h). La vitesse moyenne de progression la moins rapide est notée pour le saumon (1164 : 0,115 km/h). Cette vitesse très faible s'explique par l'arrivée très tardive de ce saumon au niveau du barrage de Vieille Brioude (5 juillet). Ce poisson parcourt les 118,3 km qui séparent Vichy du Saut du Loup en une semaine à la vitesse moyenne de 0,709 km/h, puis continue lentement de progresser durant près de 16 jours à une vitesse très lente de 0,027 km/h. Le saumon le plus rapide (251) réalise ce parcours à une vitesse plus de cinq fois plus élevée (0,596 km/h). Après être sorti de la retenue de Vichy, il progresse de 29,8 km en 23 heures (1,29 km/h). Sa progression de Vichy à l'amont du barrage de Vézézoux est réalisée en une semaine à la vitesse moyenne de 0,816 km/h (137,5 km en 168,5 heures) ; puis sa vitesse réduit Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

fortement, les 11,2 derniers kilomètres étant parcourus en 81 heures (0,138 km/h). Le troisième saumon (1014) avec une vitesse moyenne pour le secteur de 0,480 km/h, fléchit également sa vitesse de progression en remontant l'Allier. Les 110 premiers kilomètres sont parcourus à une vitesse de 0,759 km/h, puis 31,5 km à 0,428 km/h, les derniers 7,2 km à seulement 0,079 km/h. Pour ces deux derniers poissons, cette réduction de vitesse peut directement être due à des difficultés pour franchir le barrage de La Bageasse.

La différence moyenne de progression des saumons entre 2006 et 2009 (baisse moyenne de la vitesse de 26 %) peut être due aux difficultés de franchissement des seuils de l'A72 et des Madeleines en 2009, induites par les débits plus importants de cette seconde étude. Les deux années, le franchissement du barrage de La Bageasse, occasionne un ralentissement de la vitesse de progression des poissons.

Les vitesses les plus rapides des poissons après leur marquage en 2009 et 2006 sont reportées dans le **Tableau 15**. Ces vitesses représentent des minimums, les poissons pouvant déjà être en stationnement depuis un certain temps lors de leur localisation. **En 2009**, la moitié des saumons a montré des vitesses rapides de migration après leur remise à l'eau. Ces vitesses atteignent jusqu'à 2,431 km/h sur une distance de 7 km et même 1,353 km/h sur une distance de 27,5 km. La vitesse moyenne calculée pour 15 saumons est de 1,271 km/h pour une distance cumulée de 289,6 km. **En 2006**, ces vitesses très rapides n'ont pu être calculées que pour 10 saumons. Cela ne signifie pas que les saumons progressent moins rapidement mais l'échantillon est plus faible car le nombre de personnes mobilisées pour localiser les poissons est plus faible. Cependant, ces 10 poissons cumulent une distance plus longue (344,1 km) parcourue à une vitesse moyenne de 1,148 km/h. Le plus long parcours rapide est obtenu par le plus grand saumon qui mesurait 105 cm (62,4 km en 61,47 h).

Tableau 15 : Vitesses les plus rapides des saumons observées après le lâcher des poissons en amont de Vichy en 2009 et 2006 (Sources LOGRAMI)

Année	Fréquence du saumon	Distance parcourue (en Km)	Durée (en Heures)	Vitesse moyenne (en Km/H)
2009	271	6,8	4,5	1,511
	281	7	2,88	2,431
	371	23	21,32	1,079
	421	10,3	5,67	1,817
	451	9,9	6,12	1,618
	562	19,1	15,73	1,214
	671	18	13,85	1,300
	731	27	24,28	1,112
	741	22	19,57	1,124
	751	24,4	19,75	1,235
	771	26,6	19,95	1,333
	791	27,5	20,32	1,353
	801	23	19,65	1,170
	821	26	17,63	1,475
	831	19	16,67	1,140
	Total	289,6	227,89	
	Moyenne	19,3	15,2	1,271
2006	241	46	49	0,939
	251	29,8	23,08	1,291
		25	24,33	1,028
	891	10,5	6,65	1,579
	1004	7	6	1,167
	1014	50,3	55,6	0,905
	1051	62,4	61,47	1,015
	1115	45	42,83	1,051
	1124	26,5	24,18	1,096
	1134	20,8	18,9	1,101
	1144	20,8	18,47	1,126
	Total	344,10	330,51	
	Moyenne	46,5	40,5	1,148

De l'amont du barrage de Vieille Brioude à l'aval du barrage de Langeac, la distance à parcourir est de 35,5 km pour un dénivelé de 66,5 mètres, soit une pente moyenne de 0,187 %. Cette pente moyenne est 4,9 fois plus importante que sur la Loire et la partie de l'Allier en aval de Vichy. La pente augmente également de 59 % par rapport au secteur aval (Vichy - Vieille Brioude). Deux barrages sont présents sur ce secteur, Chilhac et Chambon de Cerzat.

En 2009, deux saumons remontent l'Allier **au printemps** de Vieille Brioude à Langeac à la vitesse moyenne de **0,080 km/h** (écart-type : $\pm 0,008$ km/h). Cette vitesse moyenne de progression est nettement moins rapide que sur le secteur aval (vitesse 3,7 fois plus faible). La progression des poissons sur ce secteur est notée entre les 24 avril et le 15 mai. Ces dates de migration sont probablement liées aux faibles vitesses de progression, le premier saumon (341) arrêtant sa progression durant 2 semaines juste à l'amont du barrage de Langeac avant de reprendre une migration de 10 km. Le second poisson (291), après être venu au barrage, se replie 5 km en aval de l'obstacle pour son arrêt estival.

A l'automne, deux autres saumons remontent ce secteur à une vitesse 3,2 fois plus élevée qu'au printemps (**0,254 km/h** ; écart-type : $\pm 0,127$ km/h). Cette vitesse moyenne de progression est plus faible de 13,5 % que sur le secteur N°1, alors que la pente de ce secteur augmente de 59 %. Le premier saumon (811) est un poisson de 2 ans de mer (76 cm). Il parcourt ce tronçon de l'Allier entre les 25 octobre et le 3 novembre, à la vitesse Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

moyenne de 0,164 km/h. Un fléchissement de sa vitesse de migration est observé au niveau des barrages de Chilhac et Chambon de Cerzat, fléchissement déjà observé en aval de ce secteur (**Figure 64**). Le second saumon (411) remonte plus tardivement jusqu'au barrage de Langeac en pleine période de reproduction. Ce grand mâle (identifié lors du piégeage à la Bageasse) de 99 cm remonte de Vieille Brioude à Langeac à une vitesse moyenne de 0,344 km/h. Ce poisson était probablement à la recherche d'une autre femelle après une première reproduction probable en aval de Vieille Brioude.

En 2006, deux saumons remontent également l'Allier jusqu'à Langeac à la vitesse moyenne de **0,232 km/h** (écart-type : $\pm 0,115$ km/h). La vitesse moyenne de progression la moins rapide est notée pour le saumon (1095 : 0,150 km/h). Ce poisson montre des progressions très différentes selon les tronçons. Les 21,7 premiers kilomètres jusqu'au barrage de Chilhac sont parcourus en 20,6 heures, soit à une vitesse de 1,054 km/h. Il s'arrête ensuite en aval de cet obstacle, ne parcourant que 0,7 km en 184,6 heures (0,004 km/h). Les treize derniers kilomètres incluant le franchissement du barrage de Chambon de Cerzat, sont parcourus à la vitesse moyenne de 0,444 km/h. Le second saumon (1134) progresse sur ce secteur à la vitesse de 0,313 km/h. Jusqu'à l'aval du barrage de Chilhac, le poisson progresse à la vitesse de 0,433 km/h (21,2 km en 49 heures). Les 13,5 km amont incluant les franchissements des barrages de Chilhac et Chambon de Cerzat sont parcourus à la vitesse de 0,218 km/h (13,5 km en 61,8 h).

De l'amont du barrage de Langeac, entrée de la zone refuge, jusqu'au pied du barrage de Naussac II, le parcours est de 74,5 km pour un dénivelé de 389,4 mètres. Sur ce secteur qui concentre une très grosse proportion des zones de frayères et surtout les frayères les plus productives, la pente moyenne est de 0,523 %, la pente est 13,8 fois plus importante qu'en aval de Vichy. La pente augmente également de 180 % par rapport au secteur aval (Vieille Brioude - Langeac). Trois ouvrages sont présents sur ce secteur (Monistrol, Poutès, Saint Etienne du Vigan).

En 2009, un seul saumon (811) parcourt en totalité ce tronçon de rivière à la même vitesse (0,164 km/h) que le secteur aval (Vieille Brioude - Langeac). La vitesse de progression de ce poisson varie fortement selon les tronçons de rivière, celle-ci sera analysée dans un paragraphe suivant en effectuant des comparaisons avec trois autres saumons qui ne progressent pas en amont du barrage de Poutès. Sans un stationnement de 161 heures (près d'une semaine) en aval du barrage de Poutès, sa progression aurait été plus rapide que sur le secteur aval.

En 2006, également un saumon remonte l'Allier jusqu'au barrage de Naussac. Sa vitesse de progression est de 0,057 km/h soit une vitesse 5,5 fois plus faible que sur le secteur aval (Vieille Brioude - Langeac). Cette baisse de vitesse de progression est directement liée à un arrêt de près de 12 jours en aval du barrage de Poutès.

Tableau 16 : Points kilométriques (PK) Loire et Allier ; cotes NGF et dénivelés des différents secteurs du bassin de la Loire et l'Allier. (Sources : LOGRAMI)

Points	PK Loire (en KM)	PK Allier (en KM)	Cote NGF (en M)	Secteur	Distance (en KM)	Dénivelé (en M)	Pente moyenne (en %)
Estuaire	0		0	Estuaire - Bec d'Allier	540,3	167	0,031
Bec d'Allier	540,3	0	167	Bec d'Allier - Vichy	122,5	84,55	0,069
				Estuaire - Vichy	662,8	251,55	0,038
Vichy (amont barrage)	662,8	122,5	251,55	Vichy - Vieille Brioude	148,7	176	0,118
Vieille Brioude (aval Barrage)	811,5	271,2	427,55				
Vieille Brioude (amont Barrage)	811,5	271,2	430,1	Vieille Brioude - Langeac	35,5	66,5	0,187
Langeac (aval barrage)	847	306,7	496,6				
				Langeac - Naussac II	74,5	389,4	0,523
Langeac (amont barrage)	847	306,7	498,3	Langeac - Monistrol	23	86,7	0,377
Monistrol (aval turbines)	870	329,7	585				
Monistrol (amont passe à poissons)	870	329,7	586,8	Monistrol - Poutès	9,4	48,2	0,513
Poutès (aval barrage)	879,4	339,1	635				
Poutès (amont barrage)	879,4	339,1	650,2	Poutès - Naussac II	42,1	237,5	0,564
Naussac II (aval Barrage)	921,5	381,2	887,7				

Tableau 17 : Pentes moyennes et vitesses de progression des saumons par secteur en 2006 et 2009. (Sources : LOGRAMI)

Année de suivi du poisson	Fréquence du Saumon	Secteur Vichy - Vieille Brioude				dates de progression	Secteur Vieille Brioude - Langeac				dates de progression	Secteur Langeac - Naussac				dates de progression
		7 seuils ou barrages : Joze, A 72, Madeleines, Pont du Château, Banque de France, Vezezoux, La Bageasse.					2 Barrages : Chilhac et Chambon de Cerzat					3 Obstacles : Monistrol, Poutès, Saint Etienne du Vigan.				
		Distance (km)	Dénivelé (m) (1)	Pente moyenne (%)	Vitesse de progression (Km/h)		Distance (km)	Dénivelé (m) (2)	Pente moyenne (%)	Vitesse de progression (Km/h)		Distance (km)	Dénivelé (m) (3)	Pente moyenne (%)	Vitesse de progression (Km/h)	
2009	291	148,7	176	0,118	0,338	6 au 25 avril	35,5	66,5	0,187	0,074	25 avril au 15 mai	74,5	389,4	0,523	(c)	(c)
	341				0,362	7 au 24 avril				0,085	24 avril au 12 mai				(c)	(c)
	371				0,181	7 avril au 11 mai (blocage La Bageasse)				(b)	(b)				-	-
	411				(a)	(a)				0,344	1 ^{er} au 5 décembre				(c)	(c)
	811				(a)	(a)				0,164	25 oct. au 3 nov.				0,164	3 au 22 nov.
	Moyenne Printemps				0,294					Moyenne Printemps					0,080	
	Moyenne Automne		-		Moyenne Automne		0,254		Moyenne Automne		0,164					
2006	251	148,7	176	0,118	0,596	4 au 14 mai	35,5	66,5	0,187	(b)	(b)	74,5	389,4	0,523	(b)	(b)
	1014				0,480	13 au 26 mai				(b)	(b)				(b)	(b)
	1164				0,115	12 mai au 5 juillet				(b)	(b)				(b)	(b)
	1095				(a)	(a)				0,15	3 au 13 octobre				(b)	(b)
	1134				(a)	(a)				0,313	28 sept. au 2 oct.				0,057	3 oct. 26 nov.
	Moyenne Printemps				0,397					Moyenne Printemps					-	
	Moyenne Automne		(a)		Moyenne Automne		0,232		Moyenne Automne		0,057					
Printemps																
Automne																
(1) = aval barrage Vieille Brioude 427,55 NGF - retenue Vichy 251,55 NGF																
(2) = aval barrage Langeac 496,6 NGF - amont barrage Vieille Brioude 430,10 NGF																
(3) = aval barrage Naussac II 887,7 NGF - amont barrage Langeac 498,3 NGF																
(a) = Arrêt estival dans le secteur concerné																
(b) = Le poisson n'atteint pas le barrage amont du secteur.																
(c) = Arrêt du poisson en aval du barrage de Poutès																

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

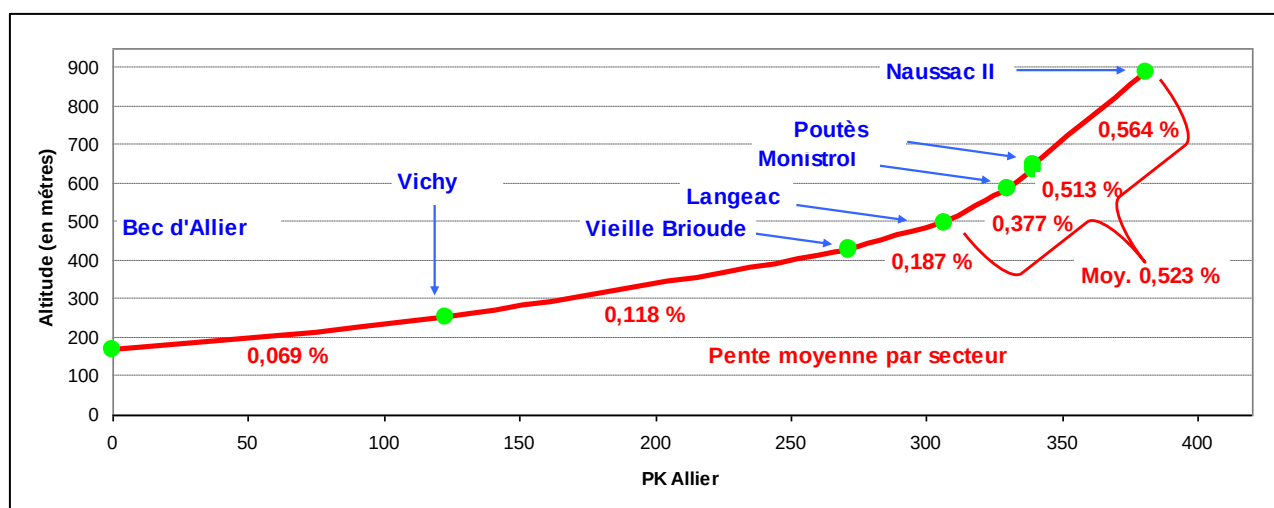


Figure 94 : Pente moyenne sur différents tronçons de l'Allier (Sources : LOGRAMI)

Il semble logique que l'augmentation de la pente de la rivière (rugosité de la rivière) entraîne un ralentissement de la vitesse de progression des saumons.

Pour étudier plus précisément ce paramètre le dernier secteur (Amont barrage de Langeac à Naussac II) a été divisé en 3 secteurs, sur lesquels les vitesses de progressions des saumons peuvent être bien cernées par des postes d'enregistrement. Ces trois secteurs sont :

1. Amont barrage de Langeac au pied des turbines de Monistrol
2. Amont de la passe de Monistrol au pied du barrage de Poutès
3. Amont du barrage de Poutès au pied du barrage de Naussac II.

Les données des dénivelés et des vitesses de progression des saumons sont regroupées dans le **Tableau 18 et Figure 94**.

De Langeac à Monistrol (23 km), la pente moyenne est de 0,377 %. La vitesse moyenne de progression pour les 3 saumons suivis **en 2009** pour lesquels nous disposons de données précises est de 0,581 km/h (avec des variations selon les saumons de 0,510 km/h à 0,707 km/h ; écart-type : $\pm 0,109$ km/h).

De Monistrol à Poutès, la pente moyenne est de 0,513 %. La vitesse moyenne de migration pour les 3 saumons qui progressent avec une restitution totale du débit entrant dans la retenue en aval du barrage, est de 0,303 km/h avec des variations plus importantes selon les saumons de 0,137 km/h à 0,395 km/h (écart-type : $\pm 0,144$ km/h). Pour le saumon qui remonte le bras court-circuité entre l'usine de Monistrol et le barrage de Poutès avec le simple débit réservé de 2,5 m³/s, plus un débit supplémentaire déversé de 3 m³/s durant les douze dernières heures qui précèdent son arrivée au barrage, la vitesse moyenne est 3,9 fois plus faible (0,077 km/h).

La vitesse moyenne de progression sur le secteur Monistrol-Poutès avec la restitution complète du débit entrant est 1,9 fois plus faible que pour le secteur Langeac-Monistrol. La comparaison de la pente moyenne entre ces deux secteurs montre une pente 1,4 fois plus importante sur le secteur amont. Le ralentissement entre les secteurs peut donc être lié à l'augmentation de la pente de la rivière mais peut également être lié à une diminution du débit puisque le débit déversé varie, pour les trois saumons, de 5 à 10 m³/s sur le secteur amont et de 7,5 à 20,5 m³/s pour le secteur aval.

Avec le simple débit réservé et un déversement supplémentaire de 3 m³/s (durant douze heures), la vitesse de progression du saumon (811) dans le Vieil Allier est 7,5 fois plus faible que la moyenne calculée pour les saumons sur le secteur aval, et 6,6 fois plus faible que la vitesse de progression du même poisson sur le secteur aval.

De Poutès à Naussac II (42,1 km), la pente moyenne est de 0,564 %. La vitesse moyenne de progression pour le seul des quatre saumons (811) radiomarqués franchissant le barrage de Poutès est de 0,351 km/h. Cette vitesse est plus élevée (1,16 fois) que la moyenne calculée sur le secteur Monistrol-Poutès (0,303 km/h), alors que la pente de la rivière est plus importante (1,1 fois).

Ce calcul n'est cependant réalisable que pour un poisson. Si nous comparons simplement le parcours de ce poisson ; sa progression sur le premier secteur est de 0,51 km/h puis elle baisse (division par 6,6) sur le secteur intermédiaire court-circuité par l'usine de Monistrol à 0,077 km/h et elle remonte à 0,351 km/h sur le secteur le plus amont de Poutès à Naussac. La vitesse de progression sur le secteur le plus amont est 4,6 fois plus importante que dans le tronçon court-circuité, alors que la pente de la rivière augmente de 10 % (0,513 % à 0,564 %).

Si nous comparons la progression de ce poisson sur le secteur le plus amont (Poutès Naussac II : 0,351 km/h) par rapport au secteur le plus aval [(Langeac Monistrol) 0,51 km/h], la vitesse de progression est 1,5 fois plus faible (0,51 / 0,351) mais la pente est également de 1,5 fois plus élevée (0,564/ 0,377) entre les deux secteurs. Ces valeurs laissent une nouvelle fois penser que la baisse de vitesse est directement liée (voire proportionnelle) à l'augmentation de la pente de la rivière. Si cette hypothèse était exacte, l'augmentation du temps de transit dans le Vieil Allier du saumon (811) aurait dû augmenter dans la même proportion que la pente moyenne (en comparaison entre le secteur le plus aval et le Vieil Allier). Cela se serait traduit par une progression pour ce saumon 1,36 fois plus faible dans le Vieil Allier que sur le secteur le plus aval. Dans ces conditions, le temps de transit entre l'usine de Monistrol et le barrage de Poutès aurait été :

$$T = (\text{Distance Monistrol-Poutès}) / [(\text{Vitesse de progression en aval}) / (\text{Facteur d'augmentation de la pente})] = 9,4 / (0,51/1,36) = 25 \text{ heures.}$$

Les données des enregistreurs montrent pour ce poisson un transit dans le Vieil Allier de 120,3 heures, soit un retard de 95 heures. Ce retard de 4 jours pourrait paraître faible mais il ne concerne que le retard dans le Vieil Allier sur un tronçon de 9,4 km. Sans ce retard dans le Vieil Allier, le saumon aurait pu, le jour de son arrivée au pied du barrage de Poutès, avec la vitesse de progression en amont du barrage de Poutès (0,351 km/h) se trouver 33,3 km plus en amont (soit moins de 9 km en aval du barrage de Naussac II). Si on ajoute le retard au pied de l'ouvrage de Poutès pour ce poisson (161 heures), on obtient une perte de progression de 56,5 km pour le barrage de Poutès, soit un total de 90 km.

Le poisson ayant franchi Poutès progresse sur le secteur aval à une vitesse plus faible que les autres poissons n'ayant pas franchi le barrage. Nous pouvons donc considérer que cette estimation de vitesse de progression est un minimum. En prenant cette vitesse de progression en référence et en la rapportant aux 3 saumons qui ne franchissent pas le barrage de Poutès et remontent le vieil Allier avec le déversement de la totalité du débit entrant dans la retenue, le calcul du retard (et blocage) occasionné par le barrage, serait en distance théorique de progression de 207 km pour le saumon (291) ; 44km pour le saumon (341) ; 214 km pour le saumon (691).

Ces distances amènent tous les poissons en progression potentielle en amont du barrage de Naussac, et parfois au-delà des sources de l'Allier. Cela montre simplement que les poissons auraient pu se reproduire sur les secteurs les plus amont qui sont actuellement très déficitaires en géniteurs. Les saumons auraient donc pu se reproduire sur les radiers de leur choix au lieu de se reproduire sur des secteurs beaucoup plus en aval (peu de secteurs restent propices à la reproduction des saumons dans le Vieil Allier en dehors du viaduc de Fontane et du camping de Monistrol où des surcreusements ont été plusieurs fois observés), jusqu'au barrage de Langeac situé 32 km en aval du barrage de Poutès.

Tableau 18 : Vitesses de progression des saumons et pentes moyennes en amont du barrage de Langeac. (Sources : LOGRAMI)

de Langeac. (Sources : LOGRAM)

Fréquence du Saumon	Secteur Langeac Monistrol				Secteur Monistrol Poutès				Secteur Poutès Naussac			
	Distance (km)	Dénivelé (m) (1)	Pente moyenne (%)	Vitesse de progression (Km/h)	Distance (km)	Dénivelé (m) (2)	Pente moyenne (%)	Vitesse de progression (Km/h)	Distance (km)	Dénivelé (m) (3)	Pente moyenne (%)	Vitesse de progression (Km/h)
291	23	86,7	0,377	0,526	9,4	48,2	0,513	0,395	42,1	237,5	0,564	-
341				0,12 (a)				0,137				-
691				0,707				0,376				-
811				0,51				0,077				0,351
1134				0,427				0,627				0,22
Moyenne (b) :				0,581	Moyenne (c) :			0,303				

(1) = aval turbine Monistrol 585 NGF - retenue Langeac 498,3 NGF
(2) = aval barrage Poutès 635 NGF - amont passe à poissons Monistrol 586,8 NGF
(3) = aval barrage Naussac II 887,7 NGF - retenue Poutès 650,20 NGF

(a) = valeur sous estimé, la date de reprise de migration n'étant pas connue.
(b) = sans le saumon 341.
(c) = Poissons remontant avec déversement au barrage du débit entrant (sans le saumon 811)

En 2006, un seul des saumons équipés d'émetteur était arrivé à l'usine de Monistrol. Ce saumon (**1134**) arrive à l'usine de Monistrol le 5 octobre 2006 à 10h20 parcourant 22,2 Km entre Langeac et Monistrol en 51,5 heures (vitesse moyenne de progression 0,427 Km/h). Il s'engage dans le tronçon court-circuité après 7h40 de recherches sur le site, sans emprunter la passe se situant au pied des turbines et permettant de rejoindre le Vieil Allier. Il redescend donc le canal de fuite et s'engage dans le Vieil Allier. Notons que ce poisson est arrivé à l'usine de Monistrol lors d'un des neufs lâchers d'eau expérimentaux de 3 m³/s réalisés par EDF pour faciliter l'engagement et la circulation des saumons dans le bras court-circuité. Le poisson s'engage et remonte donc le Vieil Allier avec un débit de 5,5 m³/s au lieu des 2,5 m³/s habituels et arrive au barrage de Poutès après 15 heures de migration (vitesse moyenne de progression 0,63 Km/h). Arrivé le 6 octobre, ce saumon de deux ans de mer (82 cm) ne franchira le barrage que le 18 novembre, il reste donc 43 jours en aval du barrage. Sept heures après le déversement du poisson dans la retenue du barrage, nous le localisons plus de deux kilomètres en amont de la retenue. Le saumon a donc parcouru 5,9 Km à la vitesse moyenne de 0,84 Km/h. La traversée de la retenue ne semble donc pas avoir posée de problèmes à ce saumon avec un débit entrant élevé (30 m³/s). Après son déversement, il parcourt 32 kilomètres à la vitesse moyenne de 0,33 Km/h. Un ralentissement à la hauteur de l'ancien barrage de S^t Etienne du Vigan est observé, le poisson ne parcourant que 5,2 Km en plus de 3 jours (vitesse moyenne 0,07 Km/h). Après le franchissement du seuil laissé par l'ancien barrage de S^t Etienne du Vigan, notre saumon remonte les 4,5 Km qui le séparent du barrage de Naussac II en moins de 20 heures (vitesse moyenne 0,23 Km/h).

5.2. Sur l'Alagnon

L'opération de radio pistage avait pour secteur d'étude l'axe Allier. L'axe Alagnon avait été équipé d'un seul récepteur afin de s'assurer que les saumons suivis ne s'engageraient pas sur cet axe. L'analyse qui suit a finalement pu être effectuée car un nombre conséquent de saumons se sont engagés sur l'axe Alagnon. En absence d'autres enregistreurs les informations ont été recueillies par LOGRAMI en augmentant la zone de prospection et en intégrant la recherche des saumons et leurs pointages réguliers sur cet axe. Ce suivi a donc augmenté la charge de travail puisqu'il a été nécessaire de suivre les saumons simultanément sur les deux axes de migration.



Figure 95 : L'Alagnon « Rivière à Saumons ».

Neuf saumons marqués remontent sur l'Alagnon. Six saumons s'engagent directement sur cet affluent et trois autres après être remontés plus ou moins loin sur l'Allier. Deux d'entre eux (271 et 771) redévalent l'Allier après avoir franchi le seuil de Vézézoux situé sur l'Allier 9 km en amont de la confluence. La plus haute progression sur l'Allier en amont du Saut du Loup pour ces deux poissons est observée pour le saumon 771 (26 km). A l'inverse, un saumon (724) après s'être engagé, et très probablement reproduit sur l'Alagnon après une progression de 18 km sur cet affluent et le franchissement de 4 seuils ou barrage, redévale pour remonter l'Allier fin décembre, progressant de plus de 30 km jusqu'au barrage de V. Brioude, après le franchissement de 2 nouveaux obstacles.

Les modules des rivières Allier (au Pont d'Auzon située 11 km en amont de la confluence) et Alagnon (à Lempdes située 11,5 km en amont de la confluence) sont respectivement de 30,9 et 12 m³/s. A la confluence, les apports de débit de l'Alagnon, représentent donc 28 % des débits moyens annuels.

Quatre poissons s'engagent sur l'Alagnon au printemps (**Figure 99 et Annexe 8**). Les dates extrêmes d'engagement de ces poissons sur l'Alagnon sont le 27 avril et le 15 mai soit durant une période de 19 jours. Durant cette période, de fortes variations de débits sont enregistrées sur les deux rivières. Les débits de l'Alagnon varient de 13 à 93 m³/s, soit 1 à 8 fois le module, tandis que les débits de l'Allier varient de 25 à 98 m³/s soit 81 à 317 % du module. Le premier saumon s'engageant sur l'Alagnon est le premier poisson marqué à Vichy (271). Ce saumon est retrouvé sur l'Alagnon le 6 mai grâce à l'enregistreur installé au niveau du barrage de Lempdes (passage enregistré le 1^{er} mai) après avoir été perdu car recherché sur l'Allier depuis le 27 avril.

Entre les 25 et 27 avril, les débits augmentent fortement sur l'Allier et l'Alagnon, passant de 33 à 92 m³/s sur l'Alagnon et de 47 à 98 m³/s sur l'Allier (débits moyens journaliers). Les débits horaires relevés pour le 27 avril atteignent (<http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr/>) 112 m³/s sur l'Allier au pont d'Auzon pour 125 m³/s à Lempdes sur l'Alagnon. Plus en aval, les valeurs horaires maximales sont de 309 m³/s à Vic-le-

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Comte et 462 m³/s à la station de S^t Yorre (Vichy). Une des caractéristiques de la confluence entre les deux rivières est le « cisaillement », au moins en surface, du flux de l'Allier par celui de l'Alagnon observé dès que le débit augmente sur l'Alagnon (**Figure 96** à **Figure 98**). Lors de l'engagement des saumons sur l'Alagnon, la proportion moyenne du débit de la confluence est de 40 % pour l'Alagnon, avec des valeurs moyennes de débits journaliers de 37 à 48,4 % du débit de la confluence. Les débits moyens journaliers de l'Alagnon sont donc toujours inférieurs à ceux de l'Allier, mais ponctuellement ces débits ont pu être certaines heures légèrement supérieures. Les températures de l'eau de l'Alagnon pour le printemps ne sont pas connues, LOGRAMI n'ayant pas encore installé de sondes thermiques sur cet affluent. Les températures printanières de l'Allier sont faibles. A Vieille-Brioude, elles sont en moyennes de 11,6°C et varient de 9,6 à 14,5°C.



**Figure 96 : Confluence Allier Alagnon le 29/07/09
(Débit Allier 9 m³/s ; débit Alagnon 1 m³/s)**



**Figure 97 : Confluence Allier Alagnon le 22/10/09
(Débit 10 m³/s sur chaque rivière)**



**Figure 98 : Confluence Allier Alagnon le 21/04/09
(Débit Allier 66 m³/s ; débit Alagnon 90 m³/s)**

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

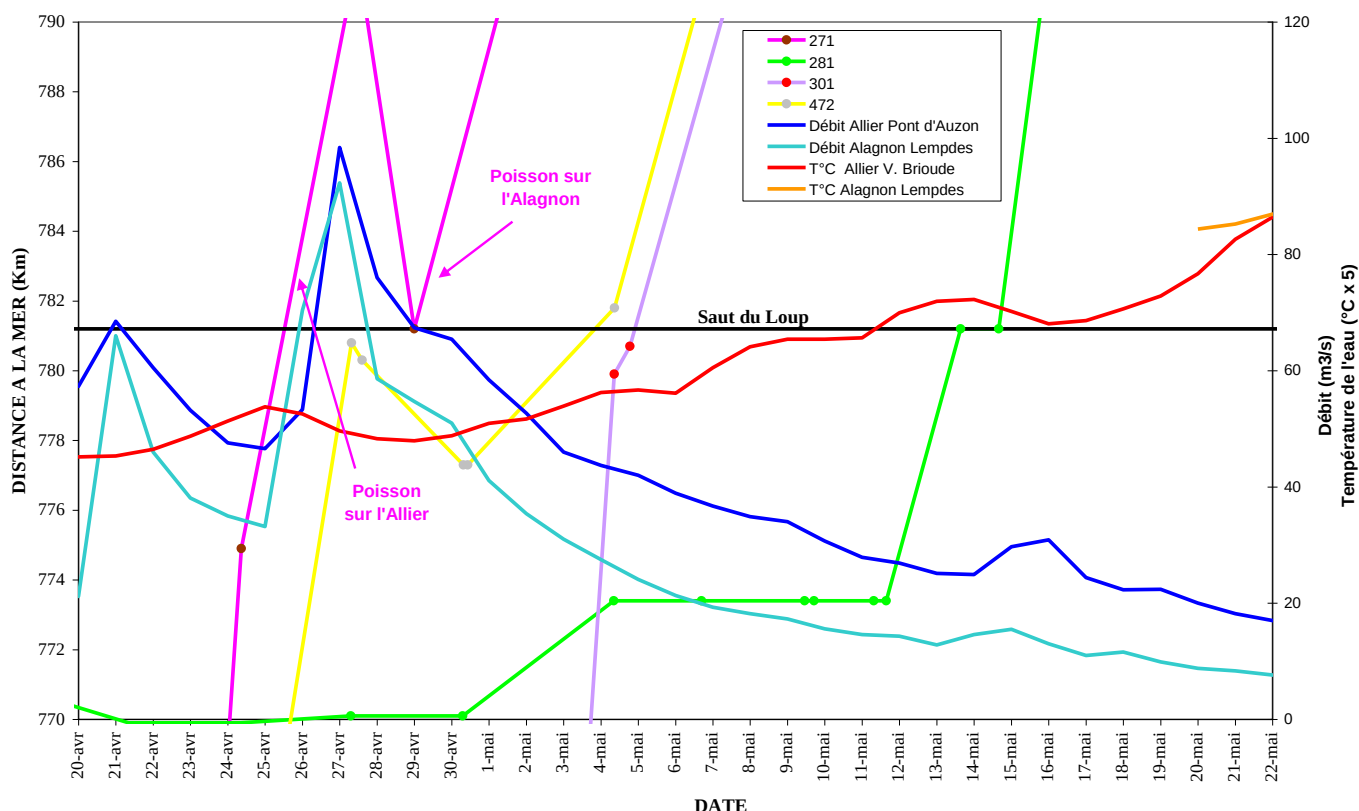


Figure 99 : Saumons s'engageant sur l'Alagnon au printemps (2009).
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

A l'automne, les cinq saumons s'engagent sur l'Alagnon entre les 19 octobre et le 10 décembre (**Figure 100 et Annexe 8**). Lors des journées possibles d'engagement des saumons, la proportion moyenne de la répartition des débits est proche de celle du printemps avec 41 % du débit pour l'Alagnon. Cependant les écarts journaliers sont plus importants qu'au printemps, avec des valeurs journalières de 17,7 à 67,4 %. Les deux premiers saumons (351 et 611) de l'automne s'engagent sur l'Alagnon au mois d'octobre avec des débits de l'Alagnon beaucoup plus faibles que l'Allier (17,7 à 33,3 %). Lors de l'engagement du troisième saumon (841) le 3 novembre, le débit de l'Alagnon est supérieur à celui de l'Allier (57,5 %). Pour le quatrième saumon (771) le débit de l'Alagnon est plus faible (34,7 à 42,5 %). Enfin pour le dernier saumon (724) qui s'engage tardivement entre les 4 et 10 décembre, les débits sont pratiquement similaires voire supérieurs pour l'Alagnon (44,8 à 67,4 %). Les températures de l'Alagnon sont plus froides en moyenne de 1,1 °C comparativement à l'Allier. Pour les quatre premiers poissons, l'Alagnon présente des eaux toujours plus froides, en revanche pour le dernier saumon s'engageant au mois de décembre, quatre des sept journées où le poisson a pu s'engager sur l'Alagnon montrent des températures plus chaudes de l'Alagnon.

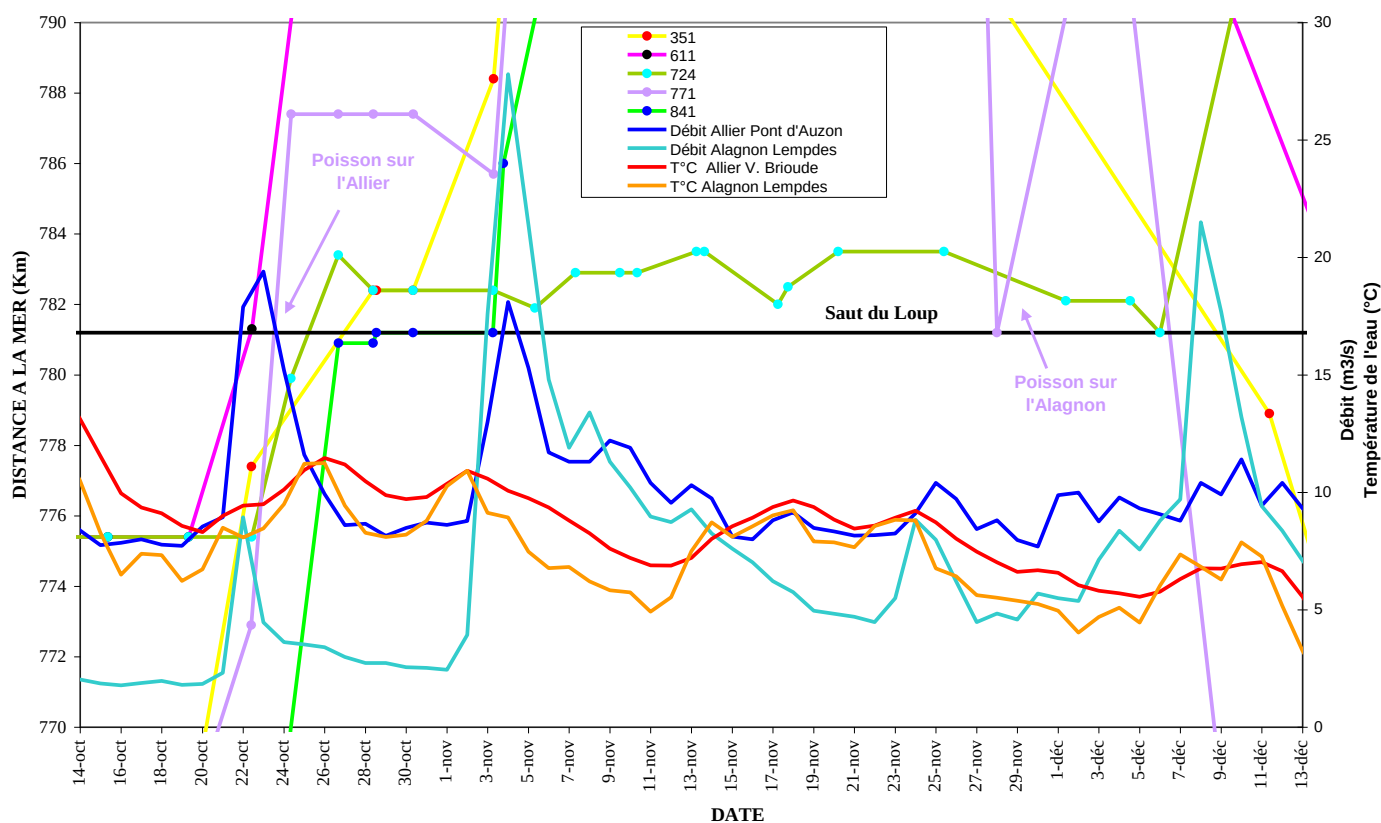


Figure 100 : Saumons s'engageant sur l'Alagnon à l'automne (2009).
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Comme vu précédemment, **l'engagement des saumons radiomarkés sur l'Alagnon s'est observé aussi bien au printemps qu'à l'automne depuis la reprise de migration jusqu'à la période de reproduction.** Une distinction doit être réalisée entre ces 2 groupes de saumons car leur comportement face aux obstacles varie en fonction de leur degré de maturité sexuelle et surtout de l'imminence de la reproduction. Par exemple, une présence prolongée d'un saumon à l'aval d'un obstacle, lors de la période de reproduction, ne peut être considérée comme un blocage. L'interprétation des mouvements des saumons doit donc prendre en compte la période de reproduction. Ainsi 2 groupes de saumons peuvent être distingués en fonction de la date de leur franchissement d'ouvrage sur l'Alagnon (période printanière/période automnale-reproduction)

Les premières observations de frayères sur l'Alagnon ont été réalisées le 9 novembre. Ceci laisse penser que l'installation des femelles et la formation des couples se sont effectuées quelques jours avant cette date. On peut donc considérer raisonnablement que la période de reproduction a débuté vers le 5 novembre.

5.2.1. Poissons franchissant le radier du Pont SNCF (amont immédiat Saut du Loup)

Situé à 781,5 km de la mer, 118,6 km de Vichy et 400 m de la confluence avec l'Allier (**Figure 96**), ce seuil est actuellement le 1^{er} ouvrage rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon. Ce radier a été aménagé en 2007 (chenalisation par abaissement du niveau du radier sous l'arche principale).

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.

Compte tenu du caractère discontinu de nos pointages, excepté pour le saumon 771 (franchissement entre deux localisations le 3 novembre), les dates précises de franchissement n'ont pu être relevées. Cependant, au total, 9 saumons l'ont franchi avec certitude:

- 4 lors de leur migration printanière entre le 27 avril et le 15 mai (271, 281, 301 et 472) (**Figure 101**) pour une gamme de débit compris entre 14,6 et 92,3 m³/s (entre 120 et 800 % du module).

- 5 à l'automne dont 3 juste avant la reproduction entre le 19 octobre et le 3 novembre (351, 611 et 841) pour une gamme de débit compris entre 1,8 et 8,9 m³/s (entre 15 et 147 % du module) et 2 pendant la période de reproduction entre le 26 novembre et le 10 décembre (724 et 771) pour une gamme de débit compris entre 4,5 et 21,5 m³/s (entre 37,5 et 179 % du module) (**Figure 102**).

Aucun pointage n'a permis de localiser un saumon radiomarké bloqué à l'aval immédiat de l'ouvrage en phase de recherche de voie de passage.

De plus, situé en amont immédiat de la confluence avec l'Allier (Saut du Loup), secteur « stratégique » de l'Allier où les saumons sont censés faire un choix d'axe à poursuivre (homing) et sur lequel le comportement des saumons n'a pas du tout été homogène durant ce suivi (progression sans arrêt sur l'Allier ou l'Alagnon, ralentissement, aller-retour sur l'Allier, arrêt estival), il est difficile de distinguer les parts de responsabilité de la confluence en elle-même et de cet ouvrage.

Ainsi, au regard de ces observations, il paraît difficile de tirer des conclusions objectives concernant la franchissabilité de cet ouvrage. Cependant, considérant la large gamme de débits probablement rencontrés lors des franchissements et la configuration de cet ouvrage, il paraît raisonnable d'estimer que son franchissement ne pose pas de problème pour le saumon atlantique.

5.2.2. Poissons franchissant le seuil de Grand Pont

Situé à 790,9 km de la mer, 128 km de Vichy et 9,8 km de la confluence avec l'Allier, ce seuil est actuellement le 2^e rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon. Correspondant à un affleurement de roche mère après arasement d'un ancien seuil, il présente une chute totale de 1,7 m à l'étiage franchissable via une brèche. Ce seuil est considéré comme franchissable sans difficulté apparente (Steinbach 2005).

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés et aux données récoltées au niveau du poste enregistreur du barrage de Lempdes sur Alagnon situé 700 m en amont.

Ainsi 9 saumons s'y sont présentés et l'ont tous franchi sans retard apparent (**Figure 101 et Figure 102**). Le saumon 351 l'a même franchi deux fois à l'automne après avoir dévalé.

4 saumons ont franchi ce seuil au cours de leur migration printanière (**Tableau 19**) entre le 30 avril et le 15 mai pour une plage de débits comprise entre 14,6 et 51 m³/s soit entre 122% et 425% du module à Lempdes (12 m³/s). La température de l'Alagnon n'a été mesurée qu'après la mise en place le 20 mai d'une sonde thermique à Lempdes faisant suite aux passages des premiers saumons radiomarkés à Lempdes.

5 saumons ont franchi ce seuil au cours de leur migration automnale (après leur arrêt estival) (**Tableau 19**) entre le 22 octobre et le 10 décembre pour une plage de débits comprise entre 3,6 et 21,5 m³/s soit entre 30% et 179% du module (12 m³/s) et pour une plage de températures enregistrées au barrage de Lempdes comprise entre 5 et 9,2°C. 4 de ces 5 saumons ont franchi cet ouvrage pendant la période de reproduction.

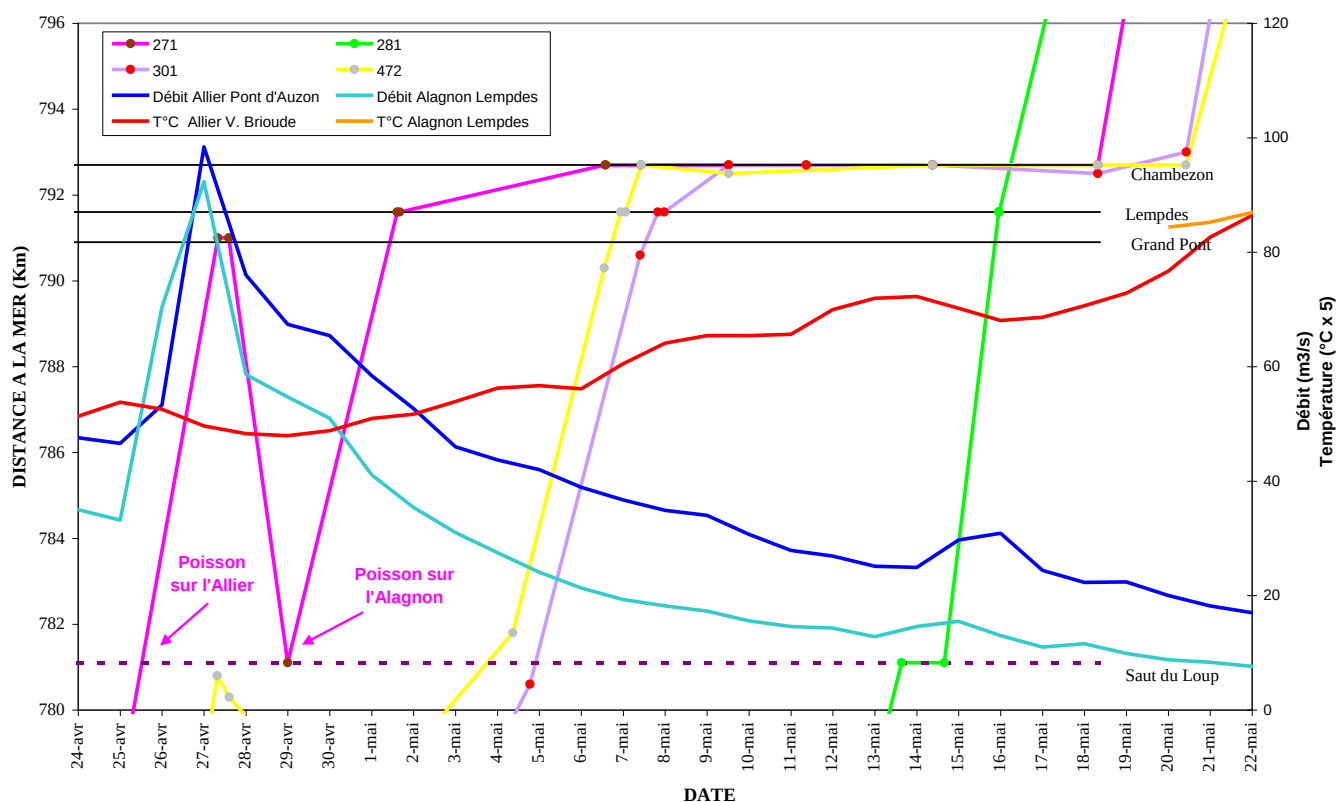


Figure 101 : Comportement des poissons migrants au printemps au droit des quatre premiers ouvrages de l'Alagnon. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Tableau 19 : Dates, conditions de débits et de températures sur l'Alagnon lors des franchissements du seuil de Grand Pont.

Franchissements du seuil de Grand Pont.								
Saumon	Blocage	Dates de passage (supposées)	Débits Lempdes (m3/s)			Température Lempdes (°C)		
			Q max	Q moy	Q min	T max	T moy	T min
Période printanière								
48 271	non	entre 30 avril et 1 mai	51	46,1	41,1	Pas de donnée		
48 281	non	entre 14 et 15 mai	15,5	15,1	14,6			
48 301	non	7 mai		19,3				
48 472	non	6 mai		21,3				
Période automnale								
48 351	non	03 novembre		17,6			9,12	
48 351	non	entre 18 et 19 novembre	5,8	5,4	5	9,23	8,57	7,90
48 611	non	entre 22 et 24 octobre	8,9	5,7	3,6	8,83	8,73	8,5-
48 724	non	entre 8 et 10 décembre	21,5	17,5	13,2	7,87	6,99	6,29
48 771	non	entre 27 novembre et 1 décembre	5,7	5	4,5	5,62	5,34	4,96
48 841	non	entre 5 et 6 novembre	21,4	18,1	14,8	7,48	7,12	6,77

Dans la gamme de débit comprise entre 3,6 et 51 m³/s, cet ouvrage n'occasionne aucun retard à la migration malgré la persistance d'une chute non négligeable après les travaux d'arasement de l'ancien seuil entrepris en 2003. Ce résultat révèle la pertinence et l'efficacité de cette mesure prise dans le cadre du contrat de rivière Alagnon.

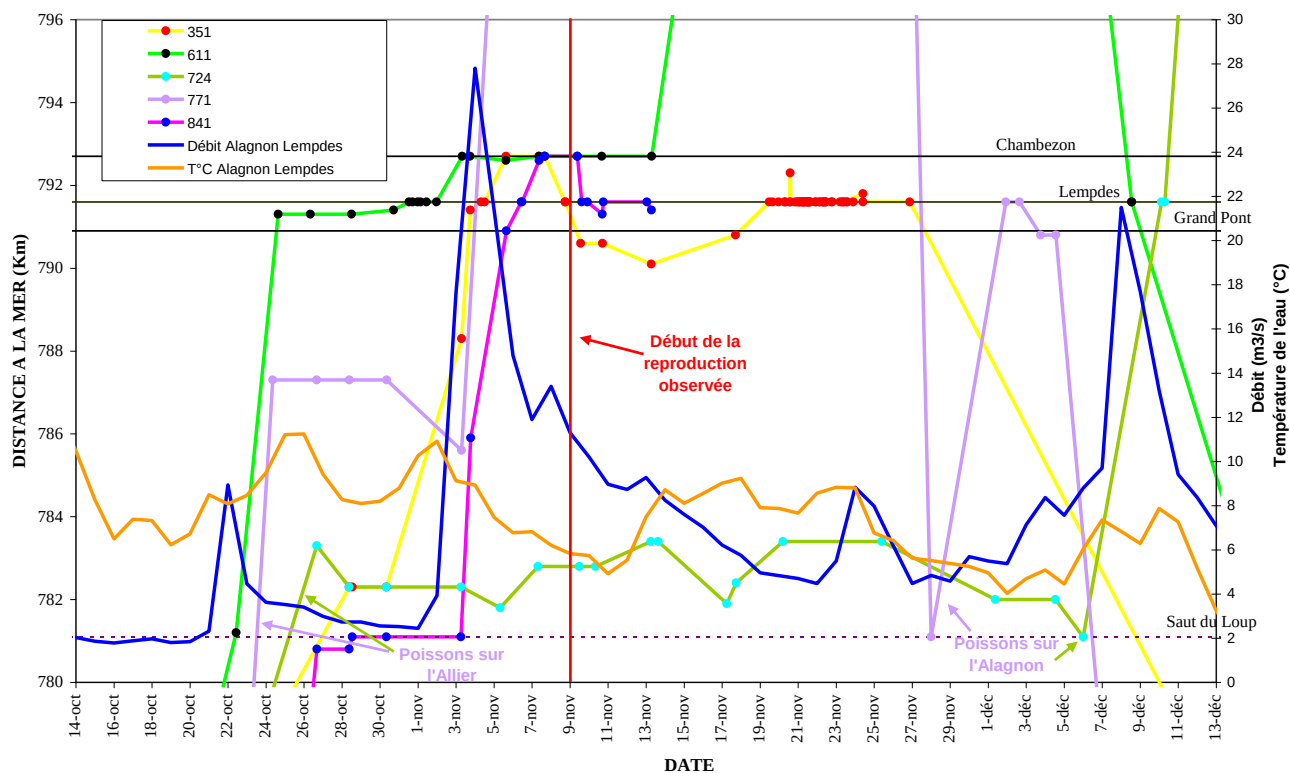


Figure 102 : Comportement des poissons migrants à l'automne au droit des trois premiers ouvrages de l'Alagnon. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)



Figure 103 : Seuil de Grand Pont le 10 juin 2009 (débit de 7,7 m³/s).



Figure 104 : Seuil de Grand Pont le 5 novembre 2009 (débit de 21 m³/s).

5.2.3. Poissons franchissant le barrage de Lempdes sur Alagnon

Situé à 791,6 km de la mer, 128,8 km de Vichy et 700 m en amont du seuil de Grand Pont, ce barrage est actuellement le 3^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon. Il présente une chute totale de 1,90 m à l'étiage. Cet ouvrage équipé de pré-barrages est considéré comme « franchissable sans difficulté apparente » pour la migration du saumon (Steinbach 2005).

Ce seuil étant équipé d'un poste fixe, sa franchissabilité est donc estimée à l'aide des données récoltées au niveau du poste enregistreur. Cet enregistreur permet d'obtenir une durée de blocage considérée comme maximale puisque sa réception couvre 200 m en aval du seuil et 200 m en amont.

Ainsi 9 saumons se sont présentés au pied de l'ouvrage. 6 l'ont franchi sans retard apparent (**Figure 101 et Figure 102**), 2 saumons (351 et 611) semblent avoir rencontrés des problèmes de franchissement au moment de la migration automnale et un ne l'a pas franchi (771). Ce saumon étant arrivé très tardivement au niveau de ce seuil (1^{er} décembre), il est délicat de conclure à un blocage, plusieurs frayères étant observées en aval du barrage lors de la prospection des frayères en décembre 2009.

4 saumons ont franchi ce seuil au cours de leur migration printanière (avant leur arrêt estival) entre le 1 mai et le 15 mai pour une plage de débits comprise entre 19,3 et 41,1 m³/s (160% et 342% du module) (**Tableau 20**). La durée de blocage maximale de chaque individu varie entre 0,4 et 3,7 heures.

4 saumons ont franchi ce seuil au cours de leur migration automnale entre le 4 novembre et le 10 décembre pour une plage de débits comprise entre 2,4 et 27,8 m³/s (entre 20 et 232 % du module) et pour une plage de température comprise entre 4,3 et 10,3°C (**Tableau 20**). Sur ces 4 saumons, 3 franchissent cet obstacle pendant la période de reproduction. L'interprétation de leur comportement face à l'obstacle doit donc être nuancée. Par exemple, le saumon 351 a franchi une 2^e fois le seuil le 19 novembre après l'avoir dévalé le 8 novembre.

La durée de blocage maximale de chaque individu varie entre 4,2 et 54 heures. Un seul individu (771) n'a pas franchi le seuil malgré un débit moyen de 5,45 m³/s lors de sa présence en aval de l'ouvrage.

Dans la gamme de débit comprise entre 5,4 et 41 m³/s, cet ouvrage n'occasionne aucun retard significatif à la migration. Cependant, pour une gamme de débits plus faible comprise entre 2,4 et 5 m³/s, les individus présentent des difficultés pour franchir cet obstacle.

Tableau 20 : Dates, conditions de débits et de températures sur l'Alagnon lors des franchissements du barrage de Lempdes sur Alagnon

Saumon	Blocage	Dates de passage (<i>supposées</i>)	Durée du blocage max (h)	Débits Lempdes (m3/s)			Température Lempdes (°C)		
				Q max	Q moy	Q min	T max	T moy	T min
Période printanière									
48 271	non	1 mai	1,35		41,1		Pas de donnée		
48 281	non	15 mai	0,35		15,5				
48 301	non	7 mai	3,67		19,3				
48 472	non	7 mai	2,67		19,3				
Période automnale									
48 351	non	4 novembre	4,37		27,8			8,92	
48 351	oui	entre 19 et 20 novembre	25,57	5	4,9	4,8	7,90	7,89	7,87
48 611	oui	entre 31 octobre et 1 novembre	54,15	2,5	2,45	2,4	10,26	9,53	8,79
48 724	non	10 décembre	4,22		13,2			7,87	
48 771	oui	Ne franchit pas entre 1 et 2 décembre	17,27	5,5	5,45	5,4	4,96	4,49	4,03
48 841	non	6 novembre	1,03		14,8			6,77	



Figure 105 : Barrage de Lempdes et passe à poissons le 29 juillet 2009 (Débit de 1 m³/s).



Figure 106 : Barrage de Lempdes et passe à poissons le 5 novembre 2009 (Débit de 21 m³/s).

5.2.4. Poissons franchissant le barrage de Chambezon

Situé à 792,7 km de la mer, 129,9 km de Vichy et 1,1 km en amont du barrage de Lempdes, ce barrage est actuellement le 4^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon. Ce barrage présente une chute totale de 4 m à l'étiage. Cet ouvrage, pourtant équipé en rive gauche d'une passe à bassins constituant la seule voie de passage, est considéré comme franchissable mais avec un risque de retard (Steinbach 2005). En effet, de part la configuration du site, l'emplacement de la passe n'est pas optimale puisque cette dernière est installée en rive gauche (côté barrage), à l'opposé du canal de fuite de l'usine. De plus, une digue d'une cinquantaine de mètres environ séparant le canal de fuite du canal de décharge empêche toute communication entre ces 2 bras (**Figure 107 à Figure 109**).

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés et aux données récoltées au niveau du poste enregistreurs du barrage de Lempdes sur Alagnon situé 1,2 km m en aval, qui nous indique de façon précise le départ du poisson vers l'amont du barrage de Lempdes et par conséquent sa possible arrivée au pied du barrage de Chambezon.

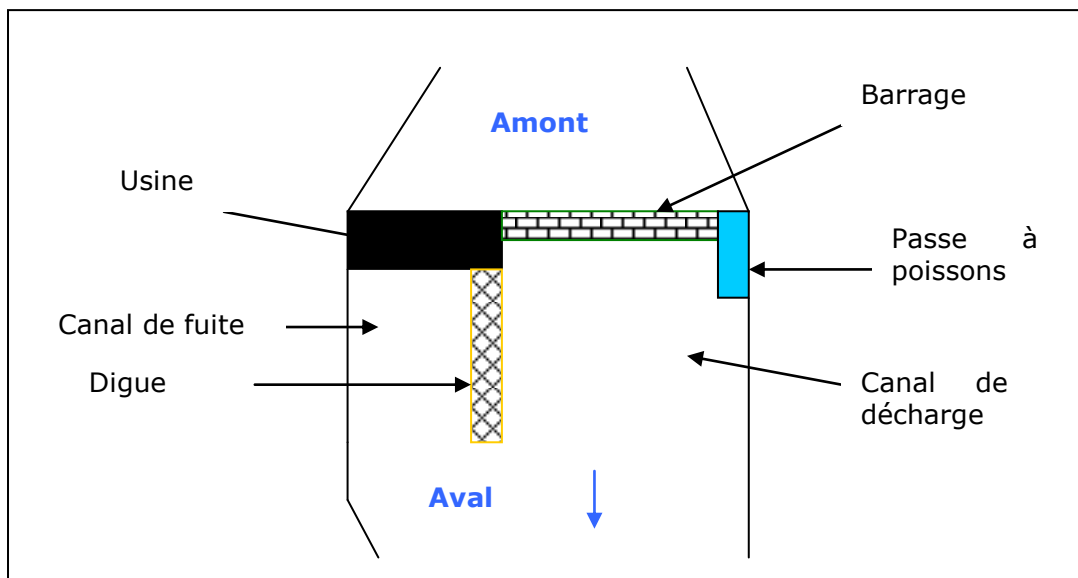


Figure 107 : Schéma de la configuration du complexe hydroélectrique de Chambezon sur l'Alagnon)



Figure 108 : Complexe hydroélectrique de Chambezon sur l'Alagnon le 7/12/2007 (débit à Lempdes 12 m³/s) (Source LOGRAMI)



Figure 109: Usine et canal de fuite de Chambezon (à gauche) ; barrage et passe à poissons (à droite)

Au total, 8 saumons s'y sont présentés mais seulement 6 l'ont franchi avec des durées de blocage très variables (**Figure 101 et Figure 102**). Le saumon 472, au comportement très particulier, l'a franchi à 3 reprises après l'avoir dévalé 2 fois.

5.2.4.1. Franchissements printaniers

4 saumons ont franchi ce seuil au cours de leur migration printanière entre le 16 mai et le 15 juin pour une plage de débits comprise entre 4,2 et 13,7 m³/s (35 et 114 % du module) et pour une plage de température comprise entre 13,8 et 18,6°C. Les blocages maximum observés pour ces 4 individus (6 franchissements) sont compris entre 22 et 450 heures (**Tableau 21**).

Le comportement du saumon 472 face à cet ouvrage est assez curieux. En effet, son premier franchissement s'est réalisé après une durée de blocage maximale de 367 heures. Ce blocage est du même ordre de grandeur que celui des saumons 271 et 301 qui furent bloqués durant quasiment la même période. Ses 2^e et 3^e franchissements, après deux dévalaisons au cours de deux petits pics de débits, se sont effectués après des durées maximales de blocage beaucoup plus réduites de 22 et 70 heures.

Tableau 21 : Détail des conditions environnementales lors des blocages ou non des saumons franchissant le barrage de Chambezou au printemps.

Saumon	Blocage	Période de blocage supposée maximale	Durée du blocage (h)			Débits Lempdes (m3/s) pendant le blocage			Température Lempdes (°C) pendant le blocage		
			max	moy	min	Q max	Q min	ΔQ	T max	T moy	T min
Période printanière											
48 271	oui	Du 1 ^{er} au 20 mai	450	366	282	41,1	9,9	31,2		16,87	
48 281	?	Du 15 au18 mai	40			15,5	11	4,5			
48 301	oui	Du 7 au 20 mai	298	275	248	19,3	8,8	10,5		16,87	
48 472	oui	Du 7 au 22 mai	367	344	320	19,3	7,7	11,6		17,27	
48 472	?	Du 9 au 10 juin	22			13,7	7,7	6	13,38	13,23	13,08
48 472	non	Du 11 et 15 juin	77			12,6	4,2	8,4	18,64	16,89	15,30

Si les durées maximales de blocage des 2^e et 3^e franchissements du 472 sont écartées de l'analyse (*hypothèse de la mémoire du poisson face à cet ouvrage pouvant biaiser les résultats*), alors les blocages maximum observés pour les 4 saumons sont compris entre 40 et 450 heures. La plus faible durée de blocage est observée pour le 281 qui est pourtant arrivé au pied du complexe hydroélectrique de Chambezou après les 3 autres saumons. Le franchissement de cet ouvrage ne semble donc pas lui avoir posé de problème contrairement aux trois autres (271, 301 et 472) qui, comme l'ont permises les observations effectuées lors des localisations, étaient bloqués au niveau du canal de fuite de l'usine.

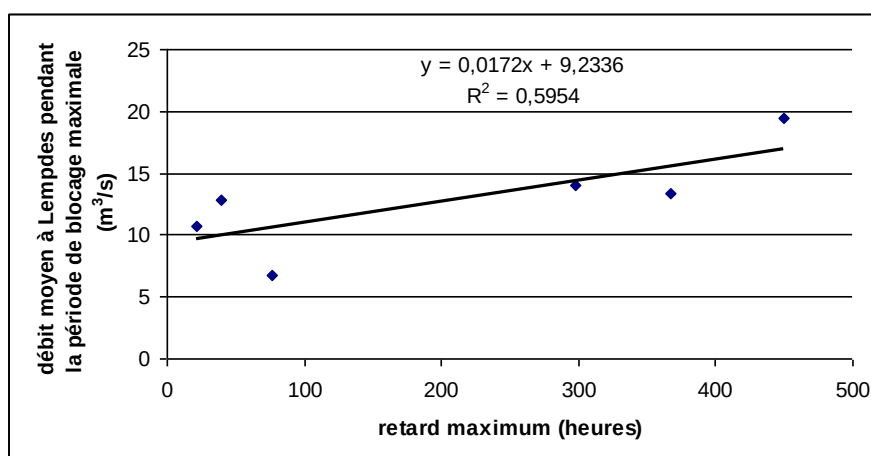


Figure 110 : Blocage maximum observé au barrage de Chambezou pour les franchissements printaniers en fonction du débit moyen observé sur la période de blocage

L'analyse du blocage maximum de ces 4 saumons en fonction du débit moyen observé sur la période de ce blocage semble révéler que plus le débit moyen est élevé et plus le phénomène de blocage s'accroît ($r^2 = 0,5945$) (**Figure 110**). En effet, les franchissements des saumons 271, 281, 301 et le premier franchissement du 472 interviennent lors de baisses conséquentes de débit (**Figure 111**). Le saumon 281 arrivé au printemps au pied du barrage de Chambezou rencontre une différence de condition hydraulique comparativement aux 3 autres saumons arrivés avant lui. En effet, le débit de l'Alagnon, au moment de son arrivée en aval de l'ouvrage, était plus faible ($15,5 \text{ m}^3/\text{s}$) et a très peu varié entre son arrivée et son franchissement.

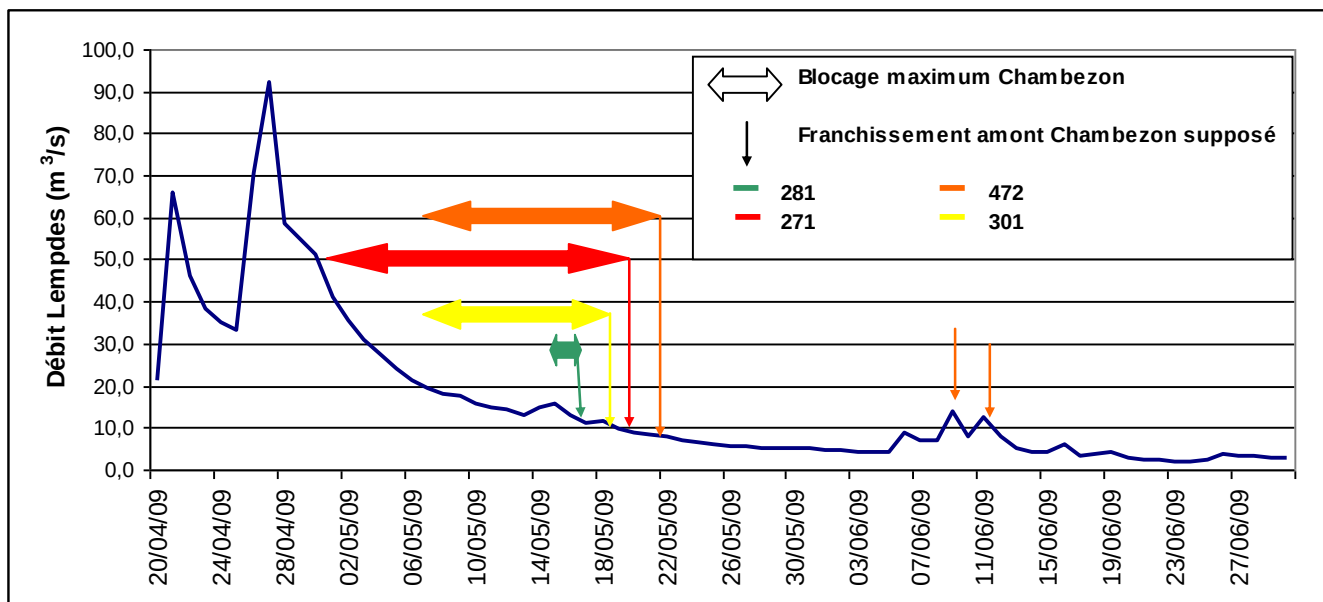


Figure 111 : Blocage maximum des saumons franchissant le barrage de Chambezou au printemps et débit de l'Alagnon à Lempdes

Ce résultat peut paraître surprenant puisque l'attractivité du canal de décharge et par conséquent la probabilité pour que les saumons trouvent l'entrée de la passe à poissons située au niveau du barrage sont normalement plus importantes lorsque le débit de l'Alagnon augmente et que le barrage déverse. Néanmoins, classiquement, pour ce type d'ouvrage tant que le débit de la rivière ne dépasse pas le double du débit d'équipement de l'usine, le canal de fuite est toujours plus attractif que le canal de décharge. Ainsi le franchissement du complexe hydroélectrique de Chambezou paraît difficile lorsque les saumons se présentent au pied de l'obstacle avec des débits dépassant $15,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ne connaissant pas le débit d'équipement de cette usine à l'heure où ce rapport est rédigé nous ne sommes pas en mesure de présenter précisément les gammes de débits favorables/défavorables à l'attractivité de la passe à poissons.

Une autre explication de ce retard peut-être l'encombrement de la passe comme cela a pu être constaté par les pêcheurs locaux. En effet, le président de l'AAPPMA locale nous a d'ailleurs révélé qu'il était lui-même intervenu pour désencombrer la passe à une date incertaine avoisinant la date d'ouverture de la pêche du carnassier en 2^e catégorie (aval du barrage de Chambezou) soit vers la mi-mai. La passe étant située sur un terrain privé et surtout difficile d'accès, nous n'avons pas pu, lors du suivi des saumons, constater l'état d'encombrement. Cependant, cette information pourrait parfaitement expliquer le blocage des 3 saumons marqués au pied des turbines du barrage de Chambezou dans l'incapacité d'emprunter la passe à poissons encombrée.

5.2.4.2. Franchissements automnaux

4 saumons se sont présentés au barrage au cours de leur migration automnale (après leur arrêt estival) mais seulement 2 saumons l'ont franchi (611 et 724) entre le 13 novembre et le 11 décembre pour une plage de débits comprise entre $6,2$ et $13,2 \text{ m}^3/\text{s}$ soit entre 52% et 110% du

module et pour une plage de température comprise entre 7,3 et 8,7 °C. Ces 2 saumons ont franchi cet ouvrage alors même que des frayères étaient déjà observées, le premier (611) avec un blocage maximum de 349 heures pour un débit de franchissement compris entre 6,2 et 9,3 m³/s et le second (724) avec un blocage maximum de 26 heures pour un débit de franchissement compris entre 9,4 et 13,2 m³/s.

Les 2 saumons qui n'ont pas franchi cet ouvrage se sont repliés à l'aval pour se reproduire.

5.2.4.3. Synthèse :

Tous les franchissements sont observés pour des débits inférieurs à 15,5 m³/s alors que des saumons se sont présentés au pied de l'ouvrage avec des débits plus importants (Tableau 19 et Tableau 22).

Il semblerait que cet ouvrage, de part sa configuration, l'emplacement de la passe et probablement le non entretien de cette dernière, occasionne des blocages plus que significatifs à la migration.

Une amélioration de l'attractivité de la passe à poissons (augmentation des chances pour les saumons de trouver l'entrée de la passe) pourrait être obtenue par la suppression de la digue séparant le canal de fuite du canal de décharge. De plus, il s'agirait de maintenir une veille sur l'état d'encombrement de la passe à poissons.

Tableau 22 : Dates, conditions de débits et de températures sur l'Alagnon lors des franchissements du barrage de Chambezon sur Alagnon.

Saumon	Blocage	Dates de passage (supposées)	Durée du blocage (h)			Débits Lempdes (m3/s)			Température Lempdes (°C)		
			max	moy	min	Q max	Q moy	Q min	T max	T moy	T min
Période printanière											
48 271	oui	entre 18 et 20 mai	450	366	282	11,6	10,1	8,8		16,87	
48 281	?	entre le 16 et 18 mai	40			13	12	11	Pas de données		
48 301	oui	entre 18 et 20 mai	298	275	248	11,6	10,1	8,8		16,87	
48 472	oui	entre 20 et 22 mai	367	344	320	8,8	8,3	7,7	17,39	17,10	16,87
48 472	?	entre 9 et 10 juin	22			13,7	10,7	7,7	13,38	13,23	13,08
48 472	non	entre 11 et 15 juin	77			12,6	6,8	4,2	18,64	16,89	15,30
Période automnale											
48 351	oui	ne franchit pas entre 4 et 8 novembre	101	89	76	27,8	17,9	11,9	8,92	7,24	6,21
48 611	oui	entre 13 et 17 novembre	349	310	272	9,3	7,7	6,2	8,72	8,21	7,49
48 724	non	entre 10 et 11 décembre	26			13,2	11,3	9,4	7,87	7,57	7,26
48 841	oui	ne franchit pas entre 6 et 9 novembre	75	61	48	14,8	12,9	11,3	6,82	6,41	5,83

5.2.5. Poissons ayant franchi le barrage de Chambezon mais pas le barrage des Trois eaux

2 saumons n'ont jamais été localisés ni en amont ni en aval immédiat du barrage des Trois eaux: le 281 et le 724.

Le saumon 281 n'a très probablement pas atteint cet ouvrage ou alors très brièvement entre le 20 et le 22 mai (pas de blocage apparent). Il a ensuite passé l'été à 1 km en aval du pont de Lanau (dévalaison de 7 km) pour finalement se reproduire à 1,2 km en amont du pont de Bruguilles (stationnement régulier pendant la période de reproduction entre le 10 et 17 novembre et observation d'une frayère).

Le saumon 724 peut, quant à lui, avoir atteint et franchi cet ouvrage entre le 17 et le 28 décembre, avant de redescendre l'Alagnon pour repartir sur l'Allier.

5.2.6. Poissons franchissant le barrage des Trois eaux

Situé à 806,5 km de la mer, 143,7 km de Vichy et 13,6 km en amont du barrage de Chambezon, ce barrage est actuellement le 5^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon. Ce barrage, constitué d'enrochement libre présente une chute totale de 0,5 m à l'étiage (**Figure 112**) et est considéré comme franchissable sans difficulté apparente (Steinbach 2005) (**Annexe 2**).



**Figure 112 : Barrage des Trois eaux le 18 mai 2010 (débit Lempdes 10 m³/s)
(Source : LOGRAMI)**

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.

Au total, 4 saumons l'ont franchi (avec certitude): 2 lors de leur migration printanière entre le 2 et le 19 juin (301 et 472) (**Figure 115**) et 2 à l'automne pendant la période de reproduction entre le 3 et le 20 novembre (271 et 611) (**Figure 116**). Compte tenu du caractère discontinu de nos pointages, excepté pour le saumon 611 (franchissement entre deux localisations le 3 novembre), les dates précises de franchissement et de blocage n'ont pu être relevées, par conséquent aucun réel blocage n'a pu être mis en évidence sur cet ouvrage qui ne semble pas présenter de difficultés majeures de franchissement.

3 de ces 4 franchissements ont été réalisés pour des débits inférieurs au module à Lempdes (entre 28 et 74 %) et un des 2 franchissements automnaux s'est effectué lors d'une petite crue (débit moyen journalier 17,6 m³/s soit 147 % du module à Lempdes) (**Tableau 23**).

La température moyenne de l'Alagnon (à Lempdes) était comprise entre 14,2 et 18,8 °C lors des franchissements printaniers et comprise entre 7,9 et 9,2 °C lors des franchissements automnaux (**Tableau 23**).

Au regard de ces résultats et considérant la configuration de cet ouvrage, il paraît raisonnable d'estimer que son franchissement ne pose pas de problème pour le saumon atlantique dans la gamme de débits rencontrés.

5.2.7. Poissons franchissant le barrage de Babory

Situé à 807,3 km de la mer, 144,5 km de Vichy et 800 m en amont du barrage des Trois eaux, ce barrage est actuellement le 6^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon.

Ce barrage a un usage hydroélectrique. D'une chute totale de 1,5 m à l'étiage et court-circuitant l'Alagnon sur presque 1 km, il permet d'alimenter une microcentrale pouvant turbiner jusqu'à 6 m³/s. (**Figure 113 et Figure 114**). Cet ouvrage, pourtant équipé en rive gauche d'une passe à ralentisseurs et d'un bassin à l'aval, est considéré comme franchissable mais avec un risque de retard (Steinbach 2005) (**Annexe 2**).



Figure 113 : Barrage et passe à poissons de Babory le 10 décembre 2004 (débit Lempdes 5 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 114 : Barrage de Babory : à gauche le 10 juin 2009 (débit Lempdes 7,8 m³/s) et à droite le 5 novembre 2009 (débit Lempdes 21 m³/s) (Source : LOGRAMI)

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.

Au total, 4 saumons sur 4 l'ont franchi (avec certitude): 2 lors de leur migration printanière entre le 2 et le 19 juin (301 et 472) (**Figure 115**) et 2 à l'automne pendant la période de reproduction entre le 3 et le 20 novembre (271 et 611) (**Figure 116**). Compte tenu du caractère discontinu de nos pointages, les dates précises de franchissement n'ont pu être relevées. Par conséquent aucun réel blocage n'a pu être mis en évidence sur cet ouvrage. Les poissons n'ayant jamais été localisés au pied de cet obstacle, le retard peut être nul. Cependant on peut considérer que si des retards avaient été occasionnés, ces derniers n'excèderaient pas 33 à 133 heures (1,4 à 5,5 jours) (**Tableau 23**). Ces grands écarts sont simplement dus aux 2 localisations situant les poissons en aval puis en amont de l'ouvrage.

3 de ces 4 franchissements ont été réalisés pour des débits inférieurs aux modules relevés à Lempdes et Joursac:

- entre 3,4 et 8,9 m³/s soit entre 28 et 74 % du module à Lempdes ;
- entre 2,1 et 4,8 m³/s soit entre 33 et 76 % du module à Joursac.

Un des 2 franchissements automnaux s'est effectué lors d'une petite crue (débit max horaire 34 m³/s et débit moyen journalier compris entre 147 et 232 % du module à Lempdes) (**Tableau 23**).

La température moyenne de l'Alagnon (à Lempdes) était comprise entre 14,2 et 18,8 °C lors des franchissements printaniers et comprise entre 7,5 et 9,2 °C lors des franchissements automnaux (**Tableau 23**).

Tableau 23: Dates, conditions de débits et de températures sur l'Alagnon lors des franchissements du barrage des Trois eaux et du barrage de Babory sur Alagnon. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Saumon	Dates de passage supposées	Durée du blocage max (h)	Débits Lempdes (m3/s)			Débits Joursac (m3/s)			Température Lempdes (°C)		
			Q max	Q moy	Q min	Q max	Q moy	Q min	T max	T moy	T min
Période printanière											
48 301	entre le 2 et 8 juin	133,3	8,9	5,6	4,5	4,8	3,1	2,1	17,7	16,2	14,2
48 472	entre le 15 et 19 juin	84,7	5,8	4,3	3,4	4,2	3,3	2,7	18,8	18,1	17,6
Période automnale (reproduction)											
48 271	entre le 3 et 5 novembre	33.2	27,8 (34)	22,3	17,6 (22)	19,8 (25)	16,3	13	9,1	8,5	7,5
48 611	entre le 17 et 20 novembre	62,8	6,2	5,4	4,8	3,5	3,1	2,6	9,2	8,5	7,9

En italique et entre parenthèse : les maximum horaires relevés sur vigircrue.fr

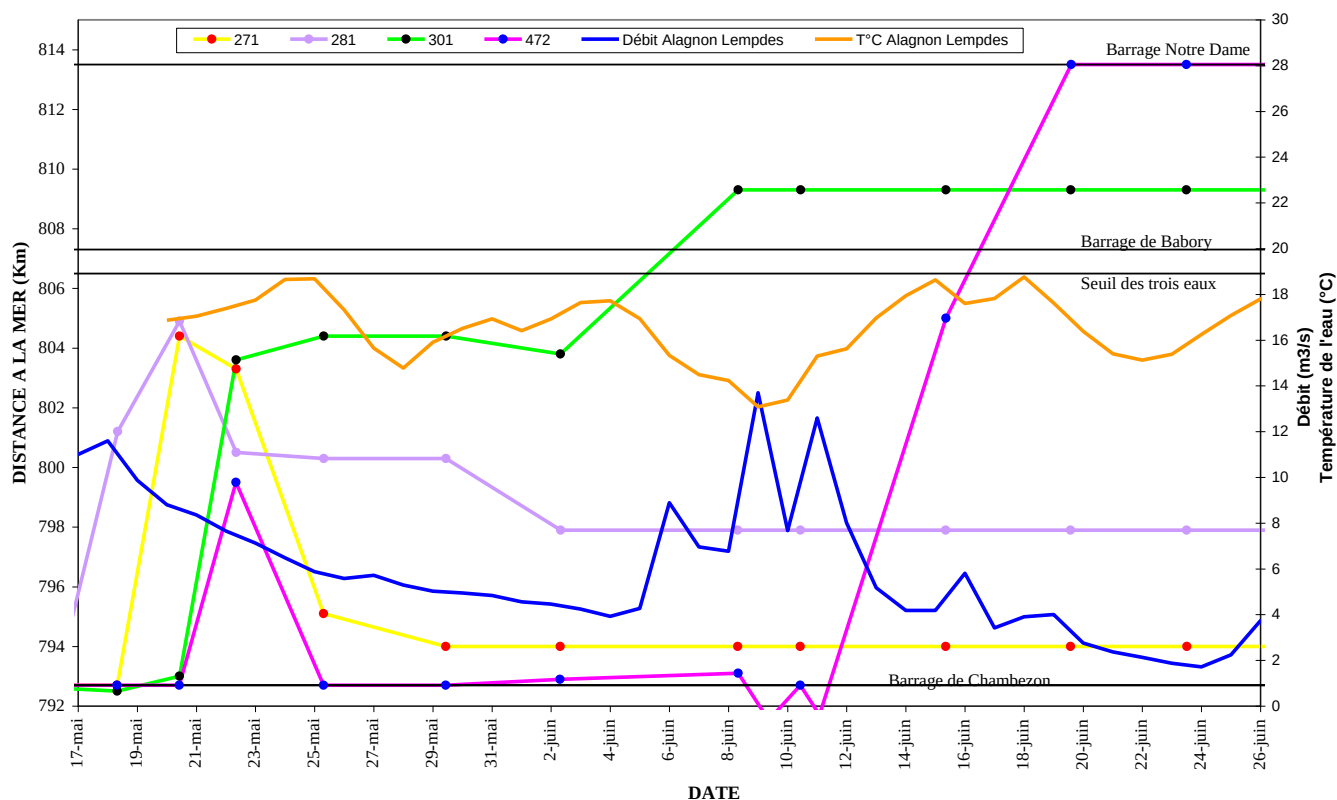


Figure 115 : Saumons franchissant le seuil des Trois eaux, le barrage de Babory et le barrage de Notre Dame au printemps 2009 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

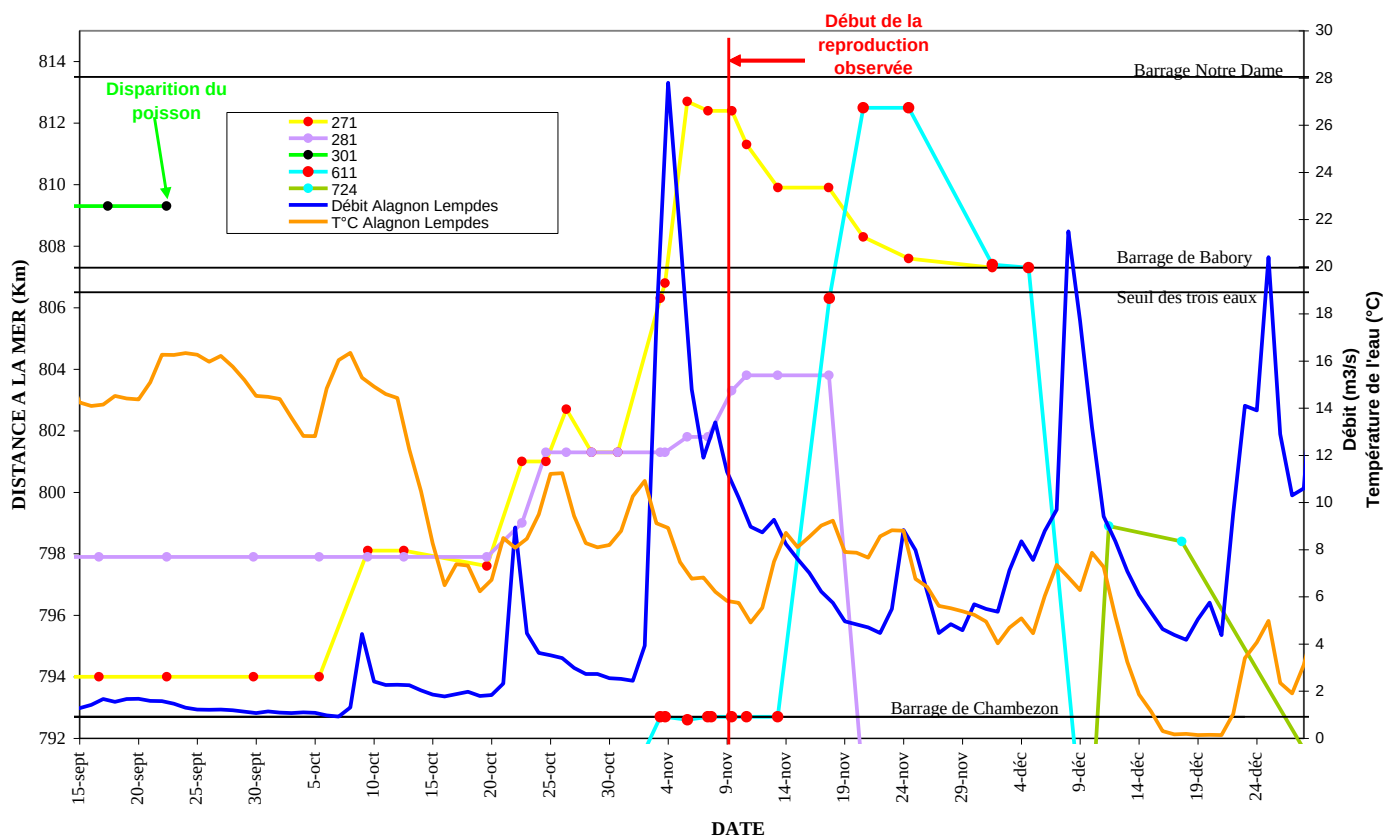


Figure 116 : Saumons franchissant le seuil des Trois eaux et le barrage de Babory à l'automne 2009 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

5.2.8. Poissons ayant franchi le barrage de Babory mais pas le barrage Notre Dame

Après avoir démarré son arrêt estival aux alentours du 8 juin à 2 km en amont du barrage de Babory, le saumon 301 a disparu de la rivière entre le 22 et 29 septembre. Soit il a été victime de braconnage soit il a été retrouvé mort et l'émetteur a été emporté (hypothèse nous paraissant moins probable). Aucun enregistrement au poste de Lempdes sur Alagnon qui aurait pu indiquer une dévalaison ni aucune localisation lors des multiples recherches amont et aval n'ont permis de localiser le poisson après le 22 septembre.

2 saumons radiomarqués ont approché cet ouvrage mais n'ont jamais été localisés ni en amont ni en aval immédiat du barrage Notre Dame : le saumon 271 (localisation la plus proche : 500 m en aval) et le saumon 611 (localisation la plus proche : 700 m en aval) (**Figure 116**).

Ces deux saumons, présents dans ce secteur au moins pendant 5 jours pour le 271 (du 5 au 9 novembre) et pour le 611 (du 20 au 24 novembre), donc pendant la période de reproduction, ont probablement participé à l'élaboration des frayères observées 800 m en aval du barrage (aval immédiat d'un petit pont) (Figure 117).



Figure 117 : Frayères de saumons observées le 20/11/2009 sur l'Alagnon à 1 km en aval du barrage Notre Dame (Source : LOGRAMI)

5.2.9. Poisson franchissant le barrage Notre Dame (aval Massiac)

Situé à 813,5 km de la mer, 150,7 km de Vichy et 6,2 km en amont du barrage de Babory, ce barrage est actuellement le 7^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon. Cet ouvrage qui n'a qu'un usage d'irrigation ne détourne que 300 l/s de manière saisonnière (sur une distance de 500 m) et n'alimente plus d'usine. Le canal de fuite étant pratiquement insignifiant, les saumons s'orientent préférentiellement dans la rivière naturelle.

Ce barrage présente une chute totale de 1,5 m à l'étiage. Pourtant équipé en rive droite d'une passe à bassins (depuis 2007) (**Figure 118 et Figure 119**), il est considéré comme franchissable mais avec un risque de retard (Steinbach 2005) (**Annexe 2**)



Figure 118 : Passe à poisson du barrage de Notre Dame le 7/12/2007 (débit Lempdes 12 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 119 : Barrage de Notre Dame ; le 19 juin à gauche (débit Lempdes 4 m³/s) ; le 5 novembre 2009 à droite (débit Lempdes 21 m³/s) (Source : LOGRAMI)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.

Seul le saumon 472 l'a franchi (avec certitude) lors de sa migration printanière entre le 15 juin et le 19 juin (**Figure 115**). Après son franchissement, le saumon passe l'été juste en amont de ce barrage. Compte tenu du caractère discontinu de nos pointages, la date précise de ce franchissement n'a pu être relevée, par conséquent aucun réel blocage n'a pu être mis en évidence sur cet ouvrage.

Ce franchissement a eu lieu pour un débit (à Joursac) compris entre 2,7 et 4,2 m³/s (entre 43 et 67 % du module à Joursac) et pour une température de l'Alagnon (à Lempdes) comprise entre 17,6 et 18,8 °C.

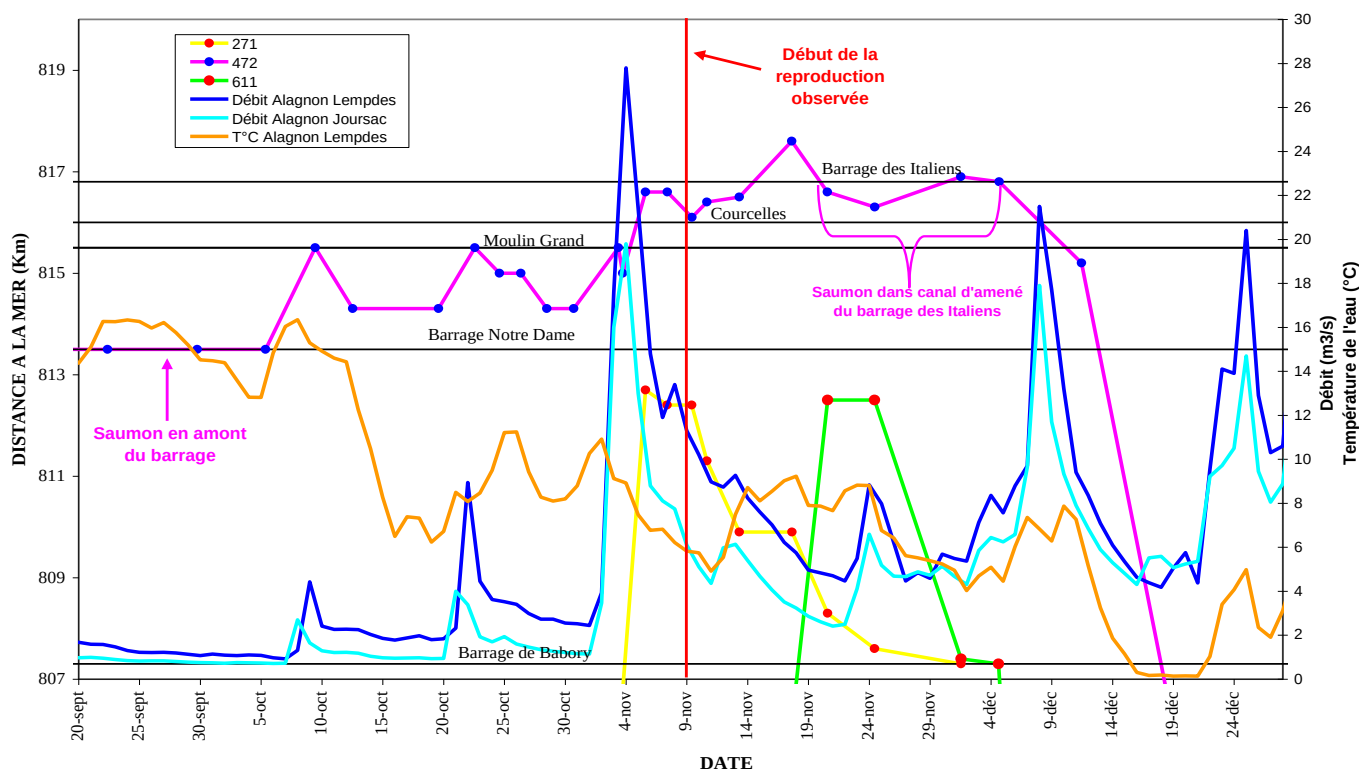


Figure 120 : Franchissements en amont du barrage de Babory à l'automne 2009 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Cet ouvrage ne semble pas avoir été pénalisant pour le seul saumon radiomarké l'ayant franchi au printemps avec un débit inférieur au module à Joursac.

Cependant, compte tenu du caractère discontinu de nos pointages et du faible nombre de saumons radiomarkés ayant atteint cette zone, il est difficile de conclure de manière affirmative et générale. En effet, des observations de sauts de saumons ont été réalisées (Ponsonnaille, comm. pers.) au droit de l'ouvrage, ce qui révèle un certain défaut d'attractivité de la passe

De plus, même si nos localisations des deux poissons radiomarkés 271 et 611 révèlent qu'ils se sont approchés de cet ouvrage sans le franchir lors de la période de reproduction, il se peut qu'ils se soient tout de même présentés au droit de l'ouvrage en dehors de nos recherches.

Le dernier élément pouvant révéler une difficulté de franchissement de cet ouvrage concerne la localisation des premières frayères (dans le sens amont-aval) observées sur l'Alagnon. Celles-ci ont été observées environ 800 m en aval de l'ouvrage (Bach et al. 2010) (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Des investigations supplémentaires sont nécessaires pour appréhender de manière plus complète la franchissabilité de cet ouvrage.

5.2.10. Poisson franchissant le barrage de Moulin-Grand (amont Massiac)

Situé à 815,5 km de la mer, 152,7 km de Vichy et 2 km en amont du barrage de Notre-Dame (Massiac), ce barrage est actuellement le 8^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon.

Ce barrage d'une chute totale de 1,8 m à l'étiage (valeur estimée) permet de détourner de l'eau vers une usine hydroélectrique autorisée pour turbiner 5 m³/s (capacité de turbinage de l'usine de 10 m³/s). L'Alagnon est court-circuité par ce barrage sur environ 250 m.

Seul le barrage est équipé en rive droite d'une passe à ralentisseurs. Malgré cet équipement, cet ouvrage est considéré comme très difficilement franchissable (Steinbach 2005) (**Figure 121**).

La passe à ralentisseurs suractifs est constituée de 3 parties distinctes (**Figure 121**) :

- la partie aval (entrée des poissons) (1) qui a été rajoutée pour diminuer la chute engendrée par des affouillements, s'apparente à une chicane très sinueuse et sa jonction avec la seconde partie est assez étroite ;
- la partie médiane (2) qui représente la plus longue volée (rectiligne) de ralentisseurs ;
- la partie amont (3) est une volée de ralentisseurs moins longue que la précédente qui longe le barrage et qui débouche dans la retenue (sortie des poissons et entrée de l'eau pour l'alimentation de la passe).

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.

Seul le saumon 472 s'y est présenté, très probablement, pour la première fois entre le 5 et le 9 octobre car encore sur son point d'arrêt estival le 5 octobre (2 km en aval). Il l'a franchi entre le 3 et le 5 novembre (**Figure 120**). Le blocage induit est donc compris entre 25 et 32 jours.

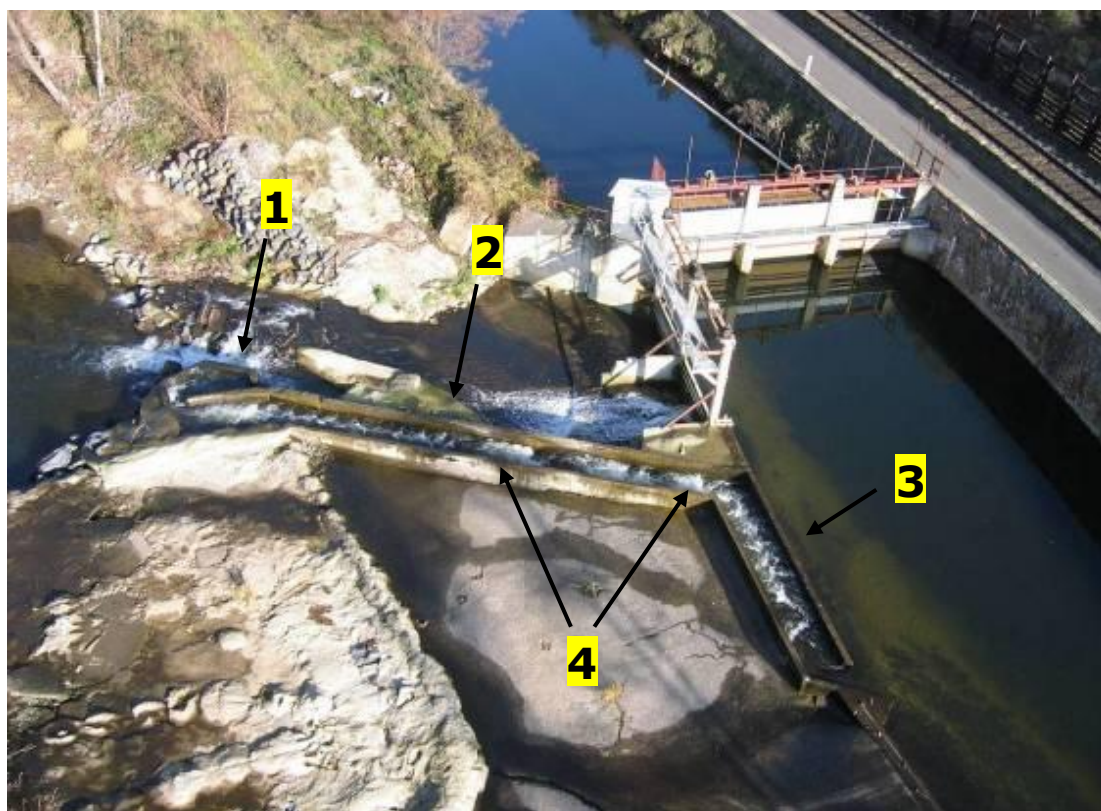


Figure 121 : Barrage et dispositif de franchissement du complexe de Moulin Grand le 10/12/2004 (débit Joursac 2,56 m³/s) (Source : LOGRAMI)

Comportement du saumon 472 durant son blocage – influence des débits sur son comportement migratoire

Les mouvements de ce saumon (même si ces derniers n'ont pas tous été suivis) au droit de l'ouvrage pendant son blocage sont très révélateurs de l'influence des variations de débit et surtout des augmentations de celui-ci sur son comportement migratoire.

En effet, son arrivée au pied de l'ouvrage (entre le 5 et le 9 octobre) intervient suite à une augmentation de débit (de 0,7 à 2,7 m³/s à Joursac). Puis, n'arrivant pas à franchir l'ouvrage ce dernier dévale d'1,2 km dans une zone profonde où il est localisé consécutivement le 12 et le 19 octobre. Le 19 octobre, il sera même reçu en double bip, signalant qu'il est resté immobile au moins pendant 6 heures. Ce repli et ce stationnement supposé se sont déroulés lors d'une diminution de débit (de 2,7 à 0,94 m³/s).

Le 22 octobre, le saumon est de nouveau localisé au pied du barrage de Moulin Grand. Ce mouvement intervient lors d'une seconde augmentation de débit (de 0,94 à 4 m³/s).

Le saumon est ensuite localisé consécutivement le 24 et le 26 octobre 500 m en aval du barrage. Ce repli fait suite à une diminution du débit (de 4 à 1,6 m³/s).

Le 28 octobre, le débit continuant de baisser (de 1,6 à 1,34 m³/s), le saumon est localisé 1,2 km en aval du barrage (dévalaison de 700 m) dans la même zone profonde qu'il occupait le 12 et 19 octobre. Il y restera probablement au moins jusqu'au 30 octobre, le débit continuant de diminuer (de 1,34 à 1,2 m³/s). *Cette même zone profonde devait certainement constituer une zone refuge lui demandant peu d'effort et lui permettant de conserver des ressources nécessaires à sa reproduction.*

Le matin du 3 novembre, le saumon est de nouveau localisé au pied du barrage de Moulin Grand. Ce mouvement intervient lors d'une troisième augmentation de débit plus significative que les deux précédentes (de 1,2 à 16 m³/s). Lors d'une deuxième localisation plus tardive en fin d'après-midi de ce même jour, le saumon est localisé 500 m en aval du barrage, dans la même zone où il fut localisé le 24 et 26 octobre. *Cette zone de repli moins éloignée du barrage constituait probablement une zone de repos entre ses phases de recherche de voie de franchissement.*

Enfin le 5 novembre, le saumon est localisé 1,1 km en amont du barrage de Moulin Grand. Il aurait donc franchi le barrage lors de la crue du 3-4-5 novembre avec un débit maximum horaire relevé à Joursac de 25 m³/s (débit moyen journalier max 19,8 m³/s le 4 novembre) pour une température (à Lempdes) comprise entre 7,5 et 9,1 °C.

On constate que le saumon s'est présenté au moins à 3 reprises (3 localisations à 3 dates différentes) au pied de l'obstacle à l'occasion de 3 augmentations de débit. Les débits moyens journaliers atteints à Joursac lors des deux premières augmentations ne représentant qu'au maximum 63 % du module et n'ont pas permis le franchissement du saumon. Cependant, à plusieurs reprises certaines valeurs horaires ont été plus importantes comme le 22/10/2009 où un maximum horaire de 12 m³/s (190 % du module) a été mesuré sans pour autant permettre au saumon de franchir l'ouvrage. Il aura fallu au saumon attendre la troisième augmentation bien plus significative avec des débits (horaires comme journaliers) nettement supérieurs au module (314 %) pour que le saumon accède à l'amont de l'ouvrage.

Durant ce blocage, on peut remarquer que, plus le débit est faible, plus la zone de repli est éloignée du barrage de Moulin Grand (Figure 122). L'hypothèse d'une diminution de la lame d'eau entraînant une réduction des zones potentielles d'abris à l'aval de l'ouvrage semble la plus probable.

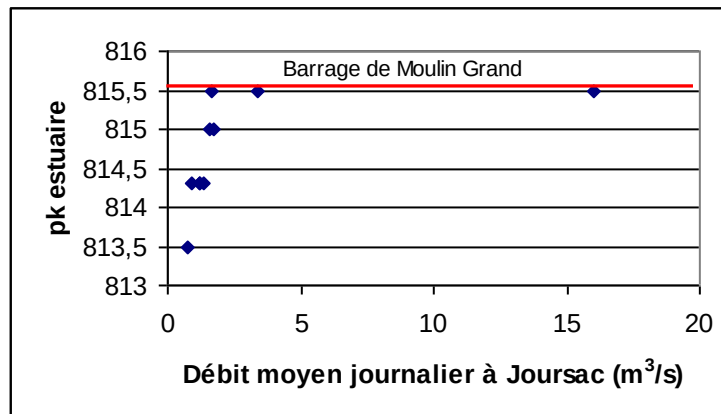


Figure 122 : Relation Débit Alagnon/Localisation du saumon 472 par rapport au barrage de Moulin Grand pendant son blocage (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Influence des débits sur la franchissabilité de l'ouvrage de Moulin Grand – Explication du retard constaté

Au regard de la classe de franchissabilité attribuée par Steinbach en 2005, le retard constaté n'est en rien surprenant. En effet, nos observations effectuées durant cette étude révèlent que ce dispositif de franchissement n'est pas du tout fonctionnel dans son état actuel. Les problèmes relevés sont les suivants :

- sous alimentation voir non alimentation à l'étiage (**Figure 123**);
- suralimentation et débordement (cause : apport d'eau par surverse indésirable) (**Figure 124**);
- configuration défavorable car trop étroite et sinueuse de la partie aval (entrée de la passe) (**Figure 121** (1) et **Figure 125**) ;
- état général (ralentisseurs manquants ou partiellement désolidarisés sur la deuxième moitié amont de la partie médiane de la passe) (**Figure 123**). **On peut d'ailleurs constater que ce problème n'est pas récent comme le témoigne les conditions d'écoulements visibles sur le cliché aérien datant de décembre 2004 (Figure 121 (4)).**

Tous ces problèmes engendrent des dysfonctionnements de la passe qui, cumulés, rendent difficile voire impossible la détection et le franchissement de l'ouvrage. De plus, ils peuvent engendrer des blessures pouvant être fatales pour les individus qui tenteraient d'emprunter ce dispositif.



Figure 123 : Dégradations observées le 5-10-2009 sur la passe à poisson du barrage de Moulin Grand alors non alimentée (débit journalier Joursac 0,74 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 124 : Suralimentation de la passe à poisson du barrage de Moulin Grand observée le 22-10-2009 (débit journalier Joursac 3,38 m³/s, maxi horaire 12 m³/s) (Source : LOGRAMI)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages



Figure 125 : Configuration de la partie aval de la passe à poisson du barrage de Moulin Grand observée le 5/10/ 2009 (débit journalier Joursac 1 m³/s). A Droite bassin aval totalement colmaté (Source : LOGRAMI)

Un degré de fonctionnalité de la passe à ralentisseurs a été estimé lors de nos observations. Un recoupement avec les débits journaliers mesurés à Joursac permet d'appréhender grossièrement la fonctionnalité de la passe en fonction des conditions hydrologiques de l'Alagnon. **Ne connaissant pas le fonctionnement de l'usine (débit turbiné) sur la période incluant le blocage et le franchissement du saumon 472, ce dernier influençant grandement la côte amont du plan d'eau et donc la fonctionnalité de la passe via son alimentation en eau, cette analyse ne peut être tout à fait fiable.** Elle apporte cependant des éléments de réponses concernant le comportement du saumon radiomarké au droit de l'ouvrage et sa possibilité de franchissement durant la période d'observation du poisson.

Tableau 24: Fonctionnalité de la passe à ralentisseurs du barrage de Moulin Grand sur l'Alagnon en fonctions des débits journaliers lors des observations réalisées dans la cadre de l'étude radiopistage 2009 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Degré de fonctionnalité estimé selon les observations	Gamme de débit journalier à Joursac (m ³ /s) lors des observations	Occurrence des gammes de débit (jours) -% de la période maximale de blocage	Illustrations (Figure)
Non-alimentée	Au moins à partir de 1,22	16 jours soit 50 %	14 et 15
Sous-alimentée	1,6-1,7	7 jours soit 22 %	16
Correctement alimentée	1,7-3,38 ?	3 jours soit 9,5 %	
Sur-alimentée	Au moins à partir de 3,38 ?	6 jours soit 18,5 %	17 et 18

La première constatation formelle est que, lors de nos observations, la passe n'est pas alimentée en eau au moins jusqu'à 1,22 m³/s (**Tableau 24**). Cette valeur moyenne journalière n'est pas dépassée durant la moitié de la période maximale de blocage du saumon.

Sur la base des débits moyens journaliers, la passe a probablement été fonctionnelle pendant seulement 3 journées, les 8, 23 et 25 octobre soit 9 % du temps de blocage du poisson.

Aussi lors de variations journalières de débits, certaines valeurs horaires favorables au « bon » fonctionnement de la passe, non transcrites par les moyennes journalières, auraient sûrement permis son utilisation par le saumon entre le 7 et le 8 octobre, entre le 20 et le 21 octobre et entre le 1 et le 2 novembre.

Le saumon étant localisé au pied de l'ouvrage le 9 octobre, le 22 octobre et le 3 novembre au matin, il est plus que probable qu'il ait tenté, peu de temps avant ou après ces localisations, le franchissement du barrage alors que la passe présentait une alimentation en eau adéquate avec

son utilisation optimale. Ainsi, dans de telles conditions de débit, la configuration de la partie aval et l'état de dégradation de la passe peuvent, sans réserve, être mis en cause pour ce blocage.

Les forts débits des 3, 4 et 5 novembre qui ont provoqué un effacement partiel du barrage ont certainement permis le franchissement de l'ouvrage non pas par la passe à poissons largement noyée et inefficace dans ces conditions de débits mais par une « voie de passage » probablement située plus en rive gauche (moins de pente). (**Figure 131**)

La passe à poisson de cet ouvrage peut être considérée comme totalement non fonctionnelle, il paraît indispensable de repenser et refaire en totalité le dispositif, qui ne pourra être rendu transparent à la migration par la simple remise en état des ralentisseurs. Cet ouvrage se situant en pleine zone de reproduction, il doit non seulement permettre la montaison des poissons, mais également la descente des adultes, les mâles en particulier moins abondants dans les remontées se reproduisant avec plusieurs femelles reparties sur de larges zones de rivière.



Figure 126 : Passe à poisson du barrage de Moulin Grand non alimentée le 5-10-2009 (débit journalier Joursac 0,74 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 127 : Passe à poisson du barrage de Moulin Grand non alimentée : à gauche le 12-10-2009 (débit journalier Joursac 1,22 m³/s) ; à droite le 19-10-2009 (débit journalier Joursac 0,94 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 128 : Passe à poisson du barrage de Moulin Grand sous alimentée : à gauche le 9-10-2009 (débit journalier Joursac 1,65 m³/s) ; à droite le 24-10-2009 (débit journalier Joursac 1,7 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 129 : Passe à poisson du barrage de Moulin Grand sur alimentée : à gauche le 22-10-2009 (débit journalier Joursac 3,38 m³/s, maxi horaire 12 m³/s) ; à droite le 26-10-2009 (débit journalier Joursac 1,6 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 130 : Passe à poisson du barrage de Moulin Grand sur alimentée: le 3-11-2009 (débit journalier Joursac 16 m³/s, maxi horaire 24 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 131 : Voie de passage probable du saumon 472 (en vert) pour franchir le barrage de Moulin Grand entre les 3 et 5 novembre 2009 (débits journaliers Joursac de 13 à 19,8 m³/s, maxi horaire 25 m³/s) (Source : LOGRAMI)

5.2.11. Poisson franchissant le barrage de Courcelles

Situé à 816 km de la mer, 153,2 km de Vichy et 500m en amont du barrage de Moulin Grand ce barrage est actuellement le 9^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Alagnon.

Ce seuil en enrochement présente une chute totale de 0,9 m à l'étiage (**Figure 132**). Cet ouvrage est considéré comme franchissable mais avec un risque de retard (Steinbach 2005).

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.



Figure 132 : Barrage et prise d'eau de Courcelles le 9-11-2009 (débit journalier Joursac 6,1 m³/s) (Source : LOGRAMI)

Seul le saumon 472 s'y est présenté et l'a franchi entre le 3 et le 5 novembre lors d'une crue avec un débit maximum horaire relevé à Joursac de 25 m³/s (391 % du module) (débit moyen journalier max 19,8 m³/s soit 310 % du module et min 13 m³/s soit 206% du module) et pour une température (à Lempdes) comprise entre 7,5 et 9,1 °C.

Il semblerait que cet ouvrage soit rendu plus facilement franchissable lors de forts débits (effacement).

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

5.2.12. Poisson franchissant le barrage de la prise d'eau des Italiens

Situé à 816,8 km de la mer, 154 km de Vichy et 800m en amont du seuil de Courcelles ce barrage est actuellement le 10^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Allagnon.

Ce barrage d'une chute totale de 2,2 m à l'étiage permet de détourner de l'eau vers une usine hydroélectrique pouvant turbiner 3 m³/s soit 48% du module à Joursac. L'Allagnon est court-circuité par ce barrage sur environ 700 m.

Seul le barrage est équipé en rive gauche d'une passe à ralentisseurs. Malgré cet équipement, cet ouvrage est considéré comme franchissable mais avec un risque de retard (Steinbach 2005) (**Figure 134 à Figure 136**)

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.



Figure 133 : Barrage des Italiens et canal d'amenée (à gauche) (Source : LOGRAMI)



Figure 134 : Barrage (à gauche) et passe à poisson du barrage des Italiens (à droite) le 9-11-2009 (débit journalier Joursac 6,1 m³/s) (Source : LOGRAMI)

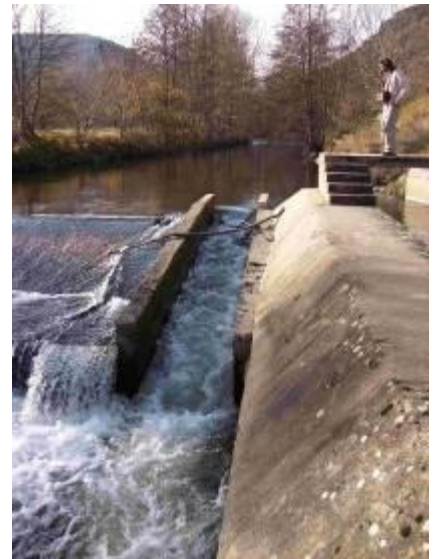


Figure 135 : Barrage (à gauche) et passe à poisson du barrage des Italiens (à droite) le 17-11-2009 (débit journalier Joursac 3,5 m³/s) (Source : LOGRAMI)



Figure 136 : Usine des Italiens (à gauche) et confluence canal de fuite Alagnon (à droite) le 9-11-2009 (débit journalier Joursac 6,1 m³/s) (Source : LOGRAMI)

Le saumon 472 est resté présent en aval du barrage entre le 5 novembre et le 13 voire 17 novembre. Durant cette période, le saumon est localisé plus ou moins en aval du barrage. Il sera même localisé le 9 novembre au pied des turbines de l'usine (environ 700m du barrage). Le franchissement du barrage s'est effectué entre le 13 et le 17 novembre pour des débits (à Joursac) compris entre 3,51 et 6,13 m³/s (entre 55 et 96% du module) et des températures (à Lempdes) comprises entre 7,5 et 9 °C.

Les stationnements au pied de l'ouvrage et le franchissement ont eu lieu alors que la reproduction des saumons avait déjà commencé. Ainsi, il est difficile d'affirmer que la « stabulation » de ce poisson dans le bras court-circuité de ce complexe hydroélectrique entre le 5 et le 17 novembre (12 jours maximum) soit interprétable comme un blocage.

A noter qu'aucune frayère n'a été détectée lors du comptage par survol en décembre entre le canal de fuite de l'usine et le barrage (Bach et al. 2010), ce qui peut laisser penser que ce saumon ne s'est pas reproduit dans le bras court-circuité malgré son stationnement prolongé. Ce saumon, s'il s'est reproduit, l'a sûrement fait en amont du barrage des Italiens (dans un secteur non prospecté lors du survol aérien, à cause du manque de visibilité lié au couvert végétale).

5.2.13. Poisson franchissant le barrage « Amont Verdier »

Situé à 817,2 km de la mer, 154,4 km de Vichy et 400m en amont du barrage des Italiens ce barrage est actuellement le 11^e obstacle rencontré par les saumons lors de leur migration sur l'Allagnon.

Ce barrage constitué d'enrochements libres et d'éléments divers (poteaux bétonnés) n'a qu'un usage d'irrigation. Présentant une chute totale de 1,1 m à l'étiage et n'étant pas équipé de système de franchissement, il est considéré comme difficilement franchissable (Steinbach 2005) (**Figure 137**).

Cet ouvrage n'étant pas équipé d'un poste récepteur-enregistreur fixe, sa franchissabilité est estimée grâce aux pointages réalisés.

Le saumon 472 a franchi ce barrage entre le 13 et le 17 novembre pour des débits (à Joursac) compris entre 3,51 et 6,13 m³/s (entre 55 et 96% du module) et des températures (à Lempdes) comprises entre 7,5 et 9 °C.

Les débits observés lors de cet unique franchissement étant inférieurs au module, la classe de franchissabilité de cet ouvrage est probablement à revoir à la baisse dans l'expertise Steinbach (2005) (de classe 3 à classe 2). Il est probable qu'à l'époque de la réalisation de l'expertise de franchissabilité cet ouvrage était plus pénalisant. **Les observations réalisées dans cette étude, bien que portant sur un seul poisson, nous amènent à considérer cet ouvrage comme franchissable avec un risque de retard.**



Figure 137 : Barrage « Amont Verdier » (Source : SIGAL)

5.3. Mortalité des poissons

5.3.1. Mortalité estivale

➤ 11 saumons sont morts durant l'été (**Figure 140 et Figure 141**), la plupart en aval de la confluence entre l'Allier et l'Alagnon (seul le saumon 371 meurt 30 km en amont, sur l'Allier). Les mortalités sont toutes notées sur l'Allier entre les 22 juillet et le 12 septembre, soit 103 à 130 jours après le marquage des poissons.

➤ Aucun des quatre saumons présents sur l'Alagnon ne meurt durant l'été. Notons que sur l'Alagnon la température enregistrée à Lempdes est pratiquement toujours plus basse que sur l'Allier, quelque soit le point de mesure de la température. En moyenne sur la période du 1^{er} juin au 15 septembre (**Figure 138**), la température de l'eau à Vichy est en 2009 de 21,8°C. Sur la même période à Vieille Brioude elle est de 20,3°C et de 19,7°C dans le Vieil Allier en amont de Monistrol. Cette température est beaucoup plus basse sur l'Alagnon car elle n'atteint que 18,6°C soit 3,2°C de moins qu'à Vichy, 1,7°C de moins qu'à Vieille Brioude, et 0,9°C de moins que dans le Vieil Allier. Les pics journaliers de température (moyennes journalières) où l'eau est la plus chaude sont également plus faibles sur le haut du bassin (23,1°C à Vieille Brioude ; 22,3°C dans le Vieil Allier ; et 22,5°C sur l'Alagnon à Lempdes) ; mais reste très forts sur le bas de l'Allier (26,3°C).

➤ En 2006, la journée où la température était la plus forte atteignait 28°C à Vichy, pour une moyenne estivale du 1^{er} juin au 15 septembre de 22,7°C, soit près de 1°C de plus qu'en 2009. Une période de canicule de 16 jours entre les 13 et 28 juillet 2006 avec une température moyenne sur la période de 27,2°C à Vichy et de 24,1°C à Vieille Brioude sur une période plus longue de 20 jours (12 au 31 juillet) avait entraîné de très fortes mortalités.

➤ Cette simple différence de température (entre 2006 et 2009) peut être à l'origine des mortalités plus importante de 2006, sur des saumons suivis qui avaient passé l'été plus en aval qu'en 2009, suite aux captures et marquages sur la fin de migration des saumons. Ces températures plus élevées en 2006 étaient également notées à Vieille Brioude, avec 20,8°C sur l'ensemble de la période estivale avec la plus forte journée qui atteignait 25,2°C soit plus 0,5°C de plus pour l'ensemble de la période mais surtout 2,1°C pour la journée la plus chaude, qui peut à elle seule être fatale à la survie des poissons.

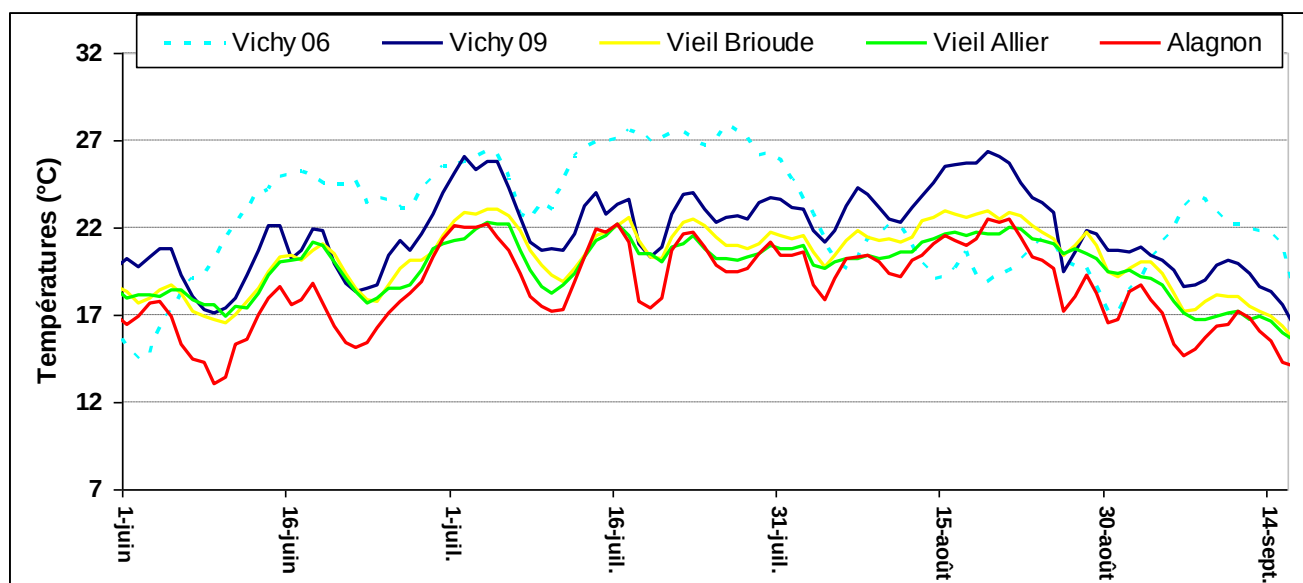


Figure 138 : Comparaison des températures de l'eau en différents points de l'Allier et de l'Alagnon.
(Source : LOGRAMI)

Les mortalités nous sont signalées par le doublement du rythme d'émission de l'émetteur. Pour doubler le rythme d'émission, l'émetteur doit rester totalement stable durant 6 heures. Ainsi les dates de mortalité sont légèrement plus précoces que la date où nous entendons cette modification du rythme du signal. De plus durant l'été les faibles déplacements des poissons nous ont conduit à ne faire que 1 à 2 localisations par semaine. Il est possible que la date de mortalité du saumon soit ainsi plus précoce d'une semaine par rapport à la date indiquée. Les mortalités sont cependant notées après des périodes de forte augmentation de la température de l'eau (T°C supérieur à 24 °C) (**Figure 139**).

Le premier saumon mort (572) est entendu en double rythme d'émission le 22 juillet. Sa mort a donc eu lieu entre nos 2 localisations des 16 et 22 juillet durant lesquelles la température de l'Allier en moyenne journalière monte jusqu'à 24°C à Vichy et 22,6°C à Vieille Brioude (les valeurs horaires dans les jours précédents atteignent sur ces 2 sites 26,9°C et 23,3°C.)

Après ce premier saumon mort, 6 saumons meurent entre les 7 et 19 août. Durant cette période la température de l'Allier peut atteindre ponctuellement 27,7 °C à Vichy et 24°C à Vieil Brioude.

Quatre saumons meurent plus tardivement entre les 2 et 13 septembre avec des températures plus clémentes mais après une longue période de températures très élevées (22°C à Vichy et 21°C à Vieille Brioude entre les 6 et 25 août). Ces morts arrivent plus tard que cette période de températures élevées, mais se produisent après de nouvelles augmentations de température supérieures à 20°C.

➤ **Les saumons ayant survécu à la période estivale ont subi une température moyenne de 18,9 °C ($\pm 0,9$ °C) durant leur arrêt significativement plus faible (test de Mann Whitney ; $U=15$; $p=0,0003$) que ceux qui sont morts (température moyenne de $20,4 \pm 0,7$ °C). Cette température moyenne estivale a seulement été de 17,9 °C ($\pm 0,5$ °C) pour les 3 individus ayant passé l'été sur l'Alagnon (le 301 n'est pas pris en compte, compte tenu de sa disparition) et pour lesquels on observe une reprise automnale de la migration.**

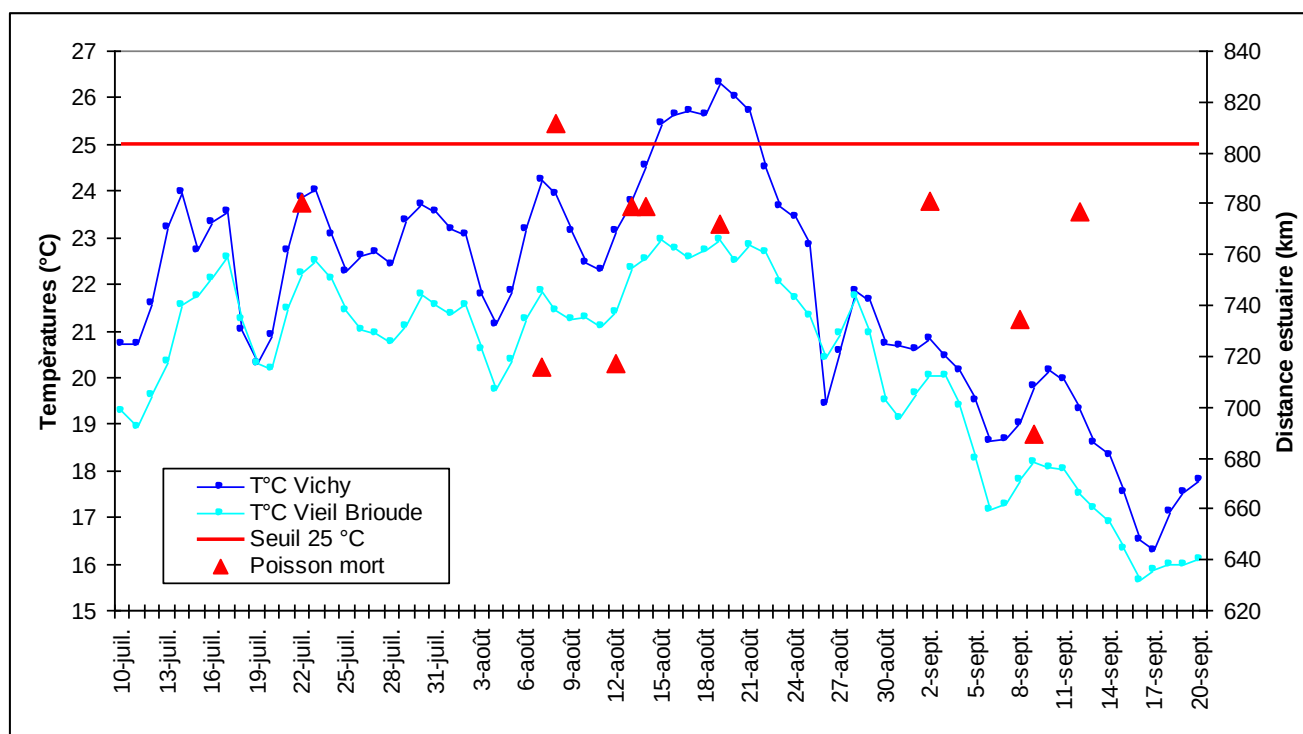


Figure 139 : Localisation et date de mortalité des saumons et températures de l'eau de l'Allier. (Source : LOGRAMI)

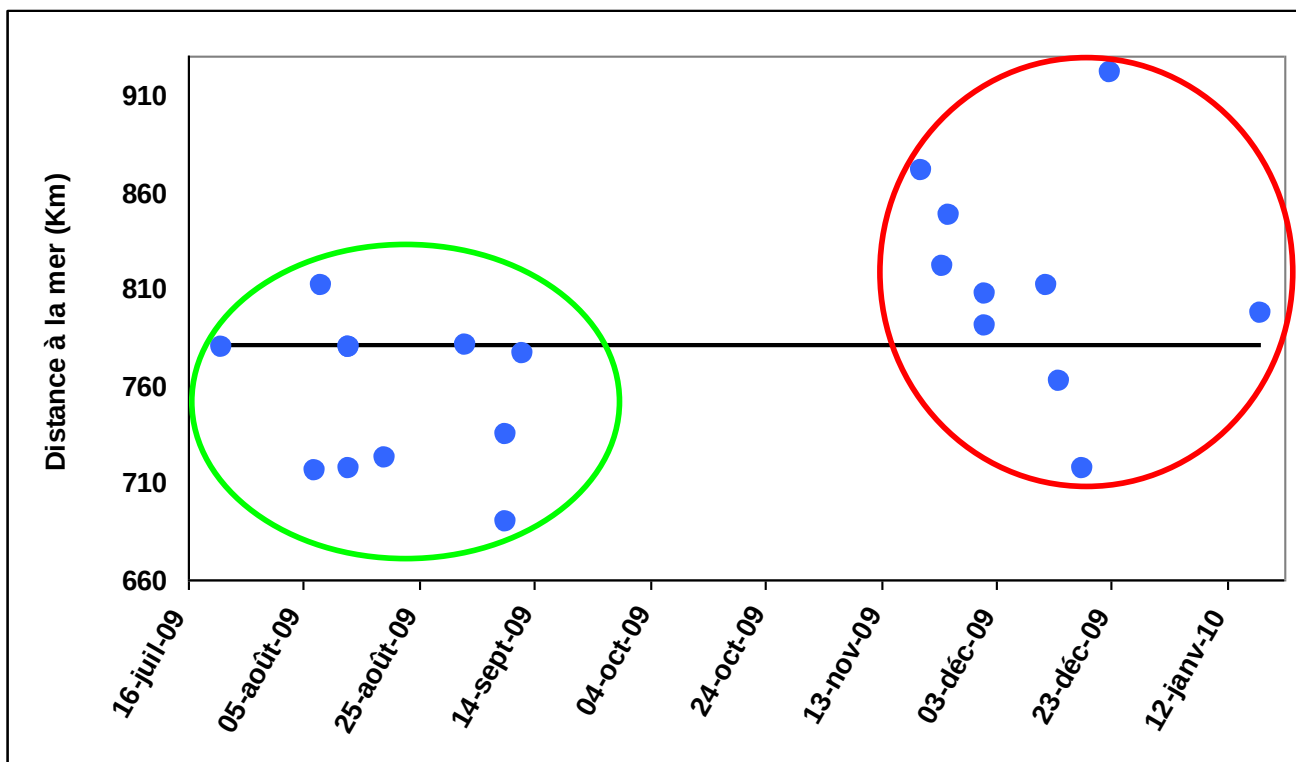


Figure 140 : Localisation et date de mort des saumons. En vert, mortalité estivale et en rouge mortalité hivernale post reproduction. (La droite indique le Saut du Loup). (Source : LOGRAMI)

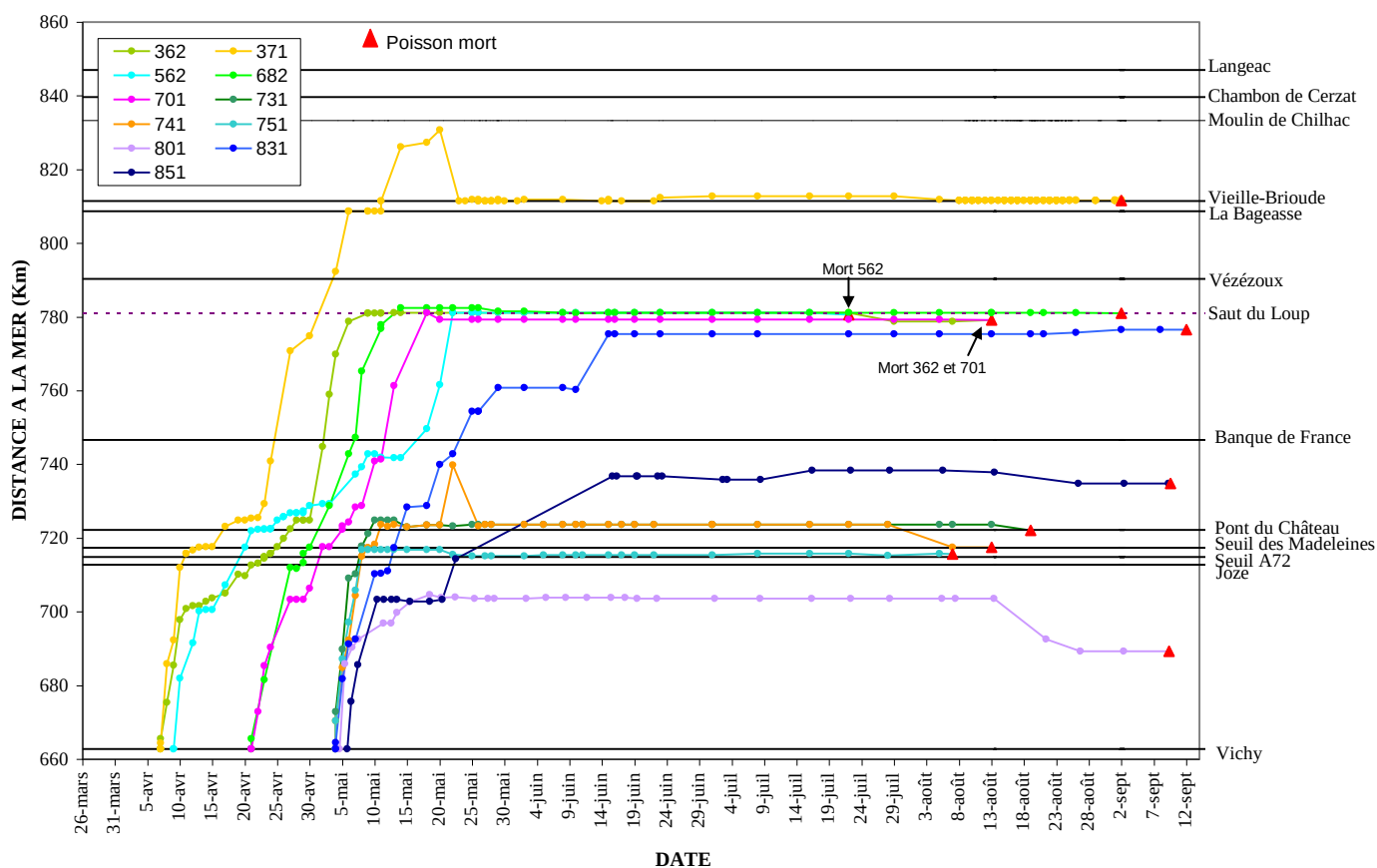


Figure 141 : Progression et localisation des saumons morts pendant l'été. (Source : LOGRAMI)

➤ Des tests ont été réalisés pour voir si les mortalités étaient plus ou moins importantes selon la taille du saumon et donc de son nombre d'années passées en mer. Les

saumons de 2 et 3 ans de mer ont eu des taux de mortalité estivale équivalents (**Tableau 25**) (test de Khi² ; $\chi^2=0,01694$; 1 degré de liberté ; $\alpha=0,05$; $p=0,8964$).

Tableau 25 : Mortalité estivale des saumons de 2 ou 3 ans de mer (Source : LOGRAMI)

	Total	Morts été	Taux de mortalité
3 ans de mer	24	9	37,5 %
2 ans de mer	6	2	33,3 %

➤ Un autre facteur semble intervenir dans le taux de mortalité estivale. En effet, nous constatons que plus les saumons sont arrivés tardivement à Vichy, plus leur chance de survivre aux conditions estivales a été réduite (

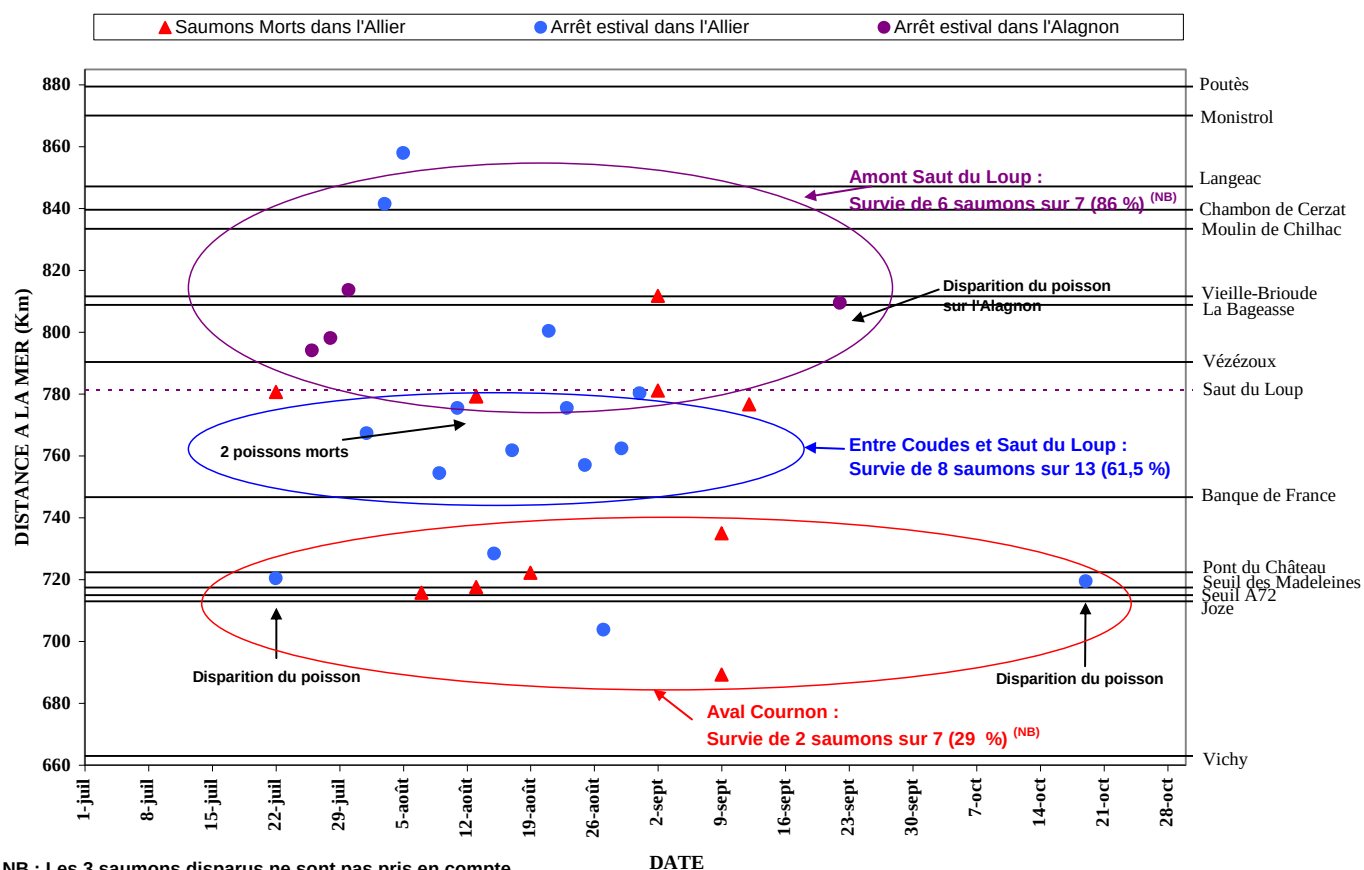
➤ Tableau 26). Le test de Fisher (risque relatif=0,4904 ; $p=0,2595$) n'est cependant pas significatif.

Tableau 26 : Taux de mortalité des saumons selon leur session de marquage (Source : LOGRAMI)

Session de marquage	Nb de saumons marqués	Morts été	Taux de mortalité (%)
Session 1	13	3	23,08
Session 2	17	8	47,06

(Session 1 = 2 premières semaines de marquage (27 mars au 9 avril) ; Session 2 = 2 dernières semaines de marquage (20 avril au 5 mai).

➤ Au vu de la relation entre la date de marquage et de la localisation des saumons durant l'arrêt estival, le taux de mortalité a aussi été différent en fonction de la localisation. Nous pouvons distinguer 3 zones de mortalité différente (**Figure 142 et Figure 143**). La première en aval des Martres de Veyre avec une mortalité significativement plus forte que pour la zone intermédiaire (de l'amont de la Banque de France jusqu'au Saut du Loup) et surtout la zone la plus amont (amont de la confluence avec l'Alagnon).



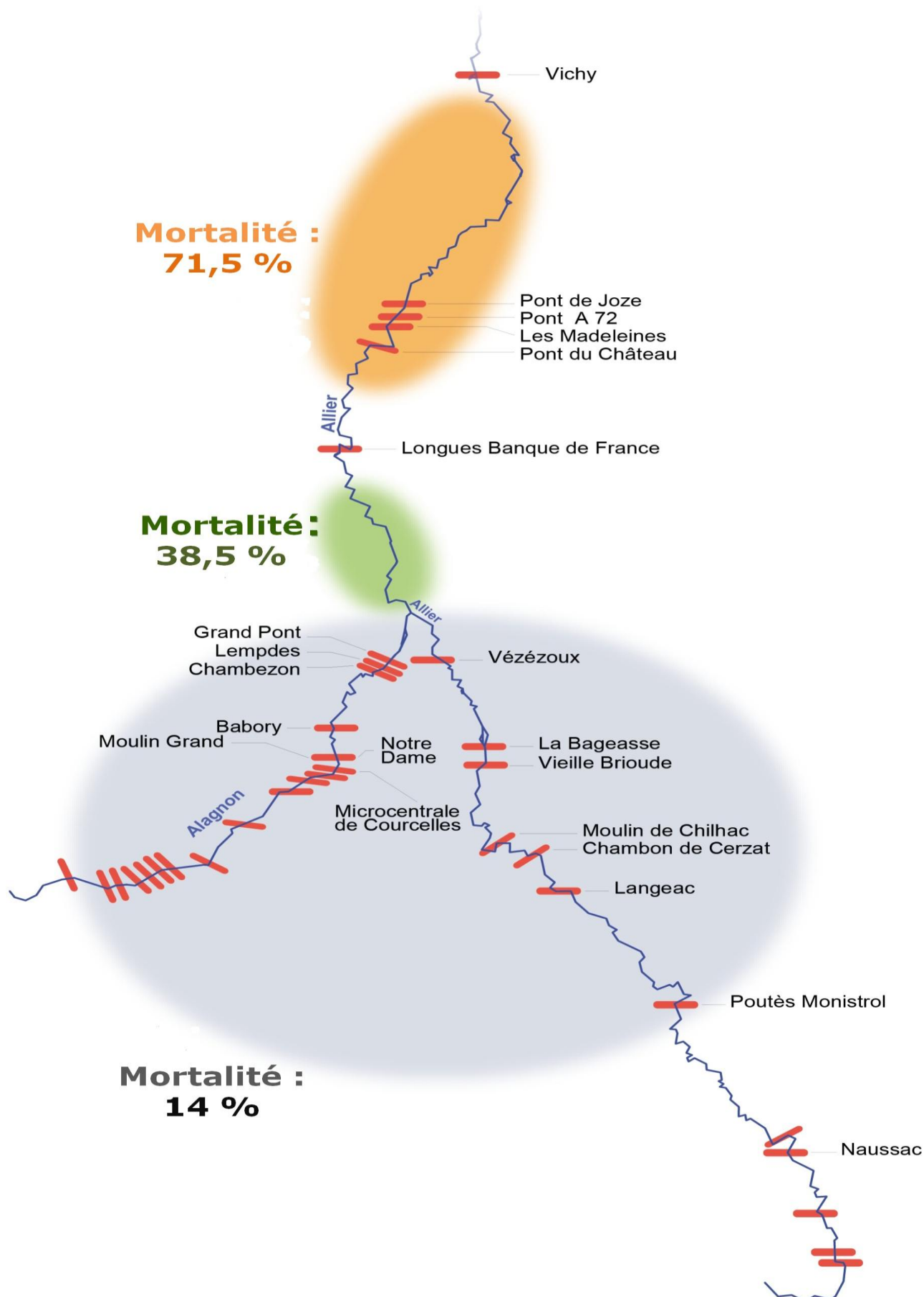
NB : Les 3 saumons disparus ne sont pas pris en compte

Figure 142 : survie des saumons et points d'arrêts estival (Source : LOGRAMI)

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

➤ Il ressort de ces comparaisons que même si le fait d'arriver tardivement à Vichy le taux de survie n'est pas significativement plus faible (certains saumons progressant en amont des Martres de Veyre), la localisation lors de l'arrêt estival sur la partie aval du bassin augmente fortement le risque de mortalité estivale. Or cet arrêt en aval est cependant plus important pour les poissons de fin de migration.

➤ Les différences de survies observées entre les deux années d'étude (2006 et 2009) pourraient être expliquées notamment par la partie de cohorte suivie. En effet, notre échantillon de 2009 porte sur l'ensemble de la population des saumons observés à Vichy mais reste faible sur le dernier quart de la migration. En 2006, les données recueillies ne portaient que sur la deuxième moitié de la cohorte passant à Vichy, et sur laquelle 90 % de mortalité était constatée, avec des conditions de température estivale plus importantes qu'en 2009.



**Figure 143 : Mortalité des saumons durant l'été selon la zone de leur arrêt estival.
(Source LOGRAMI)**

5.3.2. Dévalaison et mortalité hivernale

➤ 10 poissons sont morts durant l'hiver (la recherche systématique après la reproduction n'a pas été faite sur l'ensemble de l'axe Allier). 8 poissons sont morts en amont du Saut du Loup (**Figure 140**) après s'être reproduits. Les poissons 821 et 351 (**Figure 144** et **Figure 145**) sont tous deux morts durant l'hiver (respectivement vers le 18 décembre 2009 et le 14 janvier 2010) en aval du Saut du Loup. Le saumon 821 est celui qui meurt le plus en aval du seuil des Madeleines. Cependant, il est important de noter qu'ils sont morts après s'être reproduits en amont (le 821 sur l'Allier, le 351 sur l'Alagnon) et après avoir entamé une dévalaison. 4 saumons ont réussi à repasser en aval de Vichy lors de la migration de dévalaison (**Figure 144 et Figure 145**). Nous ne pouvons cependant pas savoir s'ils sont parvenus jusqu'à la mer. Sur ces 4 saumons, un poisson (291) s'est reproduit sur l'Allier après être monté jusqu'au barrage de Poutès. Un poisson (611) ne s'est reproduit que sur l'Alagnon (**Figure 145**) en aval de Babory. Le saumon (724) (**Figure 144 et Figure 145**) dévale de l'Allier après une première reproduction sur l'Alagnon; le saumon (771) dévale de l'Alagnon après une première reproduction sur l'Allier.

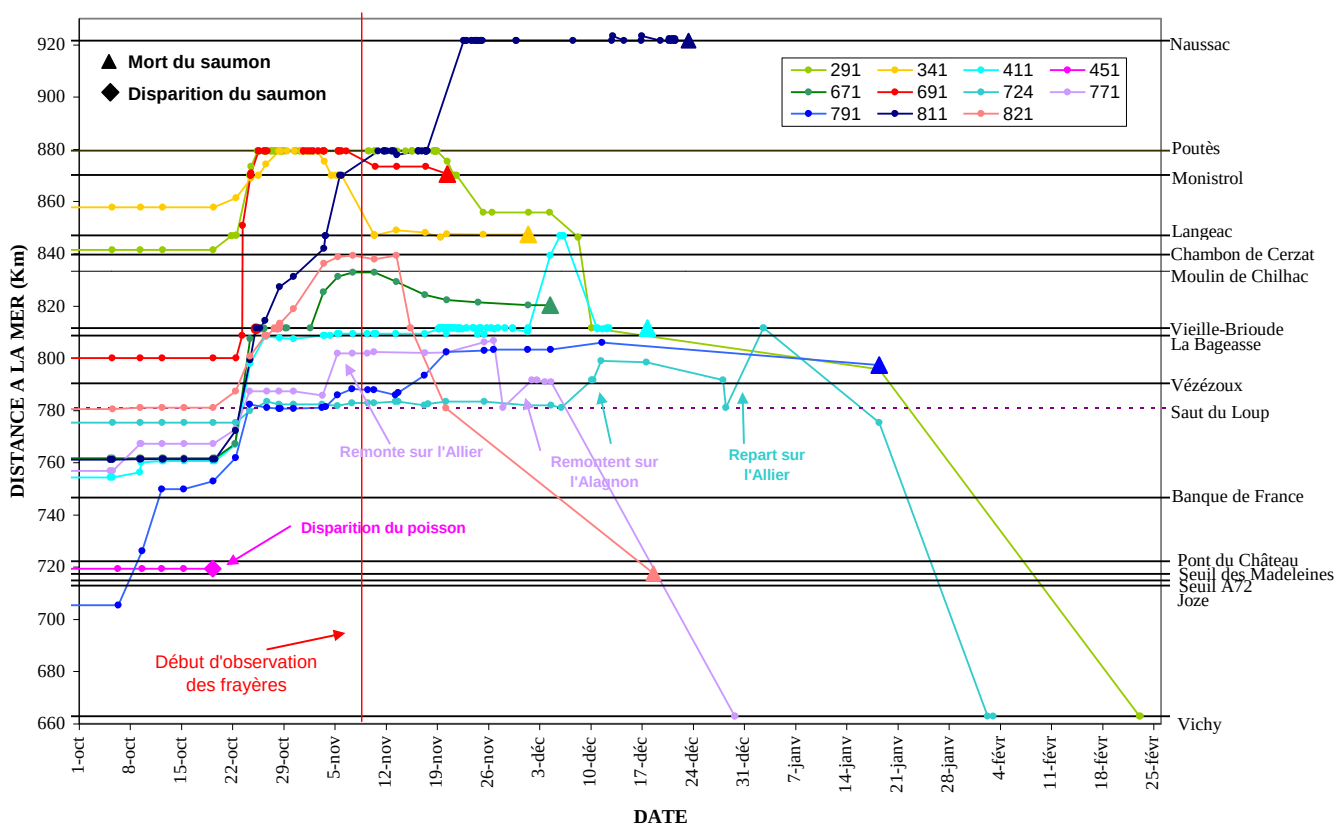


Figure 144 : Dévalaison des saumons après la reproduction sur l'Allier. (Source : LOGRAMI)

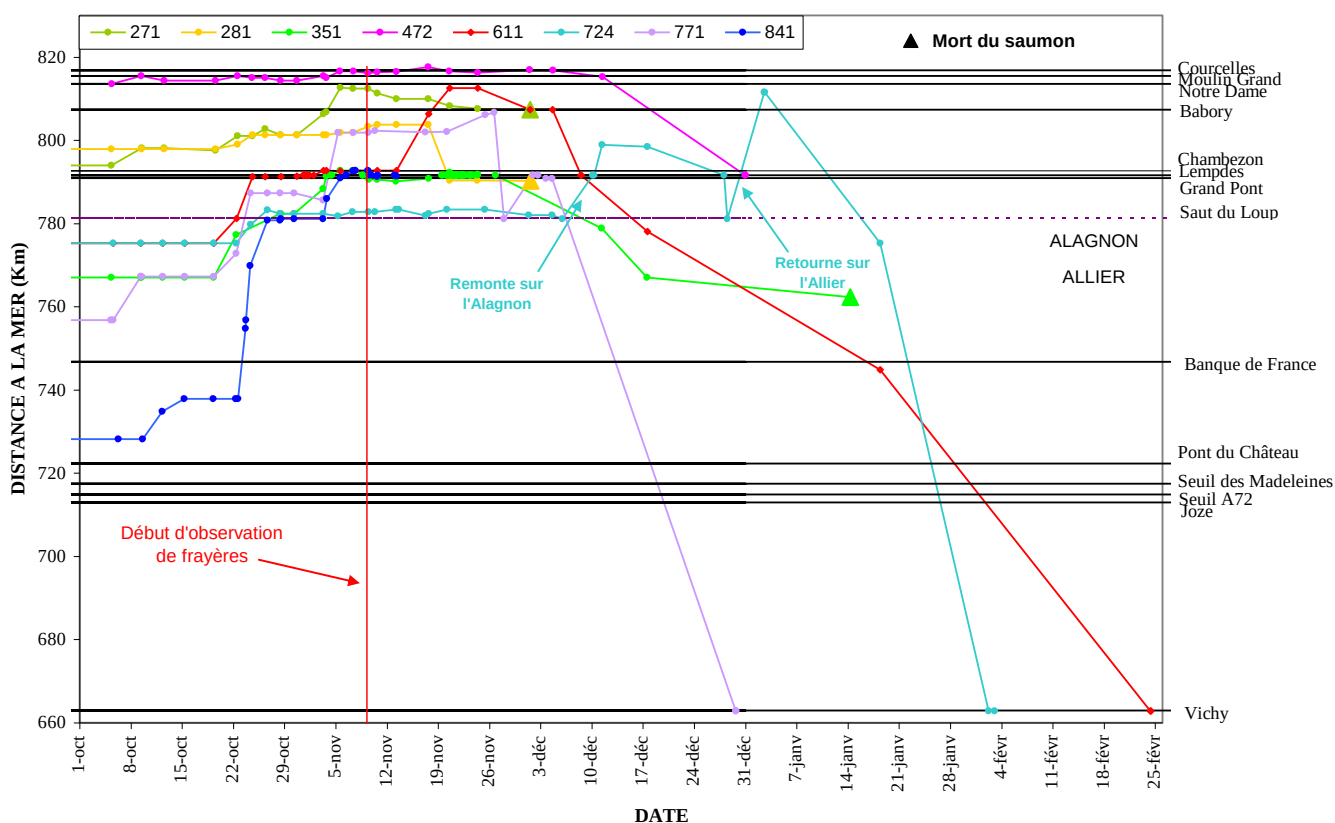


Figure 145 : Dévalaison des saumons après la reproduction sur l'Alagnon. (Source : LOGRAMI)

➤ 2 poissons ne sont pas retrouvés après la reproduction (**Figure 145**) mais n'atteignent pas le barrage de Vichy. Ces deux saumons (472 et 841) se sont reproduits sur l'Alagnon, leur dernière réception est réalisée par le poste d'enregistrement de Lempdes, respectivement les 30 décembre et 17 novembre.

➤ 3 saumons disparaissent des rivières Allier et Alagnon. Sur l'Allier les saumons (421 et 451) disparaissent au même endroit en aval du barrage de Pont du Château. Le premier (421) disparaît entre les 22 et 28 juillet ; le second entre les 19 et 22 octobre. Le troisième saumon disparaît de l'Alagnon en amont du barrage de Babory entre les 22 et 29 septembre.

➤ 4 saumons dévalent jusqu'au barrage de Vichy et passent en aval. (Cf. § : 5.4).

5.4. Dévalaison post-reproduction

Afin de suivre la dévalaison des saumons (**Figure 144** et **Figure 145**) survivant à la reproduction, les postes d'enregistrement de Langeac, Vieille Brioude, Lempdes sont restés en fonctionnement jusqu'au 3 mai 2010 ; le poste de Vichy jusqu'au 4 mai 2010. Quatre saumons ont ainsi pu être reçus sur le poste d'enregistrement de Vichy entre les 29 décembre 2009 et le 24 février 2010. Les vitesses de dévalaison (**Tableau 27**) calculées sur 82 à 133 km varient selon les individus de 0,093 km/h à 0,316 km/h. Ces vitesses sont très faibles, mais les débits rencontrés en fin d'année 2009 et en début d'année 2010 sont également extrêmement faibles pour la saison sur l'Allier à Vichy (décembre 2009, 37,9% de la référence mensuelle de la station ; janvier 2010, 49,6% de la référence mensuelle de la station ; février 2010, 64,3% de la référence mensuelle de la station).

Avec des débits plus élevés, proches des moyennes de référence, il est fort probable que les poissons aient dévalé beaucoup plus rapidement, augmentant ainsi leur chance de retour en mer et gagnant ainsi éventuellement la possibilité d'accomplir une deuxième remontée.

Si l'on calcule la durée nécessaire au poisson en fonction de leur date de passage à Vichy et de leur vitesse de dévalaison observée en amont de Vichy, l'arrivée en estuaire avec une progression régulière et identique pour chaque poisson à la dévalaison amont, s'étale entre le 30 avril et le 18 décembre 2010. Avec ce calcul, il est raisonnable de penser que 2 saumons sont potentiellement capables d'atteindre l'estuaire pour reprendre leur croissance, le saumon (724) qui arriverait en estuaire le 30 avril et le (771) qui arriverait le 8 mai 2010. Les débits de l'Allier et de la Loire étant aussi faibles après le passage des saumons en aval de Vichy, les poissons ne bénéficieraient pas de meilleures conditions hydrauliques jusqu'à leur arrivée en estuaire. Pour les deux autres poissons avec des calculs qui les mèneraient en estuaire au mois d'août et de décembre, les chances de survie sont pratiquement nulles. Signalons que des beccards (saumons post-reproduction) sont régulièrement observés dévalant ou non au niveau du barrage de Poutès jusqu'à la mi juin, ces poissons présentent un très bel aspect, mais un amaigrissement très important. De même des beccards sont régulièrement observés à la station de comptage de Vichy. Sur la cohorte reproductive de 2009, 4 observations de beccard ont eu lieu les 10/12, 1/01, 07/02, 22/03. Notons que les quatre poissons marqués ne sont pas observés à la vidéo, ceux-ci comme beaucoup d'autres passant par-dessus les vannes du barrage.

Tableau 27 : Vitesse de dévalaison des saumons après la reproduction, et projection des dates possibles d'arrivée en estuaire. (Source : LOGRAMI)

N° Fréquence	Parcours entre réception Vichy et dernière localisation amont			Date de réception à Vichy	Projection de la date d'arrivée en estuaire
	Distance (km)	Durée (heures)	Vitesse (km/h)		
291	133	854,5	0,156	23/02/10	19/08/10
611	82	884,8	0,093	24/02/10	18/12/10
724	112,5	356,1	0,316	02/02/10	30/04/10
771	128	603,3	0,212	29/12/09	08/05/10

Si les deux saumons arrivent à survivre jusqu'en estuaire, ceux-ci représentent 6,7 % de l'échantillon marqué. Cette proportion reste raisonnable et probable, des saumons de plus de 1m étant régulièrement observé à la station de comptage de Vichy. D'après les lectures d'écailles réalisées par le Conseil Supérieur de la Pêche dans le passé, une forte proportion de ces très grands saumons serait des poissons de deuxième remontée.

Dans la mesure où notre échantillon radiomarké est statistiquement représentatif de la population comptabilisée à Vichy (Terrade *et al*, 2010), ces deux saumons représentant 6,7% de notre échantillon donneraient, sur l'ensemble de la cohorte passant à Vichy (moins les 49 poissons prélevés par le CNSS), l'estimation de 30 saumons ayant une probabilité de survie à l'estuaire.

Avec une population toujours très faible et menacée, ces poissons ne sont pas à négliger, et les obstacles de l'Allier et de la Loire doivent également permettre leur passage vers l'aval sans retard ni blessures.

5.5. Mortalités et prélèvements

Au regard de la représentativité de l'échantillon, les conclusions tirées à partir de l'échantillon radiopisté ont été appliquées à l'ensemble de la population. Pour se faire, les mêmes proportions, les mêmes taux ont été considérés. Ainsi, pour connaître la mortalité estivale les taux de mortalité observés lors de l'étude ont été appliqués aux effectifs de Vichy correspondants. Les saumons prélevés dans le milieu par le CNNS ont été déduits des 491 saumons qui ont passé Vichy en 2009 (soit 35 au printemps à Vichy, 14 à l'automne à Vieille Brioude).

Ainsi, nous pouvons estimer que seulement 289 saumons (491 – (167 morts + 35 prélevés par CNSS)) sur les 491 franchissant Vichy ont survécu à la période estivale et n'ont pas été prélevés par le CNSS au printemps pour la pisciculture de Chanteuges (**Tableau 28**). Nous devons encore déduire 14 autres saumons qui ont été piégés à la Bageasse par le CNSS à l'automne, soit un total de 275 saumons potentiellement reproducteurs dans le milieu naturel. Il est important de noter qu'au moment de cette 2^{ème} capture pour la salmoniculture, plus aucune mortalité n'a été observée dans le milieu naturel sur les poissons radiomarqués.

Tableau 28 : Application des taux de mortalité à l'ensemble de la population.

Semaine de marquage	Morts / Effectifs	Taux de mortalité	Mortalité estimée sur les passages observés à Vichy
Semaine 12	0 / 2	0	0
Semaine 14	3 / 11	0,2727	34
Semaine 16	2 / 6	0,3333	44
Semaine 18	6 / 11	0,5454	89
TOTAL	11 / 30	0,3667	167

Les prélèvements pour la pisciculture du CNSS, ne dépassent donc pas les 10 % de la population contrôlée à Vichy, mais ces prélèvements représentent 15,1% de l'effectif des poissons capturés et survivants à l'été (275 survivants et 49 captures). Si nous appliquons le taux de mortalité de 0,3667 (Tableau 28) ou le taux de mortalité noté selon la semaine de capture (**Tableau 29**) au 35 saumons capturés au printemps, le pourcentage des captures par le CNSS sur le potentiel reproducteur (275 survivants dans milieu + 14 capturés à l'automne + (35 capturés au printemps – mortalité dans le milieu de 0,3667 = 13 saumons) est de 11,9% des poissons reproducteurs. Pour ne prélever que 10 % des poissons potentiellement reproducteurs dans le milieu, les captures de l'automne à Vieille Brioude, n'auraient pas dû dépasser 8 saumons soit 43 % de moins que le prélèvement réalisé.

Tableau 29 : Application des taux de mortalité aux poissons capturés par le CNSS.

Semaine de marquage	Mortalités Radio Pistage (semaine précédente)	Mortalités Radio Pistage (moyenne semaine précédente et semaine suivante)	Taux de mortalité calculé (a)	Prélèvement CNSS (Nb de saumons)	Mortalité Estimée (a)
Semaine 13	0 / 2	3/13	0,231	5	1
Semaine 15	3/11	5/17	0,294	16	5
Semaine 17	2/6	8/17	0,471	10	5
Semaine 19	6/11	6/11	0,545	4	2
TOTAL	30			35	13

(a) calcul effectué avec les deux semaines encadrant la semaine de piégeage.

5.6. Répartition des saumons entre l'Allier et l'Alagnon, et reproduction sur les deux axes.

En 2009, un certain nombre de poissons marqués à Vichy se sont engagés sur l'Alagnon. Sur les 30 saumons marqués 18 dépassent la confluence Allier-Alagnon soit 60% des poissons. Rapportée à la population, cela représente près de 300 saumons qui dépassent le Saut du Loup. Sur les poissons suivis, 6 remontent directement sur l'Alagnon, et 3 autres après être remontés plus ou moins haut sur l'Allier. Le premier (271) au printemps après une remontée d'au moins 10 km sur l'Allier, retourne définitivement sur l'Alagnon ; Le (724) remonte cet affluent après une

première reproduction sur l'Allier ; Le (771) remonte sur l'Allier après une première reproduction sur l'Alagnon.

Si les proportions des différentes sessions de marquage (session 1 : 27 février au 14 avril ; session 2 : 15 avril au 25 octobre) sont représentatives de la migration des saumons, pour les 456 poissons observés à Vichy et restant dans la rivière (491 comptés moins 35 prélevés par CNSS) (**Figure 146**), 132 saumons ont potentiellement migrés depuis Vichy sur l'Alagnon et 156 saumon sur l'Allier. Sur les saumons qui remontent l'Allier, 14 poissons sont encore prélevés à l'automne à Vieille Brioude par le CNSS, réduisant le nombre de saumons sur cette rivière à 142 saumons. Dans ces conditions, la proportion des saumons sur les axes Allier et Alagnon est très proche avec respectivement 51,8% et 48,2% des saumons survivant ou laissés dans la rivière.

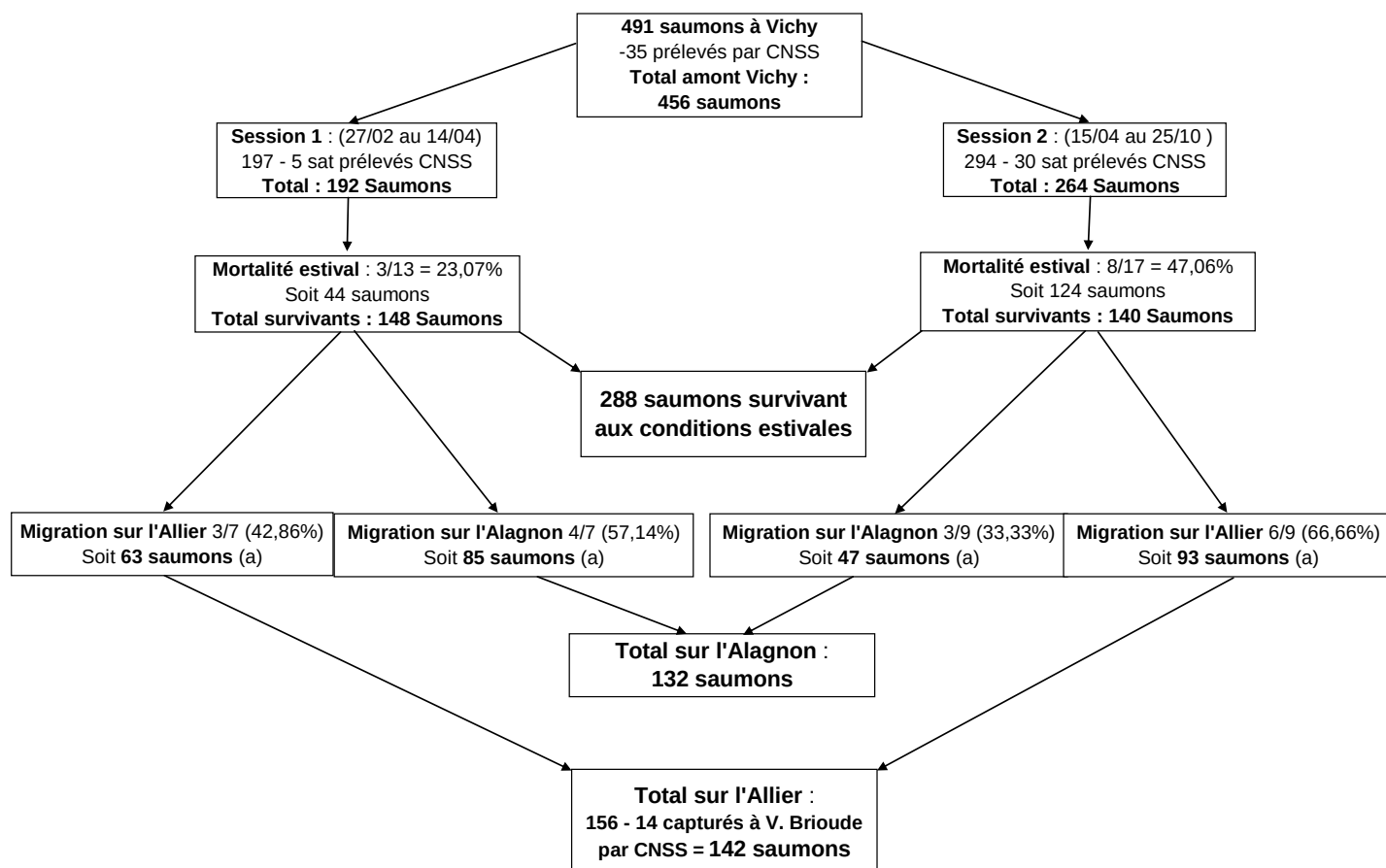


Figure 146 : Estimation des potentiels reproducteur sur l'Allier et l'Alagnon en 2009
(Source : LOGRAMI)

(a) les saumons se reproduisant sur l'Allier et l'Alagnon sont comptés ½ par rivière.

Lors des dénombrements des frayères de décembre 2009 **Tableau 30**, 58 frayères ont été dénombrés sur l'Alagnon jusqu'à l'amont de Massiac, et 241 frayères sur l'Allier. Il est apparu que le nombre de frayères sur l'Allier a été surcompté notamment en raison des frayères de grosses truites en amont du barrage de Poutès. Afin de supprimer le risque de surcomptage de la partie amont (lié au survol de l'année 2009) ; nous avons décompté le nombre de frayère en amont de ce barrage ainsi que le nombre de saumons franchissant cet obstacle. Nous pouvons donc considérer que 128 saumons (142 - 14 en amont de Poutès) ont creusé 198 frayères (241 - 43 en amont de Poutès) sur l'Allier entre le saut du loup et le barrage de Poutès.

Le nombre de frayère creusé par saumon serait ainsi de 0,44 sur l'Alagnon et de 1,55 sur l'Allier. Cette différence est à pondérer par un décalage lors du comptage entre les deux rivières. Le comptage aérien a été reporté au 17 décembre pour l'Alagnon, le débit trop important de la rivière ne permettant pas le comptage comme prévu le 9 décembre. Sur l'Allier le comptage a été réalisé le 8 décembre de Luc à Lavoute Chilhac, puis le 17 décembre pour l'aval Lavoute Chilhac suite au report du survol dû à un accident de vol. Sur l'Alagnon certaines frayères creusées en

début de reproduction n'étaient plus visibles. Sur l'Allier où les débits sont restés faibles durant la période de reproduction, les frayères étaient toujours bien visibles le 17 décembre lors du survol de Lavoute Chilhac à Issoire. Le premier jour de comptage en aval de Poutès, 105 frayères ont été dénombrées sur un secteur de 53 km (1,98 frayères par km). Lors du comptage en aval de Lavoute Chilhac jusqu'au Pont de Pakowski (lieu de comptage de la frayère la plus aval) 93 frayères ont été dénombrées sur un secteur de 49 km (1,9 frayères par km). Sur ces deux secteurs, les densités kilométriques de frayères sont identiques.

Tableau 30 : Répartition et densité kilométrique des frayères comptées en 2009
(Source LOGRAMI)

Rivière	SECTEURS		2009	
	Limites amont-aval	LONG. (km)	Nbre de nids	Nbre/km
Allier	S1 amont Luc-Langogne	15	10	0,7
	S2 Langogne-Poutès	46	33	0,7
	S3 Poutès-Langeac	33	66	2,0
	S4 Langeac-Brioude	41	75	1,8
	S5 Brioude-Issoire	38	57	1,5
	Total Allier	173	241	1,4
	Total Allier Aval Poutès	112	198	1,8
Alagnon	Barrage SHEM (amont Massiac) – Saut du Loup	36,5	58	1,6

5.7. Impact des temps de retard sur la mortalité estivale

Une estimation de la mortalité estivale a été effectuée en considérant qu'aucun retard n'avait eu lieu jusqu'à la période estivale. Une vitesse de migration a été calculée pour déterminer la vitesse réelle en dehors des blocages au pied des obstacles. Ainsi, nous avons pu estimer le nombre de kilomètres potentiellement parcourus par chaque saumon en absence d'obstacles à la migration. En fonction de la localisation qu'ils auraient pu avoir durant l'arrêt estival, nous avons réappliqué les taux de mortalité aux différentes zones. Nous avons ensuite généralisé à la population totale pour voir l'impact des seuils et barrages aval sur la mortalité estivale.

En reprenant la mortalité estivale observée dans les différentes zones (pour rappel, Zone 1 : de Vichy aux Martres de Veyre ; Zone 2 : des Martres de Veyre au Saut du Loup ; Zone 3 : en amont de la confluence entre l'Allier et l'Alagnon). Cela représente un taux de mortalité de 41 % en ne prenant pas en compte les saumons disparus durant l'été. Appliqué à l'ensemble de la population (moins les 27 saumons suivis du radiopistage – non prise en compte des 3 saumons perdus - et moins les 35 saumons prélevés au printemps par le CNSS, soit 423 saumons), ce sont 173 individus qui meurent l'été. La deuxième partie du **Tableau 31** correspond à l'hypothèse selon laquelle aucun retard n'a été engendré avant l'arrêt estival. Plus de saumons auraient ainsi pu atteindre les zones plus favorables. Cela aurait pu permettre à 3 saumons radiopistés de plus de survivre. **Quant à la population totale, ce sont 47 individus de plus (soit 18,8 %) qui auraient pu reprendre leur migration à l'automne vers les zones de reproduction (Tableau 31).**

Tableau 31 : Impacts des temps de retard printaniers sur la mortalité estivale

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Total	Population totale ^(a)
Effectifs	7	13	7	27	426
Morts	5	5	1	11	173
Taux de mortalité	0,71	0,38	0,14	0,40 ^b	
En absence d'obstacles					
Effectifs	4	6	17	27	426
Morts	3	2	3	8	126
Taux de mortalité	0,71	0,38	0,14	0,28 ^b	

^(a) Déduction faite des 30 saumons marqués et des 35 saumons prélevés par le CNSS à Vichy au printemps

^(b) Moyenne pondérée

Les saumons franchissant le barrage de Vichy à l'automne ou capturés à Vieille Brioude par le CNSS ne sont pas pris en compte

6. CONCLUSIONS

Cette étude, demandée par l'ensemble des partenaires du bassin dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature et du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2009-2013, a permis de définir les points de blocages et de retard encore pénalisants pour la remontée du saumon vers les zones de frayères et fournit des données intéressantes concernant les vitesses de déplacements et les conditions de migration hydroclimatiques. Elle permet d'évaluer les conditions de franchissements des ouvrages situés sur la partie amont du bassin.

En 2009, les saumons (491 individus au total) ont franchi le barrage de Vichy entre le 27 février et le 26 octobre soit pendant 8 mois. Cependant, 90,2 % des individus (443 des 491 saumons) ont franchi Vichy en moins de 2 mois, entre le 27 mars et le 16 mai. Lors de la capture et du marquage du premier saumon (271) le 27 mars, seulement 12 saumons avaient déjà franchi l'ouvrage. Après la capture et le marquage du dernier saumon (851) le 5 mai, 120 saumons ont encore franchi l'ouvrage. Toutefois, notre échantillon représente bien les différentes périodes de la migration (test de Fisher risque relatif=1,306 ; $p=0,3189$). La fin de migration est peu représentée dans l'échantillon des marquages mais ces poissons étaient importants lors du suivi de 2006. Nous avons donc les informations sur cette fin de migration. Parmi les 30 saumons, deux sont sans adipeuse, 83% ont passé 3 étés en mer et 17% 2 étés.

La plupart des saumons ont été classés en assez bon état sanitaire (B). Nous constatons cependant que les poissons arrivant les premiers semblent montrer de meilleurs états sanitaires que les poissons dont la migration est plus tardive.

Initialement prévu sur la rivière Allier en amont de Vichy, le suivi a dû être étendu à la rivière Alagnon, un nombre important de saumons ayant choisi de remonter cette rivière pour se reproduire. **5 610 km ont été parcourus pour l'ensemble des poissons marqués.** 4 060,3 km de ces kilomètres sont des progressions vers l'amont ; 537,6 km des allers retours lors de l'arrêt estival et de la reproduction ; 1012,2 km des dévalaisons post fraie. Au **total 229 obstacles ont été franchis par les poissons**, dont 7 d'entre eux sont des franchissements multiples par des poissons qui redévalent en aval d'un ouvrage puis remontent.

Sur les 30 saumons marqués, 11 sont morts durant l'été. Il semble qu'il y ait une plus forte proportion de saumons encore en vie lorsque ceux-ci sont arrivés précocement. Les conditions thermiques et potentiellement d'anoxie seront une piste d'analyse à explorer. De même, la localisation des mortalités souligne les difficultés rencontrées au sein des zones aval pouvant être critiques en période estivale. En aval des Martres de Veyre, les mortalités estivales atteignent 71,5 % ; ces mortalités sont réduites à 38,5 % entre les Martres de Veyre et le Saut du Loup (confluence Allier – Alagnon) ; elles ne sont plus que de 14 % en amont du Saut du Loup. **(Migration delays and mortality of adult Atlantic salmon *Salmo salar* en route to spawning grounds on the river Allier, France, 2011. Baisez A., Bach J.M., Leon C., Parouty T., Terrade R., Hoffmann M. & Laffaille P. Endangered Species Research, N°384, in press).**

La migration depuis les captures à Vichy fait apparaître qu'un certain contingent des migrants se dirige sur l'Alagnon. Sur les 30 saumons marqués 18 dépassent la confluence Allier Alagnon soit 60% des poissons. Sur ces poissons, 6 remontent directement sur l'Alagnon, et 3 autres remontent plus ou moins haut sur l'Allier et sur l'Alagnon. Deux de ces poissons se reproduisent sur les deux rivières. Une proportion plus importante des poissons de début de migration (marquage entre les 27 mars et 9 avril) s'engagent sur l'Alagnon. Si ces proportions sont représentatives de la migration des saumons, pour les 491 poissons observés à Vichy, cela représente près de 300 saumons qui dépassent le Saut du Loup. Si notre échantillon est totalement représentatif de la population migrante de 2009, nous estimons que 132 se sont engagés sur l'Alagnon et 156 saumons sur l'Allier. Ces résultats sont éloquentes et sont probablement à mettre en relation avec la reproduction de l'Alagnon de 2004 dont sont issus les

saumons migrant cette année après 3 années de croissance en mer. Cette année là, 82 frayères étaient dénombrées sur l'Allier.

L'étude de radiopistage démontre également que certains poissons se reproduisent sur les deux axes en réalisant des dévalaisons et des montaisons nécessitant le franchissement des seuils et des barrages dans les deux sens.

➤ **Sur l'Allier**

Avec les conditions de débits élevés rencontrées, le **seuil de Joze**, premier seuil en amont de Vichy, ne semble pas occasionner de retards de migration. La plupart du temps, ce seuil était à peine visible.

Deux seuils de l'Allier demanderaient des aménagements complémentaires (**A 72 et Madeleines**) notamment pour permettre une migration sans retard des saumons lors de débits importants. Même si ces seuils restent franchissables, ils entraînent pour les poissons des retards qui se traduisent par un arrêt estival dans le secteur aval où les mortalités sont les plus importantes.

Le seuil du **Pont du Château**, quatrième seuil en amont de Vichy n'a pas permis le franchissement de tous les poissons, deux d'entre eux stationnant durant l'été en aval de cet aménagement. Pour ces poissons nous ne pouvons conclure à un blocage, les poissons n'étant pas localisés au pied du barrage. Ces deux poissons disparaissent de la rivière en fin d'été. L'ouvrage de Pont du Château se situant le plus en amont de quatre seuils très rapprochés (4 ouvrages sur moins de 10 km), les poissons arrivent au pied de cet ouvrage avec une certaine fatigue, compliquant le franchissement du seuil. En 2006, des retards étaient constatés, et des problèmes d'entretien des dispositifs de franchissement étaient constatés. Actuellement une étude est en cours pour l'arasement de ce seuil.

Les deux seuils amont (**Banque de France et Vézézoux**) pourraient également être totalement arasés, ces seuils n'ayant plus aucune utilité. Ces aménagements avec les débits rencontrés n'ont pas montrés de blocages des poissons.

Le barrage de **la Bageasse**, comme en 2006 a laissé passer tous les poissons, mais des retards de migration pouvant atteindre 5 à 7 jours sont constatés.

Avec des débits importants déversés au barrage de **Vieille Brioude** (supérieurs ou égaux au débit dérivé), ce barrage n'a pas montré de retard de migration des saumons. Avec des débits déversés plus faibles des retards de 1/2 journées à près de 7 jours sont cependant constatés. Ce suivi confirme les observations de 2006, mais les complète pour les forts débits qui n'avaient pas été rencontrés.

Pour les barrages de **Chilhac et Chambon de Cerzat**, il n'est pas possible de conclure à d'éventuels blocages de poissons, les localisations étant plus espacées que sur la partie aval et les ouvrages non équipés d'enregistreurs. Il semble cependant qu'aucun problème majeur ne soit posé par ces deux ouvrages, les poissons n'ayant jamais été localisés à deux reprises successives juste en aval de ces obstacles en dehors de la période de reproduction.

Le barrage de **Langeac** a montré des retards ou blocages lors du suivi des poissons. Au printemps, avec des débits proches des moyennes mensuelles de références et du module, sur les deux saumons qui montent au barrage, aucun ne franchit le barrage. Notons qu'avec la dégradation de la passe avec des cloisons qui se sont effondrées, l'attractivité de la passe est très réduite. L'un des deux saumons se replie en aval où il stationne durant tout l'été, le second redescend et franchit la passe de l'usine. A l'automne avec des débits plus faibles (1/2 du module) comme en 2006, les retards de migrations constatées sont proches d'une journée.

L'usine de **Monistrol** n'a montré aucun retard pour 3 des 4 poissons arrivés à ce niveau de l'axe en 2009. Lors de l'arrivée de ces poissons l'usine était arrêtée et le débit entrant dans la retenue de Poutès était restitué en aval. Pour le quatrième poisson qui arrive lors d'un faible

turbinage de l'usine et avec le simple débit réservé de 2,5 m³/s dans le Vieil Allier, le retard n'est que de 6 heures au niveau de l'usine. En 2006, le seul poisson radio marqué avait montré un retard similaire (7 heures) avec un débit transitant dans le Vieil Allier de 5,5 m³/s.

Le temps de transit observé dans le **Vieil Allier** pour le saumon remontant ce tronçon avec un débit variant de 2,5 à 5,5 m³/s est 3 fois plus élevé qu'avec un débit de 5 à 10 m³/s (moyenne des 3 saumons 38,7 heures). En 2006, ce temps de transit était de 15 heures avec un débit déversé de 5,5 m³/s.

Le barrage de **Poutès** reste l'obstacle majeur de l'axe car il n'a laissé passer que 1 des 4 poissons arrivés au barrage. Ce poisson franchit l'obstacle avec un retard de près de 7 jours, les trois autres poissons redévalent après 5 à 24 jours de présence en aval du barrage. En 2006, le seul saumon radiomarké arrivé au barrage, franchit l'obstacle après 43 jours de stationnement en aval du barrage. Le nombre de prospection dans la passe à poissons pour l'ensemble des poissons totalise 27 tentatives, mais seulement 2 de ces prospections dépassent les deux premiers bassins en amont de la volet de ralentisseurs, et se poursuivent jusqu'au devant de l'ascenseur. Une seule de ces prospections se termine par le déversement du poisson dans la retenue. Ce constat était déjà fait en 2006 où le poisson franchissant l'ascenseur était monté 4 fois dans la passe, avec deux prospections jusqu'au devant de l'ascenseur.

La montée du seul saumon franchissant le barrage de Poutès jusqu'au barrage de **Naussac II** ne permet pas de conclure sur la franchissabilité de cet obstacle, l'arrivée de ce poisson ayant lieu en pleine période de reproduction. Le barrage semble avoir été franchi 15 jours après la première venue du poisson au barrage, mais il est plus que probable que durant cette période le poisson se soit reproduit plus en aval. En 2006 le saumon arrivé au barrage également très tardivement, avait franchi la passe en moins de 4 heures.

➤ **Sur l'Alagnon**

Situé 400 m en amont de la confluence avec l'Allier, le **radier du pont SNCF**, n'a pas semblé causer de problème de franchissement pour les 9 saumons qui se sont engagés sur l'Alagnon.

Les résultats montrent que dans la gamme de débit comprise entre 3,6 et 51 m³/s, le barrage de **Grand Pont** n'occasionne plus aucun retard à la migration malgré la persistance d'une chute non négligeable après les travaux d'arasement de l'ancien seuil entrepris en 2003. Ce résultat révèle la pertinence et l'efficacité de cette mesure prise dans le cadre du contrat de rivière Alagnon.

Dans la gamme de débit comprise entre 5,4 et 41 m³/s, le barrage de **Lempdes** n'occasionne aucun retard significatif à la migration. Cependant, pour une gamme de débit plus faible comprise entre 2,4 et 5 m³/s, les individus présentent des difficultés pour franchir cet obstacle.

Situé moins de 12 km en amont de la confluence de l'Alagnon et de l'Allier, le barrage de **Chambezon** est le premier obstacle majeur de l'Alagnon. Seulement 75 % des poissons arrivés au pied de cet ouvrage le franchissent, certains après un retard pouvant atteindre près de 19 jours. Tous les franchissements sont observés pour des débits inférieurs à 15,5 m³/s alors que des saumons se sont présentés au pied de l'ouvrage avec des débits plus importants. L'emplacement en rive gauche de la passe à poissons et probablement le non entretien de cette dernière, occasionne des blocages et retards plus que significatifs à la migration. La digue située en rive gauche du canal de fuite de l'usine limite l'accès et l'attractivité du dispositif de franchissement. Une amélioration de l'attractivité de la passe à poissons (augmentation des chances pour les saumons de trouver l'entrée de la passe) pourrait être obtenue par la suppression de cette digue. De plus, il s'agirait de maintenir une veille sur l'état d'encombrement de la passe à poissons difficilement accessible. **Cet ouvrage est d'autant plus impactant pour la migration du saumon qu'il se situe sur la partie aval de l'Alagnon, les retards ou blocage de migration concernent un grand nombre de poissons.**

Au regard des résultats et considérant la configuration du barrage des **Trois eaux**, il paraît raisonnable d'affirmer que son franchissement ne pose pas de problème pour le saumon atlantique dans la gamme de débits rencontrée.

Compte tenu du caractère discontinu de nos pointages, les dates précises de franchissement du barrage de **Babory** n'ont pu être relevées. Aucun réel blocage n'a pu être mis en évidence sur cet ouvrage. Les poissons n'ayant jamais été localisés au pied de cet obstacle, le retard peut être nul. Cependant on peut considérer que si des retards avaient été occasionnés, ces derniers n'excèderaient pas 1,4 à 5,5 jours. Ces grands écarts sont dus aux 2 localisations situant les poissons en aval puis en amont de l'ouvrage.

Le barrage de **Notre dame** ne semble pas avoir été pénalisant pour le seul saumon radiomarcué l'ayant franchi au printemps avec un débit inférieur au module à Joursac. Les informations sont trop peu nombreuses pour cet ouvrage pour conclure au bon fonctionnement du dispositif de franchissement réalisé.

La passe à poisson du barrage de **Moulin Grand** peut être considérée comme totalement non fonctionnelle. Il paraît indispensable de repenser et refaire en totalité le dispositif, qui ne pourra être rendu transparent à la migration par la simple remise en état des ralentisseurs. Le seul saumon arrivé à cet ouvrage, n'est passé en amont qu'au moins 25 jours après sa première prospection de l'ouvrage. Notons que le franchissement n'a pu être réalisé que par la rive gauche à l'occasion d'une très forte augmentation de débit, le dispositif de franchissement étant régulièrement non alimenté en eau et rapidement sur alimenté. Ces deux configurations ne permettent le franchissement de l'obstacle, nous estimons que lors de la présence du poisson en aval du barrage, la passe n'a été alimentée correctement que durant moins de 10 % de la période. Cet ouvrage se situant en pleine zone de reproduction, il doit non seulement permettre la montaison des poissons, mais également la descente des adultes, les mâles en particulier moins abondants dans les remontées se reproduisant avec plusieurs femelles reparties sur de longs tronçons de rivière. **Le barrage de Moulin Grand est actuellement l'obstacle majeur de l'Alagnon pour les poissons migrateurs.**

Le stationnement au pied du complexe des **Italiens** et le franchissement ont eu lieu alors que la reproduction des saumons avait déjà commencé. Ainsi, il est difficile d'affirmer que la « stabulation » du saumon radiopisté dans le bras court-circuité de ce complexe hydroélectrique entre le 5 et le 17 novembre (12 jours max) soit interprétable comme un blocage. Notons qu'aucune frayère n'a été détectée lors du comptage par survol en décembre entre le canal de fuite de l'usine et le barrage (Bach et al. 2010), ce qui peut laisser penser que ce saumon ne s'est pas reproduit dans le bras court-circuité malgré son stationnement prolongé. Ce saumon, s'il s'est reproduit, l'a sûrement fait en amont du barrage des Italiens (dans un secteur non prospecté lors du survol aérien).

Le barrage de **Verdier**, avec des conditions de débit faible n'a semble-t il pas posé de problème de franchissement pour l'unique saumon franchissant ce seuil.

7. AMELIORATION DE LA METODOLOGIE

Malgré tous les résultats qui ont pu être tirés de cette étude, certaines choses peuvent être améliorées. Tout d'abord, trop peu de stations de mesure de la température ont été mises en place pour cette étude. En effet, il a été parfois difficile d'attribuer une station à une localisation. De plus, cela nous a contraint à regrouper certains poissons ensemble pour effectuer les analyses statistiques alors qu'ils n'étaient pas tout à fait situés dans les mêmes zones.

Au total, 2 400 heures de suivi et la réalisation de 39 800 km en voiture ont été nécessaires pour localiser les poissons. Cependant, il est difficile de prévoir le moment du franchissement des ouvrages. De plus, le suivi sur l'Alagnon n'était initialement pas prévu. Cela a rendu l'estimation des temps de retard plus compliquée. L'effort de localisation doit, dans la mesure du possible, se concentrer à proximité des obstacles non équipés de postes fixes. Si une telle étude devait être reconduite après des modifications des ouvrages pénalisant la migration des saumons, il conviendrait également de trouver des solutions pour multiplier le nombre de stations fixes d'enregistrement des poissons :

2. Sur l'Allier il conviendrait de :

- Bien cerner la sortie des poissons en amont de Pont du Château et plus généralement le retard occasionné par les quatre premiers seuils en amont de Vichy qui conditionnent fortement les zones d'arrêts estival des poissons et les mortalités.
- Mettre en place un poste d'enregistrement au niveau du Saut du Loup (confluence Allier Alagnon) qui correspond à l'entrée de la zone d'observation des frayères de saumons
- Equiper le barrage de la Bageasse d'un enregistreur alimenté par énergie solaire, ce site étant dépourvu d'électricité
- Suivre de manière continue les barrages de Chilhac et de Chambon de Cerzat pour obtenir des données précises sur les franchissements de ces ouvrages.

2. Sur l'Alagnon

- Equiper le barrage de Chambezon d'un poste d'enregistrement afin de mieux connaître les conditions de franchissement des poissons
- Equiper le barrage de Babory ou de Notre Dame afin d'avoir un point intermédiaire sur cet axe
- Suivre de manière continue le barrage de Moulin Grand qui reste l'obstacle majeur de cette rivière, compromettant le maintien des saumons en amont de Massiac.

Annexes

Annexe 1 : Caractéristiques des ouvrages présents sur l'Allier en amont de Vichy (Steinbach 2005)

N°	OUVRAGE	PK A LA MER	TYPE	CHUTE A L'ETIAGE	DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT	CLASSE DE FRANCHISSABILITE MONTAISON DU SAUMON (a)
1	JOZE	712,8	Seuil en enrochement	0,79 m	Echancrure en RG	1
2	PONT A72	714,8	Seuil en enrochement	1,56 m	Brèche aménagée dans la partie RG du seuil	1
3	LES MADELEINES	717,3	Affleurement marneux découvert par érosion	2,5 m	Incision mécanique du radier en RG	1
4	PONT-DU-CHATEAU	722,2	Radier de pont	1,28 m	1 passe à ralentisseurs RG + 1 échancrure RG + 1 passe à ralentisseurs plans, centre RG	1
5	LONGUES (BANQUE DE FRANCE)	746,6	Déversoir échancré	0,34 m	Large échancrure à double pendage en RG	0
6	VEZEZOUX	790,3	Déversoir en ruine	1,1 m	Brèche dans la partie RG + ancien pertuis RG	0
7	LA BAGEASSE	808,7	Déversoir de prise d'eau en béton	2,95 m	Passe à bassins et chenal de contournement RD + possibilité de contournement RG par la branche marinière	2
8	VIEILLE-BRIOUDE	811,5	Déversoir à parement aval incliné	2,55 m	Chenal de contournement en RG	3
9	LE MOULIN DE CHILHAC	833,4	Déversoir en biais	< 1 m	Passe à ralentisseurs	1
10	LE CHAMBON DE CERZAT	839,6	Déversoir	1,55 m	Glissières et prébarrages	1
11	LANGEAC	847	Déversoir en béton à parement aval incliné	1,7 m	Passes à bassins successifs en RD et RG	1
12	MONISTROL D'ALLIER	870	Seuil en enrochement	/	passe à ralentisseurs prolongée d'un chenal de contournement	1?
13	BARRAGE DE POUTES	879,4	Barrage poids en béton avec vannes-secteurs	16 m	Passe à ralentisseurs puis ascenseur au barrage	3
14	ST-ETIENNE-DU-VIGAN	916,8	Seuil résiduel après arasement	2 m fractionnée en 2	Brèches naturelles après arasement	2
15	BARRAGE DE NAUSSAC II	921,5	Déversoir de prise d'eau en béton	2,3 m	Passe à 7 bassins successifs à fentes verticales	1
16	LUC (LES DEVEZES)	937,3	Seuil en enrochements bétonnés à paroi verticale	1,5 m	Passe à bassins successifs (achevée en 2006)	2
17	LUC		Déversoir incliné	1 m	Prébarrages rustiques	2

- (a)
- 0 : Absence d'obstacle**
 - 1 : Franchissement sans difficulté apparente**
 - 2 : Franchissement mais avec risque de retard**
 - 3 : Difficilement franchissable**
 - 4 : Très difficilement franchissable**
 - 5 : Obstacle infranchissable**

**Annexe 2 : Caractéristiques des ouvrages présents sur l'Alagnon
(Sources ONEMA et SIGAL)**

N°	Ouvrage	pk à la mer	Type_	Hauteur_chute (m) (SIGAL- ONEMA Dir6 2007)	Hauteur chute (m) (Steinbach- ONEMA Dir4 2005)	Dispositif de franchissement	Classe_ SAT (a)
1	Radier saut du Loup	781,5	Radier pont	0.40	0.9	Brèche	1
2	Grand Pont	790.9	affleurement roche mère après arasement	0.00	1.7	Brèche dans affleurement roche mère après arasement	1
3	Prise d'eau du Béal (Lempdes)	791.6	Déversoir à paroi inclinée	1.90	?	prébarrages	1
4	Chambezon	792.7	Déversoir à paroi inclinée	2.50	4	Passe à bassins	2
5	Seuil des trois eaux	806.5	Barrage en enrochement libre	0.50	1.1		1
6	Prise d'eau du Babory	807.3	Déversoir à paroi inclinée	1.70	1.5	Passe ralentisseur	2
7	Prise d'eau de Notre Dame	813.5	Déversoir à paroi inclinée	1.90	1.5	Passe à bassins	2
8	Moulin Grand	815.5	Déversoir à paroi inclinée	2.74	0.9	Passe à ralentisseur	4
9	Prise d'eau de Courcelles	816	Barrage en enrochement libre	0.50	0.9		2
10	Prise d'eau des Italiens	816.8	Déversoir à paroi inclinée	2.00	2.2	Passe à ralentisseur	2
11	Amont Verdier	817.2	Déversoir à paroi verticale	0.58	1.1		3
12	Seuil DDE	818.6	Déversoir à paroi inclinée	0.40	1.2		1
13	Prise d'eau de la Roche	819.1	Déversoir à paroi inclinée	1.15	2.2		4
14	Pilière de Fabre (Aurouze)	820.3	Déversoir à paroi inclinée	1.60	2.3		4
15	Prise d'eau d'Oléron	822.1	Déversoir à paroi inclinée	1.00	1.4		3
16	Ferrières St Mary	830.2	Radier	0.00			1
17	Prise d'eau du Pachou	839.1	Déversoir à paroi inclinée	1.05	1.5		2
18	Prise d'eau Les Baraques	844	Déversoir à paroi inclinée	1.00			2
19	Prise d'eau Moulin de Celles	844.9	Déversoir à paroi inclinée	1.00	1.6		1
20	Prise d'eau Moulin de Chanteronne	845.8	Déversoir à paroi inclinée	1.30	1.5		2
21	Prise d'eau de Clavières	848.1	Barrage en enrochement libre	2.00	1.4		1
22	Prise d'eau de Gaspard	848.6	Déversoir à paroi inclinée	1.50	3.5		4
23	Levéée de la Pierre à Canon	849.2	Déversoir à paroi inclinée	1.00	1.5		2
24	Prise d'eau Moulin de Faucillon	855.6	Déversoir à paroi inclinée	0.60	0.8		1
25	Chambon	861.3	Déversoir à paroi verticale	0.50			3
26	Radier de Laveissière	861.6	Radier	0.30			4
27	Prise d'eau du Chambon	861.6	Déversoir à paroi verticale	0.60	1		4
28	Fraise Haut	863.3	Barrage en enrochement libre	0.70			2

(a) 0 : Absence d'obstacle

1 : Franchissement sans difficulté apparente

2 : Franchissement mais avec risque de retard

3 : Difficilement franchissable

4 : Très difficilement franchissable

5 : Obstacle infranchissable

Annexe 3 : Calcul du retard cumulé lors des franchissements des seuils de Joze, A72, Madeleines, Pont du Château. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Poisson	Progression Vichy à amont Pont du Château				Progression secteur aval 4 seuils				Retard Mini D1 D2	Etat sanitaire
	Km	Durée Heures	Km/h	Durée parcours 60 Km =D1 (en heures)	Km	Durée Heures	Km/h	Durée parcours 60 Km = D2		
48 271	62,8	413,5	0,152	395,1	49,5	260,0	0,190	315,2	79,91	B
48 281	75,5	93,4	0,808	74,2	49,1	57,0	0,861	69,7	4,57	C
48 291	60,5	166,9	0,362	165,5	49,4	93,0	0,531	113,0	52,57	B
48 301	62,1	482,3	0,129	466,0	47,7	306,4	0,156	385,4	80,6	A
48 341	63,8	148,4	0,430	139,6	36,7	42,7	0,859	69,8	69,8	B
48 351	66	761	0,087	691,8	40,8	232,7	0,175	342,2	349,6	A
48 362	59,7	477,7	0,125	480,1	49,8	332,9	0,150	401,1	79,0	A
48 371	60,3	230,4	0,262	229,3	49,2	70,0	0,703	85,4	143,89	A
48 411	63,8	234,1	0,273	220,2	49,0	141,4	0,347	173,1	47,01	B
48 421										B
48 451										B
48 472	62,8	252,5	0,249	241,2	47,4	136,1	0,348	172,3	68,96	B
48 562	59,5	309	0,193	311,6	44,4	183,5	0,242	248,0	63,62	A
48 611	62	213,8	0,290	206,9	39,5	91,3	0,433	138,7	68,23	B
48 671	62	279,5	0,222	270,5	47,8	111,9	0,427	140,5	130,02	B
48 682	66	279,3	0,236	253,9	48,9	161,8	0,302	198,5	55,38	B
48 691	144,5	360,3	0,401	149,6	33,0	63,9	0,516	116,2	33,42	B
48 701	59,6	328,9	0,181	331,1	43,5	210,3	0,207	290,1	41,04	B
48 724	60,3	212,6	0,284	211,5	49,0	87,1	0,563	106,7	104,89	B
48 731	62	145,4	0,426	140,7	47,5	76,3	0,623	96,4	44,33	B
48 741	60,9	163,9	0,372	161,5	41,5	70,6	0,588	102,1	59,41	B
48 751					43,0	70,3	0,612	98,1		C
48 771	62	72,1	0,860	69,8	26,6	20,0	1,330	45,1	24,66	B
48 791	44,5	144,9	0,307	195,4	23,7	65,2	0,363	165,1	30,31	B
48 801										D
48 811	60	113,2	0,530	113,2	42,2	67,7	0,623	96,3	16,94	B
48 821	59,8	111,5	0,536	111,9	49,4	68,7	0,719	83,4	28,43	D
48 831	65,6	262,1	0,250	239,7	48,3	189,6	0,255	235,5	4,20	B
48 841	59,7	169,4	0,352	170,3	47,8	70,3	0,680	88,2	82,01	D
48 851	74	980,3	0,075	794,8	40,5	351,3	0,115	520,4	274,39	B
Aucun retard (<4H soit 1H par seuil)						Moy :	0,483	181,3	78,4	
Retard < 24 H						Min :	0,115	45,1	4,2	
Retard de 1 à 3 jours						Max :	1,330	520,4	349,6	
Retard de plus de 3 jours										

Annexe 4 : Dates, conditions de débits et de températures lors des franchissements des seuils de Joze, A72, Madeleines, Pont du Château.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Saumon	Arrêt migration printemps entre:			Joze (K 172,5)						Pont A72 (K 174,5)						Les Madeleines (K177)						Pont du Château (K 181,9)					
				Date	Débit (a)		Débit (b)		T°C (1)		Date	Débit (b)		T°C (1)		Date	Débit (b)		T°C (1)		Date	Débit (b)		T°C (1)			
					Min	Max	Min	Max	Min	Max		Min	Max	Min	Max		Min	Max	Min	Max		Min	Max	Min	Max	Min	Max
48 271	18-mai	20-mai	07-avr	77,5	77,5	68,9	68,9	12,5	12,5	07-avr	68,9	68,9	12,5	12,5	7-8 avr	68,9	85	11,7	12	12- 13 avr	88,8	127	11,2	11,4			
48 281	18-mai	20-mai	6-7 avr	71	77,5	62,3	68,9	11,6	12,5	6-7 avr	62,3	68,9	11,6	12,5	6-7 avr	62,3	68,9	11,6	12,5	07-avr	68,9	68,9	12,5	12,5			
48 291	02-juin	08-juin	10-11 avr	83,8	84,3	74,2	74,3	11,9	12	10-11 avr	74,2	74,3	11,9	12	11-12 avr	74,2	88,8	11,4	11,9	12-13 avr	88,8	127	11,2	11,4			
48 301	02-juin	08-juin	20-21 avr	105	184	93,7	185	11,5	11,7	22-23 avr	125	154	11,5	12,1	23-24 avr	106	125	12,1	12,4	26-27 avr	135	281	10,8	11,7			
48 341	29-mai	02-juin	09-10 avr	83,8	89,1	74,3	76,2	11,7	12	10-11 avr	74,2	74,3	11,9	12	11-avr	74,2	74,2	11,9	11,9	12-13 avr	88,8	127	11,1	11,3			
48 351	18-mai	20-mai	17-19 avr	106,0	118	93,5	105	11,5	11,6	25-26 avr	96	135	11,7	12,5	26-27 avr	135	281	10,8	11,7	08-mai	68,4	68,4	15,7	15,7			
48 362	06-mai	09-mai	21-22 avr	184	185	154	185	11,5	11,5	23-24 avr	106	125	12,1	12,4	24-25 avr	96	106	12,4	12,5	26-27 avr	135	281	10,8	11,7			
48 371	18-mai	20-mai	10-11 avr	83,8	84,3	74,2	74,3	11,9	12	10-11 avr	74,2	74,3	11,9	12	12-13 avr	88,8	127	11,1	11,3	15-17 avr	101	105	11,6	11,9			
48 411	08-mai	09-mai	15-17 avr	110	118	101	105	11,6	11,9	15-17 avr	101	105	11,6	11,9	17-19 avr	93,5	105	11,5	11,6	17-19 avr	93,5	105	11,5	11,6			
48 421	20-mai	25-mai	18-20 mai	54,4	61,5	40,4	61,5	16,2	17,7	18-20 mai	40,4	61,5	16,2	17,7	20-22 mai	35,3	40,4	17,7	20,1								
48 451	15-juin	22-juin	5-8 juin	24,9	47,1	18,8	34,2	17,3	20,8	10-11 juin	33,3	38,4	17,4	17,9	15-22 juin	19	30,6	18,4	22,1								
48 472	15-juin	19-juin	15-17 avr	110	118	101	105	11,6	11,9	15-17 avr	101	105	11,6	11,9	15-17 avr	101	105	11,6	11,9	19-20 avr	93,5	93,7	11,5	11,7			
48 562	20-mai	22-mai	17-20 avr	105	118	93,5	105	11,5	11,7	17-20 avr	93,5	105	11,5	11,7	17-20 avr	93,5	105	11,5	11,7	21-22 avr	154	185	11,5	11,5			
48 611	06-mai	11-mai	24-26 avr	115	134	96	135	11,7	12,5	24-26 avr	96	135	11,7	12,5	26-27 avr	135	281	10,8	11,7	28-29 avr	170	201	10,7	10,8			
48 671	08-mai	09-mai	26-27 avr	134	304	135	281	10,8	11,7	30 avr - 2 mai	122	164	10,9	12,2	30 avr - 2 mai	122	164	10,9	12,2	2-3 mai	108	122	12,2	12,9			
			29-30 avr	188	205	164	170	10,7	10,9																		
48 682	11-mai	14-mai	28-29 avr	205	264	170	201	10,7	10,8	29-avr	164	164	10,7	10,7	29-30 avr	164	170	10,7	10,9	30 avr - 3 mai	108	164	10,9	12,9			
48 691	24-avr	06-mai	25-26 avr ?	115	135	96	135	11,7	12,5	25-26 avr ?	96	135	11,7	12,5	25-26 avr ?	96	135	11,7	12,5	25-26 avr ?	96	135	11,7	12,5			
48 701	13-mai	18-mai	30 avr - 2 mai	147	188	122	164	10,9	12,2	30 avr - 2 mai	122	164	10,9	12,2	30 avr - 2 mai	122	164	10,9	12,2	3-5 mai	89,4	108	12,9	13,6			
48 724	11-mai	12-mai	25-26 avr	115	135	96	135	11,7	12,5	26-27 avr	135	281	10,8	11,7	27-28 avr	264	304	10,8	10,8	29-30 avr	164	170	10,7	10,9			
48 731	09-mai	10-mai	7-8 mai	86	93	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7	9-10 mai	61,3	66,7	15,6	15,7			
48 741	20-mai	22-mai	7-8 mai	86	93	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7	9-10 mai	61,3	66,7	15,6	15,7	10-11 mai	56,5	61,3	15,2	15,7			
48 751	08-mai	08-mai	7-8 mai	86	93	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7													
48 771	09-mai	11-mai	5-7 mai	93	109	74,8	89,4	13,2	14,6	5-7 mai	74,8	89,4	13,2	14,6	5-7 mai	74,8	89,4	13,2	14,6	5-7 mai	74,8	89,4	13,2	14,6			
48 791	08-mai	10-mai	6-9 oct	16,6	19,3	13,5	16,9	16	17,4	6-9 oct	13,5	16,9	16	17,4	6-9 oct	13,5	16,9	16	17,4	6-9 oct	13,5	16,9	16	17,4			
48 801																											
48 811	18-mai	20-mai	7-8 mai	86	93	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7	8-9 mai	66,7	68,4	15,6	15,7	09-mai	66,7	66,7	15,6	15,6			
48 821	10-juin	15-juin	7-8 mai	86	93	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7	7-8 mai	68,4	74,8	14,6	15,7	8-9 mai	66,7	68,4	15,6	15,7			
48 831	10-juin	15-juin	12-13 mai	65,9	69,3	50,5	54,5	16,7	17,7	12-13 mai	50,5	54,5	16,7	17,7	12-13 mai	50,5	54,5	16,7	17,7	13-15 mai	50,5	58	15,3	16,3			
48 841	18-mai	20-mai	8-9 mai	83,5	86	66,7	68,4	15,6	15,7	8-9 mai	66,7	68,4	15,6	15,7	8-9 mai	66,7	68,4	15,6	15,7	10-11 mai	56,5	61,3	15,2	15,7			
48 851	22-mai	15-juin	20-22 mai	47,6	54,4	35,3	40,4	17,7	20,1	?					?					?							
Moy Tot (x et y)				106,7	127,3	91,2	112,5	12,6	13,3		90,7	110,2	12,5	13,2		98,1	124,4	12,5	13,0		95,2	122,5	12,7	13,1			
Min Tot (x et y)	6/5 (z)	06-mai	06-avr	47,6	54,4	35,3	40,4	10,7	10,8	06-avr	50,5	54,5	10,7	10,7	06-avr	50,5	54,5	10,7	10,8	07-avr	50,5	58,0	10,7	10,8			
Max tot (x et y)	15-juin	22-juin	08-juin	205,0	304,0	170,0	281,0	17,7	20,1	11-juin	164,0	281,0	16,7	17,7	22-juin	264,0	304,0	16,7	17,7	15-mai	170,0	281,0	15,7	16,3			
Moy (x)				68,5	68,5	56,4	61,7	14,2	15,1		56,4	61,7	14,2	15,1		56,4	61,7	14,2	15,1		59,7	63,5	13,9	14,4			
Min (x)			6-avr.	65,9	65,9	50,5	54,5	11,6	12,5	6-avr.	50,5	54,5	11,6	12,5	7-avr.	50,5	54,5	11,6	12,5	7-avr.	50,5	58,0	12,5	12,5			
Max (x)			13-mai	71,0	71,0	62,3	68,9	16,7	17,7	13-mai	62,3	68,9	16,7	17,7	13-mai	62,3	68,9	16,7	17,7	15-mai	68,9	68,9	15,3	16,3			
Moy (x et y)				100,8	100,8	85,1	99,3	11,7	12,3		84,7	96,7	11,7	12,3		86,2	106,8	11,7	12,2		87,2	106,5	11,9	12,3			
Min (x et y)			9-avr.	83,8	84,3	68,4	74,3	10,7	10,8	10-avr.	68,4	74,3	10,7	10,7	11-avr.	61,3	66,7	10,7	10,9	12-avr.	56,5	61,3	10,7	10,8			
Max (x et y)			8-mai	205,0	205,0	170,0	201,0	14,6	15,7	8-mai	164,0	164,0	14,6	15,7	10-mai	164,0	281,0	15,6	15,7	11-mai	170,0	201,0	15,6	15,7			
Moy				112,4	143,3	98,1	131,3	12,5	13,0		99,2	133,8	12,1	12,6		118,4	157,6	11,9	12,3		107,1	152,0	12,3	12,7			
Min (x)			7-avr.	47,6	54,4	35,3	40,4	10,7	10,9	7-avr.	66,7	68,4	10,8	11,7	7-avr.	66,7	68,4	10,8	10,8	12-avr.	56,5	61,3	10,7	10,9			
Max (x)			22-mai	188,0	304,0	164,0	281,0	17,7	20,1	> 22 mai	135,0	281,0	15,6	15,7	> 22 mai	264,0	304,0	15,6	15,7	> 22 mai	164,0	281,0	15,7	15,7			

(a) Pont de Limons

(b) Vic le Comte (K = 212)

(c) V Brioude

(1) Moyennes journalières Vichy

(z) saumon 691 pas pris en compte

(y) saumon 791 passant à l'automne pas pris en compte

(x) saumons 421, 45

Annexe 5 : Dates, conditions de débits et de températures lors des franchissements des seuils de la Banque de France et de Vézézoux. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Etat sanitaire	Saumon	Arrêt migration printemps entre:		Banque de France (K 206,3)					Vézézoux (K 250) (A)						
				Date	Débit (b)		T°C (1)		Date	Débit (c)		Débit (d)		T°C (2)	
					Min	Max	Min	Max		Min	Max	Min	Max	Min	Max
B	48 271	18-mai	20-mai	22-23 avr	125,0	154,0	11,5	12,1	24-27 avr	47	98	46	85	9,9	10,8
C	48 281	18-mai	20-mai	8-10 avr	74	85	11,5	12	Remonte sur L'alagnon						
B	48 291	15-mai	15-mai	16-17 avr	103	105	11,6	11,9	21-22 avr	61	69	58	66	9,1	9,3
A	48 301	02-juin	08-juin	30 avr 2 mai	122	164	10,9	12,2	Remonte sur L'alagnon						
B	48 341	29-mai	02-juin	16-avr	103	103	11,9	11,9	21-22 avr	61	69	58	66	9,1	9,3
A	48 351	18-mai	20-mai	13-18 mai	47	58	16,2	17,7	Remonte sur L'alagnon						
A	48 362	06-mai	09-mai	2-3 mai	108	122	12,2	12,9	Mort en aval pendant l'été						
A	48 371	18-mai	20-mai	24-27 avr	96	281	20	22,6	30 avr 4 mai	44	65	41	62	9,8	11,2
B	48 411	08-mai	09-mai	6-7 mai	75	81	13,3	14,6	22-24 oct	15	19	13	24	9,4	10,1
B	48 472	15-juin	19-juin	22-23 avr	125	154	11,5	12,1	Remonte sur L'alagnon						
A	48 562	20-mai	22-mai	14-18 mai	47	58	15,3	17,6	Mort en aval pendant l'été						
B	48 611	06-mai	11-mai	3-4 mai	97	108	12,9	13,6	Remonte sur L'alagnon						
B	48 671	08-mai	09-mai	6-7 mai	75	81	13,3	14,6	22-24 oct	15	19	13	24	9,4	10,1
B	48 682	11-mai	14-mai	6-7 mai	75	81	13,3	14,6	Mort en aval pendant l'été						
B	48 691	24-avr	06-mai	24 avr 6 mai	96	135	11,7	12,5	24 avr 6 mai	39	98	36	85	9,6	11,3
B	48 701	13-mai	18-mai	11-13 mai	51	57	15,2	17,7	Mort en aval pendant l'été						
B	48 724	11-mai	12-mai	3-4 mai	97	108	12,9	13,6	28 déc 2 janv	16	23	14	22	2,1	4,5
B	48 771	09-mai	11-mai	8-9 mai	67	68	15,6	15,7	3-5 nov	13	18	12	15	9,8	10,6
B	48 791	08-mai	10-mai	9-12 oct	15	17	17,2	17,7	13-17 nov	8	10	7	9	7,2	9,4
B	48 811	18-mai	20-mai	14-18 mai	47	58	15,3	17,6	22-24 nov	8	9	7	9	8,6	9,2
D	48 821	10-juin	15-juin	5-10 juin	19	38	17,4	20,8	22-24 nov	8	9	7	9	8,6	9,2
B	48 831	10-juin	15-juin	22-25 mai	27	35	20,1	22,6	Mort en aval pendant l'été						
D	48 841	18-mai	20-mai	22-23 oct	22	32	10,2	10,7	Remonte sur L'alagnon						
Printemps		Moy			79,8	101,6	14,0	15,3		50,4	79,8	47,8	72,8	9,5	10,38
		Min	08-avr		19,0	35,0	10,9	11,9	21-avr	39	65	36	62	9,1	9,3
		Max	10-juin		125,0	281,0	20,1	22,6	6-mai	61	98	58	85	9,9	11,3
Automne		Moy			18,5	24,5	13,7	14,2		11,9	15,3	10,4	16,0	7,9	9,0
		Min	09-oct		15	17	10,2	10,7	22-oct	8	9	7	9	2,1	4,5
		Max	23-oct		22	32	17,2	17,7	2-jan	16	23	14	24	9,8	10,6

Poisson ne venant pas à cet obstacle

(A) Remarque : Après leurs passages du barrage de Vézézoux, les saumons 271 et 771 redévalent l'Allier et remontent sur l'Alagnon. Le saumon 724 franchi Vézézoux en fin de reproduction après être remonté sur l'Alagnon.

(b) Vic le Comte (K = 212)

(1) Vichy

(c) Pont Auzon

(2) Vieille Brioude

(d) Vieille Brioude

Suivi de la migration du saumon sur l'Allier par radiopistage entre Vichy et les zones de frayères en 2009. LOGRAMI. J. M. BACH, A. BAISEZ, C. LEON, T. PAROUTY, 2011. 156 pages

Annexe 6 : Dates, conditions de débits et de températures lors des franchissements des barrages de La Bageasse et de Vieille Brioude. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Etat sanitaire	Saumon	La Bageasse (K 268,4)							Vieille Brioude (K 271,2)			
		Date	Débit (a)		T°C (a)		Retard		Date passage	Débit (a)	T°C (a)	Retard (en heures) (b)
			Min	Max	Min	Max	Min (1)	Max (2)				
B	48 291	24-25 avr	45,8	46,7	10,3	10,8	3,8	38,5	25-avr	45,8	10,8	0,8
B	48 341	22-24 avr	46,7	58,4	9,3	10,3	0	27,5	24-avr	46,7	10,3	1,9
A	48 371	11-mai	24,6	24,6	13,1	13,1	119,3	143	11-mai	24,6	13,1	1,4
B	48 411	03-04 nov	13	18,1	10,1	10,6	23	214	01-déc	9,9	6,6	297,1
B	48 671	24-25 oct	10,1	13	10,1	10,9	0	30	01-nov	8,2	10,4	163,2
B	48 691	22-23 oct	16,1	24,4	9,4	9,5	0	3	Transporté en camion de la Bageasse à Chanteuges par CNSS			
B	48 724	28-déc 2 janv	14,2	21,7	4,1	4,4	?	?				NPP
B	48 811	24-25 oct	10,1	13	10,1	10,9	0	0	25-oct	10,1	10,9	13,3
D	48 821	24-26 oct	8,6	13	10,1	11,5	6	58,5	28-oct	7,9	10,5	17,4
Printemps	Moy		39,0	43,2	10,9	11,4	41,0	69,7		39,0	11,4	1,4
	Min	22-avr	24,6	24,6	9,3	10,3	0	27,5	24-avr	24,6	10,3	0,8
	Max	11-mai	46,7	58,4	13,1	13,1	119,3	143	11-mai	46,7	13,1	1,9
Automne	Moy		12,0	17,2	9,0	9,6	5,8	61,1		9,0	9,6	122,8
	Min	19-oct	8,6	13	4,1	4,4	0	0	25-oct	7,9	6,6	13,3
	Max	2-janv	16,1	24,4	10,1	11,5	23	214	01-déc	10,1	10,9	297,1

(a) Vieille Brioude (moyennes journalières)

(b) différence de temps écoulé entre première et dernière réception sur enregistreur

NPP = Ne Passe Pas

(1) = temps écoulé entre première et dernière localisation en aval du barrage

(2) = temps écoulé entre dernière localisation en aval du barrage et première localisation en amont (déduction faite de 2 heures par km parcourus entre ces 2 points)

**Annexe 7 : Dates, conditions de débits et de températures lors des franchissements des barrages Chilhac, Chambon de Cerzat, Langeac.
(Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)**

Etat sanitaire	Saumon	Chilhac (K 293,1)								Chambon de Cerzat (K 299,3)						Langeac (K 306,7)			
		Date	Débit (b)		T°C (a)		Retard		Date	Débit (b)		T°C (a)		Retard		Date passage	Débit (b)	T°C (a)	Retard (en heures) (c)
			Min	Max	Min	Max	Min (1)	Max (2)		Min	Max	Min	Max	Min (1)	Max (2)				
B	48 291	10-11 mai	22,3	23,9	13,1	13,1	0	6	11-14 mai	21,7	23,9	13,1	14,5	0	67	NPP 16 mai	25	13,6	42
																21-oct	8,3	9	16,3
B	48 341	30-avr 4-mai	37	53,6	9,8	11,2	0	63	4-9 mai	27,9	37	11,2	13,1	0	113	13-mai	21,7	14,4	24,75
B	48 811	30-oct 3-nov	7,4	12,8	9,7	10,9	0	78	30-oct 3-nov	7,4	12,8	9,7	10,9	0	78	03-nov	12,8	10,6	1,1
D	48 821	30-oct 3-nov	7,4	12,8	9,7	10,9	0	64											
B	48 411	1-4 déc	7	8,6	5,7	6,6	0	15	1-4 déc	7	8,6	5,7	6,6	0	15	NPP 5 et 6 déc			
Printemps	Moy		29,7	38,8	11,5	12,2	0	34,5		24,8	30,5	12,2	13,8	0	90		23,4	14,0	33,4
	Min	30-avr	22,3	23,9	9,8	11,2	0	6	4-mai	21,7	23,9	11,2	13,1	0	67	24-avr	21,7	13,6	24,75
	Max	11-mai	37	53,6	13,1	13,1	0	63	9-mai	27,9	37	13,1	14,5	0	113	11-mai	25	14,4	42
Automne	Moy		7,3	11,4	8,4	9,5	0	52		7,2	10,7	7,7	8,8	0	47		12,8	11	1
	Min	30-oct	7	8,6	5,7	6,6	0	15	30-oct	7	8,6	5,7	6,6	0	15	25-oct	12,8	10,6	1,1
	Max	4-déc	7,4	12,8	9,7	10,9	0	78	4-déc	7,4	12,8	9,7	10,9	0	78	01-nov	12,8	10,6	1,1

(a) Vieille Brioude (moyennes journalières)

(b) Langeac (moyennes journalières)

(c) différence de temps écoulé entre première et dernière réception sur enregistreur

NPP = Ne Passe Pas

(1) = temps écoulé entre première et dernière localisation en aval du barrage

(2) = temps écoulé entre dernière localisation en aval du barrage et première localisation en amont (déduction faite de 2 heures par km parcourus entre ces 2 points)

Annexe 8 : Dates, conditions de débits et de températures sur l'Allier et l'Alagnon lors de l'engagement des poissons sur l'Alagnon. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

Etat sanitaire	Saumon	Saut du Loup (K 240,8) (A)												
		Date	Débits						Températures					
			Allier (a)		Alagnon (b)		Proportion Alagnon		Allier (c)		Alagnon (b)		Allier - Alagnon (B)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
B	48 271	27-avr 1- mai	58,4	98,4	41,1	92,3	41,3	48,4	9,6	10,2	?	?	?	?
C	48 281	14-15 mai	24,9	29,7	14,6	15,5	34,3	37	14	14,5	?	?	?	?
A	48 301	4-7 mai	36,7	43,7	19,3	27,5	34,5	38,6	11,2	12,1	?	?	?	?
A	48 351	22-28 oct	8,6	19,4	2,7	8,9	18,7	33,3	9,4	11,5	8,1	11,2	0	2
B	48 472	30-avr 4- mai	43,7	65,4	27,5	51	38,6	43,8	9,8	11,2	?	?	?	?
B	48 611	19-22 oct	9,5	26	1,8	8,9	17,7	33,3	8,3	9,4	6,2	8,1	0,5	2,3
B	48 724	4-10 dec	8,8	11	7,6	21,5	44,8	67,4	5,6	6,9	4,5	7,9	-1	1,1
B	48 771	26-nov 1-dec	7,7	9,9	4,5	6,2	34,7	42,5	6,6	8	5	6,4	1,2	1,9
D	48 841	03-nov	13	13	17,6	17,6	57,5	57,5	10,6	10,6	9,1	9,1	1,5	1,5
Printemps			40,9	59,3	25,6	46,6	37,2	42,0	11,2	12,0	?	?	?	?
		27-avr	24,9	29,7	14,6	15,5	34,3	37	9,6	10,2	?	?	?	?
		15-mai	58,4	98,4	41,1	92,3	41,3	48,4	14	14,5	?	?	?	?
Automne			9,5	15,9	6,8	12,6	34,7	46,8	8,1	9,3	6,6	8,5	0,4	1,8
		19-oct	7,7	9,9	1,8	6,2	17,7	33,3	5,6	6,9	4,5	6,4	-1	1,1
		10-dec	13	26	17,6	21,5	57,5	67,4	10,6	11,5	9,1	11,2	1,5	2,3
(A) Remarque : Après leurs passages du barrage de Vézézoux, les saumons 271 et 771 redévalent l'Allier et remontent sur l'Alagnon. Le saumon 724 remonte de 32 km sur l'Allier après être remonté de 17 km sur l'Alagnon.														
(B) : Les valeurs positives indique que l'Allier est plus chaude que l'Alagnon, les valeurs négatives indiquent que l'Allier est plus froide que l'Alagnon.														
(a) Allier : Pont Auzon			(b) Alagnon Lempdes					(c) Vielle Brioude						