



Suivi des opérations de restauration menées dans le cadre du contrat de rivière Coise

- Département du Rhône

Janvier 2018



SUIVI DES OPERATIONS DE RESTAURATION MENEES DANS LE CADRE DU CONTRAT DE RIVIERE COISE

ANNEE 2016

Objectifs :

1. Evaluer l'efficacité de travaux.
2. Disposer d'éléments d'information pour les pêcheurs et les élus basé sur un retour d'expérience local.
3. Fournir un indicateur pour le suivi de l'avenant du contrat de rivières.

Maître d'ouvrage :

**Fédération Départementale du Rhône et de la
Métropole de Lyon pour la Pêche et la Protection du
Milieu Aquatique**

1, Allée du Levant
69 890 LA TOUR DE SALVAGNY
Tel : 04 72 180 180 – Fax : 04 78 33 11 64

**Avec la participation de l'AAP31PMA de Saint
Symphorien sur Coise**

Partenaires financiers :

**Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
Région Auvergne Rhône Alpes
Fédération Nationale de la Pêche en France**

Rédacteurs :

Pierre GACON – Responsable technique
Yannick PONS - Technicien

Fédération du Départementale du Rhône et de la
Métropole de Lyon pour la Pêche et la Protection du
Milieu Aquatique

1, Allée du Levant
69 890 LA TOUR DE SALVAGNY

Relecture :

Jean Pierre FAURE – Directeur technique

RESUME

L'étude menée en 2012 par les Fédérations de Pêche du Rhône et de la Loire (GACON et GRES, 2013) a montré que les nombreux seuils de la Coise avaient des impacts sur la qualité de l'eau, les habitats aquatiques et la continuité écologique. Le régime thermique de la Coise et de ses affluents était également dégradé par des carences en ripisylve.

Des actions ont donc été mises en œuvre par le SIMA Coise dans le cadre du contrat de rivière afin de répondre à ces problématiques. Les plus importantes concernent l'effacement des ouvrages qui barrent la Coise moyenne du Nézel au Couzon ainsi que la plantation de ripisylve sur les secteurs les plus démunis comme le Potensinet.

Afin d'évaluer l'efficacité de ces actions et de disposer d'un retour d'expérience local, la Fédération du Rhône et de la Métropole de Lyon pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique s'est donc engagée pour porter une action de suivi multi paramètres sur des sites représentatifs.

L'état initial, réalisé en 2014, a confirmé que les parties amont des seuils constituaient des zones lenticques, très envasées et homogènes. Les peuplements piscicoles étaient perturbés avec l'apparition fréquente d'espèces de plans d'eau, la sur-abondance des espèces thermophiles et la sous-représentation des espèces rhéophiles.

Un des points faibles de la Coise face aux seuils est sa pente réduite qui entraîne la formation de remous hydrauliques importants (150 à 250m par ouvrage). A l'inverse, un de ses points forts est le peu d'urbanisation du fond de vallée qui limite les désordres potentiels liés à l'effacement des ouvrages et facilite la restauration naturelle du lit.

1 an après travaux, les retenues des seuils complètement démantelés ont vu leurs faciès se diversifier et les zones courantes sont désormais 2 fois plus présentes. Les vases ont presque disparu au profit des substrats grossiers et les largeurs à l'étiage sont nettement réduites (localement divisées par 2). Les zones profondes représentent encore près de 30% des stations grâce au méandrage naturel de la rivière. Les invertébrés sont plus diversifiés et les taxons liés à la matière organique ont régressé alors que les taxons sensibles (EPT) sont plus représentés. Les peuplements piscicoles se rapprochent de la station de référence avec la raréfaction des espèces thermophiles ou typiques des plans d'eau (carpe, tanche...) et l'augmentation ponctuellement très marquée des densités de truite fario.

Les retenues démantelées partiellement n'ont pas beaucoup évolué, les conditions hydologiques n'étaient toutefois pas favorables à des évolutions importantes (une seule crue biennale est survenue). La faune aquatique n'a donc pas répondu significativement aux modifications limitées de l'habitat. Pour l'instant, il est donc possible de dresser un constat d'inefficacité des travaux légers, d'autant plus que l'écart financier avec un effacement total est très limité compte tenu du peu de contraintes en berges.

Aucun impact négatif n'a été observé jusqu'à présent sur les ouvrages, les voiries et les exploitations agricoles (le site du Rivat reste à surveiller). Les seuls échos de la perception des travaux par les usagers sont favorables et restent liés à la diminution de la fréquence de débordement à l'amont des ouvrages.

SOMMAIRE

RESUME.....	2
SOMMAIRE.....	3
INTRODUCTION.....	5
1. CONTEXTE.....	6
1.1 Objet et limites de l'étude.....	6
1.2 Caractérisation des secteurs suivis.....	8
1.3 Présentation des ouvrages suivis	8
1.3.1 Seuil de Choules (seuil n°8).....	8
1.3.2 Seuil de Rivat (seuil n°12).....	9
1.3.3 Seuil des Rivières (seuil n°15)	9
1.4 Présentation synthétique des travaux réalisés par le SIMA Coise.....	10
2. MATERIEL ET METHODES	11
2.1 Choix des stations de suivi sur la Coise.....	11
2.2 Contenu des suivis	12
2.2.1 Expertise visuelle technique.....	12
2.2.2 Suivi thermique.....	12
2.3 Inventaires piscicoles.....	15
2.4 Suivi invertébrés	15
2.5 Suivi géomorphologique	17
2.5.1 Recueil des données sur les transects.....	17
2.5.1.1 Caractéristiques des stations et des transects	17
2.5.1.2 Géométrie du lit	18
2.5.1 Profil en long.....	18
2.5.2 Répartition des faciès d'écoulement	19
2.6 Phasage	19
2.7 Conditions d'échantillonnage	20
2.8 Contexte météorologique et hydrologique.....	20
3. RESULTATS ET DISCUSSION.....	23
3.1 Suivi géomorphologique	23
3.1.1 Evolution morphologique	23
3.1.2 Evolution des faciès d'écoulement.....	28
3.1.3 Evolution des substrats.....	29
3.1.4 Evolution des hauteurs d'eau.....	30
3.2 Franchissabilité des ouvrages.....	31

3.3	Evolution du profil thermique de la Coise	32
3.3.1	Données estivales	32
3.3.2	Données hivernales	33
3.4	Suivi piscicole	34
3.5	Suivi invertébrés	37
3.5.1	Observations générales	37
3.5.2	Comparaison des traits biologiques	38
	CONCLUSION	40
	BIBLIOGRAPHIE.....	41
	ANNEXES.....	45

INTRODUCTION

Le bassin versant de la Coise, situé à cheval sur les départements de la Loire et du Rhône, couvre une superficie de 340km² avec un réseau hydrographique d'environ 150 km.

Les différentes études menées dans le cadre des contrats de rivière ont mis en évidence 2 problèmes qui n'ont pas encore été complètement résolus :

- Le bon état morphologique global est limité par la présence de nombreux seuils. Ceux-ci entraînent diverses perturbations aussi bien de la qualité de l'eau, des habitats aquatiques que de la continuité écologique.
- L'absence totale de ripisylve sur certains secteurs du bassin versant entraîne également des perturbations sur la qualité du cours d'eau et les habitats aquatiques.

Suite à une étude menée en 2012 par les fédérations de Pêche du Rhône et de la Loire (GACON et GRES, 2013), certaines recommandations d'action ont été émises afin de répondre à ces problématiques. Les plus importantes concernent l'effacement des ouvrages qui barrent la Coise moyenne du Nézel au Couzon ainsi que la plantation de ripisylve sur les secteurs les plus démunis comme le Potensinet.

Le SIMA Coise a donc réalisé des travaux en ce sens sur la fin du contrat (2014/2015), avec l'appui financier de la Région Rhône Alpes, de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et des pêcheurs (FDAAPPMA69 et FNPF).

Malgré l'importante littérature française et internationale (FRIBERG *et al.*, 2014 ; DOYLE *et al.*, 2005; SOUCHON et MALAVOI, 2012 ; VAN LOOY, TORMOS et SOUCHON, 2014 ; BURROUGHHS *et al.*, 2010...) sur l'impact des seuils et les effets de leur démantèlement, ces opérations font encore l'objet de controverses principalement portées par des acteurs issus des domaines de la petite hydroélectricité et de la défense du patrimoine bâti (demande de moratoire sur la continuité écologique : OCE ; recours juridiques contre ce projet...). DOYLE *et al.* (2005) concluent sur la difficulté de généraliser l'effet de ce type de travaux compte tenu de l'influence des facteurs locaux (qualité de l'eau, faune aquatique, type d'ouvrage) ; il est donc indispensable d'adapter localement les protocoles de suivi de ce genre d'action pour apprécier les résultats obtenus.

Le présent rapport constitue un état des lieux un à deux ans après les travaux sur les seuils. La restauration de la ripisylve mettant plus de temps à entraîner des effets (ORZETTI *et al.*, 2010 *in* SOUCHON, 2012), cette opération est suivie à une fréquence plus faible.

1. CONTEXTE

1.1 Objet et limites de l'étude

Les objectifs de l'étude sont multiples :

- Evaluer l'efficacité de travaux de démantèlement de seuils d'ampleurs différentes. Les premiers ouvrages traités (en 2014) ont fait l'objet d'une suppression partielle afin de laisser la rivière modeler son lit progressivement. Les travaux réalisés en 2015 ont été un peu plus lourds afin de supprimer totalement les obstacles. Il est donc intéressant de pouvoir suivre l'efficacité des travaux légers et de les comparer avec des opérations plus « lourdes ».
- Disposer d'éléments scientifiques à destination des pêcheurs et des élus sur les effets des opérations de restauration menées localement sur les habitats, la faune aquatique (poissons, invertébrés), la thermie, les berges, les ouvrages d'arts etc...

Cette étude se limitera à l'analyse des effets locaux de l'effacement de l'ouvrage dans l'emprise de l'ex-retenu.

Les différents auteurs soulignent des effets temporaires et pour la plupart limités à l'aval des ouvrages: émission de matières en suspension, colmatage, sur-alluvionnement, augmentation des processus érosifs latéraux, augmentation de la fréquence des débordements (DOYLE, STANLEY et HARBOR, 2003 ; BURROUGHS *et al.*, 2009, MALAVOI et SALGUES, 2011). D'autres suivis réalisés dans le département du Rhône (GACON, 2012 ; GACON, 2016) ont mis en évidence des réponses hétérogènes en fonction de l'état morphologique des cours d'eau en aval. Certains cours d'eau ont peu évolué alors que d'autres ont vu leurs habitats se diversifier grâce à l'activation des phénomènes d'érosion/dépôt initiés par l'apport de sédiments. L'aval des seuils pouvant donc subir des effets variables et parfois uniquement à court terme (émission de matières en suspension, colmatage), n'a donc pas été suivi.

L'impact de l'effacement des ouvrages sur la qualité de l'eau est moins documenté met en jeu des processus physico-chimiques complexes, influencés par les conditions hydrologiques et la saison (consommation des végétaux, cycles agricoles) et qui peuvent mettre plusieurs années à se stabiliser (ORAISSON, SOUCHON, VAN LOOY, 2011 ; MALAVOI et SALGUES, 2011). Sur les ouvrages considérés, l'effet individuel sur ces paramètres peut donc être difficile à évaluer. Ainsi, cet indicateur n'a pas été retenu dans cette étude.

Un bureau d'étude américain, SHAW Environmental (2006, *in* MALAVOI et SALGUES, 2011) a réalisé une étude en Alaska sur l'effet de l'effacement de différents seuils sur le niveau de la nappe alluviale. Quelle que soit la conductivité hydraulique de l'aquifère, le niveau de la nappe diminue après l'effacement de l'ouvrage. Cet effet est toutefois très limité puisqu'aucun changement n'a été observé 150m à l'amont comme à l'aval des ouvrages.

L'aspect social et paysager est largement pris en compte dans les études préalables mais l'est très peu dans les suivis. Ces approches nécessitent des techniques différentes issues des sciences sociales qui ne rentrent pas dans notre domaine de compétence ni dans celles de la plupart des scientifiques qui travaillent sur ces questions.

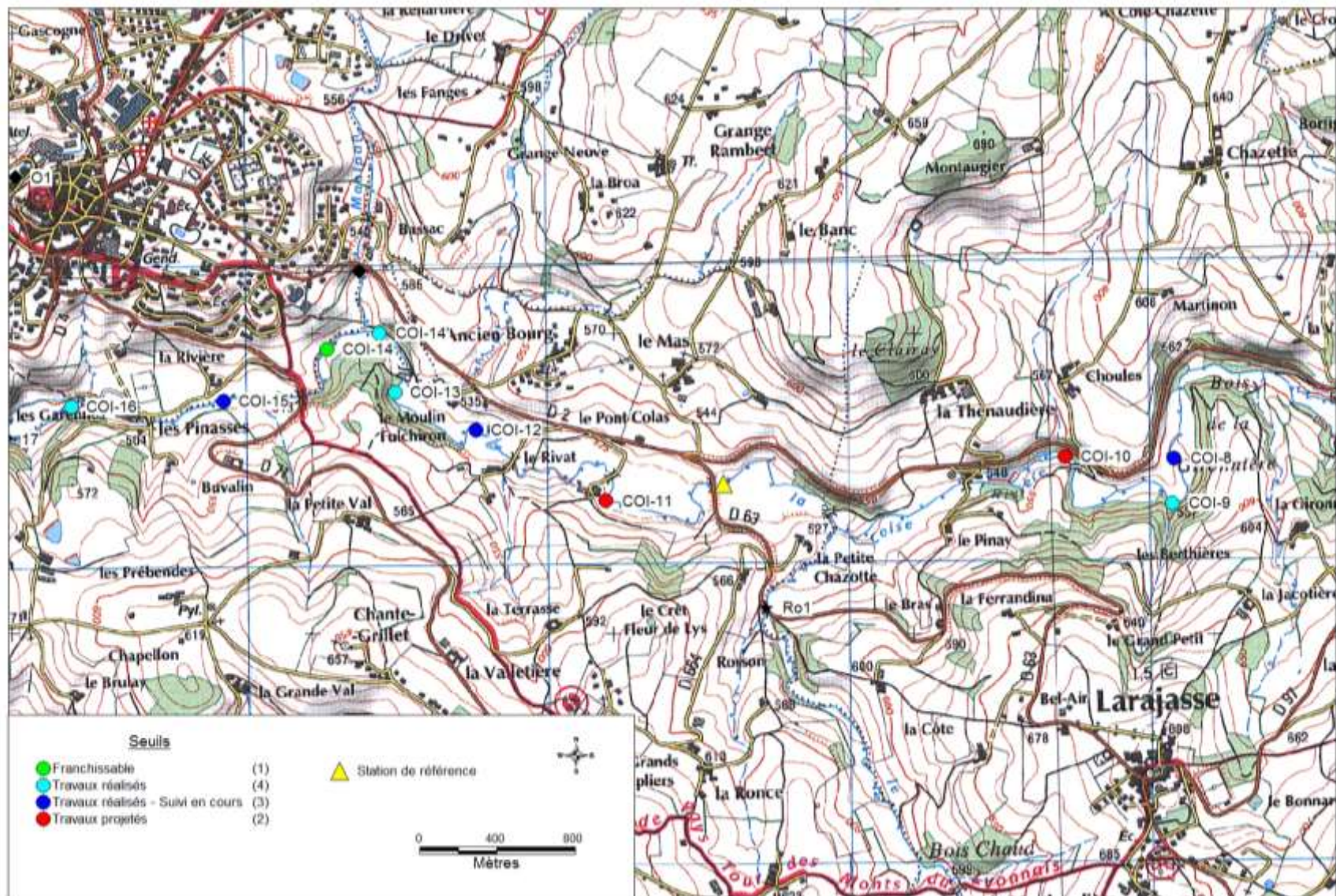


Figure 1 Localisation des sites concernés par cette étude

1.2 Caractérisation des secteurs suivis

Les travaux d'effacement des seuils ont lieu sur la Coise moyenne entre le Nézel et Saint Symphorien sur Coise. La rivière, large de 5 à 15m, s'écoule dans un fond de vallée agricole prairial. Le niveau de perturbation de la qualité de l'eau est jugé moyen sur ce secteur (GREBE, 2006 *in* GRES et GACON, 2013). Les concentrations en nitrates et en phosphates toujours assez importantes facilitent l'eutrophisation. Notons des pollutions en nitrites et ammonium, toxiques pour la faune piscicole (GRES et GACON, 2013). Les conditions thermiques relativement préservées au Nézel se dégradent progressivement vers l'aval malgré une ripisylve, certes étroite mais présente sur tout le linéaire.

Les peuplements piscicoles sont jugés de qualité médiocre à mauvaise par l'Indice Poisson Rivière (norme AFNOR NF T90-344) et sont dominés par des espèces peu sensibles à la dégradation de la qualité de l'eau, thermophiles et à forte flexibilité d'habitat comme le chevesne et le goujon. La truite fario est anormalement peu présente avec des densités et des biomasses jugées très faibles (référentiel CSP DR6).

Ce secteur présente une particularité par rapport à ses voisins (Brévenne-Turdine, Gier). Les villages et les voiries se sont principalement construits et développés à l'écart des fonds de vallées préservant ainsi la morphologie de la Coise dont le style en méandres figure parmi les plus naturels du département du Rhône.

De nombreux ouvrages ont cependant été construits pour alimenter les moulins ou irriguer les prairies. Sur la Coise entre le pont français et la RD 63 (route de Larajasse), 9 ouvrages pour 4.4 km soit 2.05 ouvrages / km avaient été recensés en 2012 (GRES et GACON, 2013). Avec une pente moyenne du secteur à 0.9%, le remous hydraulique cumulé atteignait 1580ml soit 36% du linéaire. L'étude génétique menée par la Fédération de Pêche du Rhône entre 2006 et 2012 (FAURE, 2012) montre que la Coise possède des affluents déconnectés de son cours. Le Rieu, le Darde Coise, le Pêcher ainsi que la tête de la Coise elle-même hébergent des populations peu diversifiées par rapport au chenal principal. Chaque ruisseau paraît avoir de l'influence sur le tronçon de Coise dans lequel il se jette (signe de l'importance des affluents pour les peuplements de la Coise) et la diversité allélique augmente donc nettement vers l'aval. La multitude de seuils en travers de cette rivière limite très nettement les échanges aval-amont.

Au niveau réglementaire, « la Coise de la confluence avec le Rieu jusqu'à la celle avec le Couzon » est classée en liste 1 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement suite à l'arrêté du Préfet coordonnateur de bassin du 10 juillet 2012. Sur ce secteur (de la confluence avec le ruisseau des Reculées à celle avec le ruisseau d'Orzon) la Coise est également classée réservoir biologique par le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021.

1.3 Présentation des ouvrages suivis

1.3.1 Seuil de Choules (seuil n°8)

Le seuil d'une largeur de 16.2m en crête sur 15m de longueur alimentait un bief en rive droite permettant probablement d'irriguer les prairies. Il était bétonné en surface sur 3.9 mètres de large et 4.1 mètres de long, le reste étant constitué de blocs assemblés et ponctuellement jointés. La hauteur de chute totale a été évaluée à 2 mètres dont 1.3m au niveau de la rampe bétonnée (pente proche de 25%). Selon le classement du protocole ICE (BAUDOIN *et al.*, 2014), l'obstacle était classé 0 c'est-à-dire qu'il constituait une barrière infranchissable pour les espèces-cibles présentes et constituait un obstacle total à leur migration (même en considérant l'obstacle comme une rampe en enrochement).

Cette chute de 2m de hauteur dans une zone à faible pente (0.87%) entraînait la formation d'un remous hydraulique très important. Ceci est décrit dans la bibliographie comme l'effet « retenue » (MALAVOI, 2003).

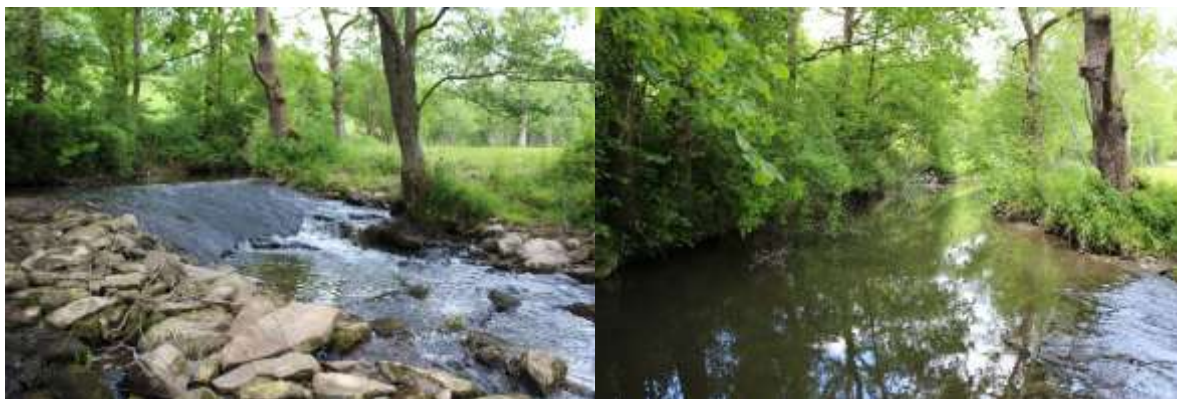


Figure 2: Seuil de Choules avant travaux (23/05/2014)

Une planche de photographies est fournie en annexe.

1.3.2 Seuil de Rivat (seuil n°12)

Le seuil de Rivat présentait une crête en béton de 25 mètres de large et un dénivelé total de 1.9 mètres. Le bétonnage de l'ouvrage avait accentué la chute aval, réduit l'épaisseur de la lame d'eau et accéléré les vitesses sur le parement. Selon le protocole ICE (BAUDOIN *et al.*, 2014), l'obstacle était donc classé 0 c'est-à-dire qu'il constituait une barrière infranchissable pour les espèces-cibles présentes et constituait un obstacle total à leur migration.

Compte tenu de la faible pente (0.75%) et de la hauteur de chute, le calage de la ligne d'eau à l'amont du seuil s'étendait sur près de 250m et remontait au-delà du franchissement de la petite route qui dessert le hameau du Rivat.



Figure 3 : Seuil de Rivat avant travaux (23/05/2014)

1.3.3 Seuil des Rivières (seuil n°15)

Cet ouvrage de 33 mètres de large en crête était le plus dégradé des 3. Les écoulements même à l'étiage s'étalaient sur toute la largeur de l'ouvrage. Le plus fort débit était toutefois concentré sur le bras rive gauche de 11 mètres de large et de 16 mètres de long constitué d'un plan incliné en pierres plus ou moins maçonnées. La pente moyenne du seuil en rive gauche était de 10% avec un pic à 11.5% sur les 5 derniers mètres. Le dénivelé total de l'ouvrage atteignait 1.6m. La partie centrale présentait une brèche importante. Un îlot sépare toujours le bras situé en rive droite plus étroit et plus court qui s'écoule au pied de la voirie avec une pente similaire à la rive opposée.

La partie amont de l'ouvrage avec une pente forte et une rugosité faible accélérât les vitesses d'écoulement et réduisait l'épaisseur de la lame d'eau (quelques centimètres). Au niveau de la brèche, malgré une fosse d'appel conséquente (40-60 cm), la hauteur de chute de 70cm

bloquait la circulation piscicole en conditions normales. Selon le protocole ICE (BAUDOIN *et al.*, 2014), l'obstacle était donc classé 0 pour les espèces « non sauteuses » (loche franche, vairon, goujon, chevaine) c'est-à-dire qu'il constituait une barrière infranchissable pour les espèces-cibles présentes et constituait un obstacle total à leur migration. Pour la truite, l'ouvrage était classé 0.33 c'est-à-dire qu'il constituait un obstacle infranchissable une grande partie du temps (hors hautes eaux) et/ou pour une partie très significative de la population (hors très gros individus).

Une planche de photographies est fournie en annexe.



Figure 4: Seuil des Rivières avant travaux (23/05/2014)

1.4 Présentation synthétique des travaux réalisés par le SIMA Coise

Le SIMA Coise a réalisé les travaux sur les seuils en 2 phases :

- La première, réalisée en 2014, s'est concentrée sur les seuils les plus en aval : les Rivières (15) et les Pinasses (16). Les interventions ont permis de déstructurer partiellement les ouvrages en créant des brèches sur une partie de la hauteur et de la largeur de l'ouvrage.
- La deuxième, réalisée en 2015, a permis de travailler sur les ouvrages de Choules (8 et 9), celui du Rivat (12), de Moulin Fulchiron (13) et du Gourd des dames (14'). Les interventions, plus lourdes, ont permis de démonter complètement les ouvrages, de repositionner des blocs dans le lit vif et de retirer les déchets (béton, métaux) présents. Notons qu'une partie de l'ouvrage de Choules amont (8) a été conservée en extrados de méandre afin de constituer un épi pour protéger la berge de l'érosion. Dans le même objectif, des blocs issus du seuil ont été accumulés sur la berge rive droite lors des travaux.

Dans un deuxième temps, des travaux forestiers ont permis de réaliser des abattages préventifs pour les arbres perchés et/ou penchés qui auraient pu être déstabilisés. Sur le seuil du Rivat, notons que les propriétaires ont réalisé des abattages complémentaires non concertés qui ont réduit l'ombrage.



Figure 5: Ouverture d'une brèche sur le seuil des Rivières à gauche (27/08/2014) et suppression complète du seuil de Moulin Fulchiron à droite (8/07/2015)

2. MATERIEL ET METHODES

La méthodologie retenue est inspirée du document « Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau » (NAVARRO L., PERESS J. et MALAVOI J.R, 2012). L'objectif est d'évaluer la réaction du milieu suite aux travaux sur un plan biologique (initialement uniquement piscicole), morphologique, et physico-chimique (thermie).

Les courriers adressés par les défenseurs de moulins, qui mettent en avant des arguments sur l'impact supposé négatif des effacements de seuils sur les invertébrés, ont donné lieu à des interrogations de la part des élus. La FDAAPPMA 69 et le SIMA Coise ont donc jugé opportun de compléter (en 2016) le programme de suivi des effacements de seuils par un zoom spécifique sur ce compartiment.

2.1 Choix des stations de suivi sur la Coise

Afin d'obtenir une image représentative des travaux réalisés et d'alléger au maximum l'étude, seulement trois des six seuils qui font l'objet de travaux seront suivis. L'objectif est de retenir 1 ouvrage pour chacune des 3 zones de travaux (seuils 15/16, 12/13, 8/9). Le choix définitif des ouvrages a été réalisé avec les différents partenaires : AAPPMA, ONEMA¹ et SIMA Coise. Ainsi, seuls les seuils 15 (Les Rivières), 12 (Rivat) et 8 (Choules) feront l'objet d'un suivi précis.

Les données feront l'objet d'une analyse diachronique. Toutefois, la faune aquatique étant sensible aux variations naturelles de l'hydrologie et de la météorologie, des stations témoins et/ou de référence ont été retenues. La station de référence (suivi piscicole et invertébrés) se situe au milieu de la zone de travaux en amont du pont de la RD 63 au lieu-dit Pont Colas. Ce secteur ne fait l'objet d'aucune perturbation physique majeure et n'est pas sous l'influence directe d'un seuil. Une station témoin située 500 mètres en aval au niveau du seuil de Pont Colas (seuil n°11, actuellement maintenu) a également été intégrée en 2016 dans le cadre des suivis invertébrés

¹ Actuelle Agence Française pour la Biodiversité

2.2 Contenu des suivis

2.2.1 Expertise visuelle technique

Cette expertise visera à évaluer :

- l'évolution des caractéristiques des ouvrages (largeur, hauteur de chute, largeur de la lame d'eau....) et de leur franchissabilité sur la base des critères définis par le protocole d'Information sur la Continuité Ecologique (ICE, BAUDOIN *et al.*, 2014),
- l'impact sur la ripisylve et sur les aménagements existants (buses, ponts...),
- le développement des phénomènes érosifs en amont des seuils.

Les groupes espèces retenus pour évaluer la franchissabilité des ouvrages sont issus des pêches électriques réalisées dans le cadre de cette étude et sont les mêmes sur l'ensemble des ouvrages.

Espèce	Groupe espèce	Espèce	Groupe espèce
Chevaîne (<i>Squalius cephalus</i>)	7a	Truite fario [15-30cm] (<i>Salmo trutta</i>)	4b
Goujons (<i>Gobio sp.</i>)	9b	Vairons (<i>Phoxinus sp.</i>)	10
Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>)	9b		

Figure 6: Espèces et groupes espèces retenus dans le cadre de l'analyse de la franchissabilité selon la méthode ICE

2.2.2 Suivi thermique

La température de l'eau doit être finement étudiée pour comprendre la répartition des espèces piscicoles. Celle-ci joue en effet un rôle fondamental sur la dynamique des populations puisque chaque espèce et chaque stade de développement (œufs, larves, juvéniles, adultes) possède un optimum thermique propre (BISHAI, 1960 ; HOKANSON *et al.*, 1973 ; EDSALL et ROTTIERS, 1976 ; CASSELMAN, 1978 in FAURE et GRES, 2008).

L'objectif est donc d'évaluer l'effet des travaux sur :

- La thermie estivale qui constitue un facteur limitant important pour les peuplements piscicoles et le réchauffement étant favorisé par l'effet cumulatif des retenues des seuils et de l'absence de ripisylve.
- La thermie hivernale. Ce même effet thermique cumulatif peut entraîner un refroidissement hivernal plus marqué du cours d'eau et retarder le développement embryo-larvaire de la truite fario.

Paramètre	Détail	Indications
T°max absolue	Température maximale instantanée	Facteur limitant à court terme la survie des espèces sensibles
Tmax jour	Température maximale journalière	Paramètre influençant l'activité physiologique individuelle des espèces sensibles
Tmax 30	Moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds	Utilisé dans la détermination du niveau typologique
Tmoy 30	Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	Paramètre influençant les populations de truite fario à long terme
Amplitude max 30	Amplitude maximale sur les 30 jours consécutifs les plus chauds	Les variations rapides de la température limitent les capacités d'adaptation des peuplements piscicoles
PKD/MRP	Nombre maximal d'heures consécutives à plus de 15°C	Risque de développement de la maladie rhénale proliférative
Nbre de jours embryo-larvaire	Durée de vie sous graviers des juvéniles	Indicateur de refroidissement hivernal cause de retards de développement

Figure 7: Métriques thermiques étudiées

Six thermographes enregistreurs en continu (marque ProSensor, modèle HOB0 U22 Pro v2) ont été utilisés pour suivre l'évolution de la température de l'eau sur toute la durée de l'étude. Ces thermographes encadrent les trois couples de seuils.

Ceux-ci ont été placés sous un couvert boisé et dans des zones profondes de façon à ne pas être exondés durant l'étiage. Les thermo-enregistreurs sont programmés pour enregistrer la température de l'eau toutes les heures. Une phase de validation permettra de s'affranchir d'éventuelles valeurs incorrectes causées par un dysfonctionnement, une mise hors d'eau ou un ensablement de la sonde.

Sensibilité salmonicole :

La truite, espèce repère des cours d'eau étudiés, a des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre. Pour cette espèce sténotherme d'eau froide, les dangers sont liés essentiellement à une élévation des températures estivales :

- Le préférendum thermique de la truite s'étend de 4 à 19°C, (ELLIOT, 1975, ELLIOT et CRISP, 1996 *in* INTERREG III, 2006). Au-delà, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique
- A partir de 25°C, le seuil léthal est atteint (ELLIOT, 1981 ; VARLET, 1967, ALABASTER et LLYOD, 1980, CRISP, 1986 *in* INTERREG III, 2006) (ce seuil peut être inférieur si la qualité d'eau est altérée).
- Au-delà de l'échelle individuelle, les valeurs influençant la réponse globale à long terme des populations de truite commune en milieu naturel sont à évaluer sur des périodes plus longues. Cet aspect est actuellement communément approché *via* le calcul de la moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tmoy30). Sur cette base la limite des 17.5-18°C influencerait en particulier le stade truitelle de l'année ou 0+ (mécanismes de mortalité, alimentation, croissance ; ELLIOT, 1995, ELLIOT et HURLEY, 1998, BARAN *et al.*, 1999, BARAN et DELACOSTE, 2005, *in* FAURE et GRES, 2008). A partir de ce seuil, le rendement énergétique est défavorable et l'énergie apportée par l'alimentation est plus faible que celle utilisée pour la capture des proies. Ce phénomène induit un amaigrissement des individus donc des mortalités progressives, continues et des dévalaisons potentielles vers des milieux encore moins favorables. Les poissons plus âgés (1+, 2+ et au-delà) seraient plus robustes et résilients vis-à-vis de la thermie en raison de la relation inversement proportionnelle entre la sensibilité au réchauffement du poisson et son rapport taille/surface.

Conditions thermiques potentiellement favorables au développement de la MRP ou PKD (DUMOUTIER, VIGIER et CAUDRON, 2010) :

La Maladie Rénale Proliférative (MRP) ou Proliferative Kidney Disease (PKD), est une maladie infectieuse touchant préférentiellement les truites (*Salmo trutta* et *Oncorhynchus mykiss*) et d'autres salmonidés. Elle provoque, chez les sujets atteints, une importante hypertrophie des reins et éventuellement du foie et de la rate qui peut entraîner des taux de mortalité relativement importants notamment chez les juvéniles. L'agent infectieux est un parasite nommé *Tetracapsula bryosalmonae* (CANNING *et al.*, 1999 *in* INTERREG III A, 2006) qui utilise comme hôte intermédiaire des bryozoaires (ANDERSON *et al.*, 1999 *in* INTERREG III A, 2006). La température de l'eau joue un rôle important dans le cycle de développement de ce parasite qui se propage dans le milieu naturel lorsque celle-ci atteint 9°C (GAY *et al.*, 2001 *in* INTERREG III A, 2006). Des études en milieu contrôlé (DE KINKELIN et GAY, 2000 *in* DUMOUTIER, VIGIER et CAUDRON, 2010) ont montré qu'à partir d'une durée de 2 semaines consécutives à un minimum de 15°C, des sujets de truite arc en ciel étaient infectés.

Le paramètre retenu pour évaluer le risque de MRP est le nombre d'heures maximales consécutives durant lesquelles les températures instantanées restent supérieures ou égales à 15°C. En effet, si la valeur approche ou dépasse 360 heures (=15 jours consécutifs) le parasite peut potentiellement infecter les salmonidés s'il est présent dans les bryozoaires.

Conditions thermiques au cours de la phase de vie embryo-larvaire (intra-graviers) (DUMOUTIER *et al.*, 2010)

Toutes les variables de cette catégorie sont calculées uniquement sur les données thermiques comprises dans la période de vie sous-graviers de la fécondation à l'émergence. Cette période court à partir de la date médiane de ponte (D50 ponte) jusqu'à la date médiane d'émergence (D50 émergence) calculée en utilisant les valeurs de température mesurées et la formule établie par CRISP (1988). La date médiane de ponte est définie comme la date à laquelle 50% des frayères totales sont creusées par les géniteurs.

Dans le département du Rhône, des recensements quotidiens de frayères sur le Furon et le Garon (JULLIN et FAURE, 2010) pendant la période de reproduction ont permis d'estimer que le 15 décembre correspondait à une date médiane de ponte moyenne (cf. figure ci-dessous). Cette date correspond à celle identifiée sur plusieurs sites en Haute Savoie (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 1988 et 2003 ; CAUDRON *et al.*, 2002 *in* DUMOUTIER *et al.*, 2010).

Une fois la durée de vie embryo-larvaire évaluée, les conditions thermiques pendant cette phase ont été étudiées précisément. Ainsi, la durée en heures des séquences maximales où la température était supérieure à 12°C ou inférieure à 1°C a été recherchée. En effet, ces valeurs peuvent être considérées comme les limites de la plage de développement optimal pour les œufs et les embryons (JUNGWIRTH et WUNKLER, 1984 ; CRISP, 1996 *in* INTERREG IIIA, 2006).

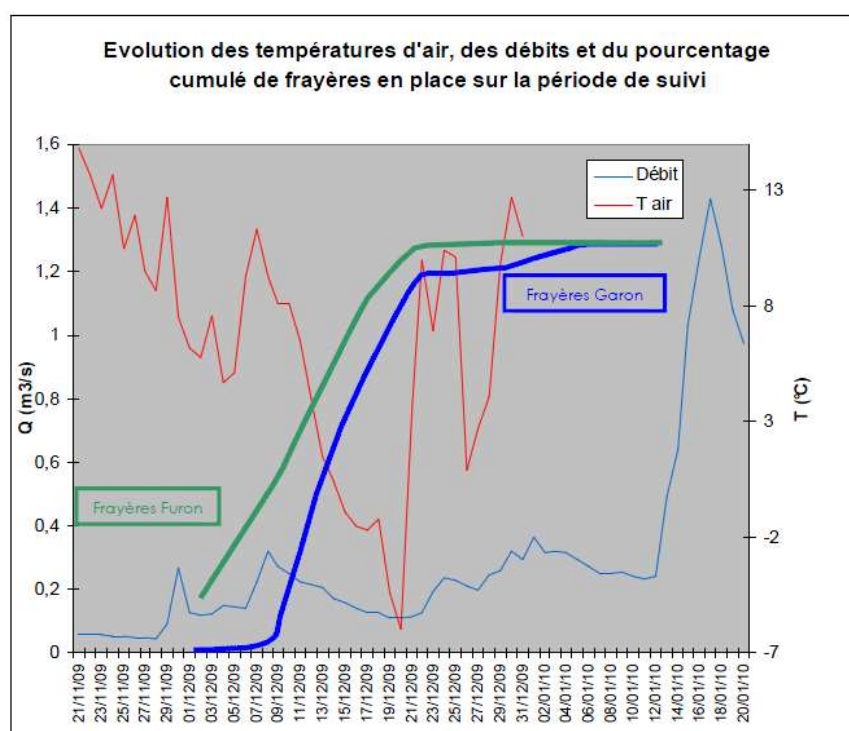


Figure 8: Pourcentage cumulés de frayères observées sur le Garon et le Furon, comparé à l'évolution des débits (station de Craponne, BV Yzeron, source Banque Hydro) et des températures d'air (Station Lyon St Exupéry, source Météo France) (JULLIN et FAURE, 2010)

La macro Excel d'aide au calcul de variables thermiques (DUMOUTIER *et al.*, 2010) permet de définir les variables suivantes :

- Nombre de jours d'incubation (Nbj Incubation), correspondant au temps nécessaire pour que 50% des frayères atteignent 100% du développement des œufs de la fécondation à l'éclosion.
- Date médiane d'éclosion (D50 Eclosion), estimation de la date (à partir de la formule précédente) à laquelle 50% des frayères ont atteint un taux de développement de 100% jusqu'au stade éclosion.
- Nombre de jours de résorption (Nbj résorption), estimation du nombre de jours nécessaire pour que 50% des frayères atteignent 100% du développement des larves de l'éclosion des œufs à l'émergence des alevins.
- Nombre total de jours de la phase de vie Embryo-Larvaire (PEL) (Nbre de jours embryo-larvaire), estimation du nombre total de jours nécessaire pour que 50% des frayères atteignent 100% du développement embryo-larvaire total de la fécondation des ovules à l'émergence des alevins.

2.3 Inventaires piscicoles

Les effets des ouvrages transversaux sur les poissons sont parmi les mieux documentés (SOUCHON et MALAVOI, 2012). Ce compartiment est en effet intéressant car il est influencé par les conditions locales d'habitat et par les obstacles qui limitent les déplacements nécessaires à la viabilité des peuplements piscicoles (accès aux zones refuges ou de reproduction, brassage génétique).

Les inventaires piscicoles sont réalisés selon la méthode de pêche électrique par épuisement (DE LURY, 1951) à l'aide de deux anodes et d'un groupe électrogène fixe (FEG 5000 de marque EFKO).

La longueur des stations correspond au minimum à une séquence des principaux faciès d'écoulement (radier, plat mouille si possible) ou 10 à 20 fois la largeur moyenne.

Tous les poissons capturés sont identifiés, mesurés et pesés (individuellement ou en lots pour les petites espèces à forts effectifs) après anesthésie à l'Eugénol 10%. Les poissons sont ensuite tous remis à l'eau sauf les espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques (article R432-5 du code de l'environnement).

Les données de densité et de biomasse estimées sont calculées à l'aide de la méthode de CARLE et STRUB (1978). Sur chaque station, un diagnostic est établi au travers de l'Indice Poisson Rivière (BELLIARD et ROSET, 2006) normalisé AFNOR (NF T90-344) mais également au niveau de chaque espèce en analysant leurs exigences écologiques, leurs abondances respectives et leurs histogrammes de taille. Les classes d'abondances théoriques selon le niveau typologique de la station (VERNEAUX, 1976) sont également comparées aux classes observées dans les inventaires (DEGIORGI et RAYMOND, 2000).

Les résultats détaillés sont fournis en annexes sous forme de fiches.

2.4 Suivi invertébrés

Méthode de prélèvement

Les prélèvements ont été réalisés en application de la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007. Ce protocole normalisé (NF T90-333 – AFNOR, 2016) est également utilisé dans le cadre des réseaux de suivi DCE. Les stations s'étendent sur 6 à 18 fois la largeur de pleins bords.

Ce protocole préconise un plan d'échantillonnage représentatif de la diversité morphologique de la station avec 12 prélèvements dont 8 caractérisant les habitats dominants et 4 les habitats marginaux. Ce plan d'échantillonnage est basé sur une description semi-quantitative des habitats (hauteur, substrat, vitesse).

Travail de laboratoire

Le travail de laboratoire a été réalisé selon la norme expérimentale XP T90-388 (AFNOR, 2010). Les prétraitements effectués et les grossissements utilisés figurent en annexe. La détermination est réalisée à l'aide du guide de TACHET *et al.* (2000) et du site internet PERLA (<http://www.perla.developpement-durable.gouv.fr/>). Afin de garantir la qualité des résultats produits, les taxons les moins fréquents ont été vérifiés par le bureau d'étude ASCONIT.

Indices de synthèse

Les résultats seront analysés selon l'**Indice Biologique Global Normalisé** (IBGN - norme NF T 90-350 – AFNOR, 2004) qui prend en compte le groupe faunistique indicateur et la diversité taxonomique. Cette note correspond à une classe de qualité pour une hydroécocorégion donnée (cf. Arrêté du 25/01/10 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique).

La robustesse est calculée en ôtant le premier taxon indicateur et en prenant en compte le deuxième dans le calcul de l'indice. L'écart entre la note IBGN et la robustesse permet d'apprécier la fiabilité de cette note qui peut être influencée par des dérives d'invertébrés ou des présences ponctuelles liées à des conditions climatiques annuelles particulièrement favorables.

Hydroécocorégion Massif Central Sud	
Classe de qualité	Note IBGN
Excellente	> 18
Bonne	[15 - 18[
Moyenne	[11 - 15[
Médiocre	[6 - 11[
Mauvaise	< 6

Figure 9 : Limite des classes de qualité IBGN pour l'hydroécocorégion Massif Central Sud (Arrêté du 25/01/2010)

Des relations significatives ont été mises en évidence entre la morphologie des cours d'eau (densité d'ouvrages, travaux de restauration) et les métriques relatives aux traits biologiques des espèces (VAN LOOY, TORMOS et SOUCHON, 2014 ; VIGIER et CAUDRON, 2011), la structure des peuplements d'invertébrés, leur abondance et leur diversité (VIGIER et CAUDRON, 2011 ; FRIEBERG *et al.*, 1998 ; MILLER, BUDY et SCHMIDT, 2010 ; ORZETTI *et al.*, 2010 in SOUCHON, 2012).

Les évolutions observées localement seront comparées à celles des suivis post-restauration français (VIGIER et CAUDRON, 2011 ; VAN LOOY, TORMOS et SOUCHON, 2014) et internationaux (FRIBERG *et al.*, 1998 ; HANSEN et HAYES, 2011 ; STANLEY *et al.*, 2002 in SOUCHON et MALAVOI, 2012 ; MALONEY, 2008 in MALAVOI et SALGUES, 2011...).

L'affinité à la matière organique (TACHET *et al.*, 2000) ou la résistance aux contaminations métalliques (LASCOMBE, 1987 in AFNOR, 2006) pourra également permettre d'évaluer l'effet des effacements sur ces polluants.

Sur la base de ces publications plusieurs métriques ont donc été étudiées :

Métriques	Méthode de calcul
Indice de Shannon	$H' = \sum p_i \times \log_2 p_i$ avec p_i = abondance relative de chaque taxon
Proportion de taxons sensibles aux pollutions métalliques	Taxons pris en compte: <i>Leptophlebiidae</i> - <i>Ephemeridae</i> - <i>Heptageniidae</i> - <i>Ephemerellidae</i> - <i>Caenidae</i> - Mollusques - Gammare (LASCOMBE, 1987 in AFNOR, 2006)
Diversité taxonomique	Au niveau de détermination le plus faible obtenu
Densité	Abondance totale par échantillonnage
Diversité EPT (Ephemeroptères-Plécoptères-Trichoptères)	Diversité taxonomiques des 3 ordres
Analyse des traits fonctionnels	Calculé sur la base des traits écologiques donnés par le guide Invertébrés d'eau douce - systématique, biologie, écologie (TACHET <i>et al.</i> , 2000)
Proportion de taxons représentés par moins de 10 individus	

Figure 10: Métriques utilisées pour analyser les peuplements de macro-invertébrés benthiques

2.5 Suivi géomorphologique

Le suivi morphologique est réalisé sur la base du protocole CarHyCE (Caractérisation Hydromorphologique des Cours d'Eau ; BAUDOIN *et al.*, 2015). Celui-ci permet de suivre à la fois la granulométrie et les hauteurs d'eau, les faciès d'écoulement et la morphologie du lit et des berges. Ces mesures intègrent également un profil en long étendu pour évaluer plus précisément et à une plus large échelle les phénomènes d'incision/alluvionnement et la diversité du fond du lit.

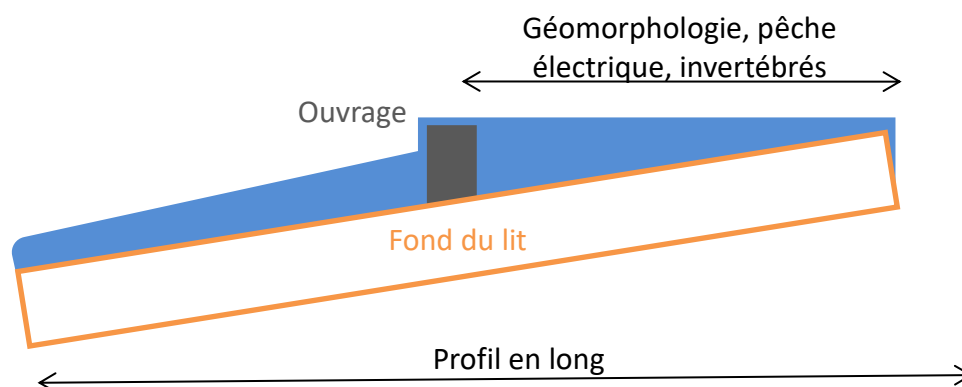


Figure 11: Localisation schématique des suivis sur les seuils

2.5.1 Recueil des données sur les transects

2.5.1.1 Caractéristiques des stations et des transects

La longueur de la station (L) est déterminée en fonction de la largeur de pleins bords. Ainsi $L = 14 \times$ largeur de pleins bords. L'objectif étant de suivre l'évolution de l'ancienne retenue, la limite aval a été définie en crête de l'ancien seuil. Les stations atteignent ainsi 134m à Choules, 148m à Rivat et 182m au seuil des Rivières.

Sur les 15 transects, sont relevés :

- la morphologie de pleins bords (largeur, hauteur),
- la largeur, la densité et la nature de la ripisylve,
- le faciès d'écoulement,
- les habitats en berges : blocs rocheux, chevelu racinaire, branchages...,
- les matériaux constitutifs des berges et les signes d'érosion.

Sur chaque transect, les points de mesures sont levés sur l'ensemble du lit de pleins bords tous les 1/7^{ème} de la largeur mouillée moyenne (l_{ev-m}). Pour les transects sur lesquels la partie exondée du lit de pleins bords sera importante, on aura donc un nombre de points plus élevé.

Sur chaque point de mesure sont relevés :

- la hauteur d'eau (ou la différence de niveau par rapport à la ligne d'eau pour les points exondés),
- la granulométrie selon l'échelle de Wentworth modifiée (BAUDOIN *et al.*, 2015),
- les « substrats » additionnels, c'est-à-dire les habitats aquatiques non minéraux caractéristiques : chevelu racinaire, végétation surplombante, débris ligneux...

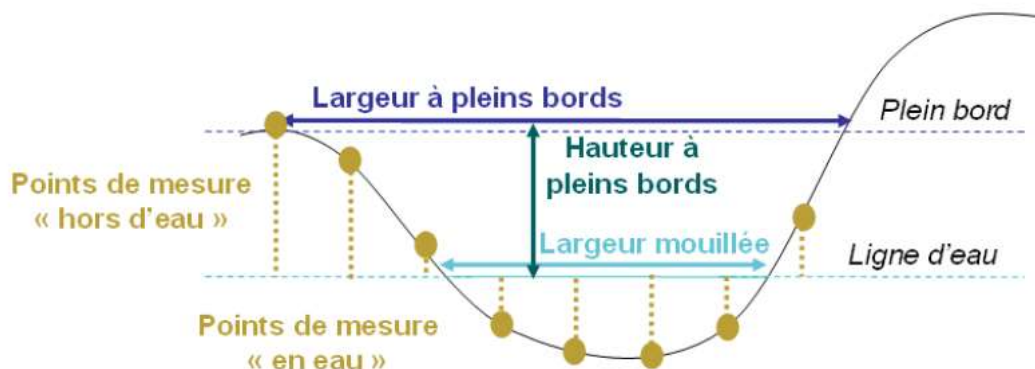


Figure 12: Géométrie du lit au niveau d'un transect (BAUDOIN *et al.*, 2015)

2.5.1.2 Géométrie du lit

Les relevés CarHyCE permettent donc de dresser 15 profils en travers évaluant la diversité des pentes et formes des berges ainsi que la géométrie de pleins bords. Les « altitudes » mesurées sont ainsi relatives à la hauteur d'eau de chaque transect.

En fonction des données disponibles, différentes métriques de référence sont extraites afin d'évaluer la diversité morphologique du lit et des berges et le comportement du cours d'eau en crue.

2.5.1 Profil en long

Le profil en long a été réalisé à l'aide d'une lunette de chantier (Leica NA724) et d'une mire. Les données sont présentées en topographie relative par rapport à un point de référence fixe (pont, route...). Un rattachement au nivellement général de la France n'est en effet pas nécessaire et engendrerait un surcout.

Selon les recommandations de la bibliographie (Agence de l'Eau Seine Normandie, 2007 ; Suivi morphologique de la Veyle – ONEMA, MALAVOI, com. pers.), le profil en long a été établi suivant le point le plus bas du profil en travers avec une densité de points au minimum égale à la largeur du lit, densifiée dans les zones à variations rapides de pente. Le profil en long concerne l'amont et l'aval de l'ouvrage afin d'évaluer les processus d'érosion régressive et d'alluvionnement.

	Choules	Rivat	Rivières
Longueur des stations (en m)	277	372	288

Figure 13: Longueur des stations concernées

2.5.2 Répartition des faciès d'écoulement

La cartographie linéaire des faciès d'écoulement est réalisée grâce à la clé de détermination des principaux faciès d'écoulement observables en rivière (MALAVOI et SOUCHON, 2002) par mesure des linéaires concernés au topofil ou au décamètre. Les faciès d'écoulement sont des macro-descripteurs des habitats aquatiques. Leur type et leur hétérogénéité sont une aide à l'interprétation de la biologie et un indicateur complémentaire de perturbation hydromorphologique.

	Choules	Rivat	Rivières
Longueur des stations (en m)	139	313	178

Figure 14: Longueur des stations concernées

2.6 Phasage

D'après les préconisations de l'ONEMA (NAVARRO, PERESS et MALAVOI, 2012), la composante temporelle doit être prise en compte et adaptée aux compartiments fonctionnels étudiés afin d'intégrer les temps de retour à un état stabilisé (calibrage naturel du lit mineur suite aux premières crues morphogènes, temps de recolonisation par la biologie, ...) et la variabilité naturelle de l'écosystème.

Afin de mesurer les effets des interventions de restauration, il apparaît nécessaire de disposer d'un état initial (avant travaux) pour les différents paramètres qui sont analysés par la suite (hydromorphologie, biologie, physico-chimie des eaux).

La bibliographie de référence (NAVARRO, PERESS et MALAVOI, 2012 ; Agence de l'eau Seine Normandie, 2007) préconise un état initial puis des campagnes immédiatement après les interventions et à $n + 3$ et $n+6$. Le suivi juste après travaux est difficile à caler en fonction du calendrier de chantier et des éventuels retards ou phasages (terrassements puis végétalisation) et n'a donc pas été réalisé. Afin d'évaluer la vitesse d'évolution des milieux nous avons toutefois intégré une campagne 1 an après travaux.

Les états initiaux pluri-annuels sont également difficiles à mettre en œuvre car cela impose d'anticiper la réalisation des projets et l'ampleur des travaux. Les exemples de projets retardés ou avortés pour des questions foncières, financières, techniques ou administratives ne manquent pas (seuil LAFARGE sur la Brévenne, restauration du secteur de la Rochette sur la Brévenne, seuil du pont métallique sur le Torranchin...). L'état initial n'a donc été réalisé que sur une seule campagne 2 mois avant les premiers travaux.

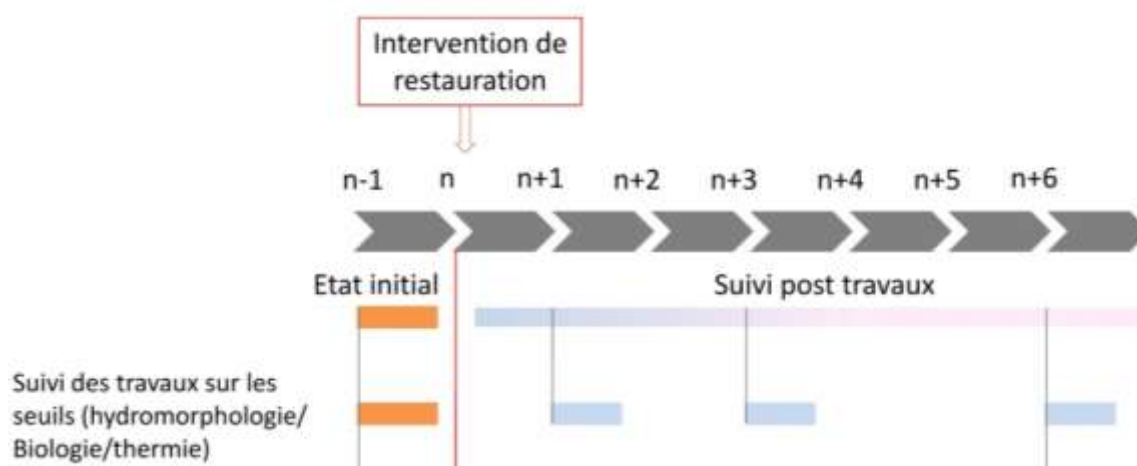


Figure 15: Phasage des suivis

2.7 Conditions d'échantillonnage

Les relevés ont eu lieu aux dates suivantes :

	Suivi thermique	Suivi piscicole	Suivi géomorphologique			Suivi invertébrés	
			Profil type "CARHYCE"	Faciès	Levés topographiques	Prélèvement	Détermination
Référence - Pont Colas RD	Juin 2015 à octobre 2016	05/07/2016	Sans objet	Sans objet	Sans objet	11/08/2016	03/01/2017
Choules		06/07/2016	11/08/2016	11/08/2016	09/08/2016	11/08/2016	09/01/2017
Rivat		06/07/2016	08/08/2016	08/08/2016	04/08/2016	12/08/2016	04/01/2017
Les Rivières		05/07/2016	03/08/2016	03/08/2016	03/08/2016	12/08/2016	10/01/2017
Témoin - Pont Colas Seuil		Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	12/08/2016	05/01/2017

Figure 16: Planning de réalisation des campagnes de terrain

Les différentes campagnes ont eu lieu en basses eaux. Ceci favorise la précision de lecture des substrats et des faciès et permet de cibler les périodes limitantes en termes d'habitat. Les campagnes de pêche électrique ont toutefois eu lieu avec une hydrologie proche des valeurs médianes de la période après une hausse des débits limitée (2 fois le module) mais suffisante pour apporter une turbidité pouvant réduire l'efficacité de capture.

Si on compare les débits journaliers des deux campagnes de terrain « CARHYCE » avant et après travaux, on remarque que les derniers relevés ont été effectués avec un débit deux fois plus faible.

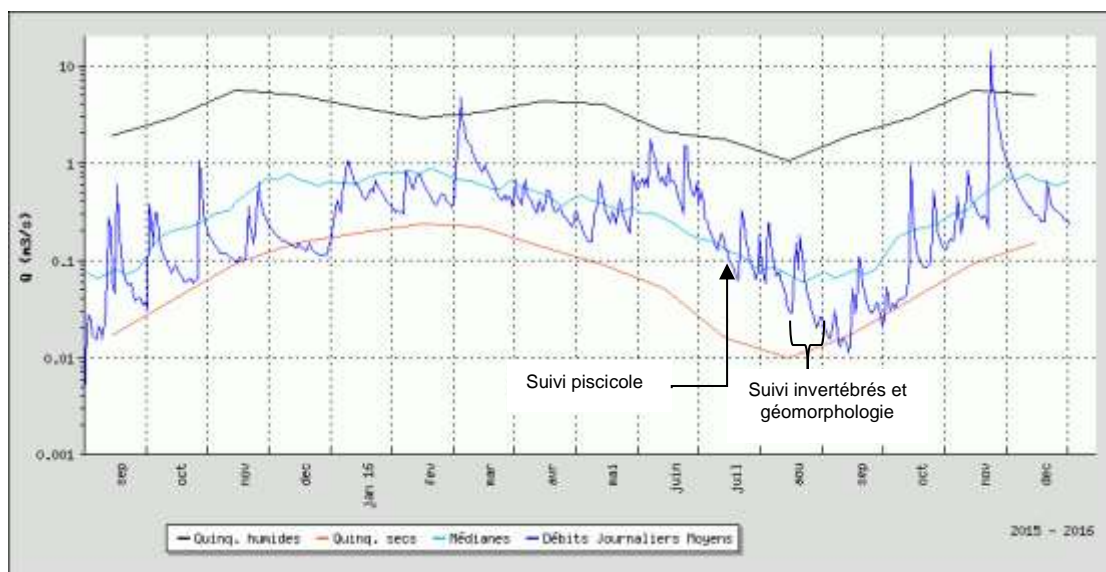


Figure 17: Evolution du débit de la Coise au Nézel sur la période d'étude (Source : Banque Hydro)

2.8 Contexte météorologique et hydrologique

Aucune crue significative n'a été observée entre les travaux et nos campagnes de suivi. Le débit le plus important (novembre 2014) a légèrement dépassé la crue journalière de fréquence biennale mais n'a influencé que les ouvrages de la première tranche de travaux (seuils des Rivières et des Pinasses). L'hiver 2015/2016, relativement sec, n'était pas favorable à la remise en mouvement des sédiments.

Les étés des 2 campagnes de suivi (2014 et 2016) étaient relativement frais avec des valeurs moyennes inférieures à la moyenne des 10 dernières années (cf. graphique suivant), notamment en 2014.

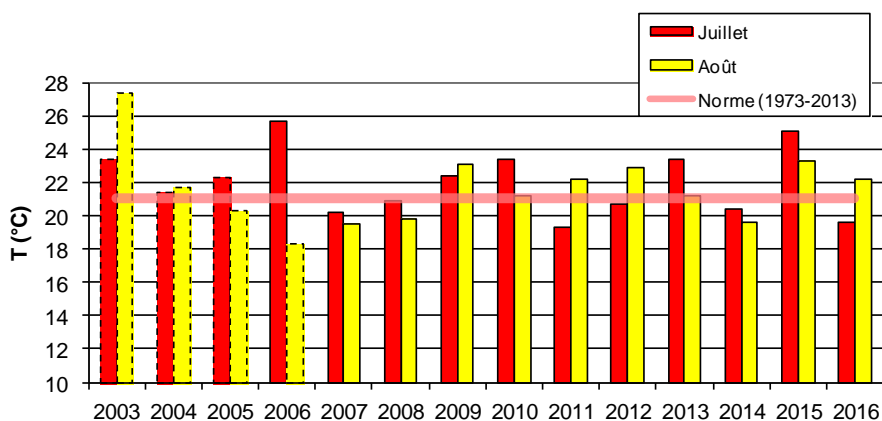


Figure 18: Evolution des températures d'air moyennes mensuelles sur la station Lyon-Saint Exupéry entre 2003 et 2016 (Source: InfoClimat)

Les VCN (minimum des débits moyens sur N jours consécutifs) reflètent fidèlement l'intensité d'un étiage sur une période donnée. Ces données illustrent donc des étiages plus marqués en 2015 et 2016 (étiage de fréquence comprise entre triennale et décennale sèche) que lors de l'état initial en 2014 (étiage de fréquence comprise entre quinquennale et décennale humide).

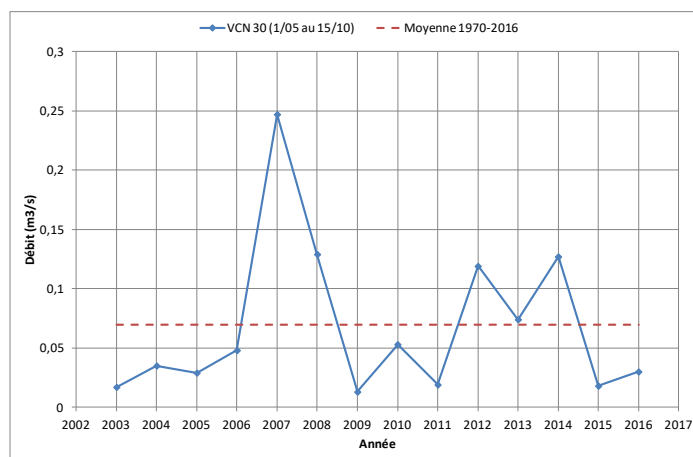


Figure 19: Débit d'étiage de la Coise au Nézel de 2003 à 2016 (Source: Banque Hydro)

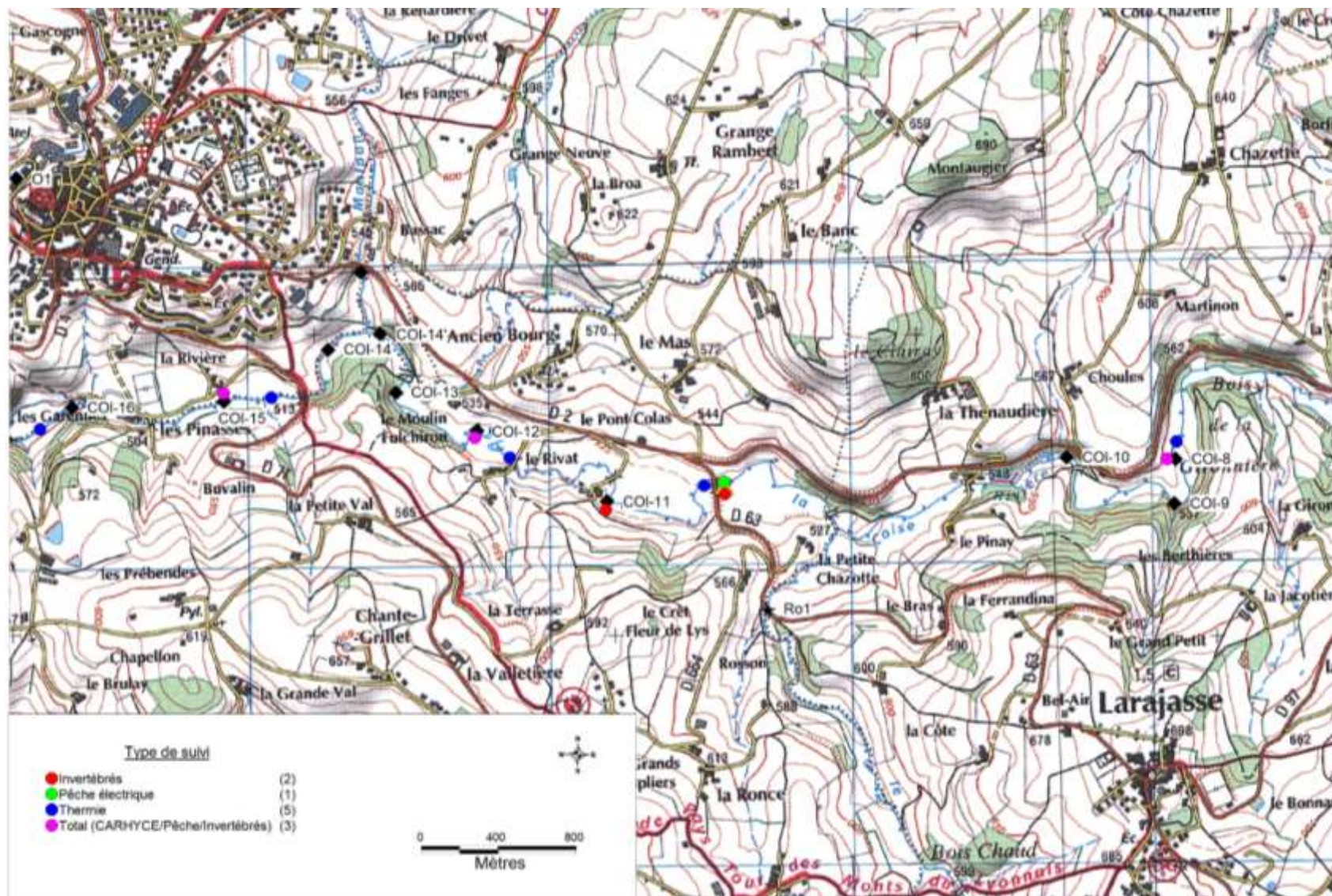


Figure 20: Carte de localisation des stations de suivi

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Suivi géomorphologique

3.1.1 Evolution morphologique

Nous présenterons tout d'abord les évolutions communes avant de rentrer dans le détail des différents sites suivis.

Hormis au droit des ouvrages, les profils en long et en travers (détails en annexe) ont peu évolué. A l'amont, l'enfoncement du lit se limite globalement à une trentaine de centimètres au maximum. A l'aval, l'exhaussement du lit est limité et aucun phénomène de sur-alluvionnement, tel que décrit par MALAVOI et SALGUES (2011), ou observé sur la Turdine (GACON, 2016) n'est constaté. Les fosses de dissipation au pied des anciens seuils sont réduites mais toujours visibles. Cette évolution limitée des profils semble en partie expliquée par le faible remplissage des ouvrages qui pourrait traduire un transport solide de fond limité (MALAVOI et SALGUES, 2011).



Figure 21: Exemple de seuils « pleins » de sédiments grossiers (MALAVOI et SALGUES, 2011)



Figure 22: Crêtes des seuils du Rivat à gauche et de Choules à droite (23/05/2014)

Dans les anciennes retenues, des banquettes plus ou moins larges (2 à 9m) se sont formées ou ont été mises hors d'eau ce qui a permis de réduire la largeur de la lame d'eau à l'étiage. Ce constat, particulièrement visible sur le seuil du Rivat (largeur moyenne en eau divisée par 2), est lié à la suppression de l'effet retenue à l'amont du seuil (MALAVOI, 2003). La diminution de la largeur en eau à l'étiage limite la surface de contact eau/air. Cette évolution combinée avec l'augmentation des vitesses d'écoulement (réduction du temps de transfert), permettra de limiter le réchauffement de l'eau en période estivale.

Notons que l'évolution du débit entre les campagnes a peu d'effets sur les largeurs en eau car la ligne d'eau avant travaux était calée par la section de contrôle majeur que constitue un seuil en régime fluvial (MALAVOI, 2003).

Cette modification de la géométrie du cours d'eau est conforme à celles observées par BURROUGHS *et al.* (2009), qui précisent que l'amplitude de l'évolution diminue lorsque l'on s'éloigne du barrage.

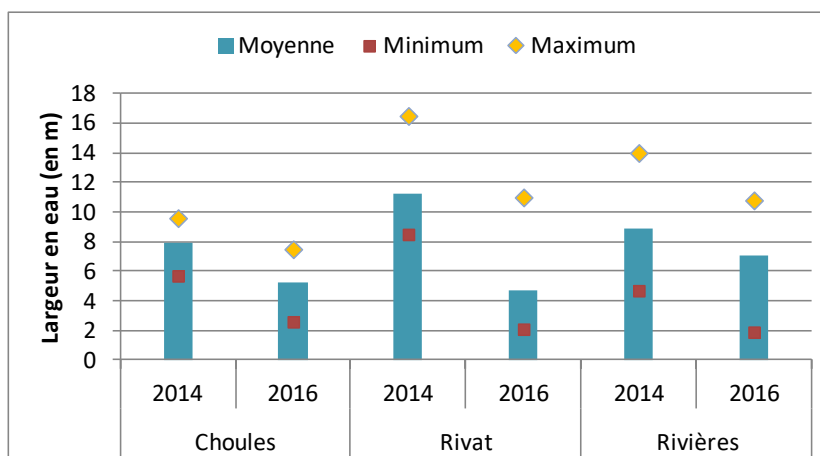


Figure 23: Evolution des largeurs en eau à l'étiage sur les trois stations suivies entre 2014 et 2016



Figure 24: Evolution de la largeur en eau à l'amont du seuil du Rivat entre 2014 et 2016

Aucun ouvrage (pont, mur, réseau) n'a été dégradé par l'effacement du seuil que ce soit par la baisse du niveau du fond du lit ou par le rétablissement des phénomènes érosifs latéraux naturels liés à la suppression de l'effet « retenue ». Le pont du lieu-dit Rivat est le seul qui se trouve dans l'emprise du remous solide et donc de l'érosion régressive. L'enfoncement du lit est limité (20cm) et s'effectue de manière symétrique ce qui permet de ne pas déstabiliser l'assise de l'ouvrage (cf. figure 25). Le pont de la RD71 (seuil des Rivières) semble en dehors du remous solide et reste protégé de l'enfoncement du lit par un affleurement de roche mère 140 mètres en aval.

Aucun dommage n'a été identifié sur les parcelles agricoles riveraines.



Figure 25: Piles du pont situées dans le remous hydraulique du seuil de Rivat avant travaux (à gauche) et après enfoncement du lit (à droite).

L'enfoncement du lit à l'amont immédiat du seuil s'accompagne d'une baisse importante du niveau d'eau. Les hauteurs de berges ont donc nettement augmenté sur les premiers transects. Certains arbres se retrouvent désormais perchés (cf. Figure 26 : Signes d'enfoncement du lit en rive droite sur la Coise à Choules) parfois à plus d'un mètre au-dessus du niveau de l'eau.

Tout d'abord, il convient de rappeler que la présence de bois dans le lit de la rivière présente des effets positifs sur la faune aquatique (MILLER, BUDY et SCHMIDT, 2010). Toutefois pour éviter des désordres trop importants sur les parcelles agricoles, et conformément aux préconisations de MALAVOI et SALGUES (2011), le risque de chute des arbres est géré par des recépages préventifs et par un suivi et un traitement curatif au cas par cas grâce à l'intervention du SIMA Coise et des brigades de rivière. Lors des relevés effectués en 2016 aucun arbre n'était donc tombé accidentellement dans le lit de la rivière.



Figure 26 : Signes d'enfoncement du lit en rive droite sur la Coise à Choules à gauche et à Rivat à droite (9/08/2016)

Les arbres et les chevelus racinaires perchés offrent également moins de caches pour la faune aquatique et une moins bonne stabilité des berges. Pour les souches les moins perchées, les recépages vont permettre aux arbres de développer leur système racinaire pour aller chercher l'eau plus bas, sans être déstabilisés par les parties aériennes trop importantes. Pour les autres (à l'amont immédiat de l'ancien seuil), la chute des souches dans le lit de la rivière permettra de créer des abris favorables à la faune aquatique (invertébrés et poissons), tout en limitant les désordres hydrauliques qu'auraient pu entraîner les parties aériennes.

La suppression des ouvrages a entraîné l'augmentation de la hauteur de pleins bords et des vitesses d'écoulement ce qui réduit la fréquence des débordements. Ce phénomène a été constaté lors de la crue de novembre 2016 par un riverain du Rivat qui a souligné la réduction de l'inondabilité de ses parcelles. La baisse de la fréquence des débordements peut être un indice de perturbation (MALAVOI et SOUCHON, 2012).

Toutefois, le rééquilibrage morphologique de la rivière devrait permettre (comme cela est visible sur le site de Rivat) de recréer des banquettes facilement inondables permettant de dissiper l'énergie des crues.

Selon BURROUGHS *et al.* (2009), la suppression de l'ouvrage et le rétablissement du profil en long de la rivière vont entraîner une augmentation des vitesses d'écoulement principalement dans l'ancienne retenue mais également (de manière plus limitée) à l'aval.

La configuration et les travaux variables sur les 3 sites suivis ont toutefois entraîné des réponses morphologiques ponctuellement différentes.

Très peu de sédiments étant stockés dans la retenue du seuil de Rivat (remous solide réduit), le profil en long s'est rapidement rapproché du profil d'équilibre supposé avec une pente proche de 0.75% et une hétérogénéité importante. Les nombreuses ruptures de pentes et les faciès asymétriques alternés (profil P3 à P10 et P12 à P14 en annexe) créent des conditions d'habitat diversifiées, favorables à la faune aquatique. Les profils en travers conservent leurs formes mais avec des asymétries globalement plus marquées et de larges banquettes désormais exondées. Les berges (+60cm en moyenne) présentent des pentes désormais comprises entre 1H/2V et 8H/1V contre 3H/4V à 6H/1V avant travaux.

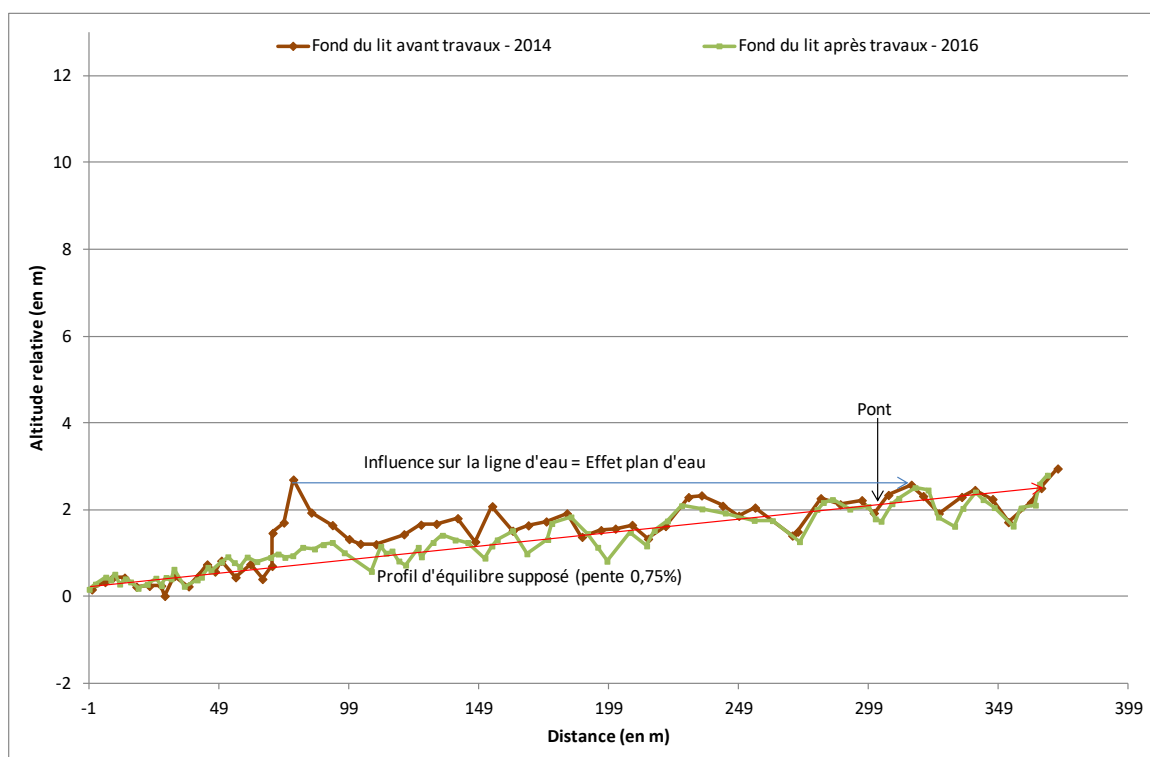


Figure 27: Evolution du profil en long sur le seuil du Rivat entre 2014 et 2016

A l'inverse, le seuil de Rivières était presque comblé et le volume de sédiment mobilisable était donc très important (800 à 900m³). Les travaux n'ont pas permis de déstabiliser complètement l'ouvrage. Les fondations encore visibles constituent encore un point dur qui bloque le transit des sédiments. Le profil en long reste plat et très similaire à celui observé avant travaux. Les profils en travers subissent la même évolution, la faible pente ne permet pas de remettre en mouvement les sédiments grossiers et de redessiner un lit diversifié. La ligne d'eau a évolué de manière plus significative. Celle-ci est désormais calée par les vestiges du seuil 60cm plus bas, ce qui a permis de réduire l'effet plan d'eau à 120ml contre 170ml avant travaux et donc de restaurer des habitats courants sur les 50 mètres amont.



Figure 28: Evolution du lit de la Coise à l'amont du seuil des Rivières avant travaux à gauche (23/05/2014) et après à droite (3/08/2016)

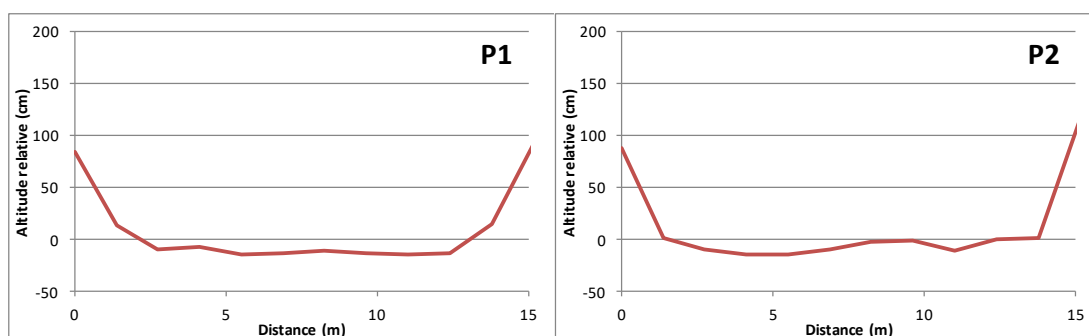


Figure 29: Profils en travers plats observés en 2016 à l'amont du seuil des Rivières

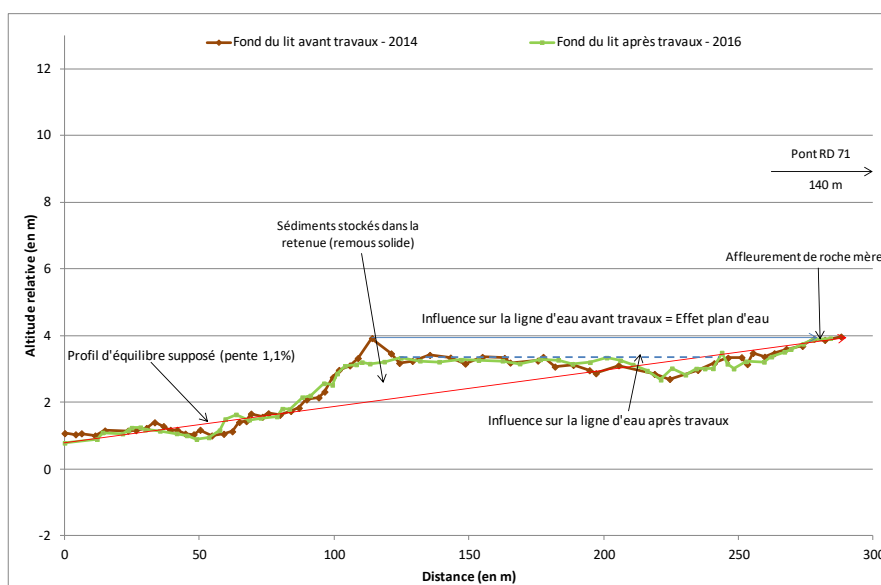


Figure 30: Evolution du profil en long du seuil des Rivières entre 2014 et 2016

Concernant le seuil de Choules, les sédiments sont peu mobilisés et le profil en long peine à retrouver une pente et une diversité proche des modèles naturels. L'absence de crue significative depuis les travaux et le maintien d'une partie de l'ouvrage sont probablement les explications. Les pentes de berges sont, comme en 2014, variables mais relativement importantes (5H/1V à plus de 1H/1V). L'effet plan d'eau a par contre totalement disparu ce qui a entraîné une baisse significative de la ligne d'eau.



Figure 31 : Vues de l'amont du seuil de Choules avant travaux à gauche (24/05/2014) et après travaux à droite (11/08/2016)

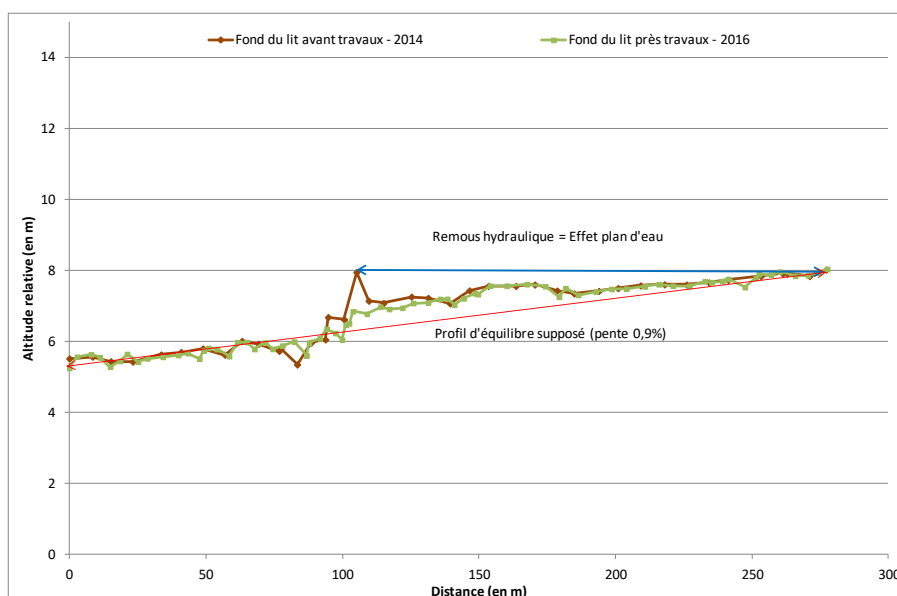


Figure 32: Evolution du profil en long sur le site de Choules entre 2014 et 2016

3.1.2 Evolution des faciès d'écoulement

La suppression totale de l'effet retenue sur les seuils de Choules et du Rivat a profondément modifié les faciès d'écoulement. Le recouvrement par les plats lenticulaires a été divisé par 2 en moyenne au profit des plats courants et des radiers, habitats plus favorables aux espèces d'eau courante et à la reproduction de la truite. Selon DELACOSTE *et al.* (1993), cette espèce utilise peu les habitats de faibles vitesses pour la reproduction parce que le courant ne remplit pas son rôle d'aide à la formation de frayère (décolmatage, oxygénation). Le recouvrement des faciès profonds a légèrement reculé (42 à 35%) mais les facteurs favorisant leur formation (sinuosité, affleurements de roche mère, présence de souches) n'ayant pas évolué, les fosses sont toujours présentes. De plus, ces zones de refuge, auparavant noyées dans le remous hydraulique du seuil, sont devenues plus courantes et donc plus attractives pour la faune aquatique rhéophile.

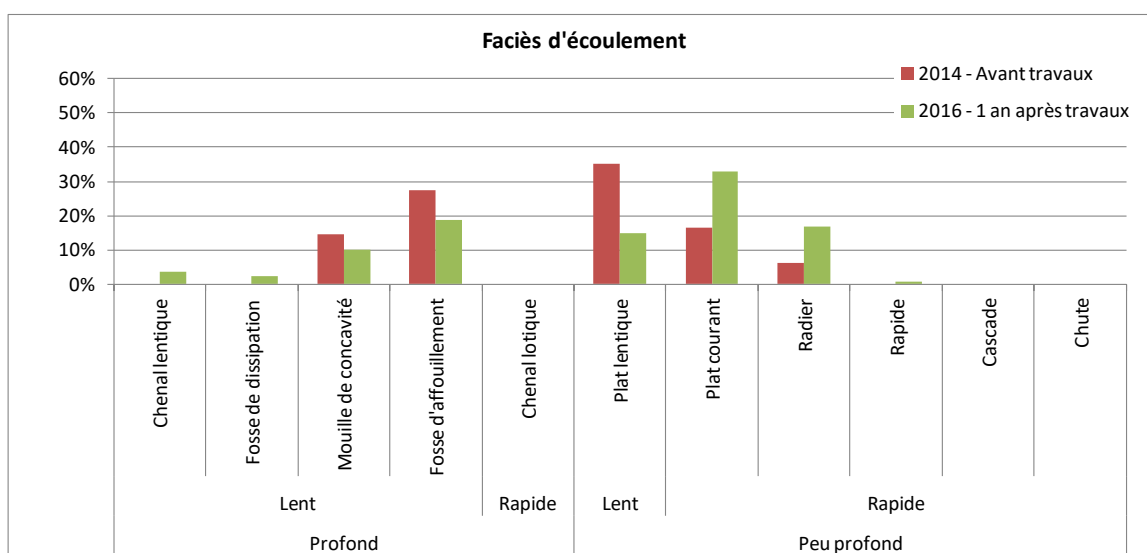


Figure 33: Evolution moyenne entre 2014 et 2016 des faciès à l'amont des ex-seuils de Choules et de Rivat

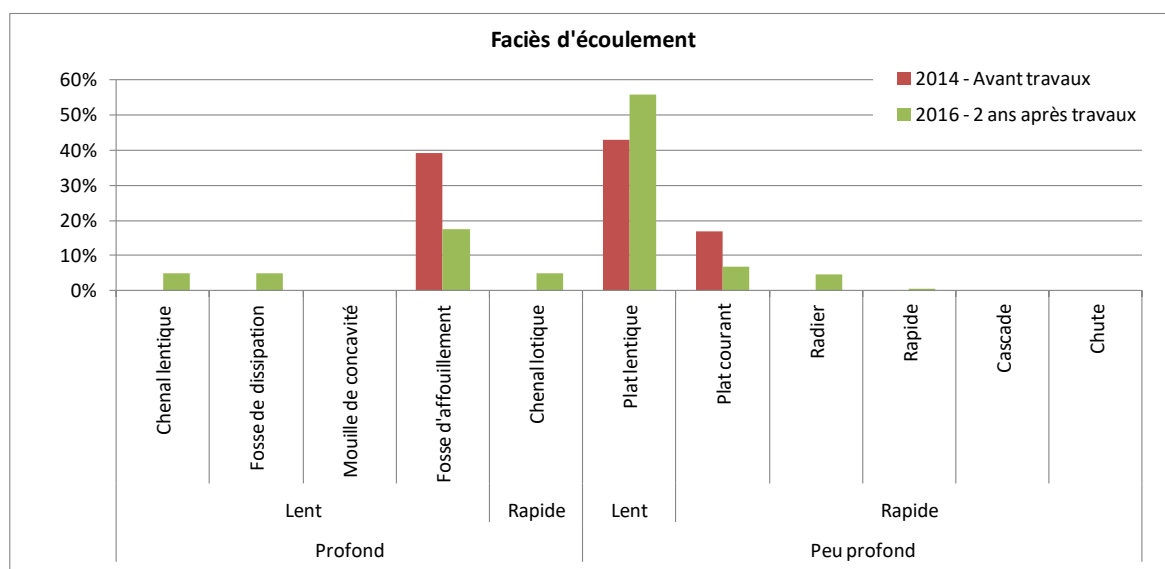


Figure 34: Evolution des faciès à l'amont de l'ex-seuil de Rivière entre 2014 et 2016

Comme évoqué précédemment, les travaux plus limités sur le seuil des Rivières n'ont pas entraîné de modification substantielle dans la répartition des écoulements si ce n'est la réduction des faciès profonds. Les plats lentiques recouvrent désormais plus de 50% de la station de suivi. Les travaux menés « trop partiellement » semblent donc avoir un effet négatif sur l'importance de ce faciès d'écoulement déjà sur représenté en 2014. Pour nuancer ces propos, il est intéressant de noter que la réduction de l'effet plan d'eau à l'amont a permis l'apparition de nouveau faciès lotiques (radier et rapide).

3.1.3 Evolution des substrats

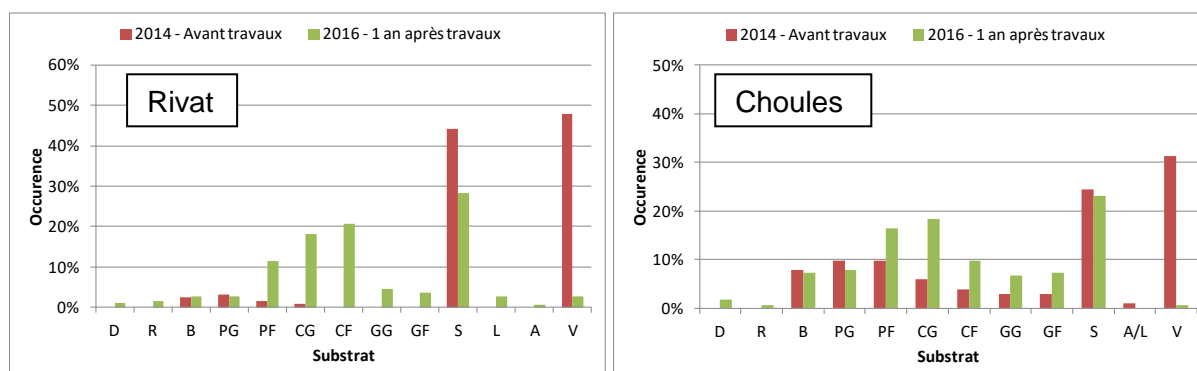


Figure 35: Evolution de la granulométrie à l'amont des ex-seuils de Rivat et de Choules entre 2014 et 2016

Sur les sites de Choules et de Rivat on peut noter la quasi disparition des vases, qui recouvraient 31 à 48% des stations en 2014 contre 1 à 3% en 2016. Selon INTERREG IIIA (2006), les substrats dominants en surface sur les frayères à truite sont les graviers grossiers (8-16mm) et les cailloux fins (16-32mm) ; ces deux catégories réunies représentent 74 à 100% des frayères étudiées. Ces substrats, inexistant avant travaux sur le site de Rivat, recouvrent désormais 26% de la station. Même si l'évolution n'est pas aussi marquée, la tendance est la même sur le site de Choules.

Rappelons que la sédimentation fine induit une diminution des échanges entre l'eau de surface et l'eau des interstices, un ralentissement des écoulements hypogés, une diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau interstitielle et la mise en place de processus anaérobies (BLAZEJEWSKI, 1997 in GAYRAUD *et al.* 2002, MARMONNIER *et al.*, 2002). Le milieu hyporhéique auparavant fortement perturbé en amont du seuil joue un rôle important dans le fonctionnement du cours d'eau : zone de refuge et d'alimentation de la macrofaune benthique, zone de développement des oeufs et des alevins de truite fario, zone de vie et d'alimentation des écrevisses, autoépuration du cours d'eau (MARIDET et PHILIPPE, 1995 in GAYRAUD *et*

al., 2002 ; MARMONNIER *et al.*, 2002 ; MASSA *et al.* 2000 ; GUERIN, 2006; DATRY *et al.*, 2008). La suppression du seuil et la réduction de la sédimentation fine entraînent donc des bénéfices importants pour l'écosystème aquatique.

Notons l'apparition de quelques affleurements de roche mère qui peut constituer des habitats peu biogènes (DEGIORGI, MORILLAS et GRANDMOTTET, 2002 ; NF T90-333, 2016) mais dont le recouvrement reste très limité (1 à 2%).

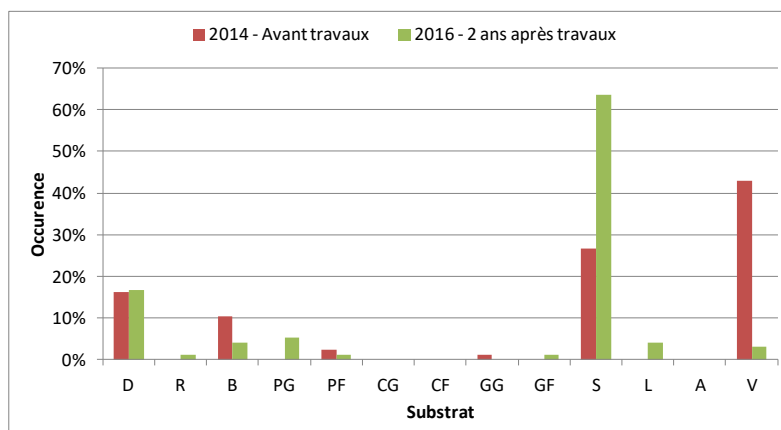


Figure 36: Evolution des substrats entre 2014 et 2016 à l'amont de l'ex-seuil des Rivières

Sur le site de Rivières, le démontage partiel de l'ouvrage entraîne des effets limités sur la granulométrie. La vase qui recouvrait plus de 40% des fonds a quasiment disparu au profit du sable qui devient le substrat dominant avec 64% de recouvrement (contre 27% avant travaux).

La pente qui se forme en période de crue semble suffisante pour évacuer les vases mais n'est pas encore assez importante pour remobiliser les stocks de sable désormais « nettoyés » des dépôts de vases en surface. Les substrats restent donc très peu diversifiés sans granulométrie favorable à la reproduction de la truite.

3.1.4 Evolution des hauteurs d'eau

Avant travaux, la ligne d'eau était calée par la section de contrôle majeur que constitue un seuil en régime fluvial (MALAVOI, 2003) ce qui conduisait à envoyer l'intégralité des faciès d'écoulement. Rappelons que les relevés après travaux ont eu lieu avec des débits relativement faibles, proches du débit moyen mensuel minimum de temps de retour 2 ans (QMNA2).

Les zones profondes dans les rivières sont liées à la dissipation de l'énergie par érosion au niveau des méandres, des obstacles à l'écoulement (blocs, souches) ou au pied des zones courantes. La configuration des cours d'eau n'étant pas modifiée après l'effacement de l'ouvrage et les zones courantes étant plus représentées, l'occurrence des profondeurs supérieures à 20cm a fortement diminué mais atteint encore 11% (Choules) à 48% (Rivat). Les zones très profondes (>80cm), peu fréquentes sur ce type de cours d'eau, ont toutefois actuellement disparu.

Comme évoqué précédemment, la formation de faciès courants (radiers et plats courants) entraîne en corollaire l'augmentation de l'occurrence des faibles hauteurs d'eau, auparavant limitées aux bordures.

La restauration plus complète sur le seuil du Rivat (ouvrage largement supprimé tant verticalement que latéralement, absence de protection de berge) présente, comme pour les autres paramètres, les hauteurs d'eau les plus diversifiées avec notamment 6% de profondeurs supérieures à 60cm.



Figure 37: Fosses présentes après effacement du seuil en extrados de méandre sur le site de Rivat (9/08/2016)

Le maintien d'un épi et la mise en œuvre de blocs en extrados de méandre limitent la diversification des faciès et donc des hauteurs d'eau sur le site de Choules. Les radiers et plats courants occupant désormais près de 70% de la station, les faibles profondeurs (<10cm) sont les plus fréquentes (plus de 50% d'occurrence).

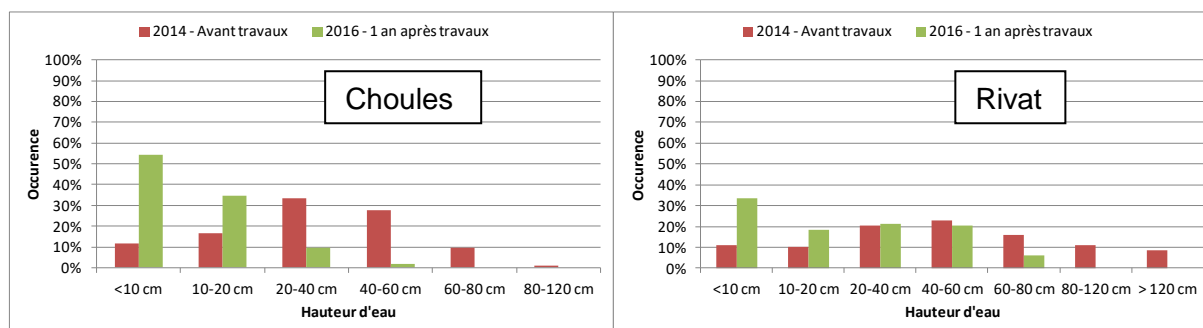


Figure 38: Evolution des hauteurs d'eau sur les sites de Choules et Rivat entre 2014 et 2016

Sur le site des Rivières, la suppression partielle de l'ouvrage a entraîné la baisse de la ligne d'eau mais sans permettre la restauration de la pente et donc le retour des phénomènes érosifs garants de la diversité des formes et des profondeurs. Comme les plats lents sont les plus représentés, les hauteurs d'eau moyennes (10-20cm) dominent (près de 40% d'occurrence).

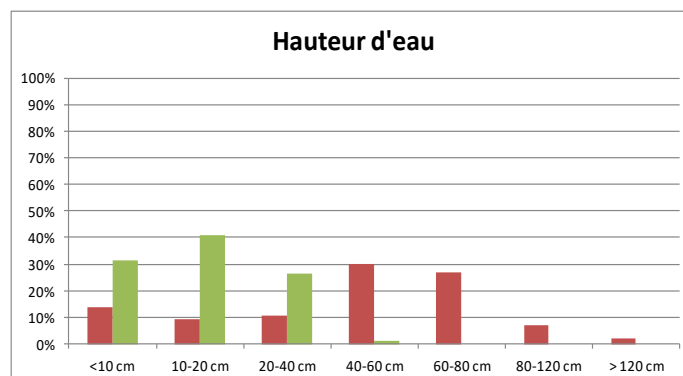


Figure 39: Evolution des hauteurs d'eau sur le site des Rivières entre 2014 et 2016

3.2 Franchissabilité des ouvrages

Les seuils de Choules et du Rivat ont été presque complètement démantelés, les déchets béton évacués et les blocs dispersés à l'amont et à l'aval. Même si une légère rupture de pente est encore visible sur le site de Choules, ces ouvrages sont désormais franchissables quelle que soit l'espèce considérée (Classe ICE 1).

L'effacement partiel du seuil des Rivières entraîne la formation d'un long faciès rapide (pente moyenne 6%) sur près de 25ml. Comme l'indique le profil en long (Figure 30: Evolution du profil en long du seuil des Rivières entre 2014 et 2016) ce faciès est divisé entre 3 ruptures de pente (7 à 8%) séparées par des zones calmes. L'analyse de la franchissabilité peut donc s'effectuer comme s'il s'agissait de 3 rampes en blocs successives. Le seuil est donc désormais franchissable pour les grosses espèces rhéophiles comme la truite fario et le chevesne (Classe ICE 1) mais plus limitant pour les petites espèces comme la loche franche, le vairon et le goujon (Classe ICE 0.33 à 0.66).

3.3 Evolution du profil thermique de la Coise

3.3.1 Données estivales

Les données thermiques au niveau des seuils sont traitées globalement car le principal impact sur la Coise est un effet cumulatif du réchauffement engendré par les nombreux ouvrages qui la barrent. De plus, la multiplicité des facteurs influençant la température (arrivée d'eau des affluents, variations dans la densité de la ripisylve...) est à considérer en analysant les données à plus large échelle. Par ailleurs, la thermie des étés 2014 et 2016 est très différente avec un mois d'août 2016 plus chaud que la moyenne (cf. § 2.8). Toutefois on peut noter que les deux métriques habituellement utilisées pour caractériser le régime thermique estival (Tmax30 et Tmoy 30 ; cf. § 2.2.2) présentent la même tendance. Entre l'amont du seuil de Choules et l'amont du seuil des Rivières, les deux variables baissent de 0.3 à 0.6°C en 2016 alors qu'elles étaient stables voire en légère augmentation en 2014 (0 à +0.2°C).

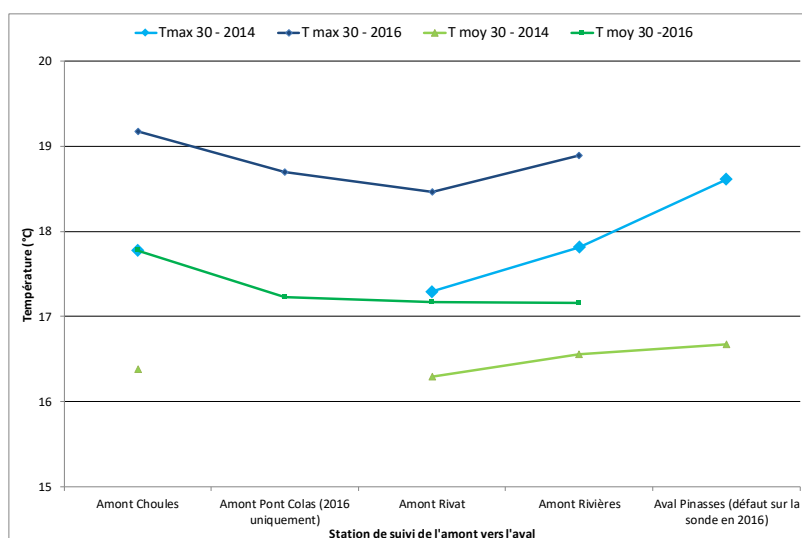


Figure 40: Evolution des métriques de thermie estivale en 2014 et 2016 de l'amont vers l'aval

En 2016, la durée maximale pendant laquelle la température est restée au-dessus de 15°C étant comprise entre 350 et 460 heures, le risque de développement de la MRP est jugé important (INTERREG IIIA, 2006) et nettement plus marqué qu'en 2014 (séquences maximales comprises entre 240 et 310 heures).

3.3.2 Données hivernales

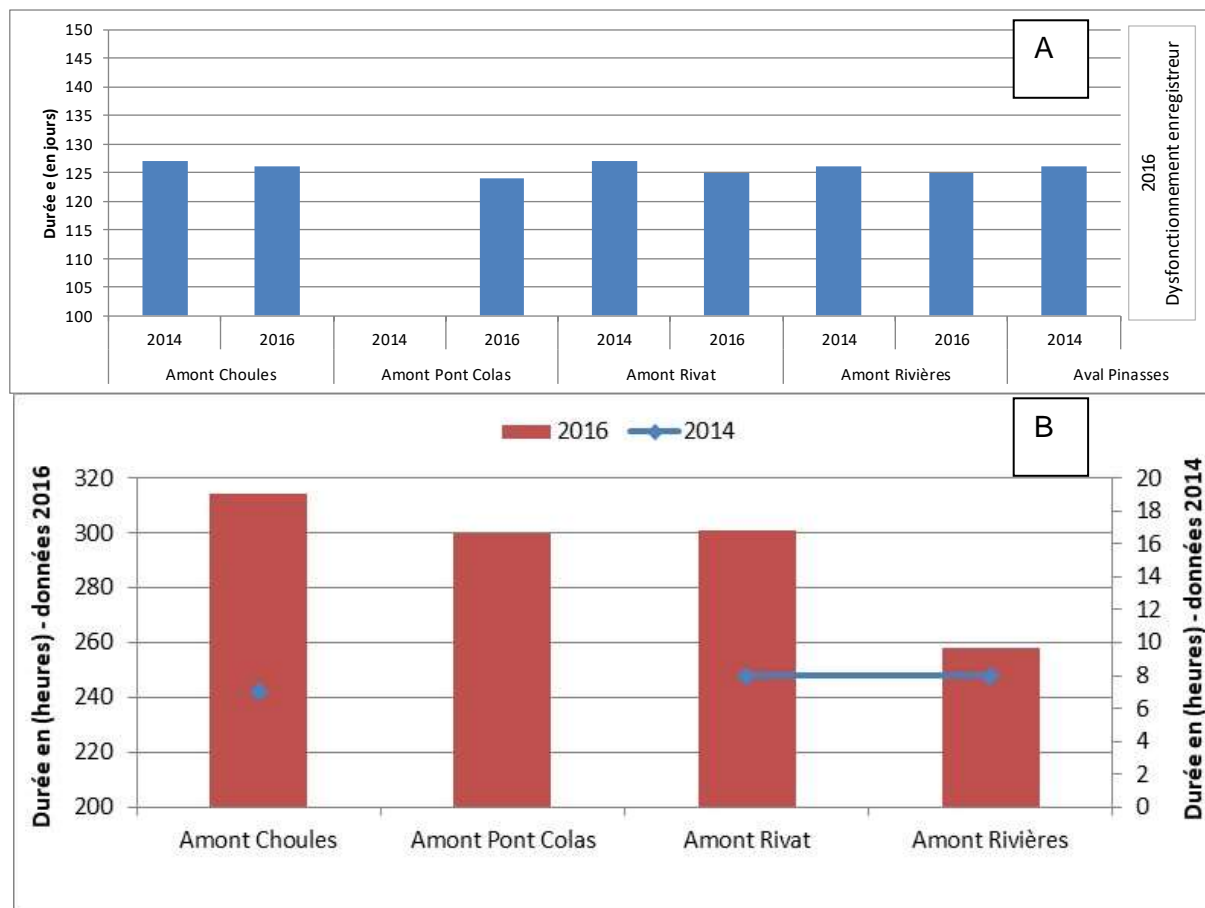


Figure 41: Durée totale en jours de vie sous graviers (50% d'alevins émergents) (A) et durée en heures des séquences maximales durant lesquelles la température est restée en dessous de 1°C pendant la période de développement embryon-larvaire (B) (seulement à partir de 2016 pour Pont Colas – dysfonctionnement de la sonde en 2014 sur la station aval Pinasses)

HYDROSPHERE/ECOSPHERE (2001) avaient montré un refroidissement marqué (1 à 2°C) à l'aval de plans d'eau en travers de cours d'eau. Ce phénomène semble peu marqué sur les seuils de la Coise. Plusieurs explications probablement complémentaires peuvent être envisagées :

- L'impact des seuils sur ce paramètre est moins marqué grâce à des temps de transit hivernaux plus faibles,
- Le suivi n'est pas assez fin pour mettre en évidence de tels impacts. Il conviendrait de poser des sondes thermiques à l'aval immédiat de chaque ouvrage et donc de doubler le nombre d'enregistreurs,
- La thermie du secteur suivi est déjà dégradée par les seuils et les retenues collinaires à l'amont.

Notons, en 2016, une réduction de la durée de la séquence maximale à moins de 1°C (hors de la plage optimale). L'hiver 2014 étant peu limitant (séquences hors plages optimales limitée), il est difficile de tirer une tendance. Par contre, quelle que soit la campagne, l'impact sur la durée de vie embryon-larvaire n'est pas significatif. A titre d'information, les dates d'émergences estimées (pour 50% des alevins) se situent autour du 20 avril pour l'hiver 2014/2015 et du 25 avril pour l'hiver 2016/2017. Les dates de travaux prescrits par la DDT en 1^{ère} catégorie (15 mai au 30 octobre) semblent donc adaptées.

3.4 Suivi piscicole

La restauration de la diversité de faciès et notamment la diminution des zones lentes et profondes a modifié la structure des peuplements piscicoles. Les espèces de plan d'eau (gardon, carassin, rotengle, perche-soleil, tanche) et les espèces thermophiles à forte flexibilité d'habitat (goujon, chevesne) ont fortement diminué au profit des espèces rhéophiles comme la truite fario et la loche franche. Ces résultats sont conformes à ceux observés par ALEXANDRE ET ALMEIDA (2010, *in* SOUCHON et MALAVOI, 2012). Notons toutefois que les travaux insuffisants réalisés sur le seuil des Rivières ont peu modifié les conditions d'habitat (cf. paragraphes précédents) et donc le peuplement piscicole.

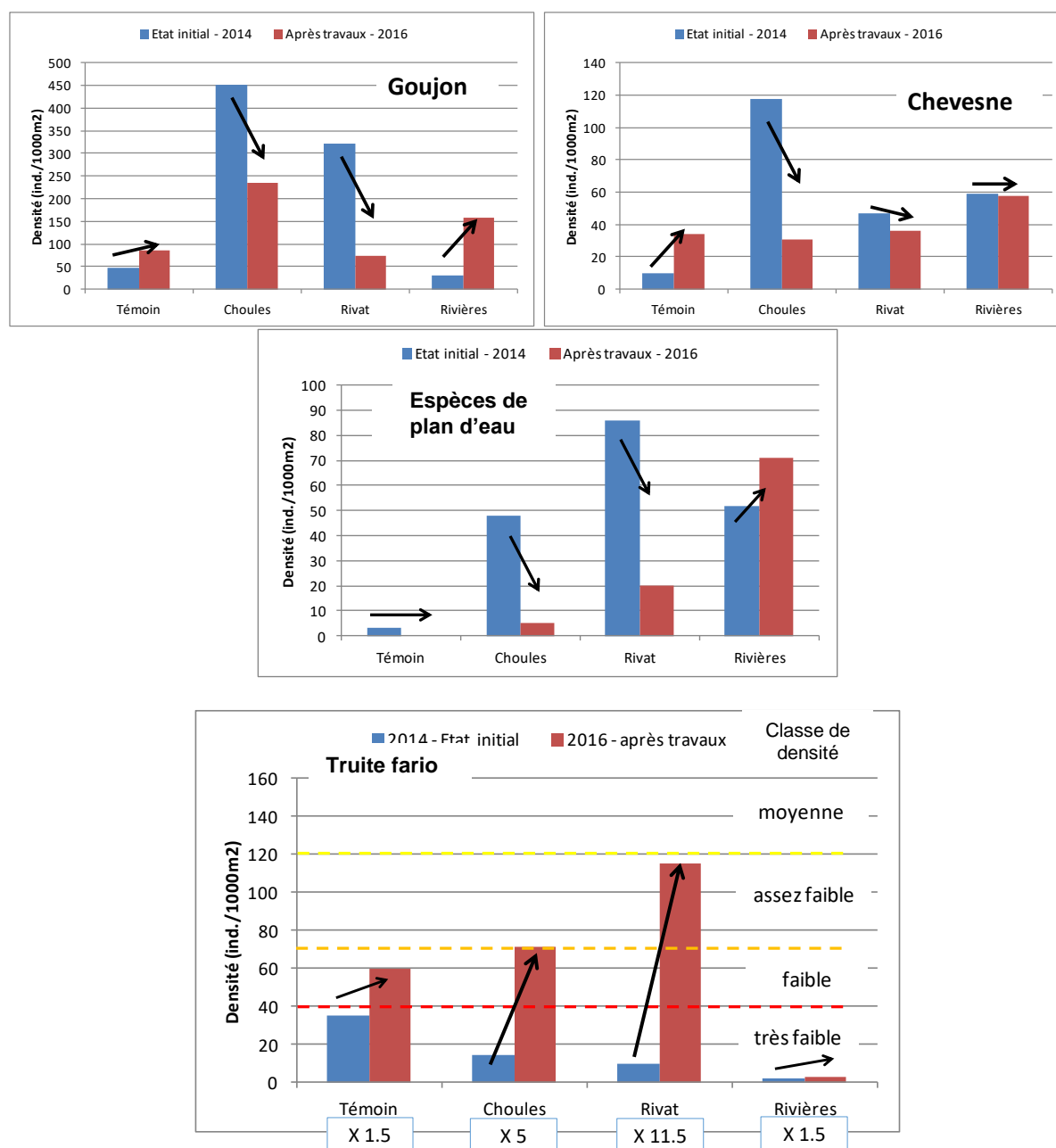


Figure 42 Evolution des densités des principales espèces de poissons capturées (classes de densité : référentiel CSP DR6)

La truite fario, espèce repère des eaux de 1^{ère} catégorie piscicole, voit sa densité multipliée par 5 et par 11.5 respectivement sur les anciennes retenues des seuils de Choules et Rivat. Comme l'indique la station témoin, l'année 2016 était plus favorable à l'espèce que 2014, mais l'évolution liée aux conditions annuelles n'est pas du même ordre de grandeur (x1.5). La station de Rivat avec ses 2 méandres qui diversifient les habitats atteint même une densité considérée comme moyenne par rapport aux données de référence du massif central (DEGIORGI et RAYMOND, 2000). La cohorte qui a pour l'instant le plus profité des travaux de restauration est celle des alevins de l'année. Ceci est observé alors que l'hydrologie estivale était plus favorable en 2012/2013/2014 qu'en 2015/2016 (§2.8), et que les densités moyennes en alevins sur les têtes de bassins versants du département étaient 3 fois plus fortes en 2014 qu'en 2016 (VAUCHER, 2017).

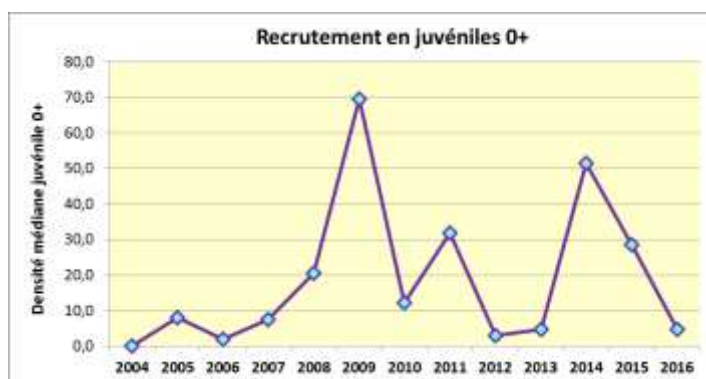


Figure 43: Evolution du recrutement en juvéniles de truite fario sur les station du suivi départemental des têtes de bassins versants (VAUCHER, 20017)

Le décolmatage des substrats, la restauration des granulométries adaptées à la ponte et le retour des faciès courants sont probablement les principales explications. Les adultes devraient réagir plus tard lorsque la dynamique naturelle de la rivière aura reformé les fosses et les caches conditionnant leur présence.

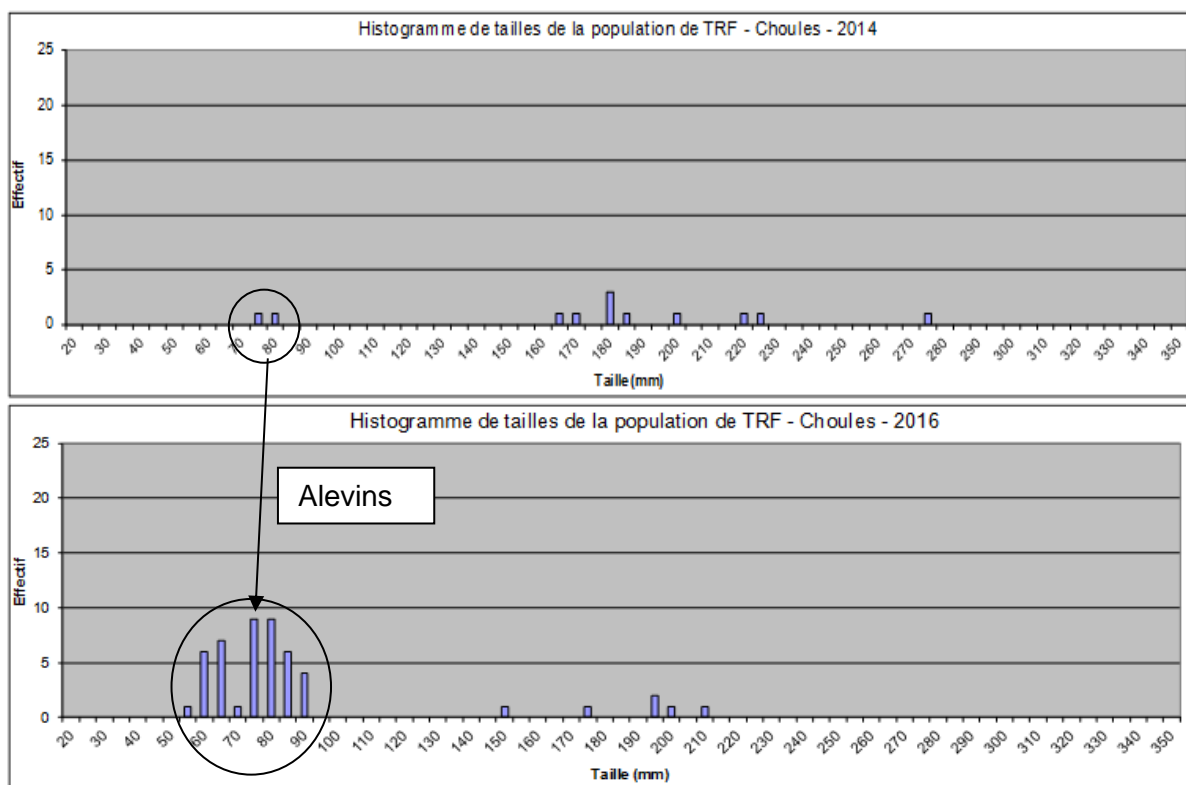


Figure 44: Histogrammes de tailles des populations de truite fario sur la Coise à Choules en 2014 et 2016

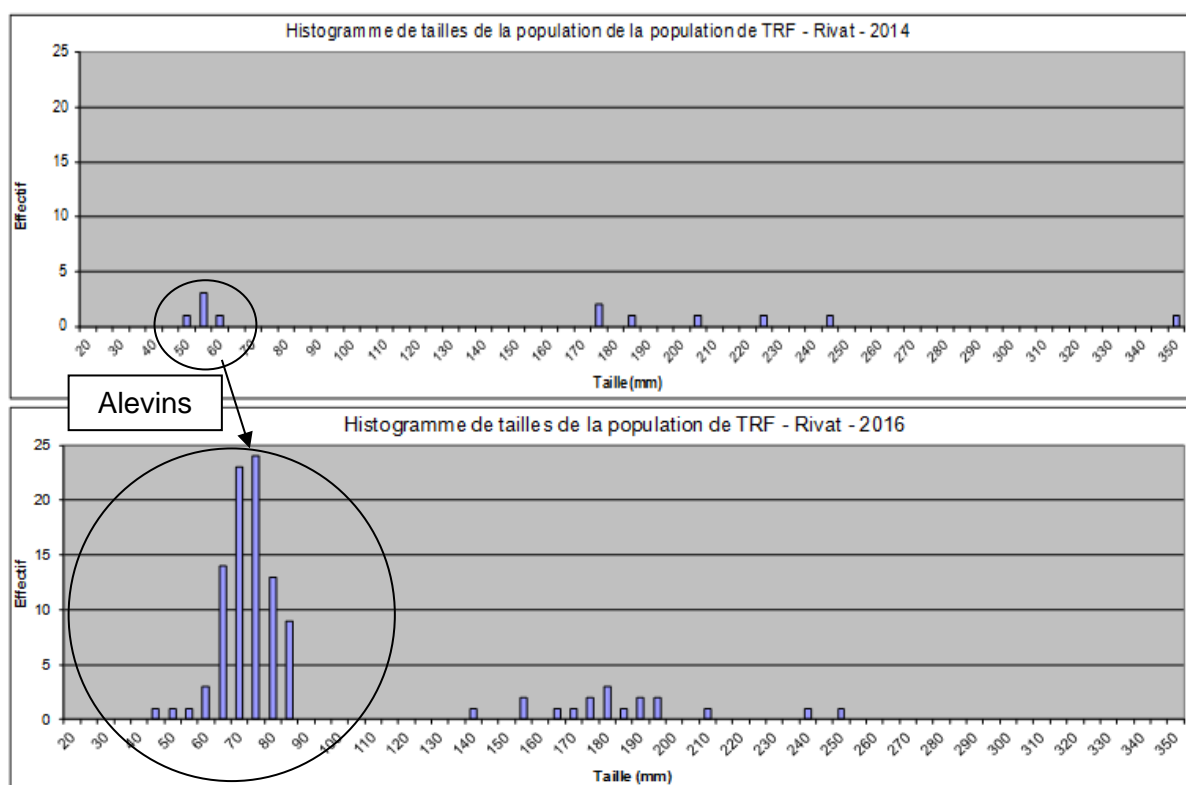


Figure 45: Histogramme de taille de la population de truite fario sur la Coise à Rivat en 2014 et 2016

Le vairon est la seule espèce qui ne semble pas suivre de tendance cohérente entre les stations. L'enfoncement du lit ayant entraîné, notamment sur la station du Rivat, l'exondation des chevelus racinaires peut être un élément d'explication. Cet effet « négatif » n'est que temporaire car les végétaux vont pouvoir se réinstaller naturellement sur le nouveau niveau d'eau.

Du point de vue de l'Indice Poisson Rivière (IPR), les notes avant et après travaux fluctuent très peu. Celles-ci mettent en évidence la sur-abondance du chevesne et du goujon (espèce omnivore et tolérante aux dégradations de la qualité de l'eau et des habitats) et le grand nombre d'espèces de plans d'eau.

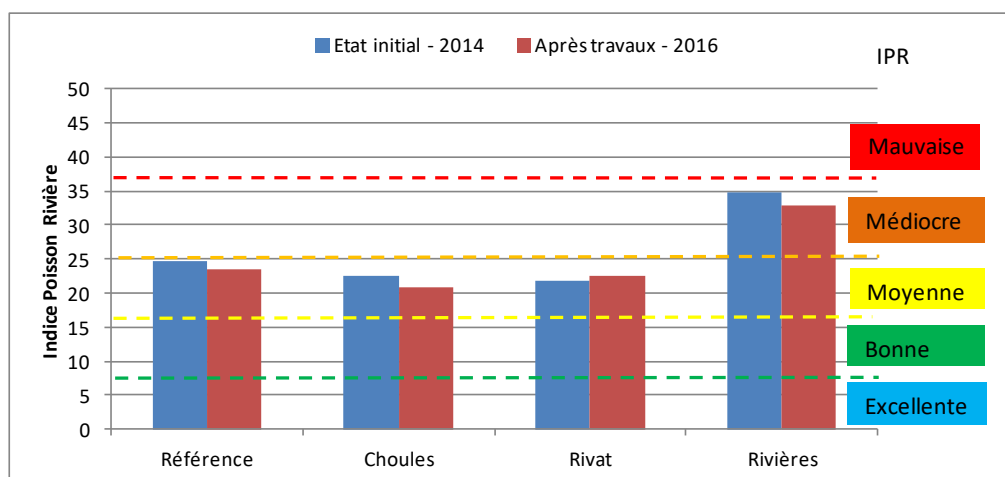


Figure 46 : Comparaison des notes IPR entre 2014 et 2016 sur les stations étudiées

Notons que les indices actuellement développés s'intéressent principalement à la sensibilité de la faune vis-à-vis des polluants organiques et ne sont pas forcément adaptés à la mise en évidence des modifications morphologique. VAN LOOY, TORMOS et SOUCHON (2014), n'ont d'ailleurs pu montrer aucune relation entre la densité des seuils et les valeurs globales des indices biologiques (I2M2, IPR).

De plus, il est important de noter que l'aspect déconnexion constitue un élément majeur dans l'impact des seuils sur les populations de poissons (VAN LOOY, TORMOS et SOUCHON, 2014) et que l'effet de la restauration de la continuité piscicole n'a été recherché directement dans le cadre de cette étude. D'autres suivis, notamment sur le bassin versant de l'Yzeron (FAURE et CAUDRON, 2016), illustrent l'impact positif de la suppression des seuils sur la diversité génétique des populations de poissons et donc sur leur résilience et leur capacité d'adaptation à long terme.

3.5 Suivi invertébrés

3.5.1 Observations générales

Selon MALAVOI et SOUCHON (2012), les invertébrés subissent l'effet des seuils d'autant plus intensément que ces derniers modifient les composantes de leurs habitats et cloisonnent ces derniers. Selon ces auteurs, ce compartiment semble très sensible à la modification du substrat (taille, agencement, degré de colmatage notamment par les fractions minérales fines < 2 mm, fréquence de remaniement) et de la vitesse du courant (effet retenue en amont du seuil). Pour mémoire, ce suivi ayant démarré seulement en 2016, nous ne pouvons réaliser d'analyse diachronique. Les résultats des secteurs ayant fait l'objet de travaux sont donc comparés avec une station témoin (seuil non effacé – Pont Colas seuil) et une station de référence sans seuil (Pont Colas RD). La proximité des stations (500m) et l'absence de perturbation entre elles permet de considérer la qualité d'eau comme constante, seules les différences d'habitats peuvent donc expliquer les variations observées.

L'analyse globale des résultats montre que les peuplements des stations de Choules et de Rivat se rapprochent de celui de la station de référence en termes de diversité (variété générique, indice de Shannon, équitabilité), de stabilité (nombre de taxons représentés par moins de 10 individus) et de sensibilité aux pollutions notamment organiques (diversité EPT², % EPT, % taxons ubiquistes).

MALAVOI et SALGUES (2010) soulignent que le pourcentage d'EPT dans le peuplement rend mieux compte de l'évolution de l'assemblage que le nombre de taxons. Pour cette métrique, même si les écarts sont plus faibles que ceux observés par MALONEY (2008, *in* MALAVOI et SALGUES, 2010), les différences sont très marquées avec à l'extrême 1% d'EPT dans le peuplement de la station Rivières contre 39% sur la station de Rivat.

La station des Rivières conserve des caractéristiques proches de celles observées au niveau du seuil conservé de Pont Colas. Même sur des secteurs à qualité d'eau proche, l'effet retenue favorise le dépôt des éléments fins organiques défavorable aux espèces sensibles. Ce qui explique la forte proportion de taxons saprobiontes et/ou ubiquistes sur ces stations, et une plus faible diversité biologique.

Les micro-polluants métalliques présentent la particularité de s'adsorber sur les sédiments fins. Ainsi, les stations sous l'influence d'un seuil peuvent stocker plus facilement ce type de polluants, ce qui semble nettement observable en comparant les résultats obtenus sur la station de référence (sans seuil) et sur la station témoin (avec seuil). Les stations qui ont fait l'objet de travaux significatifs (Rivat et Choules) présentent des situations intermédiaires.

² Diversité taxonomique des ordres les plus sensibles : Epheméroptères, Plécoptères, Trichoptères.

Tableau 1 : Comparaison des indices des peuplements d'invertébrés sur toutes les stations

	Variété générique - métrique 1	% de taxons ubiquistes et/ou saprobiontes - métrique 2	Diversité EPT - métrique 3	Indice de Shannon (H') - métrique 4	Equitabilité (log2) - métrique 5	% de taxons < 10 ind. - métrique 6	% de taxons sensibles aux pollutions métalliques - métrique 7	% d'EPT
Pont Colas RD - Référence	54	64	21	3,4	0,6	61	20	22
Rivat	50	82	20	3,1	0,5	56	6	39
Choules	47	77	19	3,4	0,6	62	12	25
Rivières	46	95	11	2	0,4	85	2	1
Pont Colas Seuil - Témoin	41	92	15	1,7	0,3	80	3	5

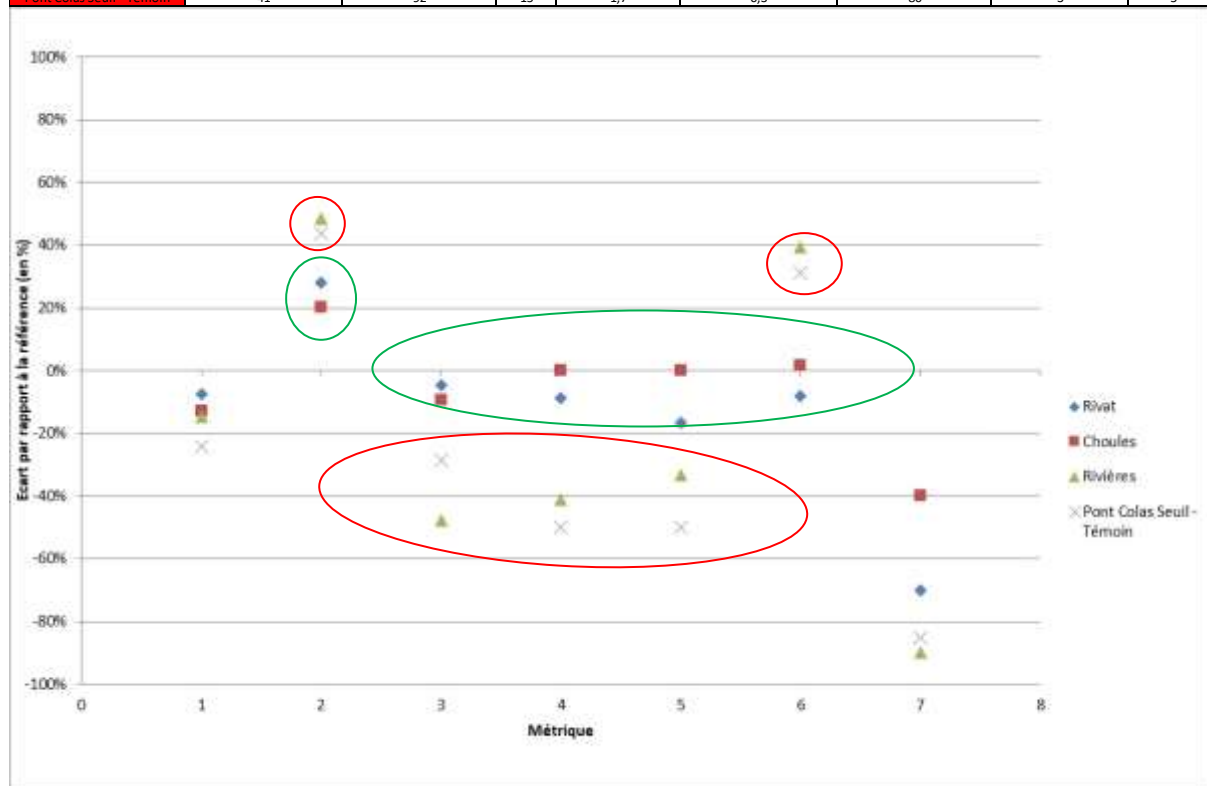


Figure 47 : Ecart relatif (en %) des différentes métriques étudiées sur les 4 sites d'étude par rapport au site de référence hors influence des seuils

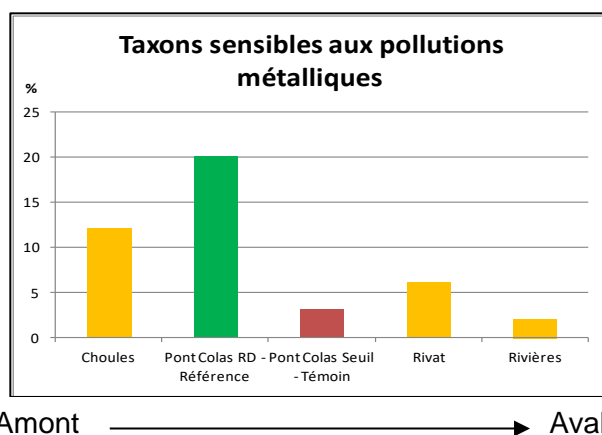


Figure 48 : Pourcentage de taxons sensibles aux pollutions métalliques en fonction des différentes stations d'amont en aval

3.5.2 Comparaison des traits biologiques

La présence des seuils modifie le régime trophique des peuplements d'invertébrés. D'après l'affinité des peuplements macrobenthiques au degré trophique et à la saprobie, les stations témoin et de Rivières semblent proche d'un milieu méso-eutrophe. La part importante de la vase dans l'affinité des peuplements macrobenthiques aux microhabitats conforte ces propos. Ce dépôt entraîne l'apparition d'une forte population de mangeurs de sédiments et la baisse des invertébrés se nourrissant sur le biofilm (SOUCHON et MALAVOI, 2012).

Le peuplement macrobenthique des autres stations présente une forte affinité aux substrats grossiers (dalles, blocs, pierres et galets) essentiels pour les racleurs/broueteurs. Conformément aux observations de MALONEY (2008 *in* MALAVOI et SALGUES, 2010), on observe également une proportion plus grande de filtreurs sur ces stations à cause de l'augmentation de la taille des sédiments favorisant la fixation de ce groupe trophique.

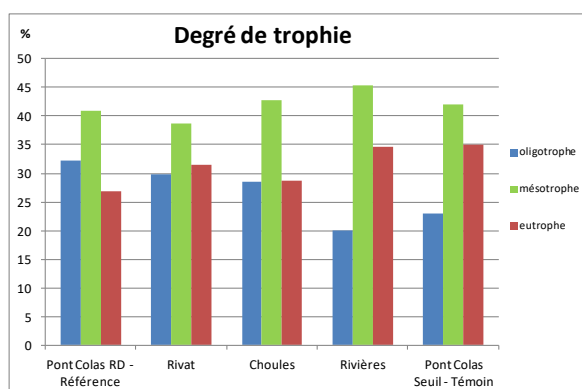


Figure 49 : Affinité du peuplement macrobenthique par rapport au degré de trophie

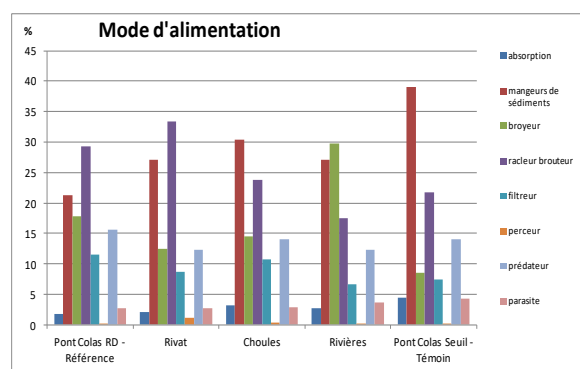


Figure 50 : Affinité du peuplement macrobenthique par rapport au mode de nutrition

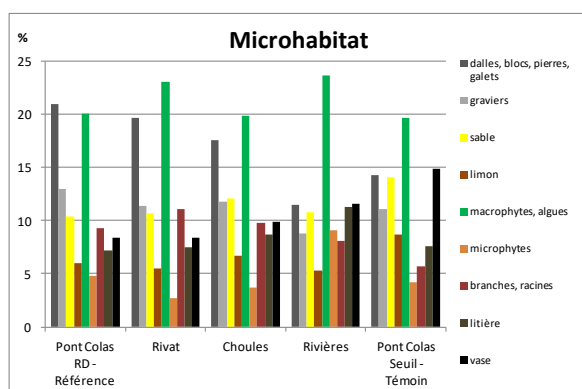


Figure 51 : Affinité du peuplement macrobenthique par rapport aux microhabitats

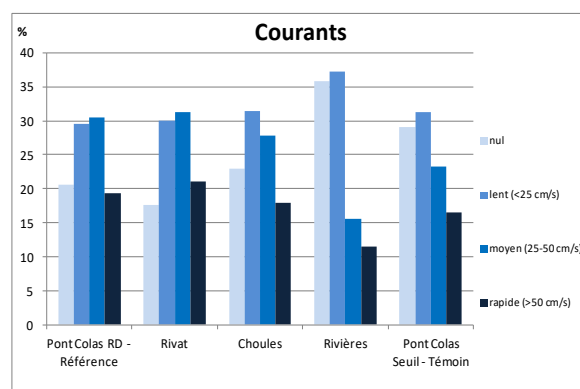


Figure 52 : Affinité du peuplement macrobenthique par rapport au courant

Deux stations (témoin et Rivières) présentent un peuplement dont l'affinité à la vitesse du courant est à dominance lentic voire stagnante ce qui est cohérent avec les résultats des suivis morphologiques. Les trois autres stations (station de référence, de Rivat et de Choules) présentent un peuplement dont l'affinité à la vitesse du courant est à dominance lotique.

Certains auteurs ont souligné des effets parfois négatifs à court terme sur les invertébrés avec des temps de récupération plus ou moins long (STANLEY *et al.*, 2002 ; FRIBERG *et al.*, 1998, RENOFALT *et al.* 2012, *in* SOUCHON et MALAVOI 2012). Dans le cadre de ce suivi, aucun effet négatif n'a été détecté sur les secteurs où les travaux ont été significatifs (Choules et Rivat). Les peuplements semblent plus proches de la station de référence que du secteur encore perturbé par l'influence d'un ouvrage. Selon HANSEN et HAYES (2011), le retour à une situation de référence peut toutefois être très long (plusieurs décennies) et variable en fonction des faciès.

Le départ des sédiments fins et organiques à l'aval a pu provoquer des perturbations sur le peuplement d'invertébrés benthiques. Toutefois, nous n'avons pas observé d'accumulation d'éléments fins en aval. Lors de prochains suivis, des stations situées en aval des seuils effacés pourraient être envisagées afin de compléter les informations fournies par cette étude.

CONCLUSION

L'état initial indiquait que les parties amont des seuils constituaient des zones lenticques très envasées et homogènes. Les peuplements piscicoles étaient perturbés avec l'apparition fréquente d'espèces de plans d'eau, la sur-abondance des espèces thermophiles, et la sous-représentation des espèces rhéophiles.

Les démantèlements complets (seuils de Choules et de Rivat) ont permis de diversifier les faciès et les substrats et de retrouver des conditions d'habitats plus propices aux espèces piscicoles d'eau courante. Les invertébrés ont également réagi rapidement, la diversification taxonomique et l'augmentation de la proportion de taxons sensibles permettent au peuplement de se rapprocher de la situation de référence pour la Coise (actuellement). Aucune voirie ni aucun bâtiment n'a été dégradé par l'abaissement du profil en long même s'il convient de rester vigilants sur le site du Rivat. Les abattages préventifs réalisés par le SIMA Coise ont permis de limiter l'impact de l'enfoncement du lit (jusqu'à 2 mètres) sur la ripisylve. Seuls quelques souches sont tombées (fin 2016) et permettent de créer des caches en berges.

Les travaux réalisés sur le seuil des Rivières pourtant un an avant ceux de Choules et du Rivat, n'ont pas permis d'atteindre un tel niveau de restauration. Les caractéristiques d'habitat ont certes légèrement évolué mais insuffisamment pour entraîner une réponse nette de la faune aquatique qui reste toujours plus proche de celle des retenues de seuils que des secteurs courants naturels. Le choix de réaliser des travaux plus légers et de compter sur l'énergie de la rivière pour déstructurer progressivement l'ouvrage semble peu probant. Notons toutefois que la réussite de ces travaux légers dépend des conditions hydrologiques, actuellement défavorables car seule une crue de fréquence biennale a été enregistrée entre les travaux (août 2014 pour les Rivières) et les campagnes de suivi (juin 2016). L'intérêt de réaliser des aménagements légers est d'autant plus limité dans le cadre des travaux d'effacement sur la Coise que l'écart financier avec les opérations plus « lourdes » est très limité.

HANSEN et HAYES (2011), soulignent que plus les suivis sont longs après l'effacement du barrage, plus les peuplements d'invertébrés sont proches des stations de référence. SOUCHON et MALAVOI (2012) soulignent qu'une période de 5 à 7 ans apparaît nécessaire pour voir s'exprimer les bénéfices fonctionnels et biologiques des travaux de démantèlement de seuils. Ainsi, ce suivi doit être poursuivi pour illustrer plus précisément le gain écologique lié aux travaux.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 2004. NF T90-344. Qualité de l'Eau. Détermination de l'indice poisson rivière (IPR).
- AFNOR, 2004. NF T90-350. Détermination de l'indice biologique globale normalisé.
- AFNOR, 2006. Guide d'application de la norme NF T 90-350. IBGN (Détermination de l'indice biologique global normalisé).
- AFNOR, 2009. XP T90-333. Prélèvements des macro-invertébrés aquatiques en eaux peu profondes.
- AFNOR, 2010. XP T 90-388. Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau
- BARAN P., LAGARRIGUE T., BELAUD A., LASCAUX J.M., HENNIAUX H. (1999). Etude de l'habitat de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans quatre cours d'eau à haute valeur patrimoniale de la Loire. ENSA Toulouse Laboratoire d'Ingénierie Agronomique – Equipe Environnement Aquatique. 70p + annexes.
- BAUDOIN J.M., BOUTET-BERRY L., CAGNANT M., KREUTZENBERGER K., LAMAND F., MALAVOI J.R., MARMONIER P., PENIL C., RIVIERE C., SADOT M., TUAL M. (2015). CARHYCE : CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau. Protocole de recueil de données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur des cours d'eau prospectables à pied. v3. 43p.
- BAUDOIN J.M., BURGUN V., CHANSEAU M., LARINIER M., OVIDIO M., SREMSKI., STEINBACH P. et VOEGTLE B., (2014). Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons. Principes et méthodes. Onema. 200 pages
- BELLIARD J. et ROSET, N., (2006). L'indice poisson rivière (IPR), Notice de présentation et d'utilisation, CSP, Ed, avril 2006, 20 p,
- BURROUGHS B. A., HAYES D.B., KLOMP K.D., HANSEN J., MISTAK J. (2010). The effects of the Stronach dam removal on fish in the Pine river, Manistee County, Michigan. Transactions of the American fisheries society 139 :1595-1613.
- BURROUGHS B. A., HAYES D.B., KLOMP K.D., HANSEN J., MISTAK J. (2009). Effects of the Stronach dam removal on fluvial geomorphology in the Pine river, Michigan, United States. Geomorphology 110 (2009) 96-107.
- CRISP D.T., (1988). Prediction, from water temperature, of eyeing, hatching and "swim-up" times for salmonids embryos. Freshwater Biology 19, 41-48.
- DATRY T., DOLE-OLIVIER M.J., MARMONIER P., CLARET C., PERRIN J.F., LAFONT M., BEAIL P. (2008). La zone hyporhéique, une composante à ne pas négliger dans l'état des lieux et la restauration des cours d'eau. In : Ingénierie – E A T, n°54. 15p.
- DEGIORGI F., MORILLAS N. et GRANDMOTTET J.P. (2002). Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat à l'échelle de la station : l'IAM. Synthèse. 7p.
- DEGIORGI F. et RAYMOND, J.C., (2000). Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante. Guide technique CSP DR de Lyon, Agence de l'Eau RMC, septembre 2000, 196 pages + annexes.

DELACOSTE M., BARAN P, DAUBA F, BELAUD A., (1993). Etude du macrohabitat de reproduction de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans une rivière pyrénéenne, la Neste du Louron. Evaluation d'un potentiel de l'habitat physique de reproduction. Bull. Fr Pêche Piscic, 331, 341-356.

DE LURY D.B., (1951). On the planning of experiments for the estimation of fish populations. J.Fish. Res. Bd. Can., 18 (4), 281-307.

DOYLE, M.W., STANLEY, E.H. and HARBOR, J.M. (2003) Channel Adjustments Following Two Dam Removals in Wisconsin. Water Resources Research, 39, ESG2-1-2-15.

DOYLE M.W., STANLEY E. H., ORR C.H., SELLE A.R., SETHI S.A., HARBOR J.M. (2005). Stream ecosystem response to small removal : lessons from the Heartland. Geomorphology 71 (2005) 227-244.

DUMOUTIER Q., VIGIER L., CAUDRON A., (2010). Manuel d'utilisation de la macro Excel d'aide au calcul de variables thermiques appliquées aux milieux aquatiques salmonicoles. 19p.

FAURE J.P. (2012). Etude génétique des populations de truites fario du département du Rhône Comparaison avec quelques bassins versants du département de la Loire. 56p.

FAURE J.P., GRES P., (2008). Etude piscicole et astacicole préalable au Contrat de rivières Rhins, Rhodon et Trambouzan (départements 42 et 69). 98p + annexes.

FAURE J.P. et CAUDRON A. (2016). Etude de la répartition micro-géographique de la diversité génétique des populations de truite commune (*Salmo trutta*), département 69 - Suivi du décloisonnement du bassin versant de l'Yzeron - 16p.

FRIBERG N., KRONVANG B., OLE HANSEN H., SVENDSEN L.M. (1998). Long term, habitat-specific response of a macroinvertebrate community to river restoration. Aquatic conservation : marine and freshwater ecosystems. 8 : 87-99.

FRIEBERG N., BAATTRUP-PEDERSEN A., KRISTENSEN E.A., KRONVANG B., LARSEN S.E., PEDERSEN M.L., SKRIVER J., THODSEN H., WIBERG-LARSEN, P. (2013). The river Gelsa restoration revisited : Habitat specific assemblage and persistence of the macroinvertebrates community over 11 year period. Ecol. Eng.

GACON P. (2012). Suivi post-effacement du seuil de la Rochette. Données 2009-2011. FDAAPPMA69.

GACON P. (2016). Suivi des mesures compensatoires liées à la construction de l'A89- Etat n+3. Partenariat FDAAPPMA69/Vinci Autoroutes. 65p.

GAYRAUD S., HEROQUIN E. et PHILIPPE M. (2002). Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : Revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macro-invertébrés. BFPP 365/366 : 339-355.

GRES et GACON (2013). Etude piscicole et astacicole. Bilan intermédiaire du contrat de rivière Coise (départements de la Loire et du Rhône). Phase 1 : Etat des lieux. Phase 2 : Propositions d'aménagements et de gestion. 102p + 27p + annexes.

GUERIN M. (2006). Etude de l'impact des facteurs physiques, géomorphologiques et paysagers sur l'embryogénèse de la truite (*Salmo trutta*) et les échanges eaux de surface-eaux souterraines. Rapport de stage de fin d'études AGROCAMPUS Rennes-INRA-CNRS.

HANSEN J., HAYES D.B., (2011). Long term implications of dam removal for macroinvertebrates communities in michigan and wisconsin rivers, united states. River Res. Applic.

HYDROSPHERE/ECOSPHERE (2001). Impact des plans d'eau sur les rivières et les écosystèmes. 111p.

INTERREG III A (2006) – Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en Vallée d'Aoste et en Haute Savoie. Rapport final.

JULLIN J.C. et FAURE J.P (2010). Suivi des zones de frayères à truite sur les cours d'eau du Furon et du Garon. 6p.

MALAVOI J.R. et SALGUES D., (2011). Arasement et dérasement de seuils. Aide à la définition d'un cahier des charges pour les études de faisabilité. Compartiments hydromorphologie et hydroécologie. ONEMA/CEMAGREF. 83p.

MALAVOI J.R. et SOUCHON Y. (2002). Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : Clé de détermination quantitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2002) 365/366 : 357-372.

MALAVOI J.R.- AREA – (2003). Stratégie d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivière. Agence de l'eau Loire Bretagne. 135p.

MARMONNIER P., DELETTRE Y., LEFEBVRE S., GUYON J. LECLERE H. et HELARD E. (2002). Mise au point d'une méthode simple d'estimation du colmatage des sédiments des cours d'eau. 55p.

MASSA F, BAGLINIERE J.L., PRUNET P. et GRIMALDI C. (2000). Survie embryo-larvaire de la truite (*Salmo trutta*) et conditions physico-chimiques dans la frayère. Cymbium 2000, 24(3) suppl. : 129-140.

MILLER S.W., BUDY P., SCHMIDT J.C. (2010). Quantifying macroinvertebrate responses to in-stream habitat restoration : applications of meta-analysis to river restoration. Restoration Ecology Vol. 18, n°1, pp8-19.

NAVARRO L., PERESS J. et MALAVOI J.R. (2012). Aide à la définition d'une étude de suivi. Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau. ONEMA-Agence de l'Eau RMC-Pôle ONEMA/IRSTEA. 48p.

ORAISON F., SOUCHON Y., VAN LOOY K. (2011). Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau et mieux maîtriser les nutriments : une voie commune ? ONEMA/CEMAGREF. 34p.

SOUCHON Y., MALAVOI J.R. (2012). Le démantèlement des seuils en rivière, une mesure de restauration en vogue : état des lieux des connaissances, aperçu international des bénéfices physiques et écologiques potentiels. ONEMA/IRSTEA. 92p.

SOUCHON Y., (2012). Restauration des cours d'eau. Que nous apprennent les suivis écologiques documentés ? IRSTEA/ONEMA. 78p.

STANLEY E.H., LUEBKE M.A., DOYLE M.W., MARSHALL D.W. (2002). Short-term changes in channel form and macroinvertebrates communities following low-head dam removal. J.N. Am. Benthol. Soc., 2002, 21 (1) : 172-187.

TACHET, H., RICHOUX, P., BOURNAUD, M., USSEGLIO-POLATERA, P., (2010). Invertébrés d'eau douce. systématique, biologie, écologie, CNRS. ed. CNRS.

VAN LOOY K., TORMOS T., SOUCHON Y. Disentangling dam impacts un river networks. Ecological indicators (2014) 10-20.

VAUCHER J. (2017). Suivi piscicole des têtes de bassin du département du Rhône 2016. Fédération de Pêche du Rhône. 50p.

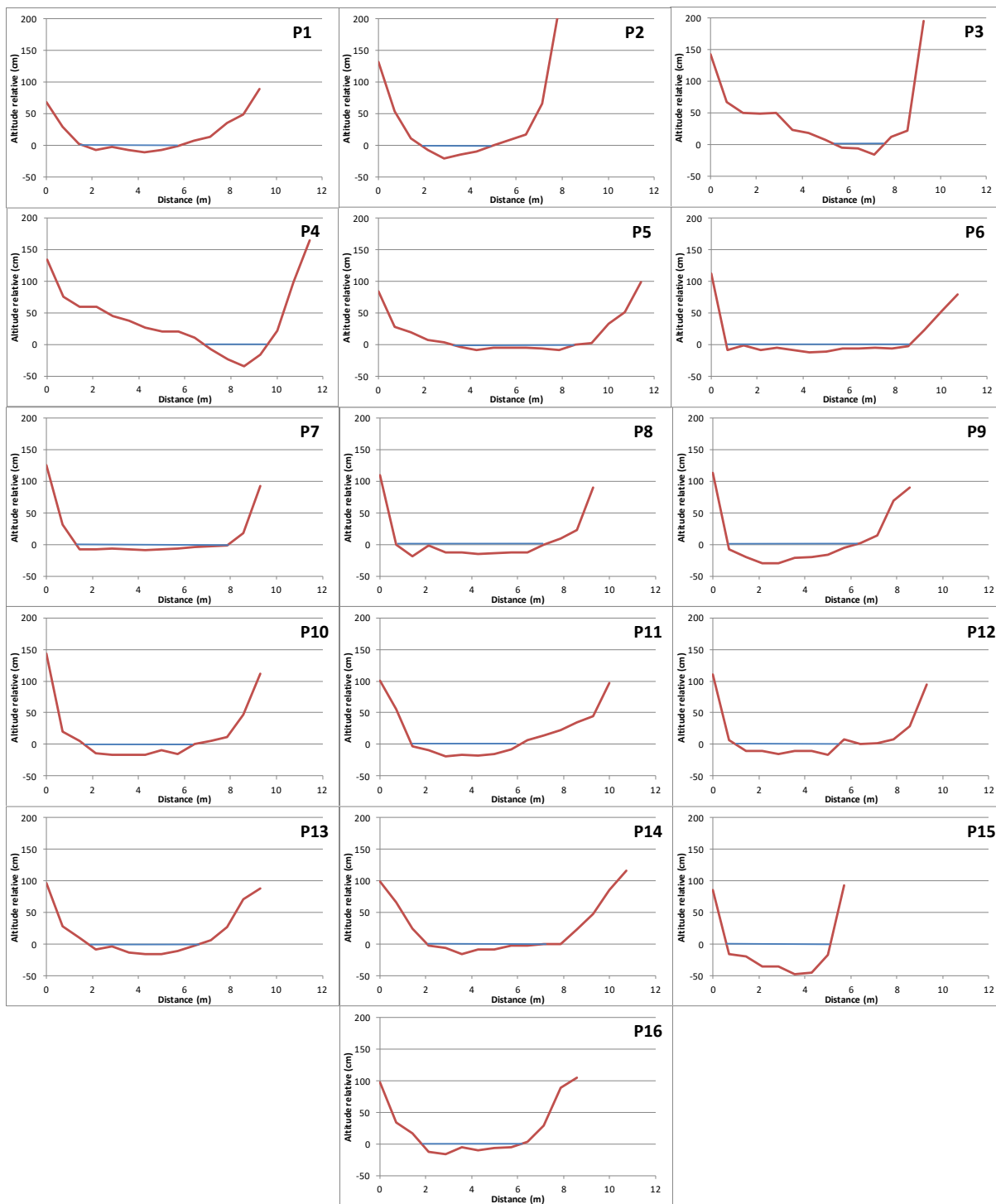
VIGIER L., CAUDRON A., (2011). Evaluation de la restauration de l'habitat physique d'un cours d'eau de Haute Savoie (le Dadon) : mise en place, premiers résultats et perspectives. Sciences Eaux et Territoires n°05. 6p.

VERNEAUX J., (1976). Biotypologie de l'écosystème eaux courantes, La structure biotypologique, Note, CR Acad., Sc., Paris, t 283, série D1663, 5p,

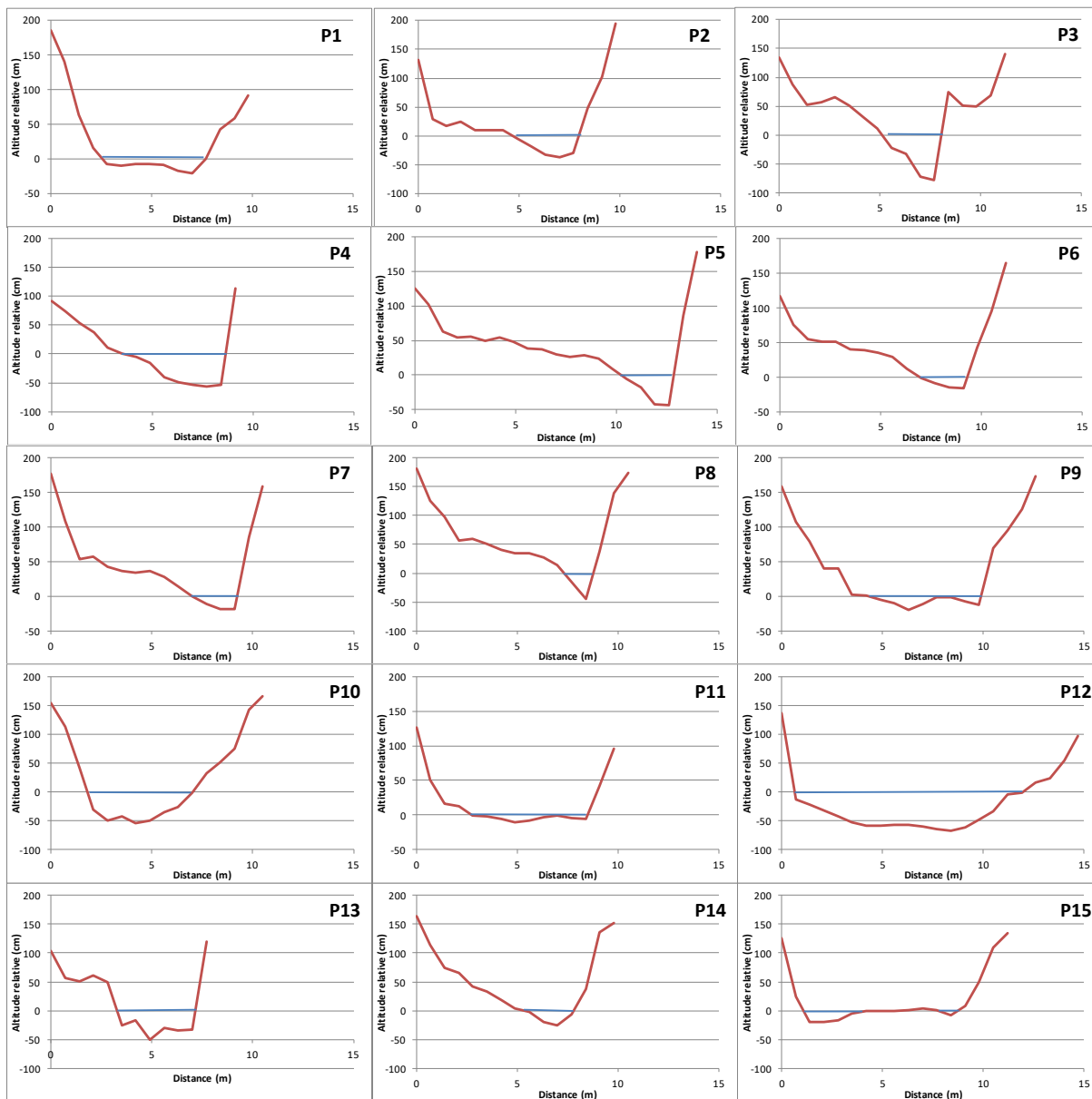
VERNEAUX J., (1976). Biotypologie de l'écosystème 'eaux courantes', Les groupements socio-écologiques, Note, CR Acad., Sc., Paris, t 283, série D1791, 4p,

ANNEXES

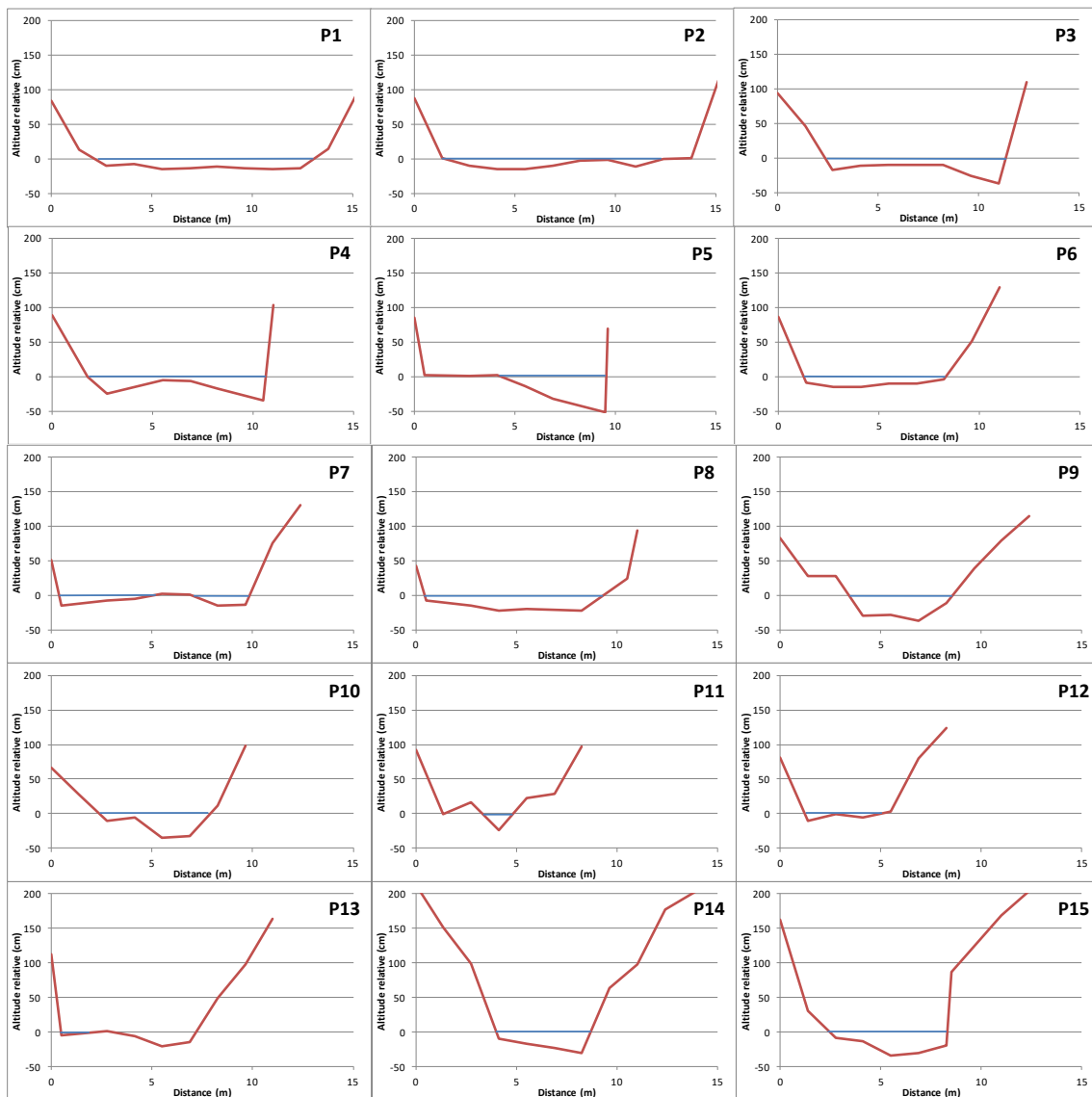
Annexe 1 : Profils en travers 2016



Profils en travers de la Coise à Choules depuis la crête du seuil vers l'amont (rive gauche à droite)



Profils en travers de la Coise à Rivat depuis la crête du seuil vers l'amont (rive gauche à droite)



Profils en travers de la Coise aux Rivières depuis la crête du seuil vers l'amont (rive gauche à droite)

Photographies avant travaux du 23/05/2014 puis après travaux respectivement des 3, 9 et 11/08/2016 sur les seuils des Rivières, du Rivat et de Choules

Annexe 2 : Planches Photographiques Seuil de Choules



Vues de la limite aval du profil en long avant (à gauche) et après travaux (à droite) (vers l'amont en haut et vers l'aval en bas)



Vues du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)



Vues de l'amont du seuil



Limite amont du profil en long avant (à gauche) et après travaux (à droite) (vue amont en haut et aval en bas)

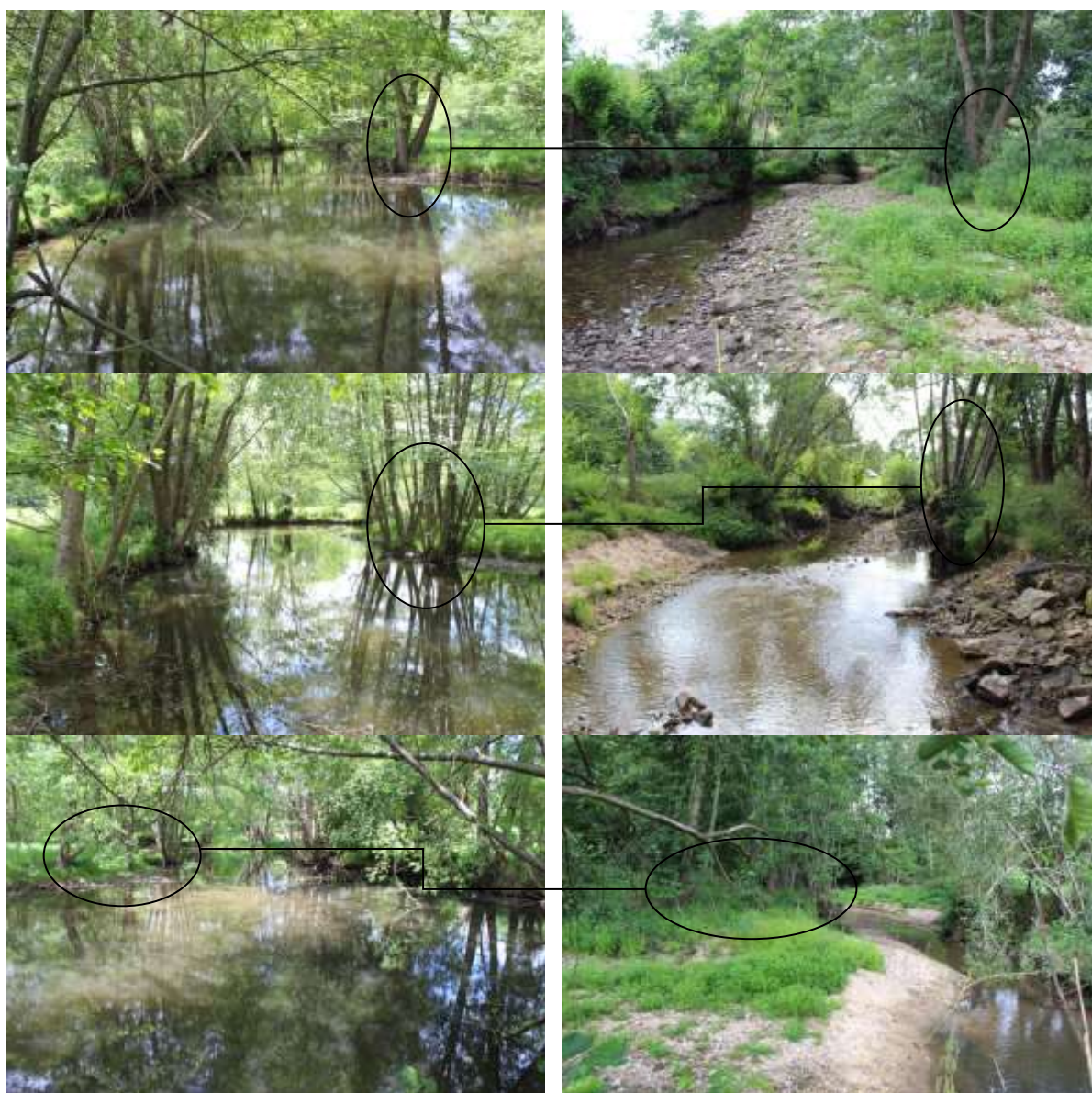
Annexe 3 : Planches Photographiques Seuil de Rivat



Vues de l'aval du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)



Vues du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)



Vues de l'amont du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)

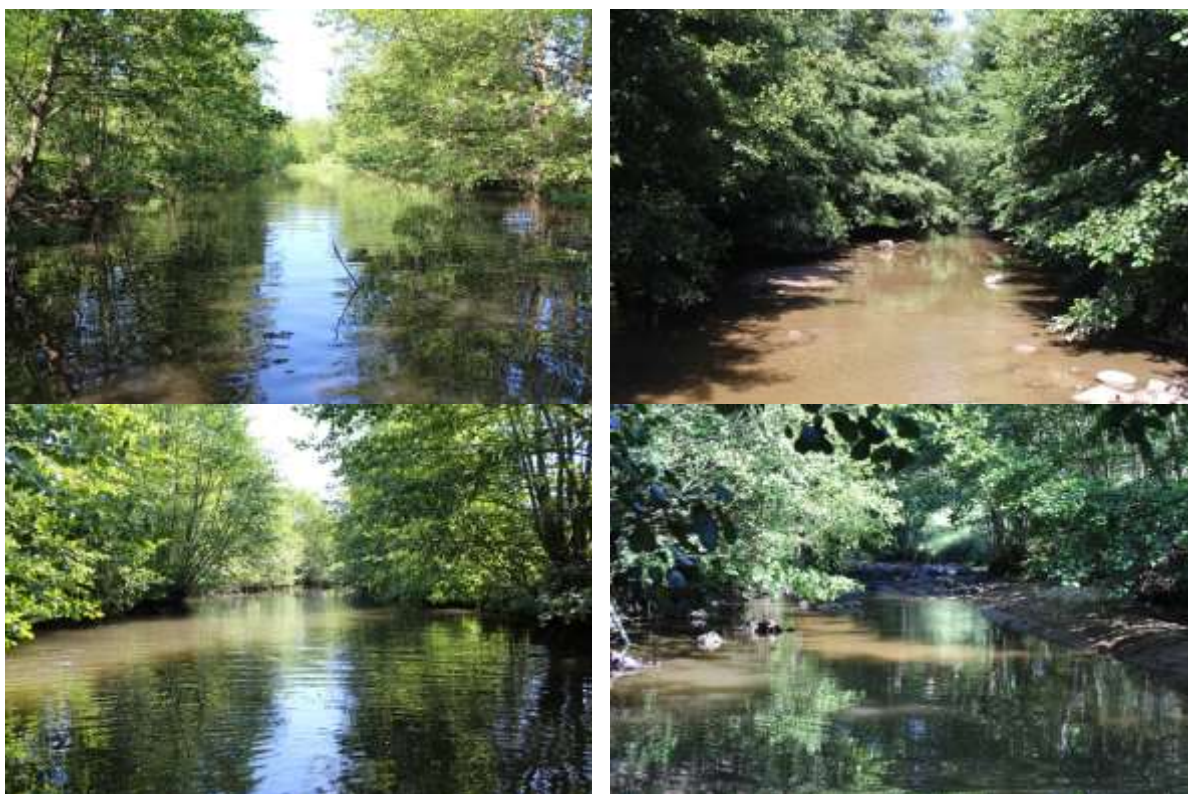
Annexe 4: Planches photographiques du seuil des Rivières



Vues de l'aval du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)



Vues du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)



Vues de l'amont du seuil avant (à gauche) et après travaux (à droite)



Vues de la limite amont du profil en long avant (à gauche) et après travaux (à droite)

Annexe 5 : Données piscicoles détaillées

Code station	COISE-14	Commune	Larajasse
Cours d'eau	Coise	Localisation	Choules amont du seuil
Coordonnées Lambert II de la limite aval	768 861	Objet de la pêche	Inventaire (De Lury)
	2 071 584	Nombre de passage(s)	2
Date de pêche	06/07/2016	Matériel	FEG 5000
Hydrologie	Basses eaux	Nombre d'anode(s)	2
Turbidité	Moyenne	Nombre d'épuisette(s)	4

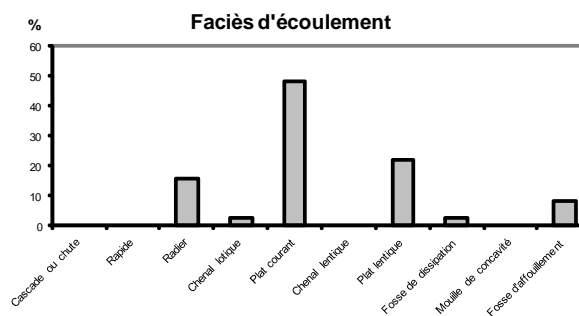
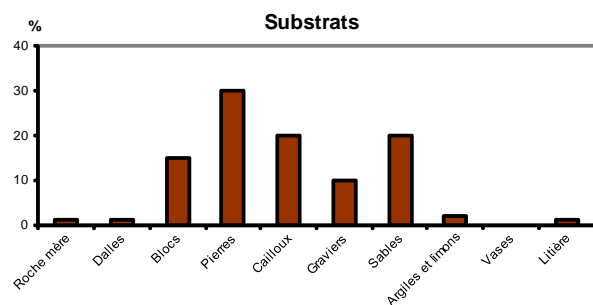
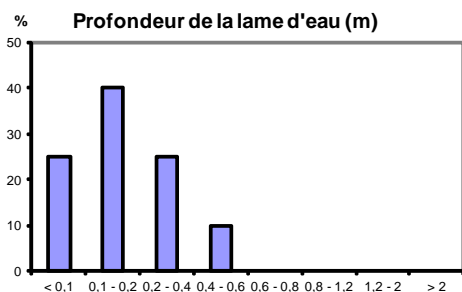
Caractéristiques de la station

Altitude (m)	538
Distance à la source (km)	14,2
Bassin versant drainé (km²)	73
Pente moyenne (‰)	8,1
Longueur (m)	124
Largeur en eau (m)	5,8
Surface de la station (m²)	719
Conductivité (µS/cm)	219



Caractéristiques d'habitat

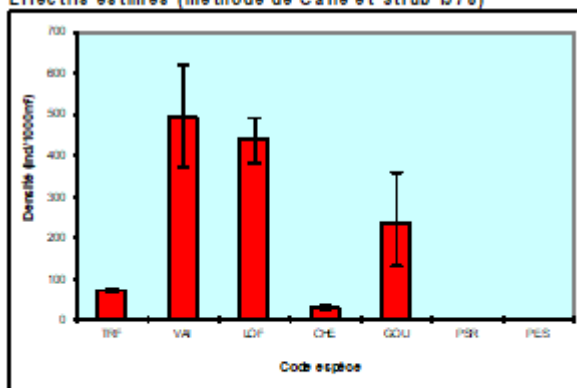
Ripisylve (% de linéaire)	70
Epaisseur de la ripisylve	Rangée (1m) rive droite / Cordon (1-5m) rive gauche
Ombrage (% de surface)	80
Abris (% de surface)	0,7



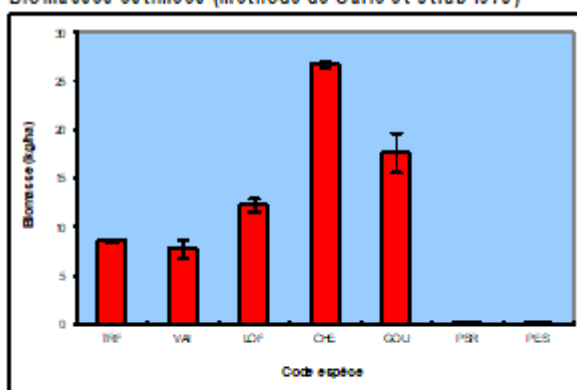
Code station : COISE-14	Cours d'eau : Coise	Localisation : Choules amont du seuil	Date : 06/07/2016
--------------------------------	----------------------------	--	--------------------------

Effectifs et biomasses estimés (méthode de Carle et Strub 1978)	CHE	GOU	LOF	PES	PFL	PSR	TRF	VAI							Total
Effectifs capturés au 1er passage (Ind)	14	54	80	1	24	1	39	151							464
Effectifs capturés au 2nd passage (Ind)	6	40	78		35	2	10	89							260
Densités estimées (Ind/1000m ²)	31	234	437	1		4	71	484							271
Effectif capturé/estimé (%)	91	86	82	100		100	96	66							79
Biomasses capturées au 1er passage (g)	632	595	559	5	200	2	581	283							3848
Biomasses capturées au 2nd passage (g)	251	319	204		441	3	34	141							893
Biomasses estimées (kg/ha)	27	18	12	0,1		0,1	8,8	7,8							73
Biomasse capturée/estimée (%)	95	71	57	100		83	100	76							99

Effectifs estimés (méthode de Carle et Strub 1978)



Biomasses estimées (méthode de Carle et Strub 1978)



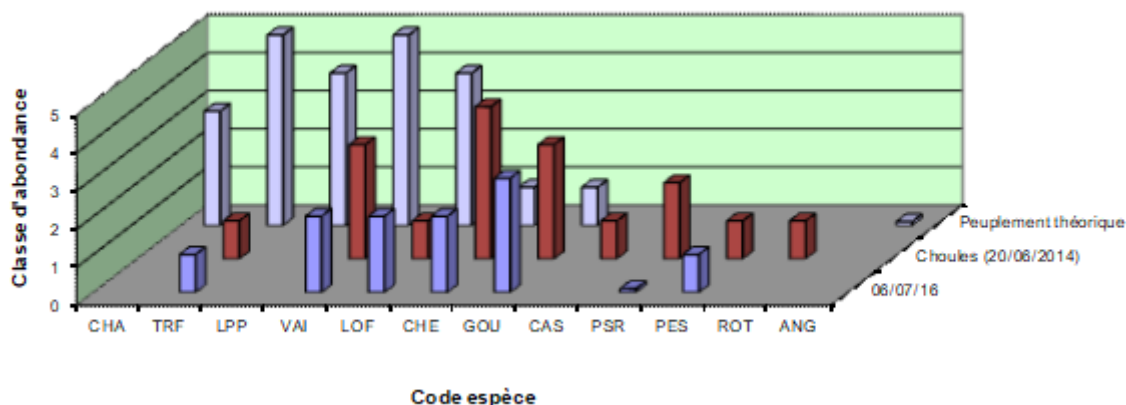
Note indice Poissons Rivière (IPR)					20,8
<= 7	[7-15]	[16-25]	[26-35]	>36	
Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise	
Scores des métriques de l'IPR					
Nombre total d'espèces (NTE)					0,87
Nombre d'espèces rhéophiles (NER)					6,04
Nombre d'espèces lithophiles (NEL)					6,68
Densité totale d'individus (DTI)					0,03
Densité d'individus tolérants (DIT)					3,01
Densité d'individus invertivores (DII)					2,82
Densité d'individus omnivores (DIO)					2,88
Historique des notes IPR					
22/06/2014					
22,5					
DIO, NER, NEL					

Classes d'abondance de truite fario (référentiel CSP DR6)

	Densité (Ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
Observée	709	8,6
Très importante	> 7000	> 300
Importante	[4000;7000]	[200;300]
Assez importante	[2200;4000]	[125;200]
Moyenne	[1200;2200]	[75;125]
Assez faible	[700;1200]	[50;75]
Faible	[400;700]	[30;50]
Très faible	<400	< 30

Peuplement théorique type B 4 (estimé)

Classes d'abondance des peuplements théorique et réels selon le modèle de Verneaux
(prenant en compte les données de densité et de biomasse)



Code station	COISE-17	Commune	Larajasse
Cours d'eau	Coise	Localisation	Pont Colas
Coordonnées Lambert II de la limite aval	767 417	Objet de la pêche	Inventaire (De Lury)
	2 071 536	Nombre de passage(s)	2
Date de pêche	05/07/2016	Matériel	FEG 5000
Hydrologie	Basses eaux	Nombre d'anode(s)	2
Turbidité	Moyenne	Nombre d'époussette(s)	4

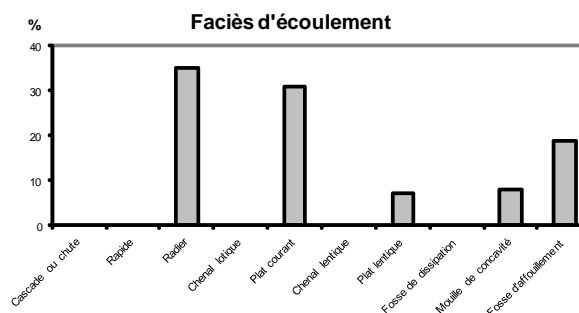
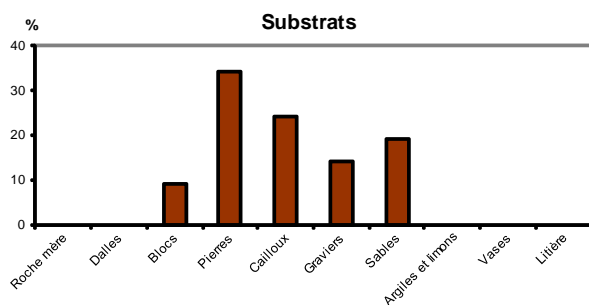
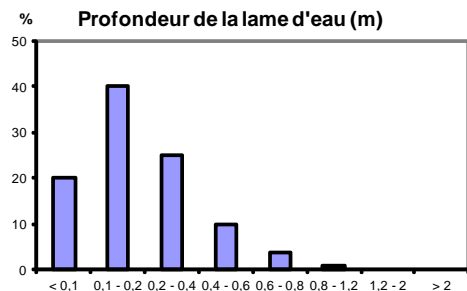
Caractéristiques de la station

Altitude (m)	526
Distance à la source (km)	16,1
Bassin versant drainé (km²)	82,5
Pente moyenne (‰)	6,6
Longueur (m)	130
Largeur en eau (m)	5,9
Surface de la station (m²)	767
Conductivité (µS/cm)	216



Caractéristiques d'habitat

Ripisylve (% de linéaire)	100
Épaisseur de la ripisylve	Cordon (1-5m) rive droite / Rangée (1m) rive gauche
Ombrage (% de surface)	80
Abris (% de surface)	0,9

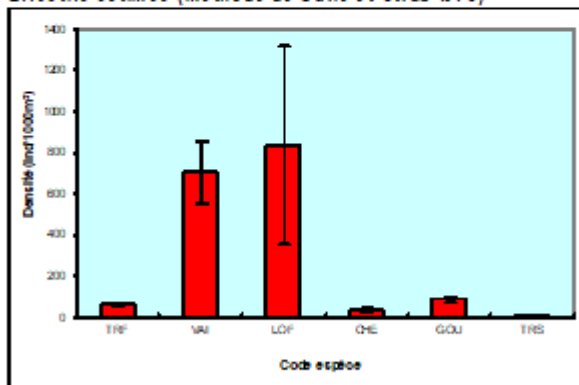


Code station : COISE-17	Cours d'eau : Coise	Localisation : Port Colas	Date : 05/07/2016
--------------------------------	----------------------------	----------------------------------	--------------------------

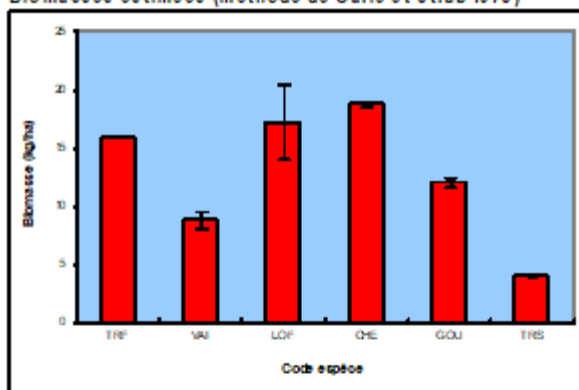
Effectifs et biomasses estimés (méthode de Carle et Strub 1978)

	CHE	GOU	LOF	PFL	TRF	TRS	VAI									Total
Effectifs capturés au 1er passage (Ind)	16	40	47	4	33	1	229									470
Effectifs capturés au 2nd passage (Ind)	7	17	119	5	10		134									292
Densités estimées (Ind/1000m ²)	34	88	834		80	1	704									1720
Effectif capturé/estimé (%)	88	88	42		93	100	67									85
Biomasses capturées au 1er passage (g)	1194	675	485	47	1167	300	390									4258
Biomasses capturées au 2nd passage (g)	202	183	310	87	45		166									993
Biomasses estimées (kg/ha)	18	12	17		18	3,9	8,8									77
Biomasse capturée/estimée (%)	97	98	80		100	100	82									89

Effectifs estimés (méthode de Carle et Strub 1978)



Biomasses estimées (méthode de Carle et Strub 1978)



Note Indice Poissons Rivière (IPR) 23,4

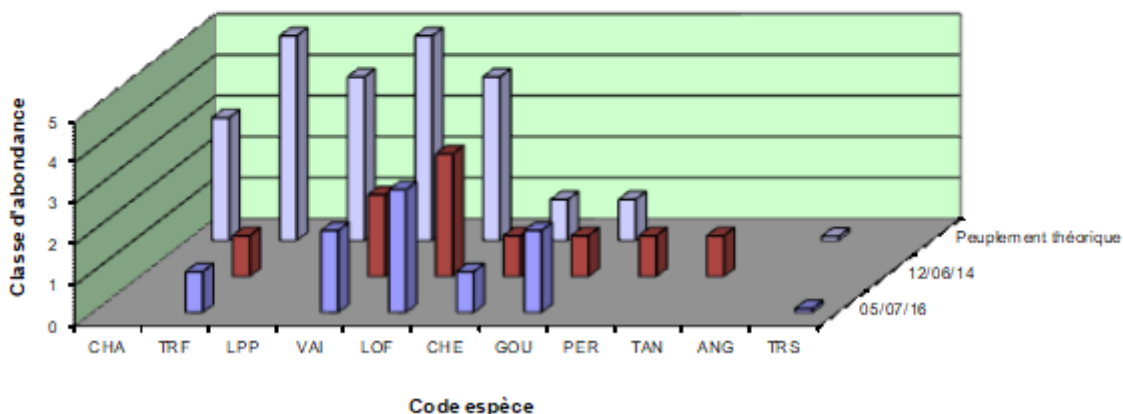
<= 7	[7-15]	[16-25]	[26-35]	>36
Excellente	Bonne	Médiane	Mauvaise	Très mauvaise
Scores des métriques de l'IPR				
Nombre total d'espèces (NTE)				2,15
Nombre d'espèces rhéophiles (NER)				8,80
Nombre d'espèces lithophiles (NEL)				8,03
Densité totale d'individus (DTI)				0,02
Densité d'individus tolérants (DIT)				2,50
Densité d'individus invertivores (DII)				3,48
Densité d'individus omnivores (DIO)				2,88
Historique des notes IPR				
12/06/2014				
24,6				
NER, NEL, DII				

Classes d'abondance de truite fario (référentiel CSP DR6)

	Densité (Ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
Observée	600	16
Très importante	> 7000	> 300
Importante	[4000;7000]	[200;300]
Assez importante	[2200;4000]	[125;200]
Moyenne	[1200;2200]	[75;125]
Assez faible	[700;1200]	[50;75]
Faible	[400;700]	[30;50]
Très faible	<400	< 30

Peuplement théorique type B 4 (estimé)

Classes d'abondance des peuplements théorique et réels selon le modèle de Verneaux
(prenant en compte les données de densité et de biomasse)



Code station	COISE-15	Commune	Saint Symphorien sur Coise
Cours d'eau	Coise	Localisation	Amont seuil
Coordonnées Lambert II de la limite aval	766 600	Objet de la pêche	Inventaire (De Lury)
	2 071 671	Nombre de passage(s)	2
Date de pêche	06/07/2016	Matériel	FEG 5000
Hydrologie	Basses eaux	Nombre d'anode(s)	2
Turbidité	Moyenne	Nombre d'époussette(s)	4

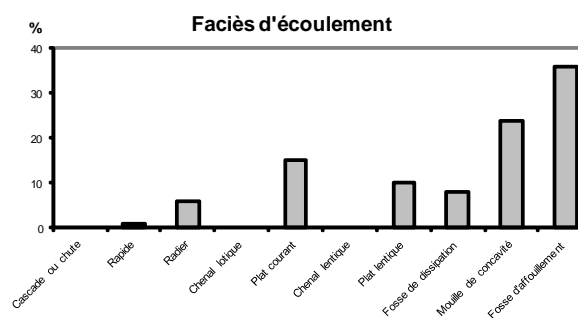
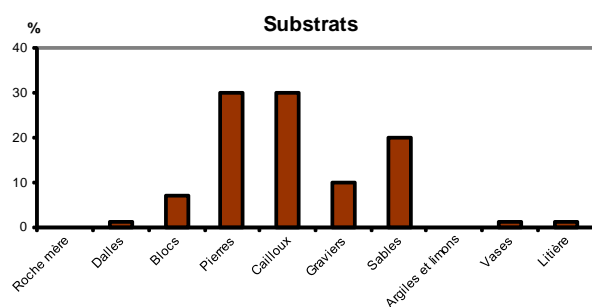
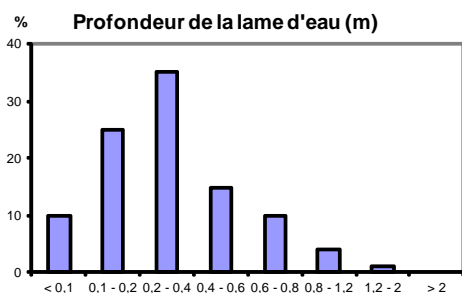
Caractéristiques de la station

Altitude (m)	515
Distance à la source (km)	17,4
Bassin versant drainé (km²)	84
Pente moyenne (‰)	6,6
Longueur (m)	135
Largeur en eau (m)	7,0
Surface de la station (m²)	945
Conductivité (µS/cm)	218



Caractéristiques d'habitat

Ripisylve (% de linéaire)	70
Épaisseur de la ripisylve	Cordon (1-5m) rive droite / Rangée (1m) rive gauche
Ombrage (% de surface)	30
Abris (% de surface)	1,4

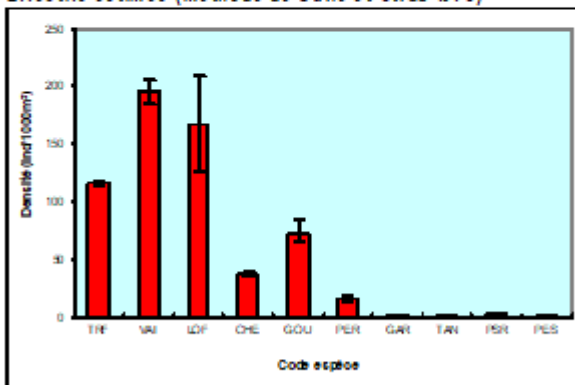


Code station : COISE-15	Cours d'eau : Coise	Localisation : Rivat - de la cèpée d'aulnes RG jusqu'à la cèpée d'érables en	Date : 06/07/2016
--------------------------------	----------------------------	---	--------------------------

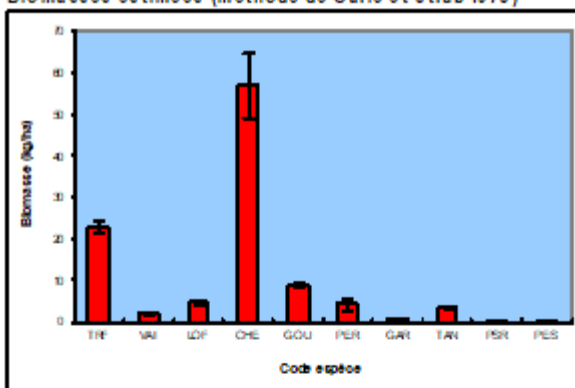
Effectifs et biomasses estimés (méthode de Carle et Strub 1978)

	CHE	GAR	GOU	LOF	PER	PES	PSR	TAN	TRF	VAI						Total
Effectifs capturés au 1er passage (Ind)	27	1	44	78	7	1	2	1	93	141						395
Effectifs capturés au 2nd passage (Ind)	6		7	41	5				14	34						117
Densités estimées (Ind/1000m ²)	38	1	73	187	16	1	2	1	116	198						607
Effectif capturé/estimé (%)	97	100	88	76	86	100	100	100	96	96						89
Biomasses capturées au 1er passage (g)	654	71	552	298	146	4	4	320	1175	123						4307
Biomasses capturées au 2nd passage (g)	151		91	109	95				538	51						2135
Biomasses estimées (kg/ha)	67	0,8	8,9	4,7	4,2	0,0	0,0	3,4	23	2,2						104
Biomasse capturée/estimée (%)	82	100	88	83	81	100	100	100	79	84						86

Effectifs estimés (méthode de Carle et Strub 1978)



Biomasses estimées (méthode de Carle et Strub 1978)



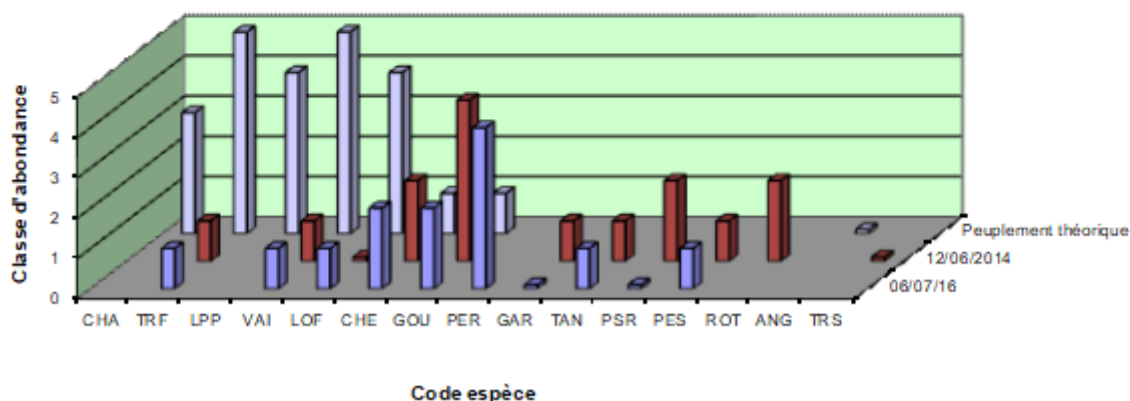
Note indice Poissons Rivière (IPR)					22,5
<= 7	[7-16]	[16-25]	[25-35]	>36	
Excellent	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise	
Scores des métriques de l'IPR					
Nombre total d'espèces (NTE)					2,22
Nombre d'espèces rhéophiles (NER)					6,27
Nombre d'espèces lithophiles (NEL)					6,78
Densité totale d'individus (DTI)					0,63
Densité d'individus tolérants (DIT)					1,94
Densité d'individus invertivores (DII)					2,32
Densité d'individus omnivores (DIO)					3,61
Historique des notes IPR					
12/06/2014					
21,8					
NER, NEL, DIO					

Classes d'abondance de truite fario (référentiel CSP DR6)

	Densité (Ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
Observée	1153	23
Très importante	> 5000	> 300
Importante	[2700;5000]	[200;300]
Assez importante	[1600;2700]	[125;200]
Moyenne	[800;1600]	[75;125]
Assez faible	[550;900]	[50;75]
Faible	[300;550]	[30;50]
Très faible	<300	< 30

Peuplement théorique type B 4 (estimé)

Classes d'abondance des peuplements théorique et réels selon le modèle de Verneaux (prenant en compte les données de densité et de biomasse)



Code station	COISE-16	Commune	Saint Symphorien sur Coise
Cours d'eau	Coise	Localisation	Amont seuil
Coordonnées Lambert II de la limite aval	765 699	Objet de la pêche	Inventaire (De Lury)
	2 071 775	Nombre de passage(s)	2
Date de pêche	05/07/2016	Matériel	FEG 5000
Hydrologie	Basses eaux	Nombre d'anode(s)	2
Turbidité	Moyenne	Nombre d'épuisette(s)	4

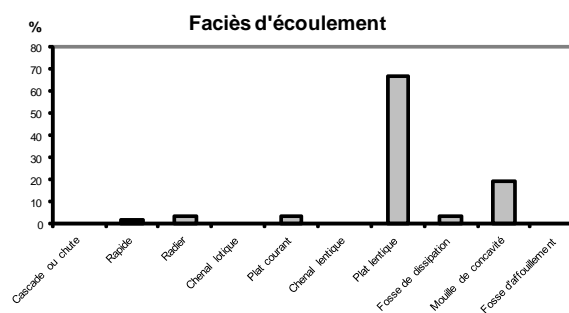
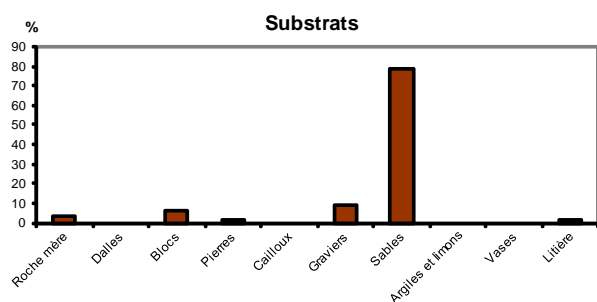
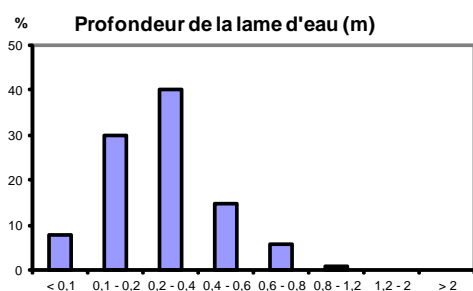
Caractéristiques de la station

Altitude (m)	505
Distance à la source (km)	18,9
Bassin versant drainé (km²)	93
Pente moyenne (‰)	11,4
Longueur (m)	118
Largeur en eau (m)	9,0
Surface de la station (m²)	1057
Conductivité (µS/cm)	227



Caractéristiques d'habitat

Ripisylve (% de linéaire)	100
Epaisseur de la ripisylve	Cordon (1-5m) - 2 rives
Ombrage (% de surface)	70
Abris (% de surface)	0,6

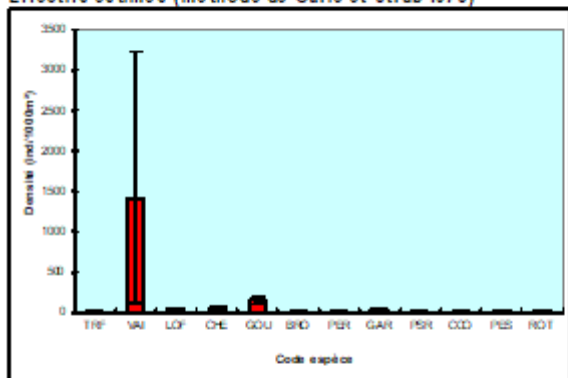


Code station : COISE-16	Cours d'eau : Coise	Localisation : Rivières -du rétrécissement en amont du seuil jusqu'au double	Date : 05/07/2016
--------------------------------	----------------------------	---	--------------------------

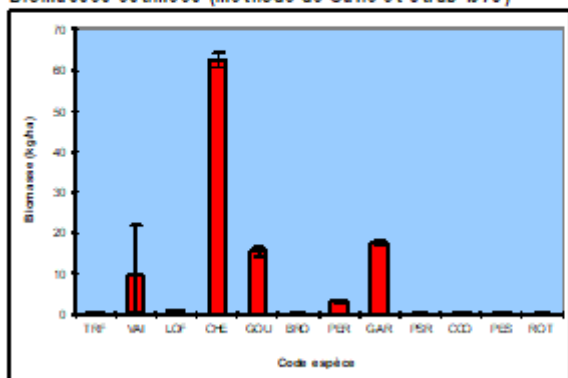
Effectifs et biomasses estimés (méthode de Carle et Strub 1978)

	BRO	CHE	GAR	GOU	LOF	PER	PES	PFL	P8R	ROT	TRF	VAI	CCO			Total
Effectifs capturés au 1er passage (Ind)	1	19	9	29	10	9	3	4	2	1	1	44	1			133
Effectifs capturés au 2nd passage (Ind)		24	16	71	8	10	2	7	7		2	85				232
Densités estimées (Ind/1000m ²)	1	5,8	2,8	15,8	2,8	2,2	5		1,4	1	3	14,02	1			17,21
Effectif capturé/estimé (%)	300	70	85	80	80	80	300		80	300	100	9	300			20
Biomasses capturées au 1er passage (g)	25	2167	557	381	34	130	56	81	2	8	3	30	69			3523
Biomasses capturées au 2nd passage (g)		2475	1063	828	24	157	24	84	8		87	87				4993
Biomasses estimées (kg/ha)	0,2	6,3	1,8	16	0,9	3,4	0,9		0,1	0,1	0,9	9,5	0,7			113
Biomasse capturée/estimée (%)	300	70	85	80	80	80	84		80	300	100	10	300			68

Effectifs estimés (méthode de Carle et Strub 1978)



Biomasses estimées (méthode de Carle et Strub 1978)



Note Indice Poissons Rivière (IPR) 32,9

<=7	[7-16]	[16-25]	[26-36]	> 36
Excellente	Bonne	Médiocre	Mauvaise	Très mauvaise

Scores des métriques de l'IPR

Nombre total d'espèces (NTE)	8,74
Nombre d'espèces rhéophiles (NER)	6,78
Nombre d'espèces lithophiles (NEL)	6,21
Densité totale d'individus (DTI)	3,78
Densité d'individus tolérants (DIT)	1,07
Densité d'individus invertivores (DII)	8,89
Densité d'individus omnivores (DIO)	3,68

Historique des notes IPR

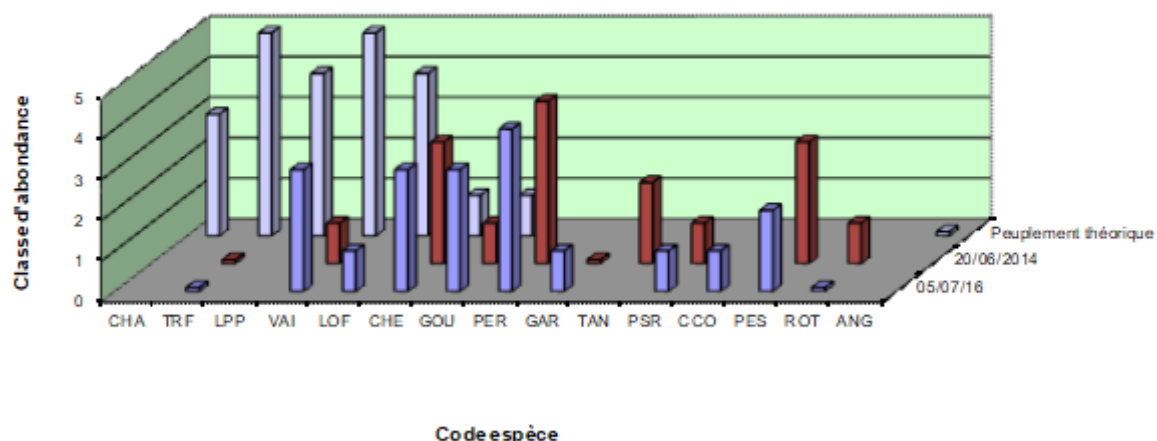
20/06/2014				
34,4				
DII, NTE, DTI				

Classes d'abondance de truite fario (référentiel CSP DR6)

	Densité (Ind/ha)	Biomasse (kg/ha)
Observée	28	0,9
Très importante	> 5000	> 300
Importante	[2700;5000]	[200;300]
Assez importante	[1600;2700]	[125;200]
Moyenne	[900;1600]	[75;125]
Assez faible	[550;900]	[30;75]
Faible	[300;550]	[10;30]
Très faible	< 300	< 10

Peuplement théorique type B 4 (estimé)

Classes d'abondance des peuplements théorique et réels selon le modèle de Verneaux (prenant en compte les données de densité et de biomasse)



Annexe 6 : Données invertébrés détaillées

Choules - Coise			
Identification		Tri/Détermination	
Méthode de prélèvement	XP T 90-333	Agents	YP
Type d'échantillon	Regroupement partiel par phase	Méthode de traitement au laboratoire Type de pré-traitement	XP T 90-388 Lavage/Elutriation
Date	11/08/2016	Grossissement utilisé pour le tri	X2
Préleveurs	PG/YP	Grossissement maximum utilisé	X8
Type de conservation	Alcool 96°	Date d'analyse	09/01/2017

Phase	Phase A	Phase B	Phase C	Total
Taxons	Effectif brut			1654
Emb. / Arthropodes				520
Cl. / Insectes				117
O. / Pléocoptères				116
F. / Leuctridae				1
g. / Euleuctra		1		1
g. / Leuctra	9	60	46	115
F. / Nemouridae				1
g. / Nemoura		1		1
O. / Trichoptères				265
F. / Goeridae				36
g. / Silo	13	15	8	36
F. / Hydropsychidae				148
g. / Hydropsyche		96	52	148
F. / Leptoceridae				3
g. / Mystacides			1	1
g. / Decetis	1		1	2
F. / Limnephilidae				2
SF. / Limnephilinae	1			1
SF. / Drusidae	1			1
F. / Polycentropodidae				49
g. / Cyrnus	35	7	7	49
F. / Psychomyiidae				10
g. / Psychomyia	6	2	2	10
F. / Rhyacophilidae				17
g. / Rhyacophila	1	10	6	17
O. / Ephemeroptères				239
F. / Baetidae				139
g. / Baetis lato sensus	14	57	68	139
F. / Ephemeridae				38
g. / Ephemerella	10	3	25	38
F. / Ephemerellidae				6
g. / Ephemerella ignita	3	1	2	6
F. / Heptageniidae				32
g. / Ecdyonurus		2	5	7
g. / Electrogena		14	8	22
g. / Rithrogena			3	3
F. / Leptophlebiidae	20		4	24
O. / Heteroptères				1
F. / Corixidae				1
g. / Micronecta		1		1
O. / Coléoptères				32
F. / Dytiscidae				2
SF. Colymbetinae	2			2
F. / Elmidae				20
g. / Dupophilus	1		1	2
g. / Elmis	2	2	2	6
g. / Esolus		1	3	4
g. / Limnius	3		1	4
g. / Oulimnius	3	1		4
F. / Hydraenidae				10
g. / Hydraena		6	4	10
O. / Diptères				729
F. / Athericidae		1	3	4
F. / Ceratopogonidae	1		1	2
F. / Chironomidae	330	86	175	591
F. / Empididae	1			1
F. / Limoniidae	36	34	36	106
F. / Simuliidae		17	6	23
F. / Tabanidae		1	1	2
O. / Odonates				25
F. / Calopterygidae				15
g. / Calopteryx	15			15
F. / Platycnemididae				10
g. / Platycnemis	10			10
O. / Mégaloptères				1
F. / Sialidae				1
g. / Sialis	1			1
Cl. / Crustacés				245
O. / Amphipodes				165
F. / Gammaridae	56	23	25	165
g. / Gammarus	38	5	18	61
O. / Isopodes				67
F. / Asellidae	67			67
O. / Decapodes				4
F. / Astacidae				4
g. / Pacifastacus	4			4
Autres crustacés				9
O. Copépodes	4	1	4	9
Emb. / Mollusques				40
Cl. / Gasteropodes				40
F. / Ancyliidae				39
g. / Ancylus	6	15	18	39
F. / Hydrobiidae				1
g. / Potamopyrgus		1		1
Emb. / ANNELIDES = VERS				753
Cl. / Achètes				3
F. / Glossiphoniidae		3		3
Cl. / Oligochètes	175	199	376	750
Autres embranchements				6
Nematelminthes	3	2	1	6
Nombre total d'individus	872	666	915	2453

	Equivalent IBGN (A + B)	IBG-DCE (A+B+C)
Nombre de taxons	36	37
Classe de variétés	10	11
Groupe faunistique indicateur	7	7
Taxon indicateur	F. / Leuctridae	F. / Leuctridae
Note (code couleur arrêté du 25/01/2010)	16	17

Robustesse	
Groupe faunistique	7
Taxon indicateur	F. / Goeridae
Robustesse IBGN	16

Individus ubiquistes ou saprobiontes	77%
Individus des taxons <10 ind.	62%
Variété EPT	19

Pont Colas RD - Coise			
Identification		Tri/Détermination	
Méthode de prélèvement	XP T 90-333	Agents	YP
Type d'échantillon	Regroupement partiel par phase	Méthode de traitement au laboratoire	XP T 90-388
Date		Type de pré-traitement	Lavage/Elutriation
Préleveurs	PG/YP	Grossissement utilisé pour le tri	X2
Type de conservation	Alcool 96*	Grossissement maximum utilisé	X8
		Date d'analyse	03/01/2016

Phase	Phase A	Phase B	Phase C	Total
Taxons	Effectif brut			
Emb. / Arthropodes				1608
Cl. / Insectes				549
O. / Plécoptères				175
F. / Leuctridae				172
g. / Euleuctra	1	1		2
g. / Leuctra	19	89	62	170
g. / Nemoura	3			3
O. / Trichoptères				424
F. / Goeridae				97
g. / Silo	7	73	17	97
F. / Hydropsychidae				164
g. / Hydropsyche	1	56	107	164
F. / Lepidostomatidae				4
g. / Lepidostoma	1	1	2	4
F. / Leptoceridae				3
g. / Mystacides	2		1	3
F. / Limnephilidae				4
SF. / Limnephilinae	1	1		2
SF. / Drusiniidae		2		2
F. / Polycentropodidae				131
g. / Cyrrus	73	23	35	131
F. / Psychomyiidae				1
g. / Psychomyia	1			1
F. / Rhyacophilidae				20
g. / Rhyacophila	1	10	9	20
O. / Ephemeroptères				109
F. / Baetidae				14
g. / Baetis lato sensus		4	9	13
g. / Centropilum	1			1
F. / Ephemeridae				14
g. / Ephemera	8	1	5	14
F. / Ephemerellidae				5
g. / Ephemerella ignita	2	2	1	5
F. / Heptageniidae				25
g. / Ecdyonurus	1	9	1	11
g. / Electrogena		9	5	14
F. / Leptophlebiidae	30	5	7	51
g. / Paraleptophlebia	6	2	1	9
O. / Coléoptères				122
F. / Dytiscidae				2
SF. Colymbetinae	2			2
F. / Elmidae				118
g. / Dupophillus		4	6	10
g. / Elmis	3	16	11	30
g. / Esolus		3	4	7
g. / Limnius	7	27	29	63
g. / Oulimnius	3	1	4	8
F. / Hydraenidae				2
g. / Hydraena			2	2
O. / Diptères				633
F. / Athericidae		1		1
F. / Ceratopogonidae	1	6		7
F. / Chironomidae	333	96	173	602
F. / Empididae	1			1
F. / Limoniidae	2	5	11	18
F. / Psychodidae	2			
F. / Simuliidae		2		2
O. / Odonates				8
F. / Calopterygidae				8
g. / Calopteryx	8			8
O. / Mégaloptères				1
F. / Sialidae				1
g. / Sialis			1	1
O. / Hyménoptères				1
F. / Agriotypidae				1
g. / Agriotypus		1		1
Cl. / Crustacés				135
O. / Amphipodes				122
F. / Gammaridae	9	53	22	122
g. / Gammarus	7	8	23	38
O. / Isopodes				8
F. / Asellidae	8			8
Autres crustacés				5
O. Copépodes	4		1	5
Emb. / Mollusques				287
Cl. / Bivalves				5
F. / Sphaeriidae				5
g. / Pisidium	2		3	5
Cl. / Gasteropodes				282
F. / Ancylidae				182
g. / Ancylus	15	66	101	182
F. / Hydrobiidae				100
g. / Potamopyrgus	37	40	23	100
Emb. / ANNÉLIDES = VERS				392
Cl. / Achètes				2
F. / Erpobdellidae	1		1	2
Cl. / Oligochètes	225	110	55	390
Autres embranchements				11
Nemathelminthes	2			2
Hydrozoaires	6			6
Hydracariens		2	1	3
Nombre total d'individus	834	860	729	733
Total	3156			

	Equivalent IBGN (A + B)	IBG-DCE (A+B+C)
Nombre de taxons	42	43
Classe de variétés	12	12
Groupe faunistique indicateur	7	7
Taxon indicateur	F. / Leuctridae	F. / Leuctridae
ote (code couleur arrêté du 25/01/2010)	18	18

Robustesse	
Groupe faunistique indicateur	7
Taxon indicateur	F. / Goeridae
Robustesse IBGN	18

Individus ubiquistes ou saprobiontes	64%
Individus des taxons <10 ind.	60%
Variété EPT	21

Pont Colas Seuil - Coise			
Identification		Tri/Détermination	
Méthode de prélèvement	XP T 90-333	Agents	YP
Type d'échantillon	Regroupement partiel par phase	Méthode de traitement au Type de pré-traitement	XP T 90-388 Lavage/Elutriation
Date	12/08/2016	Grossissement utilisé pour le tri	X2
Préleveurs	PG/YP	Grossissement maximum utilisé	X8
Type de conservation	Alcool 96°	Date d'analyse	05/01/2017

	Equivalent IBGN (A + B)	IBG-DCE (A+B+C)
Nombre de taxons	34	34
Classe de variétés	10	10
Groupe faunistique indicateur	7	7
Taxon indicateur	<i>F. / Leptophlebiidae</i>	<i>F. / Leptophlebiidae</i>
Note (code couleur arrêté du 25/01/2010)	16	16

Phase	Phase A	Phase B	Phase C
Taxons	Effectif brut		
Emb. / Arthropodes			1649
Cl. / Insectes			1040
O. / Pléoptères			2
<i>F. / Leuctridae</i>			2
<i>g. / Leuctra</i>	1	1	2
O. / Trichoptères			128
<i>F. / Goeridae</i>			1
<i>g. / Silo</i>		1	1
<i>F. / Hydropsychidae</i>			2
<i>g. / Hydropsyche</i>	1	1	2
<i>F. / Leptoceridae</i>			6
<i>g. / Mystacides</i>	3	2	1
<i>F. / Limnephilidae</i>			7
SF. / Limnephilinae	2	5	7
<i>F. / Polycentropodidae</i>			109
<i>g. / Cyrnus</i>	87	22	109
<i>F. / Psychomyidae</i>			1
<i>g. / Psychomyia</i>		1	1
<i>F. / Rhyacophilidae</i>			2
<i>g. / Rhyacophila</i>		2	2
O. / Ephemeroptères			28
<i>F. / Baetidae</i>			4
<i>g. / Baetis lato sensus</i>		2	2
<i>g. / Procloeon</i>	2		2
<i>F. / Ephemeridae</i>			11
<i>g. / Ephemera</i>	2	8	1
<i>F. / Ephemerellidae</i>			1
<i>g. / Ephemerella ignita</i>		1	1
<i>F. / Leptophlebiidae</i>	8		12
<i>g. / Habrophlebia</i>			1
<i>g. / Paraleptophlebia</i>	3		3
O. / Heteroptères			11
<i>F. / Corixidae</i>			11
<i>g. / Micronecta</i>	11		11
O. / Coléoptères			8
<i>F. / Dytiscidae</i>			1
SF. Laccophilinae	1		1
<i>F. / Elmidae</i>			7
<i>g. / Elmis</i>	1	1	3
<i>g. / Esolus</i>		1	1
<i>g. / Limnius</i>	1		1
<i>g. / Oulimnius</i>	2		2
O. / Diptères			1438
<i>F. / Athericidae</i>	2	2	4
<i>F. / Ceratopogonidae</i>		2	2
<i>F. / Chironomidae</i>	167	227	1036
<i>F. / Limoniidae</i>		1	1
<i>F. / Psychodidae</i>	1		1
O. / Odonates			4
<i>F. / Calopterygidae</i>			4
<i>g. / Calopteryx</i>	4		4
O. / Mégaloptères			2
<i>F. / Sialidae</i>			2
<i>g. / Sialis</i>	2		2
Cl. / Crustacés			28
O. / Amphipodes			7
<i>F. / Gammaridae</i>	2	1	7
<i>g. / Gammarus</i>	4		4
O. / Isopodes			11
<i>F. / Asellidae</i>	11		11
O. / Decapodes			1
<i>F. / Astacidae</i>			1
<i>g. / Pacifastacus</i>	1		1
Autres crustacés			9
O. Cladocères	2		2
O. Copépodes	6	1	7
Emb. / Mollusques			67
Cl. / Bivalves			1
<i>F. / Sphaeriidae</i>			1
<i>g. / Pisidium</i>		1	1
Cl. / Gasteropodes			66
<i>F. / Ancylidae</i>			44
<i>g. / Ancylus</i>	4	40	44
<i>F. / Hydrobiidae</i>			22
<i>g. / Potamopyrgus</i>	12	7	3
Emb. / ANNELIDES = VERS			1548
Cl. / Oligochètes	185	540	823
Autres embranchements			13
Nemathelminthes		2	1
Hydrozoaires	7		7
Hydracariens	1	2	3
Nombre total d'individus	536	874	1867

Robustesse	
Groupe faunistique indicateur	6
Taxon indicateur	<i>F. / Ephemeridae</i>
Robustesse IBGN	15

Individus ubiquistes ou saprobiontes	92%
Individus des taxons <10 ind.	80%
Variété EPT	15

Rivat - Coise			
Identification	Tri/Détermination		
Méthode de prélèvement	XP T 90-333	Agents	YP
Type d'échantillon	Regroupement partiel par phase	Méthode de traitement au laboratoire	XP T 90-388
		Type de pré-traitement	Lavage/Elutriation
Date	12/08/2016	Grossissement utilisé pour le tri	X2
Préleveurs	PG/YP	Grossissement maximum utilisé	X8
Type de conservation	Alcool 96°	Date d'analyse	04/01/2017

	Equivalent IBGN (A + B)	IBG-DCE (A+B+C)
Nombre de taxons	37	41
Classe de variétés	11	12
Groupe faunistique indicateur	7	7
Taxon indicateur	F. / Leuctridae	F. / Leuctridae
Note (code couleur arrêté du 25/01/2010)	17	18

Phase	Phase A	Phase B	Phase C	Total
Taxons	Effectif brut			
Emb. / Arthropodes				2781
Cl. / Insectes				961
O. / Plécoptères				159
F. / Leuctridae				157
g. / Leuctra	8	121	28	157
F. / Nemouridae				2
g. / Nemoura			2	2
O. / Trichoptères				306
F. / Goeridae				22
g. / Silo	4	17	1	22
F. / Hydropsychidae				154
g. / Hydropsyche	2	108	44	154
F. / Hydroptilidae				1
g. / Hydroptila	1			1
F. / Leptoceridae				7
g. / Mystacides	4		2	6
g. / Oecetis	1			1
F. / Limnephilidae				3
SF. / Limnephilinae	2	1		3
F. / Polycentropodidae				83
g. / Cyrnus	59	17	7	83
F. / Psychomyidae				10
g. / Psychomyia		10		10
F. / Rhyacophilidae				25
g. / Rhyacophila		6	19	25
F. / Sericostomatidae				1
g. / Sericostoma	1			1
O. / Ephemeroptères				966
F. / Baetidae				888
g. / Baetis lato sensus	25	363	499	887
g. / Centropilum	1			1
F. / Ephemeridae				16
g. / Ephemera	2	1	13	16
F. / Ephemerellidae				13
g. / Ephemerella ignita	6	6	1	13
F. / Heptageniidae				36
g. / Ecdyonurus	1	17	13	31
g. / Electrogena		2	3	5
F. / Leptophlebiidae	8	1	2	13
g. / Paraleptophlebia	2			2
O. / Heteroptères				61
F. / Corixidae				61
g. / Micronecta			61	61
O. / Coléoptères				74
F. / Dytiscidae				5
SF. Colymbetinae	5			5
F. / Elmidae				52
g. / Dupophilus		5		5
g. / Elmis	2	13		15
g. / Esolus		8		8
g. / Limnius	1	14		15
g. / Oulimnius	2	7		9
F. / Gyrrinidae				2
g. / Orectochilus	1	1		2
F. / Hydraenidae				15
g. / Hydraena		15		15
O. / Diptères				1126
F. / Ceratopogonidae		1		1
F. / Chironomidae	635	196	215	1046
F. / Empididae		1	2	3
F. / Limoniidae	8	26	18	52
F. / Psychodidae	1			1
F. / Simuliidae		4	18	22
F. / Tabanidae			1	1
O. / Odonates				1
F. / Calopterygidae				1
g. / Calopteryx	1			1
Cl. / Crustacés				88
O. / Amphipodes				65
F. / Gammaridae	2	23	8	65
g. / Gammarus	1	30	1	32
O. / Isopodes				16
F. / Asellidae	14	1	1	16
Autres crustacés				7
O. Cladocères			1	1
O. Copépodes	4		1	5
O. Ostracodes	1			1
Emb. / Mollusques				79
Cl. / Gasteropodes				79
F. / Ancylidae				10
g. / Ancylus	2	4	4	10
F. / Hydrobiidae				69
g. / Potamopyrgus	11	6	52	69
Emb. / ANNELIDES = VERS				776
Cl. / Achètes				1
F. / Erpobdellidae	1			1
Cl. / Oligochètes	211	99	465	775
Autres embranchements				11
Nemathelminthes	2	1		3
Hydrozoaires	3	1		4
Hydracariens	3	1		4
Nombre total d'individus	1038	1127	1482	3647

Robustesse	
Groupe faunistique indicateur	7
Taxon indicateur	F. / Goeridae
Robustesse IBGN	17

Individus ubiquistes ou saprobiontes	82%
Individus des taxons <10 ind.	56%
Variété EPT	20

Rivières - Coise			
Identification		Tri/Détermination	
Méthode de prélèvement	XP T 90-333	Agents	YP
Type d'échantillon	Regroupement partiel par phase	Méthode de traitement au Type de pré-traitement	XP T 90-388 Lavage/Elutriation
Date	12/08/2016	Grossissement utilisé pour le tri	X2
Préleveurs	PG/YP	Grossissement maximum utilisé	X8
Type de conservation	Alcool 96°	Date d'analyse	

Phase	Phase A	Phase B	Phase C	Total
Taxons	Effectif brut			
Emb. / Arthropodes				3314
Cl. / Insectes				189
O. / Plécoptères				7
F. / Leuctridae				7
g. / Leuctra	6	1		7
O. / Trichoptères				34
F. / Goeridae				2
g. / Silo		2		2
F. / Leptoceridae				7
g. / Ceraclea	1			1
g. / Mystacides	3		3	6
F. / Polycentropodidae				15
g. / Cyrnus	15			15
F. / Psychomyiidae				9
g. / Psychomyia	7			7
g. / Tinodes	2			2
F. / Sericostomatidae				1
g. / Sericostoma		1		1
O. / Ephemeroptères				12
F. / Baetidae				1
g. / Baetis lato sensus		1		1
F. / Ephemeridae				4
g. / Ephemera	1	2	1	4
F. / Leptophlebiidae	7			7
O. / Heteroptères				5
F. / Corixidae				1
g. / Micronecta	1			1
F. / Gerridae				3
g. / Gerris	2	1		3
F. / Hydrometridae				1
g. / Hydrometra		1		1
O. / Coléoptères				25
F. / Dytiscidae				5
SF. Colymbetinae	5			5
F. / Elmidae				20
g. / Elmis	1			1
g. / Esolus	4			4
g. / Limnius	4	3	1	8
g. / Oulimnius	7			7
O. / Diptères				1659
F. / Athericidae	1	1		2
F. / Ceratopogonidae	1	2	1	4
F. / Chironomidae	1003	464	172	1639
F. / Empididae	2			2
F. / Limoniidae		5		5
F. / Psychodidae		1	1	2
F. / Sciomyzidae	2			2
F. / Tabanidae			1	1
F. / Tipulidae		2		2
O. / Odonates				14
F. / Calopterygidae				2
g. / Calopteryx	2			2
F. / Platycnemididae				12
g. / Platycnemis	12			12
O. / Mégaloptères				3
F. / Sialidae				3
g. / Sialis	3			3
O. / Hyménoptères				1
F. / Agriotypidae				1
g. / Agriotypus		1		1
Cl. / Crustacés				1554
O. / Amphipodes				7
F. / Gammaridae		1	1	2
g. / Gammarus	5			5
O. / Isopodes				1541
F. / Asellidae	1536		5	1541
Autres crustacés				6
O. Copépodes	5		1	6
Emb. / Mollusques				86
Cl. / Bivalves				8
F. / Sphaeriidae				8
g. / Pisidium		1	7	8
Cl. / Gasteropodes				78
F. / Ancyliidae				11
g. / Ancylius	7	1	3	11
F. / Hydrobiidae				64
g. / Potamopyrgus	9	14	41	64
F. / Planorbidae	3			3
Emb. / ANNELIDES = VERS				1241
Cl. / Achètes				8
F. / Erpobdellidae	7			7
F. / Glossiphoniidae	1			1
Cl. / Oligochètes	1159	48	26	1233
Autres embranchements				15
Nematelminthes	3	3	4	10
Hydrozoaires	2			2
Hydracariens	1		2	3
Nombre total d'individus	3830	554	272	4656

	Equivalent IBGN (A + B)	IBG-DCE (A+B+C)
Nombre de taxons	38	40
Classe de variétés	11	11
Groupe faunistique indicateur	7	7
Taxon indicateur	F. / Leuctridae	F. / Leuctridae
Note (code couleur arrêté du 25/01/2010)	17	17

Robustesse	
Groupe faunistique indicateur	7
Taxon indicateur	F. / Leptophlebiidae
Robustesse IBGN	17

Individus ubiquistes ou saprobiontes	95%
Individus des taxons <10 ind.	85%
Variété EPT	11

Annexe 7 : Données thermiques

Métrique		Amont Choules		Amont Pont Colas		Amont Rivat		Amont Rivières		Aval Pinasses	
		2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016	2014	2016
Période	Début de période	27/05/2014	01/05/2016			14/06/2016	27/05/2014	01/05/2016	27/05/2014	01/05/2016	27/05/2014
	Fin de période	07/10/2014	09/05/2017			09/05/2017	07/10/2014	09/05/2017	07/10/2014	09/05/2017	07/10/2014
	T°max absolue	20,9	20,5			21,0	19,5	20,8	21,1	21,5	24,9
Thermie générale	Date	10/06/2014	10/07/2016			10/07/2016	12/06/2014	10/07/2016	10/06/2014	21/07/2016	09/06/2014
	Heure	17:59:58	19:00:00			20:00:00	19:59:58	21:00:48	16:59:58	17:00:00	16:59:58
	T°max jour	18,3	18,9			19,2	18,3	19,1	18,6	19,2	19,6
	Date	09/06/2014	21/07/2016			21/07/2016	09/06/2014	21/07/2016	09/06/2014	21/07/2016	09/06/2014
	T°max30	17,8	19,2			18,7	17,3	18,5	17,8	18,9	18,6
	Début de période	06/06/2014	13/06/2016			05/07/2016	14/07/2014	05/07/2016	06/06/2014	14/08/2016	06/06/2014
	Fin de période	05/07/2014	12/07/2016			03/08/2016	12/08/2014	03/08/2016	05/07/2014	12/09/2016	05/07/2014
	T°moy30	16,4	17,8			17,2	16,3	17,2	16,6	17,2	16,7
	Début de période	14/07/2014	13/06/2016			05/07/2016	14/07/2014	06/07/2016	13/07/2014	05/07/2016	07/06/2014
	Fin de période	12/08/2014	12/07/2016			03/08/2016	12/08/2014	04/08/2016	11/08/2014	03/08/2016	06/07/2014
	T° min jour	10,4	0,0			0,0	10,6	0,0	10,5	0,7	10,1
	Date	25/09/2014	16/01/2017			18/01/2017	25/09/2014	18/01/2017	25/09/2014	22/01/2017	25/09/2014
	Amplitude max 30	4,1	3,9			4,7	3,0	3,8	2,7	4,7	12,0
Préférendum thermique	Nbre d'H >25°C	0	0			0	0	0	0	0	0
	% jour 4°C<T°<19°C	100%	87%			85%	100%	87%	100%	89%	99%
	Pourcentage de jours >19°C	0%	0%			1%	0%	1%	0%	1%	1%
	Pourcentage de jours <4°C	0%	13%			14%	0%	12%	0%	10%	0%
PKD	Nombre mx d'heures cons >15°C	237	355			450	305	469	310	357	311
	<17°C	73%	14%			27%	80%	33%	73%	33%	60%
	17-17,5°C	17%	14%			23%	10%	17%	17%	17%	13%
	17,5-18°C	7%	29%			17%	10%	20%	3%	20%	13%
	18-18,5°C	3%	14%			17%	0%	17%	7%	17%	10%
	18,5-19°C	0%	29%			10%	0%	7%	0%	7%	0%
	19-19,5°C	0%	0%			7%	0%	7%	0%	7%	0%
	19,5-20°C	0%	0%			0%	0%	0%	0%	0%	3%
	20-20,5°C	0%	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0%
	20,5-21°C	0%	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0%
>21°C	0%	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Phase de vie embryon-larvaire 2014-2015	D50 ponte	15/12/2014	15/12/2016			15/12/2016	15/12/2014	15/12/2016	15/12/2014	15/12/2016	15/12/2014
	Nbj incubation	92	94			94	92	94	91	94	92
	D50 éclosion	17/03/2015	19/03/2017			19/03/2017	17/03/2015	19/03/2017	16/03/2015	19/03/2017	17/03/2015
	Nbj résorption	35	32			30	35	31	35	31	34
	Nbre de jours embryon-larvaire	127	126			124	127	125	126	125	126
	D50 Emergence	21/04/2015	20/04/2017			18/04/2017	21/04/2015	19/04/2017	20/04/2015	19/04/2017	20/04/2015
	Seq max <1°C PEL	7	314			300	8	301	8	258	8
	Seq max >12°C PEL	12	12			18	12	13	14	15	14

Pas d'enregistrement

Dysfonctionnement enregistrement