



Commande 8610 – 4320050836
EDF R&D Site de Chatou LNHE
6 Quai Watier
78400 CHATOU

Mars 2016



Rapport – Suivi de la reproduction de la truite sur le Lignon du Forez en
aval du barrage de Vaux (Loire, 42) automne-hiver 2015 - 2016

Rédacteurs :

Pierre GRES responsable du service technique
Mathieu SCARAMUZZI, technicien milieu aquatique

Fédération de la Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
ZA le Bas Rollet
6 allée de l'Europe
42480 LA FOUILLOUSE
Tél. : 04 77 02 20 00
Mail : pierre.gres@federationpeche42.fr

Sommaire

REMERCIEMENTS :	4
1 INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE :	5
2 MATERIELS ET METHODES :	9
2.1 SUIVI DE LA GRANULOMETRIE FAVORABLE A LA REPRODUCTION DES TRUITES:	9
2.2 SUIVI DES CONDITIONS MORPHODYNAMIQUES DES NIDS DE FRAIE :	10
2.2.1 <i>Méthode de relevés</i> :.....	10
2.2.2 <i>Présentation de « l'indice de qualité des nids de truite fario »</i> :	10
2.3 SUIVI DES ACTES D'OVIPOSITION DES TRUITES FARIO ET COMPTAGES DES NIDS DE FRAIE :.....	13
2.4 EXPERIMENTATION SUR LA SURVIE INTRA-GRAVIERS DES ŒUFS DE TRUITES FARIO :.....	14
2.5 RELEVES THERMIQUES:.....	18
3 RESULTATS ET DISCUSSIONS:	21
3.1 SUIVI DE LA GRANULOMETRIE FAVORABLE A LA REPRODUCTION DES TRUITES FARIO :	21
3.2 SUIVI DES CONDITIONS MORPHODYNAMIQUES DES NIDS DE FRAIE :	22
3.2.1 <i>Positionnement des nids sur la largeur</i> :.....	22
3.2.2 <i>Répartition des gammes granulométriques sur les nids de fraie</i> :.....	23
3.2.3 <i>Relation profondeur et vitesse de l'eau sur les nids</i> :	23
3.2.4 <i>Estimation de la qualité des nids</i> :	25
3.3 SUIVI DES ACTES D'OVIPOSITION DES TRUITES FARIO ET COMPTAGE DES NIDS DE FRAIE :.....	26
3.3.1 <i>Début et fin de la phase de reproduction, taille des géniteurs observés</i> :	26
3.3.2 <i>Nombre de nids de fraie observés</i> :	26
3.4 EXPERIMENTATION SUR LA SURVIE INTRA-GRAVIERS DES ŒUFS DE TRUITES FARIO :.....	29
3.4.1 <i>Survie à la pisciculture de Besse en Chandesse</i> :.....	29
3.4.2 <i>Résultats des survies des capsules d'incubation</i> :	29
<i>Planche photographique</i>	32
3.5 RELEVES THERMIQUES:.....	33
BIBLIOGRAPHIE UTILISEE	34
ANNEXES	36

Remerciements :

Monsieur le Président de la FDAAPPMA du Puy de Dôme et Monsieur Marc Mestas, pisciculteur fédéral à Besse Chandesse, pour la fourniture des œufs de truites.

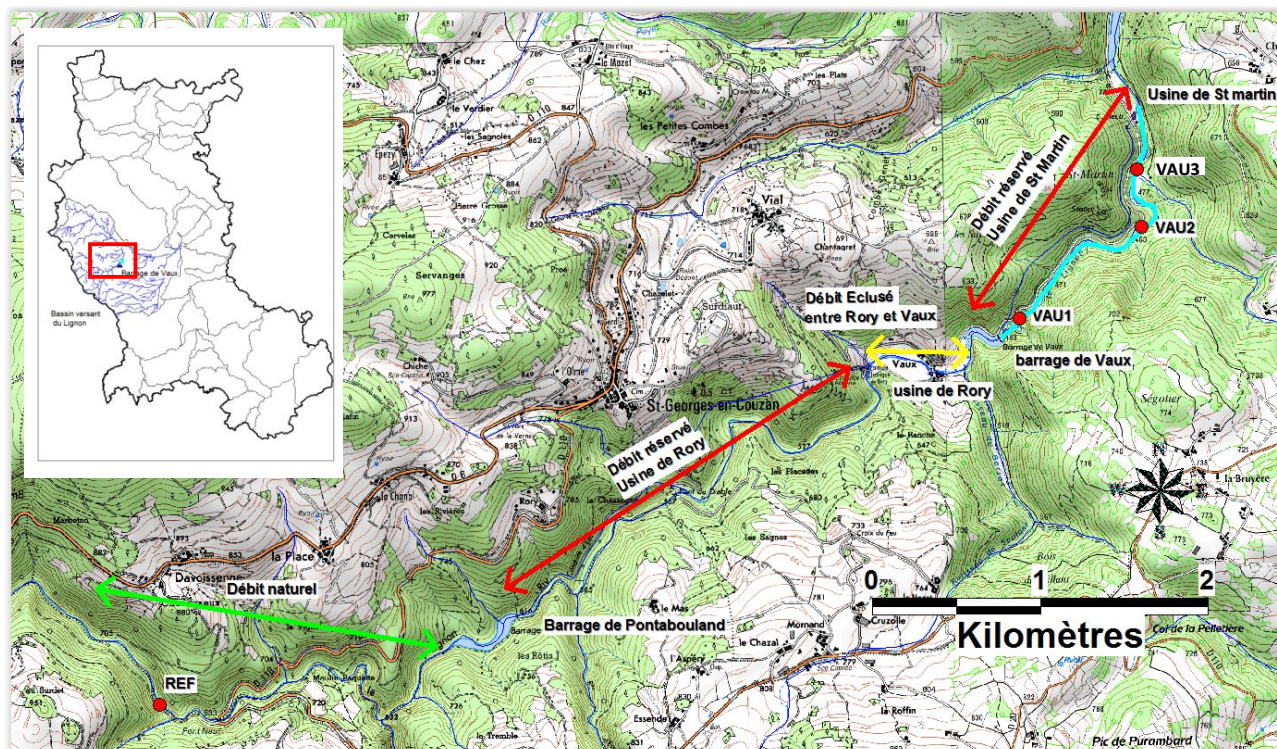
Monsieur Fabrice MASSEBOEUF, de la FDAAPPMA des Pyrénées Atlantiques qui nous a très gracieusement prêté des capsules d'incubation.

Messieurs Sabot Alexis (stagiaire FDPPMA42), Fedix Anthony (apprenti licence pro FDPPMA) et Madame Mariane BERGER (chargée de mission PDPG) pour leur aide sur le terrain.

1 INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE :

La Fédération de la Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a réalisé durant 5 années (1998 à 2002), le suivi de la reproduction des truites sur les tronçons court-circuités (TCC) du complexe hydroélectrique de Rory et Saint Martin sur le Lignon du Forez (Loire, Carte 1) dans le cadre des études de la "Cellule Débits Réservés" pour le Compte d'EDF R et D (Chatou).

(Le lecteur se reportera utilement à SABATON et al. (2005 ; 2006)

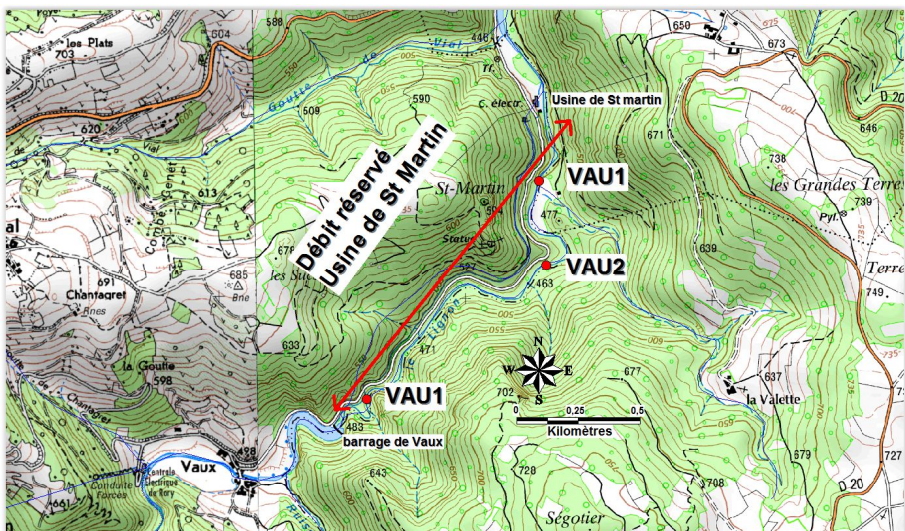


Carte 1 : Le complexe hydroélectrique de Rory et Saint Martin et la zone d'étude :

Légende : REF : secteur de référence en amont des aménagements hydroélectriques de Rory (barrage de Pontabouland et usine de Rory) et Saint Martin (barrage de Vaux et usine de St Martin). VAU1, 2 et 3 : stations situées dans le tronçon court-circuité de Saint Martin en aval du barrage de Vaux, tronçon qui mesure 2250 m.

L'aménagement de RORY - SAINT MARTIN a été construit par la Société des Forces Motrices du Lignon et de la Loire, sur le LIGNON DU FOREZ. Il est composé de deux chutes successives. La chute aval de SAINT MARTIN est la plus ancienne (mise en service en 1913) et comprend le barrage de VAUX en tête, et le barrage de LA BEAUME qui constitue le bassin de compensation. La chute de RORY (mise en service en 1927) est constituée par le barrage de PONTABOULAND en tête, le barrage de VAUX servant de barrage de compensation. Ces ouvrages sont de taille modeste et sont équipés pour une puissance totale installée de 5,4 MW, soit un productible moyen annuel de 24,4 GWh.

Cette étude sur la reproduction des truites a été poursuivie de 2006 à 2009 (convention FDAAPPMA42 et EDF UP centre) afin de mieux appréhender les problèmes de la reproduction sur ce tronçon (particulièrement déficitaire en graviers servant de substrat de ponte des truites) sur le TCC de Saint Martin en aval du barrage de Vaux (cf. Carte 2). Cependant une hydrologie forte lors des automnes 2007, 2008 et 2009 n'avait pas permis de valider le suivi ; seule la campagne de 2006 avait été validée.



Carte 2 : TCC en aval du barrage de Vaux

Le **Lignon du Forez** est un cours d’eau affluent rive gauche de la Loire situé au centre ouest du département du même nom. Il prend ses sources vers 1400 m et conflue en rive gauche de la Loire dans la plaine du Forez à une altitude de 325 m après un parcours de 55 km. Sur la zone d’étude, zone de piémont, le cours d’eau mesure entre 6 à 12 m de large, le module est de 3 m³/s (Débit réservé officiel 270 l/s), la pente oscille entre 15 et 30 pour mille entre 500 et 450 m d’altitude.

C’est un cours d’eau salmonicole dont le peuplement est composé de truites, de chabots et de rares vairons et depuis quelques années d’écrevisses californiennes. Le niveau salmonicole est moyen à faible oscillant entre 480 et 1200 ind/ha (biomasse comprise entre 51 et 131 kg/ha). Les qualités biologique et physico-chimique sont bonnes ainsi que les conditions thermiques au regard des préférences de la truite. Les habitats physiques sont composés d’alternance de radiers-escaliers, plats courants, plats profonds avec une granulométrie très grossière, une prédominance de gros blocs créant l’essentiel des abris piscicoles. La ripisylve est très fournie et couvre bien le cours d’eau. L’encaissement de la vallée rend le cours d’eau peu sensible au réchauffement estival.



Vues du cours d’eau (FDPPMA)

Les suivis antérieurs ont mis en évidence un déficit net de zones favorables à la reproduction de la truite fario en aval du barrage de Vaux en lien avec l’interception du transit alluvionnaire créée par la retenue (voir GRES, 2000, 2001, 2002, 2003, 2006).

EDF R&D site de Chatou réfléchit à la mise en place d'une opération de réinjection de sédiments grossiers en aval du barrage de Vaux, sédiments qui seraient issus de prélèvements dans le remous hydraulique de la queue de barrage puis disposés en aval selon différentes méthodes qui restent à définir.

Le barrage de Vaux est un barrage poids de 10 m de haut (alt. 487 m), la retenue présente un volume de 48600 m³. La hauteur de chute est de 50,5 m et le débit maximum turbinable est de 4 m³/s. Ce barrage est *a priori* de type TS4 ou TS5 (étanche au charriage, seuls transfert de sables éventuels lors des vidanges). L'important stock actuel de sédiments sablo-graveleux en queue de retenue est aussi en grande partie issu du déstockage massif de sédiments lors de l'effacement du seuil de Rory en 1996-1998. Comme le TCC de Vaux est déficitaire en sédiments grossiers, l'objectif du projet consisterait donc à prélever une partie des alluvions stockés en queue de retenue pour les réinjecter en aval. Ce projet s'inscrit dans les programmes actuels sur la continuité sédimentaire et écologique sur les cours d'eau de France.



Photo <http://www.saintgeorgesencouzan.fr/tourisme-et-patrimoine/d%C3%A9couvrir/>



Photo 1 : vue aérienne du barrage de Vaux et zone de dépôts de granulats qui pourraient être exploités pour recharger le TCC en aval (Google Map).

Afin de disposer d'un état des lieux avant travaux, l'actualisation des données sur la reproduction des truites fario et de leur dynamique des populations était nécessaire.

Cette note a pour objet de présenter les interventions réalisées au cours de l'automne et hiver 2015/2016 selon la commande 8610-4320050836 du 10/07/2015 :

- n° d'article 00010 – 1060000339 : SUIVI DE LA REPRODUCTION DE LA TRUITE FARIO à l'automne 2015: prospections frayères et mesures de la SGF sur l'ensemble du linéaire soit 2250 m; validation finale exhaustive du nombre de nids au hublot en fin de période de reproduction ; mise en place et relèvement de thermographe pour calcul des °C*jours ; mise en place de capsules d'incubations avec des œufs de truites fécondés en pisciculture.
- n° d'article et 00020 – 1060000339 : SUIVI DE LA SURVIE EMBRYONNAIRE DE LA TRUITE FARIO en fin d'hiver 2016: Relèvement de thermographe pour calcul des °C*jours ; Relevés mi mars 2016 de capsules d'incubations avec des œufs de truites fécondés en pisciculture ; observation de l'état des structures de fraie en février - mars.

Ces suivis et relevés sont comparés aux données de 2014 et 2006 pour tracer les évolutions.

2 MATERIELS ET METHODES :

2.1 Suivi de la granulométrie favorable à la reproduction des truites:

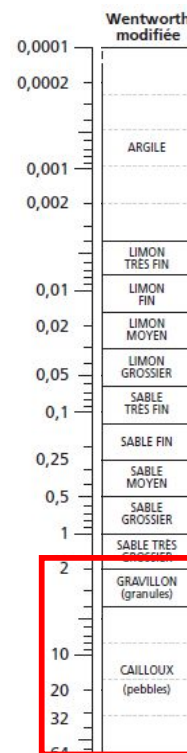
Au cours des automnes 2006, 2014 et 2015, la globalité du TCC de Vaux a été parcourue avec le débit réservé de 270 l/s, afin de recenser et mesurer les placettes favorables à la reproduction des truites fario. La granulométrie visée est composée d'éléments assez grossiers (gravillons et cailloux selon Wentworth ci-contre) compris dans la fourchette de 2 à 64 mm de diamètre. Pour rappel, toute placette supérieure ou égale à 400 cm² (soit 20x20 cm) est répertoriée (selon Delacoste *et al.*, 1993 et Delacoste, 1995) quelque soit son position dans le faciès d'écoulement où elle se trouve. Ensuite, sa prise en compte en surface « utile » se fait si les critères suivants sont respectés et combinés :

1. Vitesse de courant suffisante (>20 cm et < 60 cm/s) pour l'oxygénation du nid, limitant son colmatage ;
2. Hauteur d'eau suffisante (H min 0.20 m) mettant le nid en hors gel.

Dans le cas où l'une des conditions n'est pas présente la surface est qualifiée de « disponible » et non « utile ». Globalement, toutes les surfaces de plus de 400cm² sont prises en compte et donnent un pourcentage de recouvrement qui se qualifie comme suit (d'après Delacoste, com. pers.)(Tableau 1) :

Tableau 1 – Classes de qualité du PGF (pourcentage de granulométrie favorable pour les habitats de reproduction de la truite).

Classes PGF	Signification	
<0,25%	Très faible	potentiel de reproduction nul à très faible
0,25 à 0,5 %	Faible	potentiel de reproduction faible, saturation SGF
de 0,5 à 1	Moyenne	potentiel de reproduction moyen, saturation SGF possible
1 à 5%	Forte	potentiel de reproduction illimitée et optimal, l'habitat de reproduction ne peut pas être saturée
>5%	Très Forte	



Le TCC a été découpé en 7 tronçons (3 stations et 4 tronçons inter-stations) afin d'avoir un gradient amont aval et de mieux comprendre l'impact du barrage (Tableau 2 et voir détails en annexes).

Tableau 2 – Stations et tronçons inter stations de mesure de la SGF sur le Lignon du Forez sur le TCC de Vaux au cours des automnes 2006, 2014 et 2015.

Stations et tronçons inter-stations
Aval Vaux 3
Vaux 3
Amont Vaux 3 aval Vaux 2
Vaux 2
Amont Vaux 2 aval Vaux 1
Vaux 1
Amont Vaux 1
Global TCC Vaux

2.2 Suivi des conditions morphodynamiques des nids de fraie :

2.2.1 Méthode de relevés :

Au cours des automnes 2006, 2014 et 2015, différents paramètres caractérisant les nids de fraie de la truite fario ont été relevés :

- type de faciès,
- distance à la berge (DistB),
- positionnement du nid et sens du courant ;
- profondeur du nid (P),
- vitesse du courant (en surface et sur le fond à l'aide d'un courantomètre FLO-MATE 2000 Marsh Mc Birney),
- gamme granulométrique composant le nid (note de 1 pour dominant, 2 presque dominant à 3 pour marginal),
- ainsi qu'une estimation de la survie potentielle (3 pour nulle, 2 pour moyenne et 1 pour bonne).

Voici un exemple pour 2 nids qui ont pu être relevés (Tableau 3):

Tableau 3 – Exemple de relevés morphodynamiques de nids de fraie de la truite sur le Lignon du Forez sur le TCC de Vaux au cours

type	n°	DistB	Position p/r courant	P	Vitesse cm/s		Gamme Granulométrique					estimation opérateur
					FOND	SURFACE	<5mm	5-20 mm	20-40mm	40-60 mm	>60 mm	
		en m	dans sens1, en contre courant2, ou perpendiculaire3 au courant principal	cm								
Plat Lent	1	0,20	3	12	21	33	3	2	1			1
Radier escalier	2	0,90	2	9	0	0		3	2	1		3

Chaque paramètre est regardé un à un afin d'identifier plus précisément le ou les paramètre(s) perturbateur(s) dans la phase de reproduction de la truite fario. Chaque mesure est importante mais leur « poids » peut être différent dans le succès de la phase embryolaire sous gravier. C'est pour cela qu'un « indice de la qualité du nid » a été développé afin de pouvoir les comparer mais aussi de suivre l'évolution globale.

2.2.2 Présentation de « l'indice de qualité des nids de truite fario » :

Les paramètres qui ont été pris en compte sont des caractéristiques morphodynamiques, issues de la bibliographie des frayères à truites, considérées comme favorables à la survie intragravellaire des œufs et des embryons :

1. **La profondeur**, dont l'optimum est de 20 à 60 cm, est un paramètre non négligeable étant donné que le TCC du Lignon peut subir des gelées très intenses des structures situées sous de faible profondeur (tableau4).
2. **La vitesse au fond**, avec un optimum de 20 à 60 cm/s, reste un paramètre très important (avec un poids relatif plus important que la profondeur) en termes de survie intragravellaire, car il est responsable du renouvellement de l'eau, de l'oxygénation du nid et de fait de son colmatage par les fines et limons (tableau4).
3. **La granulométrie** joue un rôle essentiel dans la circulation de l'eau dans le dôme et donc dans la survie des œufs et des larves. La répartition de la note est présentée ci-dessous avec un maximum de 5 pour la gamme optimale (20 à 60 mm)(tableau 4).

4. S'ajoute à ceci un **estimatif de la survie potentielle des œufs et embryons** selon l'opérateur permettant de lisser ou d'affirmer la note avec un maximum de 2 point pour un nid : on estime visuellement, en fonction du positionnement et de la structure du nid, si la survie peut être bonne.

Un Indice de qualité de la frayère est ainsi développé (Tableau 4) :

Tableau 4 –Notation des gammes granulométriques, de vitesses au fond, de profondeurs des nids de fraie de truites (FDAAPPMA42).

gamme granulométrique (mm)						
note sur le terrain dominance	correspondance au pourcentage	5	20	40	60	
1	de 50 à 100%	0	2	5	5	0
2	de 20 à 49%	0	1	3	3	0
3	moins de 20%	0	0	2	2	0

vitesse de l'eau sur le nid							
gamme de vitesse en cm/sec	10	15	20	60	65	70	
nombre de point attribué	0	2	4	8	4	2	0

Profondeur du nid							
hauteur de la lame d'eau (cm)	10	15	20	60	65	70	
nombre de point attribué	0	2	3	5	3	2	0

Estimation de la survie (selon opérateur)			
note sur le terrain	1	2	3
signification	optimale	moyenne	nulle
nombre de point attribué	2	1	0

L'ensemble de ces notes sont cumulées et donne une valeur sur 20 points permettant ainsi d'évaluer et de comparer la qualité potentielle de survie des pontes selon les classes de qualité des nids retenues (Tableau 5):

Tableau 5 –Classe de qualité des nids de fraie de truites (FDAAPPMA42).

classe de qualité des nids en fonction de sa note				
< = 5	6 à 8	9 à 11	12 à 15	> = 16
mauvaise	médiocre	moyenne	bonne	très bonne

Il s'agit donc d'un indice strictement interne à la FDAAPPMA42 mais qui permet néanmoins de quantifier la fonctionnalité du nid, au travers de ces paramètres morphodynamiques qui sont clés et vitaux pour la phase embryolaire.

Voici pour exemple le détail de la description de trois nids ainsi que leur note et leur classe de qualité attribuée (Tableau 6 et Photo 2) :

Tableau 6 – Exemple de la description de trois nids ainsi que leur note et leur classe de qualité attribuée sur le Lignon du Forez TCC de Vaux (FDAAPPMA42).

type	n°	DistB en m	Position p/r courant dans sens1, en contre courant2, ou perpendiculaire3 au courant principal	P cm	Vitesse cm/s		Gamme Granulométrique					estim opérateur	Note
					FOND	SURF	<5mm	5-20 mm	20-40mm	40-60 mm	>60 mm		
Radier escalier	18	1,20	derrière 2 blocs, à l'abris	21	17	14		2	1			1	14
Plat Profond	20	0,20	en contre courant, sur atterrissement sableux	21	0	4	3	1			1	3	6
Plat Profond	50	2,50	dans la zone en queue de plat	27	10	14		2	1		3	2	10

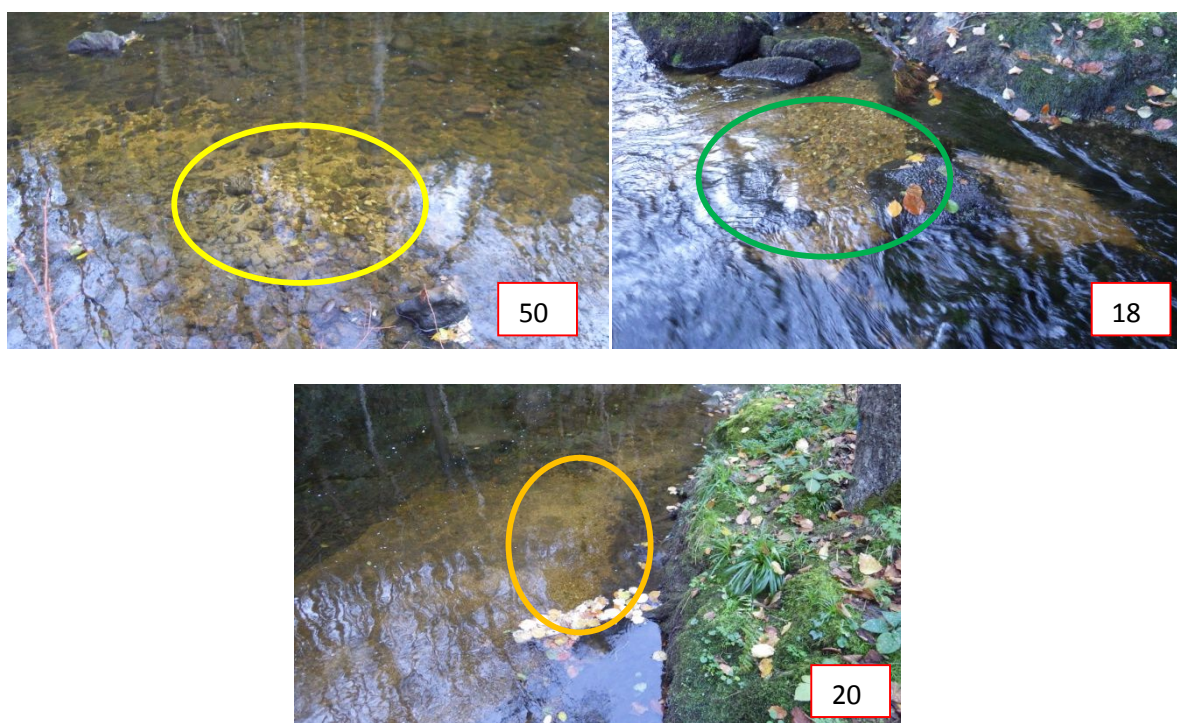


Photo 2 : exemples de nids aux typologies et survies différentes, nids n°50, n°18, n°20

En haut à gauche (photo2, nid n°50), le nid est situé dans un plat lent avec des vitesses faibles et une grosse granulométrie avec des risque de colmatage comme en témoigne la couverture périphtyque des galets à proximité (survie moyenne, note estimée : 10/20).

En haut à droite (photo 2, nid n°18), le nid se situe en bordure dans des gammes granulométriques, de vitesses et de hauteur d'eau favorable avec un bloc en amont servant de protection en cas de coup d'eau, la survie semblerait plutôt bonne avec des vitesses plus importantes et une granulométrie optimale (note estimée : 14/20).

En bas, plusieurs nids (photo2, n°20) sont situés dans un contre courant à fond sableux (sable grossier et petits graviers de moins de 5 mm) avec des vitesses faible à nulle. On devine à peine les structures bien que les géniteurs aient été observés en action d'oviposition quelques jours auparavant. Le nid sera très vite colmaté (quelques jours) et peu oxygéné du fait de l'absence de vitesse mais aussi parce que la granulométrie est très fine (note 6/20).

2.3 Suivi des actes d'oviposition des truites fario et comptages des nids de fraie :

De 1999 à 2015, mais pas forcément en continu, des prospections partielles (sur trois stations VAU1, VAU2 et VAU3) ou sur l'ensemble du linéaire du tronçon court-circuité en aval du barrage de Vaux ont été réalisés entre mi octobre et fin décembre (Tableau 7) :

Tableau 7 : Liste des stations de suivi des frayères à truites sur les tronçons court-circuités du Lignon du Forez de St Martin (aval barrage de VAUX) pour les campagnes 1999 à 2015

[Alt = Altitude (m); Do = Distance à la source (km); Pm = Pente moyenne (‰); L = Longueur (m); larg= Largeur moyenne ; (et) = (écart type) (m); S = Surface (m²); Nf = Nombre de faciès]

Code	Commune	Lieu dit	Situation exacte	Alt (m)	Do (km)	Pm (‰)	L (m)	larg (et) (m)	S (m ²)	Nf
VAU 1	St Georges en Couzan Marcoux	Barrage de Vaux	250 m en aval du mur du barrage de Vaux	480	24,3	35	115	6,2 (1,8)	962	4
VAU 2	St Georges en Couzan Marcoux	Croix de St Martin	1100 m en aval du mur du barrage de Vaux	460	25,4	18	127	7,5 (1,9)	1024	4
VAU 3	St Georges en Couzan Marcoux	St Martin	300 m amont Usine de St Martin	450	25,7	16	129	7,6 (1,4)	972	4

sites	1999	2000	2001	2002	2006	2007	2008	2009	2014	2015
VAU 1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
VAU 2	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
VAU 3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
TCC entier	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Il s'agissait d'observer les géniteurs en phase d'oviposition et de comptabiliser les structures de fraie. Une frayère isolée (cf. Figure 1) se présente classiquement comme une tâche plus claire que le reste du fond du lit (périphyton nettoyé = placette de graviers plus claire), de forme ovale, mesurant de 30 à 60 cm de longueur et 20 à 40 cm de largeur. Un léger dôme occupe les 2/3 aval, tandis que le 1/3 amont est constitué par une dépression où reposent quelques galets bien nettoyés d'une taille supérieure à celle des sédiments du dôme (Ottaway *et al.* 1981; Plasseraud *et al.*, 1990; Demars, 1999).

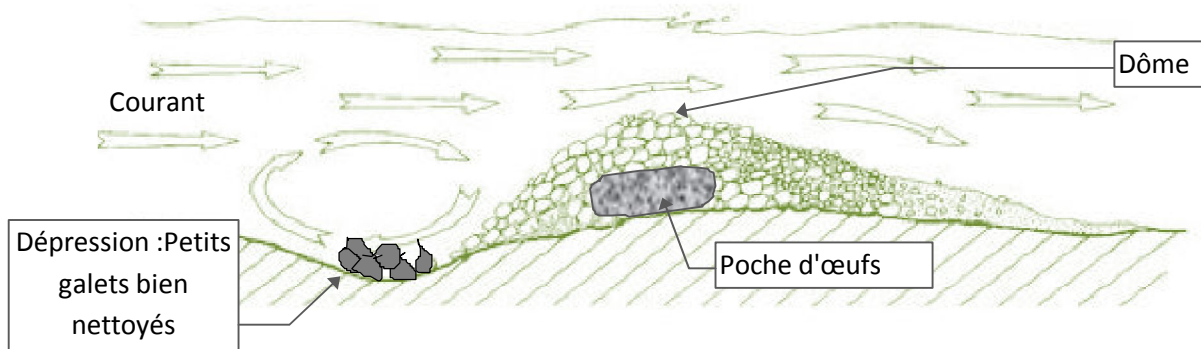


Figure 1 : Schéma d'une frayère à truite.

La juxtaposition de plusieurs frayères dans une seule tâche claire peut rendre difficile le discernement des dômes: l'expérience montre que le repérage des dépressions avec les galets plus nets est souvent plus aisé que celui des dômes (Demars, com. pers.). Le repérage des géniteurs actifs et des zones de frayères a été réalisé d'abord depuis la berge. Quand une zone de frayère était identifiée, le nombre et la taille des géniteurs présents étaient estimés visuellement. Ensuite seulement, l'observation se poursuivait dans l'eau pour chaque faciès d'écoulement (quitte à déranger momentanément les géniteurs) afin d'observer le plus près possible les structures et compter le nombre de nids (Delacoste, com. pers.; Demars, 1999).

2.4 Expérimentation sur la survie intra-graviers des œufs de truites fario :

La méthode consiste à tester la survie du stade œufs des truites fario au sein du TCC de Vaux, afin de connaître plus finement les causes du faible recrutement de juvéniles sur le tronçon. En effet, si un nombre de nids non négligeable a pu être recensé depuis les débuts des investigations en 1999 :

- certains presque hors d'eau en débit réservé sont soumis au gel et au manque d'oxygénation ;
- mais aussi, et surtout, une part importante des structures de fraie, même sous une lame d'eau suffisante, est mal alimentée au fond (vitesse trop faible) et soumise au colmatage (dépôt de limons...) (ceci ayant été mis en évidence lors des recensements des hauteurs d'eau et vitesses au fond en 2006 et confirmé en 2014).

Il paraît donc assez évident que la phase embryo-larvaire est un stade clé qui n'a encore jamais été étudié finement. En 1999, la FDPPMA42 avait procédé, avec le CSP, à des carottages de nids afin d'estimer le nombre d'œufs moyens (GRES, 2000). La comparaison entre la dépose relative et le nombre de juvéniles en fin d'été avait permis de mettre en évidence une très faible survie, mais sans que l'on sache qu'elle était vraiment la phase délicate (sous gravier, émergence, croissance ?). Compte tenu des caractéristiques du milieu (qualité des eaux, thermie, qualité biologique et richesse trophique *ad hoc* avec la croissance des juvéniles de truites), nous avons toujours émis un doute sur la survie de la phase embryo-larvaire intragravellaire.

Afin de vérifier cette hypothèse, des tests de survie ont été réalisés selon un protocole (capsules d'incubation de DUMAS et MARTY, 2006) mis en place par la fédération des Pyrénées atlantiques (Évaluation de la fonctionnalité des frayères à salmonidés sur le bassin versant du Gave d'Oloron - Rédacteur : Fabrice MASSEBOEUF, FDPPMA64 - Novembre 2010/Mars 2012, 20 p). La FDPPMA64 nous a très gracieusement prêté, pour l'occasion, 60 capsules d'incubation (**photo 3**). Les capsules sont des petites crépines en inox de 6 cm de long pour 1,4 cm de diamètre fermée à une extrémité par un bouchon amovible et à l'autre par un bouchon collé sur lequel est également fixé un fil plastique de couleur de 80 cm de long environ. Celui-ci doit servir de repère sur la frayère et permettre de la retirer plus aisément à l'issue de l'expérience.

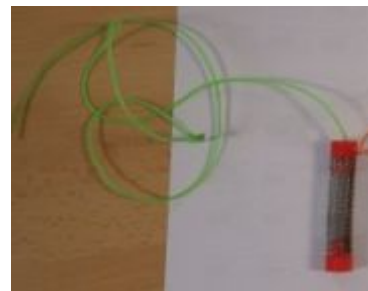
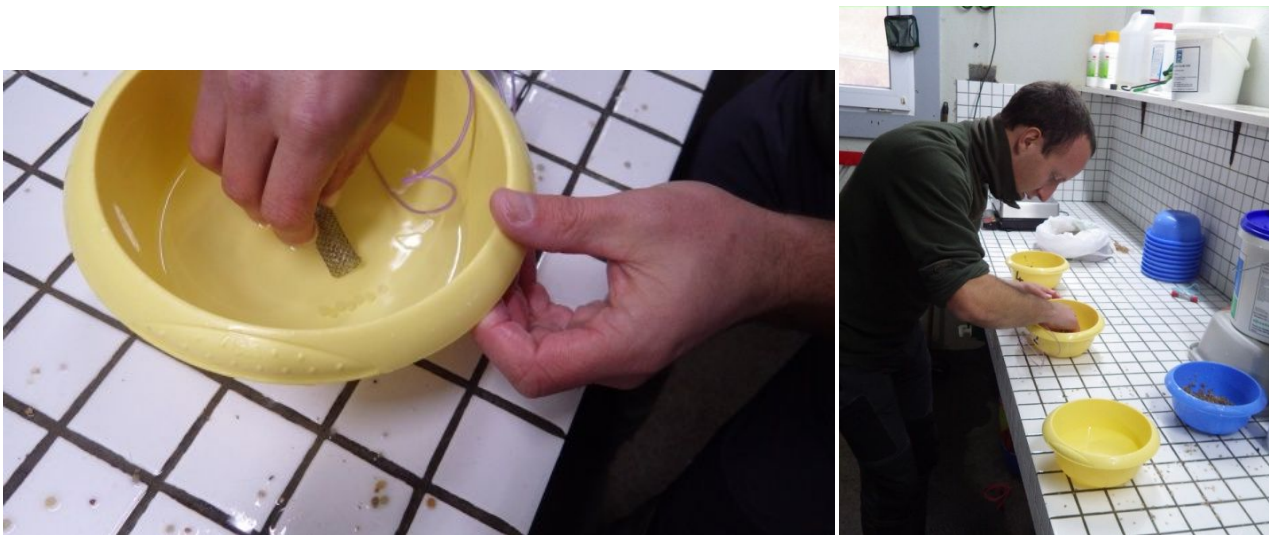


Photo 3 : Capsule d'incubation d'œufs de truites

Ces capsules d'incubation ont été placées sur 3 frayères aménagées dans le TCC et 3 frayères aménagées sur le site de référence en amont du TCC (pont neuf, amont confluence du ruisseau de Courbillon). Chaque frayère est donc garnie de 10 capsules contenant chacune 10 œufs de truite fario en provenance de Besse-en-Chandesse (pisciculture de la Fédération de Pêche du Puy de Dôme) soit un total de 600 œufs.

Les manipulations, pour les deux derniers automnes-hivers, ont été réalisées respectivement les 25 novembre 2014 et 2 décembre 2015. Les œufs fécondés le jour même (une heure avant manipulation, micropyle fermé) ont été ensuite placés dans les capsules entre de petits graviers (photo 4a), afin de reproduire aux maximum les conditions naturelles et d'éviter tout contacts entre eux en cas d'agents pathogènes (bactériose, mycose... ; cf. photo 4b). Ensuite, le transport a été réalisé en glacière à l'humidité et au frais (manipulation possible pendant 7 à 8 heures selon Marc Mestas pisciculteur).



a- Mise en place des œufs dans la capsule à la pisciculture de Besse en Chandesse (FDPPMA63)



b- Œufs et graviers dans la capsule

en place

avant recouvrement par du gravier de classe de taille adéquate

Photo 4 : a- Mise en place des œufs de truite en capsule ; b- capsules en cours de placement pour l'expérimentation de survie embryolaire sur le Lignon du Forez TCC de Vaux en novembre 2014 et décembre 2015

Les capsules ont été enfouies, sous 10-15 cm de sables grossiers, graviers et petits cailloux (suivant la granulométrie en place), dans des placettes préalablement repérées et choisies selon plusieurs critères représentatifs des zones de frayères habituellement utilisées par les truites fario du TCC¹.

¹ 🍷 : évidemment, il a été bien pris soin de ne pas détruire un nid existant

3 types de frayères similaires entre le TCC de Vaux et le site référence REF amont du pont Neuf ont été utilisés:

Le premier type **T1** est considéré comme optimal (donc rare sur le TCC) en se trouvant dans une zone de bordure bien oxygénée et peu soumise aux fortes vitesses de courant en cas de crue et composée d'une granulométrie grossière adaptée avec très peu d'éléments fins et pas de dépôt potentiel.

(Estimation de survie a priori maximale)

Le second **T2** est moins favorable mais se trouve sur une grande placette dans un faciès plat à vitesse faible (très peu fréquente sur le TCC) utilisée quand même par les truites, avec tout de même des conditions moyennes et plus soumise au remous hydraulique en cas de crue. Les vitesses au fond sont moins favorables, un contre courant peu créer du dépôt.

(Estimation de survie a priori moyenne)

Le troisième **T3** se trouve en zone lenticule en contre courant avec des vitesses très faibles voire nulle au fond et une granulométrie plus fine (<20 mm), il s'agit également d'une zone utilisée par défaut par les truites (en 2014 : 7 nids comptabilisés sur le site de la photo ci-contre) et pouvant s'ensabler sur de petits coups d'eau.

(Estimation de survie a priori minimale).



Photo 5 : Position des trois types de nids de fraie dans lesquels des capsules d'incubation ont été placées (25 novembre 2014 et 02 décembre 2015 sur le Lignon du Forez (TCC de Vaux).

Parallèlement, la pisciculture de Besse-en-Chandesse a conservé séparément, dans un incubateur, environ 1000 à 1200 œufs de cette même ponte (1 femelle et 3 males), afin de comparer également les taux de survie en milieu protégé (cf. photo 6 : incubateurs verticaux Heath).

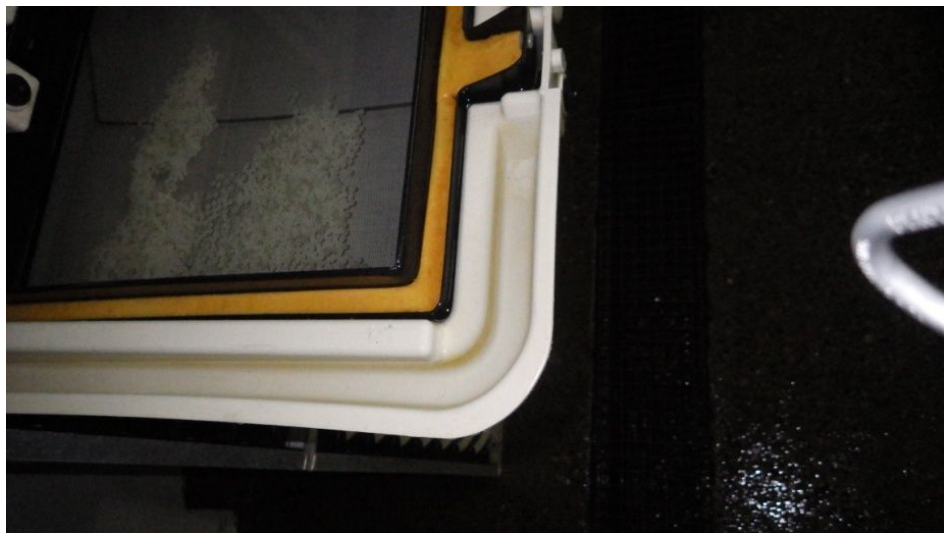


Photo 6 : Les œufs sont très clairs car le cliché a été pris peu de temps après fécondation, quelques dizaines de minutes plus tard ils deviennent plus translucides comme on peut le voir pour une partie (Photo FDPPMA42, pisciculture de Besse ; 25/11/2014).

2.5 Relevés thermiques:



La mise en place d'un thermographe enregistreur à pas horaire (marque PROSENSOR, modèle HOBO U22 Water Temp Pro v2,) a été réalisée en novembre 2014 avant la mise sous graviers des capsules d'incubation. La sonde a été fixée sur un pieu en fer battu en berge près du fond ; au débit réservé une veine d'eau permet un bon renouvellement.

Cela a été réalisé afin de déterminer les différents stades de développement embryonnaire dépendant de la température. Ce thermographe a été relevé début 2015 et 2016, les données ont été traitées informatiquement sur place à l'aide d'un ordinateur portable afin de pouvoir calculer le nombre de degré*jours et voir quel stade de développement était atteint au moment de la relève.

Un premier relevé mi janvier 2015 (env. 235°C jour) nous a permis d'estimer le moment probable d'atteinte de l'éclosion. Nous avons pu planifier la relève vers la mi mars 2015 des capsules mises en place en novembre 2014. Pour la deuxième campagne des capsules placées début décembre 2015, les conditions étant assez stables dans le TCC, nous avons opté pour une relève début mars 2016.

Cette sonde a été laissée en place afin de suivre toute la phase d'expérimentation (au moins trois ans soit fin 2018). L'utilisation du logiciel MACMASALMO permet de définir les métriques les plus importantes du régime thermique du cours d'eau vis-à-vis de la truite fario (DUMOUTIER *et al.*, 2010).



RESULTATS ET DISCUSSIONS

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS:

3.1 Suivi de la granulométrie favorable à la reproduction des truites Fario :

Les surfaces granulométriques favorables à la reproduction de la truite fario sur l'ensemble du TCC de Vaux sont globalement faibles à très faibles. En 2015, on note une légère augmentation de la SGF par rapport à 2014 (Tableau 8 et Tableau 9) sur les tronçons et stations aval du TCC (station Vaux 3 et en aval). Sur les 300 à 400 m amonts du TCC, la SGF est absente, alors que quelques patchs étaient encore présents en 2014. Ceci pourrait être lié à quelques coups d'eau morphogènes, qui ont fini d'épurer les secteurs amont et apporté ou remis de la SGF sur l'aval. Par ailleurs sur Vaux 3 (secteur où l'augmentation de SGF est la plus nette), il s'agit de transport solide apporté par le ruisseau de Valette, petit affluent rive droite.

Tableau 8 - Résultats de mesure de la SGF sur le Lignon du Forez TCC de Vaux à l'automne 2014

Stations et tronçons inter-stations	SGF utile en m ²	SGF disponible en m ²	SGF Totale en m ²	SGF totale en %
Aval Vaux 3	2,1	5,3	7,4	0,28
Vaux 3	0,3	1,8	2,1	0,22
Amont Vaux 3 aval Vaux 2	2,1	1,7	3,8	0,14
Vaux 2	0,4	1,0	1,4	0,15
Amont Vaux 2 aval Vaux 1	5,3	9,2	14,5	0,21
Vaux 1	0,0	0,3	0,3	0,04
Amont Vaux 1	0,0	0,0	0,0	0,00
Global TCC Vaux	10,2	19,3	29,5	0,18





Tableau 9 - Résultats de mesure de la SGF sur le Lignon du Forez TCC de Vaux à l'automne 2015

Stations et tronçons inter-stations	SGF utile en m ²	SGF disponible en m ²	SGF Totale en m ²	SGF totale en %
Aval Vaux 3	6,65	9,10	15,75	0,60
Vaux 3	1,49	3,43	4,92	0,52
Amont Vaux 3 aval Vaux 2	2,47	8,07	10,54	0,38
Vaux 2	0,72	2,31	3,03	0,31
Amont Vaux 2 aval Vaux 1	4,42	17,56	21,98	0,31
Vaux 1	0,00	0,00	0,00	0,00
Amont Vaux 1	0,00	0,00	0,00	0,00
Global TCC Vaux	15,8	40,5	56,2	0,35



Le constat global est toujours le même en 2015, avec un gradient amont aval qui se confirme avec 0% de surface favorable sur les 300 à 350 premiers mètres en aval du barrage de Vaux. De façon plus générale, au fil des années, l'évolution de la SGF est négative malgré quelques sursaut (2007, 2009, 2015, cf. Figure 2).

Sur le bilan 2014 et 2015, la surface est très en dessous du seuil des 0,5% de SGF (valeur minimale pour le succès de la ponte). Sachant que le pourcentage affiché ci-dessous prend en compte la partie utilisable (favorable) et la partie disponible (non favorable), ce qui affaiblit encore plus le taux de réussite du stade embryo-larvaire.

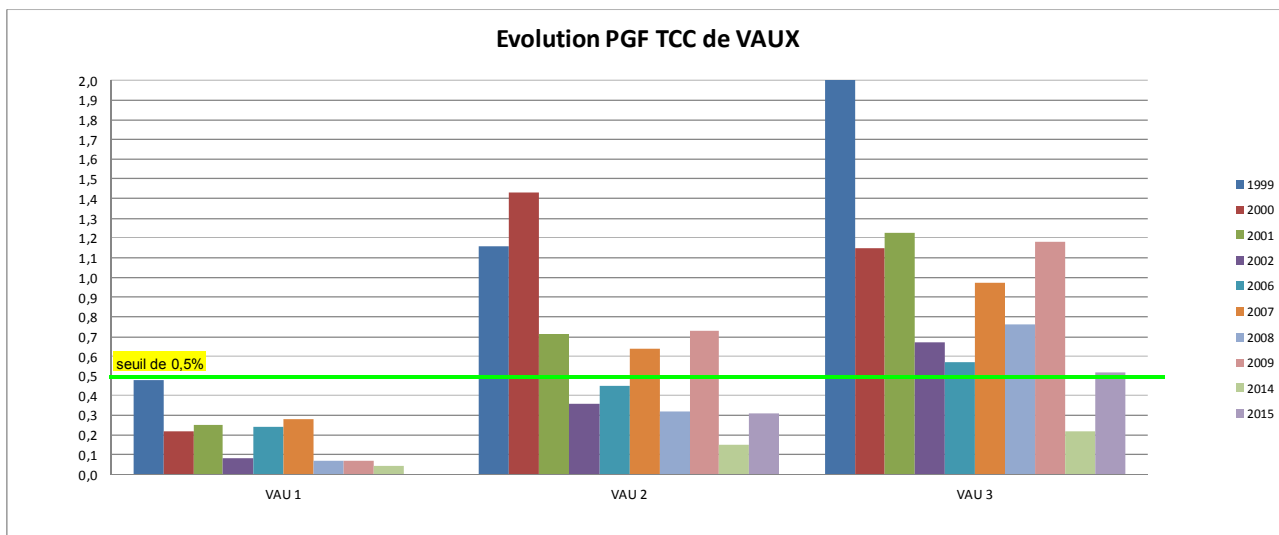


Figure 2 - Comparatif du Pourcentage Granulométrique Favorable entre 1999 et 2015 sur les 3 stations du TCC de Vaux (Lignon du Forez).

3.2 Suivi des conditions morphodynamiques des nids de fraie :

3.2.1 Positionnement des nids sur la largeur :

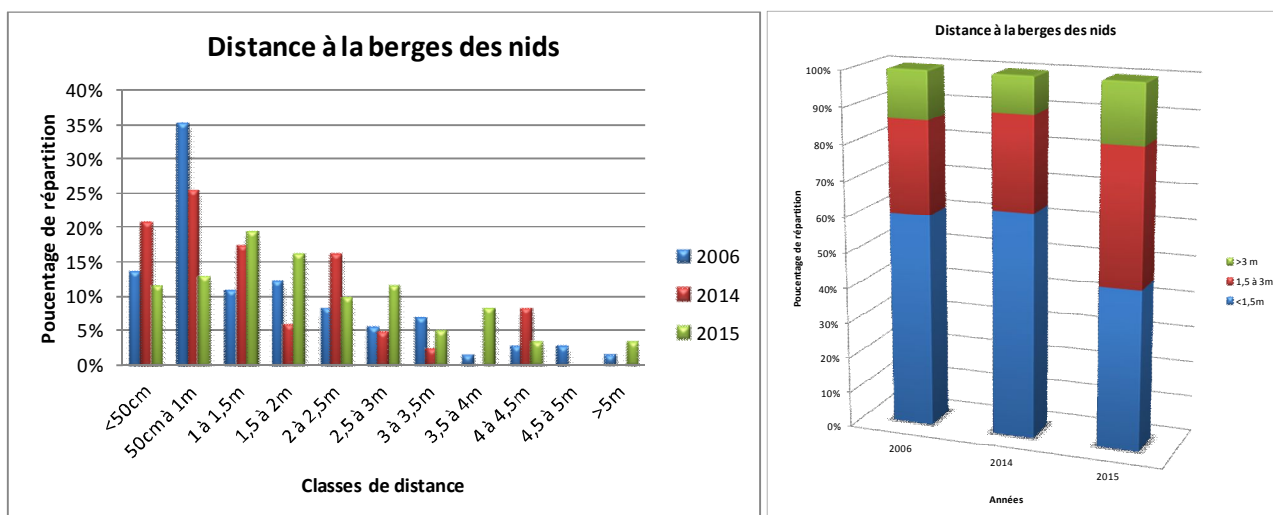


Figure 3 - Graphiques de répartition des nids par rapport au chenal, mesures effectuées au débit réservé (270 l/sec)

Afin d'évaluer et de mieux comprendre l'ensemble des autres paramètres (profondeur des nids, vitesse sur les nids, granulométrie), il faut savoir comment sont positionnées les nids des truites par rapport au chenal. Le lit mineur dans TCC de Vaux varie entre 8 et 12m de largeur. On considère que la zone de bordure se situe sur la bande des 3 m, et le chenal au-delà.

On peut voir, qu'en moyenne 50% des nids, sont placés à moins de 1,5 m de la berge et 85% dans la bande des 3m. Ceci est bien en corrélation avec ce qui est observé en matière de disponibilité de granulat (Figure 3).

Lors des crues, la pression et la contrainte de cisaillement au fond provoquent une expulsion des sédiments sur les bordures qui se retrouve en dehors du lit mouillé au passage au débit réservé. Très peu de placettes sont disponibles dans le chenal où globalement la hauteur d'eau et la vitesse sont plus grandes.

3.2.2 Répartition des gammes granulométriques sur les nids de fraie :

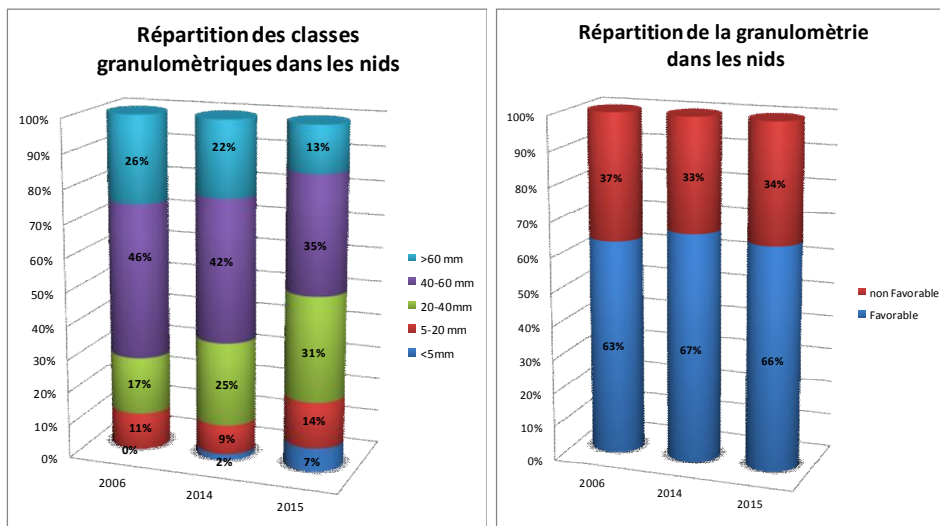


Figure 4 - Répartition des classes de tailles de la granulométrie dans les nids des truites fario sur le TCC de Vaux en 2006, 2014 et 2015.

Les gammes granulométriques des sédiments utilisés comme frayères à truites ont été estimées selon 5 classes de taille : <5mm, 5 à <20mm, 20 à <40mm, 40 à <60mm, >60 mm. En moyenne 65% des nids sont composés de la classe favorable, c'est-à-dire la gamme allant de 20 à 60 mm. Cela est très stable sur les 3 années étudiées (2006, 2014 et 2015), seules quelques gammes évoluent : un peu plus de sédiments fins en 2015, (5 frayères sur zone assez sableuse/62). La gamme supérieure à 60 mm est quand même exploitée (20% des nids) et constitue la majeure partie de non favorable. Sur le terrain cela se concrétise par des nids très peu creusés et des œufs posés sous des petits cailloux. Les chances de survie sont quasi nulles, car le moindre coup d'eau emporterait les œufs, et la perméabilité est telle, que ces derniers sont exposés à la prédation et aux pathologies.

Globalement, la part des nids construit dans des gammes favorables paraît bonne au vu du pourcentage, mais cela n'a pas été comparé avec le site référence de Pont-neuf afin de tester la fiabilité et la robustesse de cette information.

3.2.3 Relation profondeur et vitesse de l'eau sur les nids :

Les paramètres : profondeur du nid et vitesse sur le nid, sont couplés dans les figures 5, 6 et 7 afin de placer sur une graduation tous les nids mesurés en 2006, 2014 et 2015.

Pour rappel, l'optimum de la profondeur de 20 à 60 cm est un paramètre important étant donné que le TCC du Lignon peut subir des gelées très intenses, et donc les structures situées sous de faible profondeur peuvent être soumises au gel ou simplement à un assec.

La vitesse au fond est essentielle pour assurer un renouvellement d'eau et une oxygénation efficace du nid.

La graduation présentée dans les graphiques ci-dessous matérialise en bleue les conditions très favorables et le rouge vif les très défavorables.



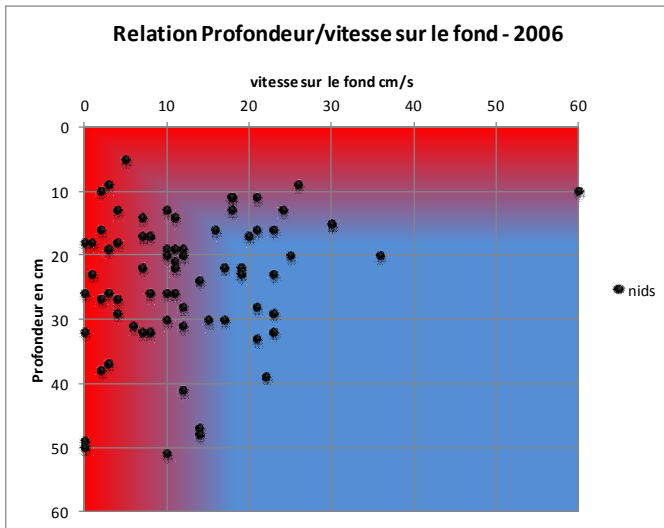


Figure 5 : Répartition des mesures de profondeur et vitesses au fond des nids de fraie des truites en 2006 sur le TCC de Vaux

Pour 2006, un part importante de nids se situe en zone défavorable. C'est la vitesse au fond qui est le facteur le plus pénalisant. On dénombre 15 nids dont la vitesse est comprise entre 0 à 3cm/sec, soit 20% des nids soumis à une hypoxie par colmatage du fait d'une vitesse de courant quasi nulle.

Figure 6 : Répartition des mesures de profondeur et vitesses au fond des nids de fraie des truites en 2014 sur le TCC de Vaux

Comme en 2006, la vitesse est toujours aussi pénalisante. La proportion est bien plus importante : 47 nids sur 87 compris entre 0 et 3cm/sec soit 54%. Toujours très peu de nids observé dans l'optimal (zone bleu). Il est constaté plus de nid dans des faible lame d'eau voir à sec. Cela est lié à des variations de débits qui ont conduit les géniteurs à déposer hors du lit mouillé soumis au débit réservé.

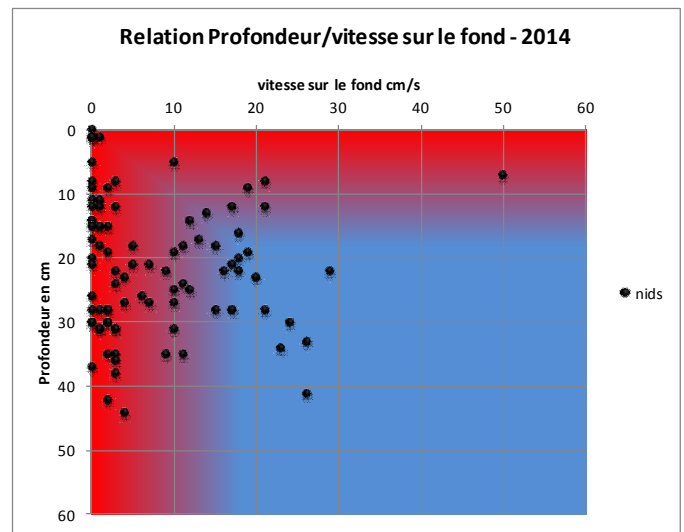
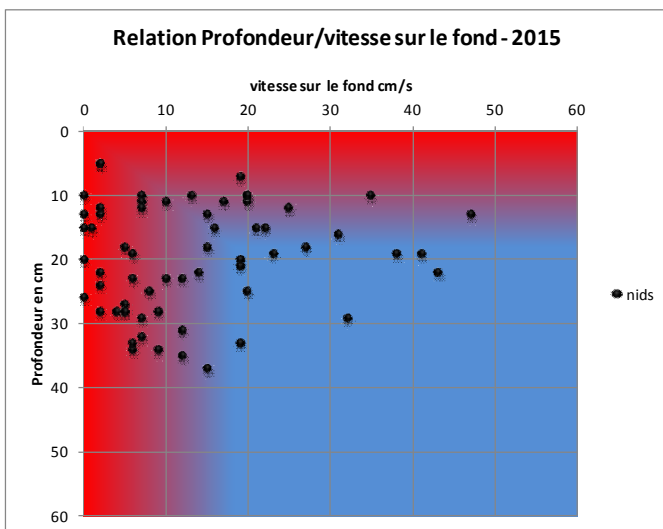


Figure 7 : Répartition des mesures de profondeur et vitesses au fond des nids de fraie des truites en 2015 sur le TCC de Vaux



13 nids, sur les 62 mesurés, ont une vitesse au fond inférieure ou égale à 3cm, comme en 2006 (20 % des structures mesurées)

Globalement, sur les 3 années suivies, la vitesse est l'élément le plus pénalisant. Etant donné la faible disponibilité en graviers et la dynamique du transport et charriage du cours d'eau en crue, ces éléments grossiers favorables à la reproduction des truites sont souvent confinés aux zones d'amortie ou de contre courants et ne sont jamais remplacés dans faciès plus rapides comme les têtes de radier.

3.2.4 Estimation de la qualité des nids :

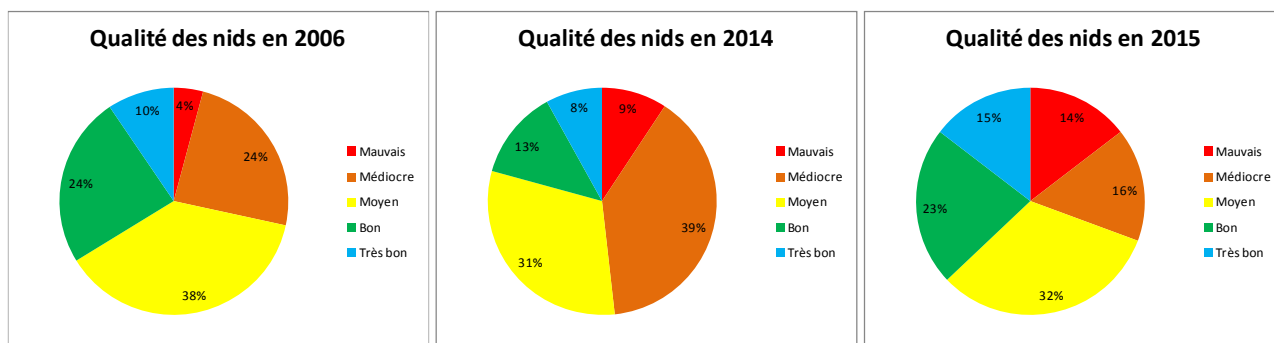


Figure 8 – Répartition en pourcentage de la qualité des nids sur le TCC de Vaux en 2006 - 2014 et 2015

Les campagnes de terrain ont été réalisées dans des conditions identiques de débit réservé, soit 270-300 l/s. On peut donc comparer les 3 campagnes de mesures sur les nids du TCC de façon assez précise.

En 2015, l'indice de qualité des nids est plus élevé qu'en 2014 et proche de 2006. La proportion de « bon » et « très bon » est de 38% contre 21% en 2014. La part de mauvais et médiocre (30% en 2015) est sensiblement la même qu'en 2006 (28%) contre 48% en 2014. La part de nids en classe moyenne est similaire sur les 3 périodes (de 31 à 38%). Cette amélioration par rapport à 2014, s'explique d'abord par une plus petite quantité de nids, limitant la compétition sur les placettes favorables. Ce n'était pas le cas en 2014 et les truites avaient été obligées d'exploiter des zones moins propices, on avait donc assisté à une saturation des zones de fraies. Cela est à relier au débit automnal 2015 (bas et stable) : cela a supprimé les risques de poses des œufs sur des zones pouvant être hors d'eau ou soumises au gel. Cela est d'autant plus vrai, si l'on regarde simplement les vitesses moyennes sur les nids (Tableau 10), il est nettement démontré une moyenne plus importante en 2015 (13.3 cm/s) qu'en 2014 (7.6 cm/s).

Tableau 10 - Moyenne des mesures sur les nids

	Profondeur	Vitesse cm/s	
	cm	FOND	SURFACE
moyenne des nids 2006	28,1	8,5	16,0
moyenne des nids 2014	20,6	7,6	12,3
moyenne des nids 2015	19,7	13,3	16,4

Tableau 11 - Quantification des nids par classes de qualité

	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon
Nombre de nids 2006	3	18	28	18	7
Nombre de nids 2014	8	34	27	11	7
Nombre de nids 2015	10	9	20	14	9

Bien que nous ayons comptabilisé 40% de nids en moins, on peut supposer que le recrutement en juvéniles en 2016 (issu des frayères de l'automne 2015) pourrait être similaire à celui de 2015, car la survie intragravellaire semble bien plus optimisée pour l'hiver 2015-2016. Effectivement, le total de nids en catégories favorables est proche : 46 nids en 2014, 43 nids en 2015 et 53 en 2006.

Evidemment, on retrouve une forte part de nids qualifiée de mauvais à moyen, dénotant ainsi les mauvaises chances de survie intragravellaire, pouvant ainsi expliquer les faibles recrutements en juvéniles sur l'ensemble du TCC.

Globalement, on peut dire que le TCC n'offre pas beaucoup de zones de frayères optimales avec un nombre conséquent de nids potentiellement peu ou non viables. Il en ressort clairement que les truites fario du tronçon, frayent où elles peuvent avec des réussites faibles. Il est donc normal de trouver très peu de 0+ lors des pêches d'inventaires de septembre.

Cependant, cette méthode n'a pas été testée sur un secteur où le recrutement en juvéniles est très important, permettant ainsi de comparer la robustesse et la fiabilité des ces indices.

3.3 Suivi des actes d'oviposition des truites fario et comptage des nids de fraie :

3.3.1 Début et fin de la phase de reproduction, taille des géniteurs observés :

Les premiers géniteurs en place (mais pas forcément en action d'oviposition) ont été observés le 20 octobre 2015 lors des relevés SGF. La gamme de taille moyenne des poissons est, comme les années précédentes, de l'ordre de 20 à 35 cm, ces tailles correspondant bien à ce qui est observé lors des pêches électriques de septembre (Figure 9) :

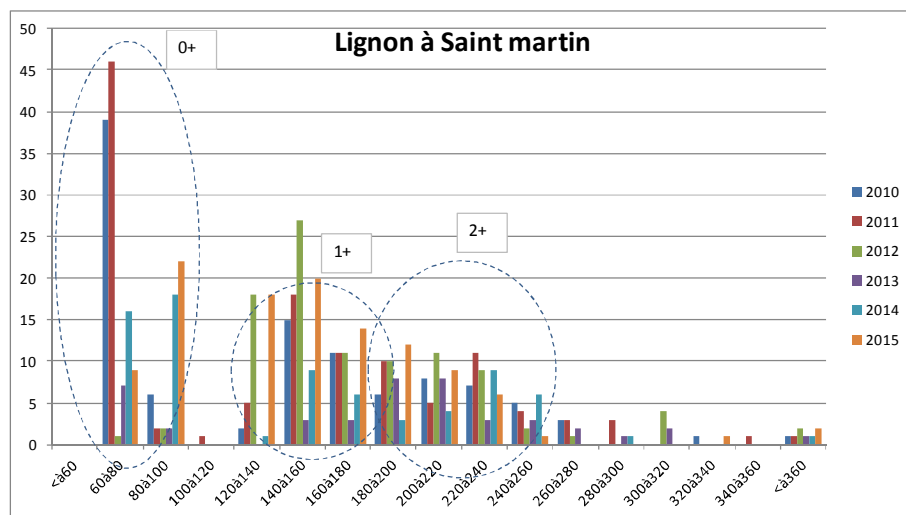


Figure 9 : Classes de tailles des truites lors des pêches d'inventaire de septembre sur le TCC de Vaux (station Saint martin VAU2)

Les prospections ont eu lieu les : 5, 12, 19 et 28 novembre 2015. La validation des nids a eu lieu le 10 décembre. 2015 est une année particulière en termes hydroclimatique, un décalage du pic de reproduction est constaté :

habituellement observé début novembre, il a eu lieu fin novembre pour 2015. Au 10 décembre plus aucun acte de reproduction n'était observé sur le TCC.

3.3.2 Nombre de nids de fraie observés :

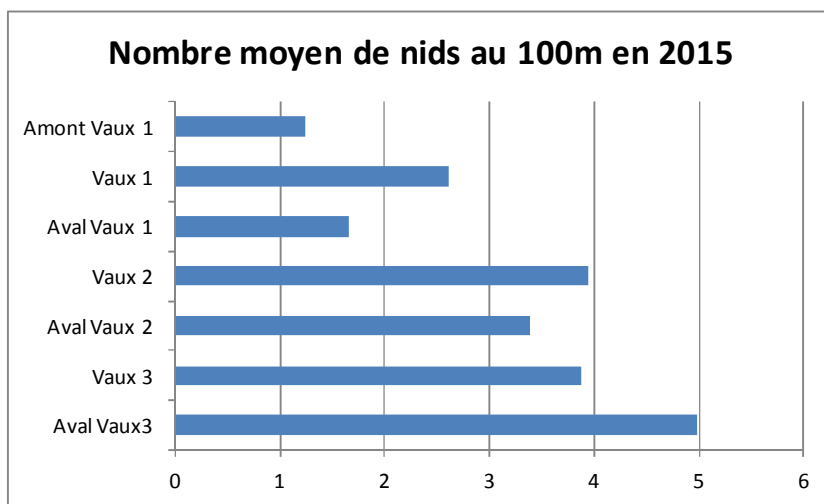


Figure 10 : Répartition des nids sur le TCC

Le gradient amont aval du nombre de nids pour 100 mètres linéaires est assez net en lien avec la distribution des surfaces de granulométrie favorable à la reproduction des truites fario : la disponibilité en granulats étant moindre en amont, la fréquence des nids aussi. On peut voir qu'en aval, on avoisine les 5 nids au 100m, ce qui n'est pas élevé (des cours d'eau similaire sans contrainte de SGF peuvent héberger jusqu'à 20 à 40 nids au 100 ml) mais bien plus intéressant en termes de dynamique de reproduction. Mais le nombre de nids n'est pas forcément signe d'une grande vitalité de la population. Sur le Renaison que la FDPPMA42 a suivi durant 10 ans, le nombre moyen de nids est de 4,6 /100 ml (soit celui observé ici) mais le niveau moyen salmonicole évolue entre 3000 et 10 000 ind/ha pour 100 à 250 kg/ha.

En 2015, seulement 69 nids de truites ont été comptabilisés sur le TCC, il s'agit une chute de 40% en comparaison avec les données antérieures (102 nids 2006 et 114 nids 2014). Comme une quantité un peu plus importante de SGF a été recensée, on aurait été tenté de penser que le nombre de nids aurait été au moins équivalent.

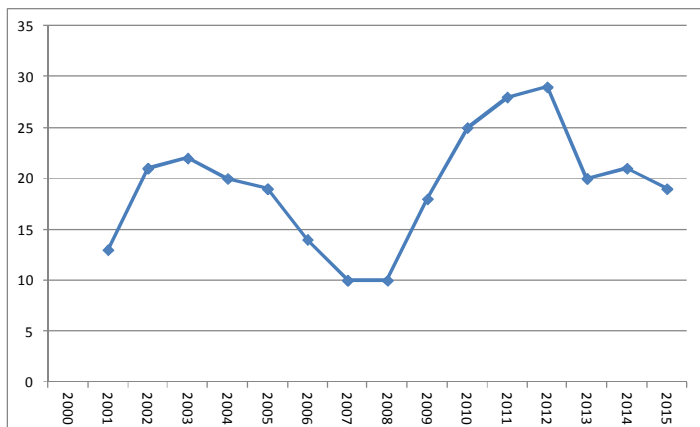


Figure 11 : Evolution du nombre de géniteurs potentiels de truites sur le TCC de Vaux (station VAU2, nombre d'individus sur 125 m) FDPPMA42.

Le nombre de géniteurs au mois de septembre 2015 n'est pas significativement différent de celui mesuré en 2014 et il est bien supérieur au nombre observé en 2006 (Figure 11). Les conditions thermiques et hydrologiques de 2015 ont-elles eu un impact sur les truites du TCC? Dans sa globalité l'année 2015 a été contraignante en

termes de quantité d'eau et de thermie. Sous ces effets, le débit automnal a rarement dépassé le « débit réservé » et a donc aussi limiter l'exploitation de zones de bordures. Les plus gros poissons ont donc peut être moins fragmenté leur pontes du fait des bas débits. Malgré un nombre final assez faible, la qualité des nids réalisés à l'automne 2015 a été préservée parce que les poissons ont été cantonnés dans le lit mineur.

On constate toujours en 2015 un gradient amont aval marqué, lié de près à la distribution de la SGF (voir cartographie des nids sur le TCC sur fond cadastral en annexes, Figure 12).

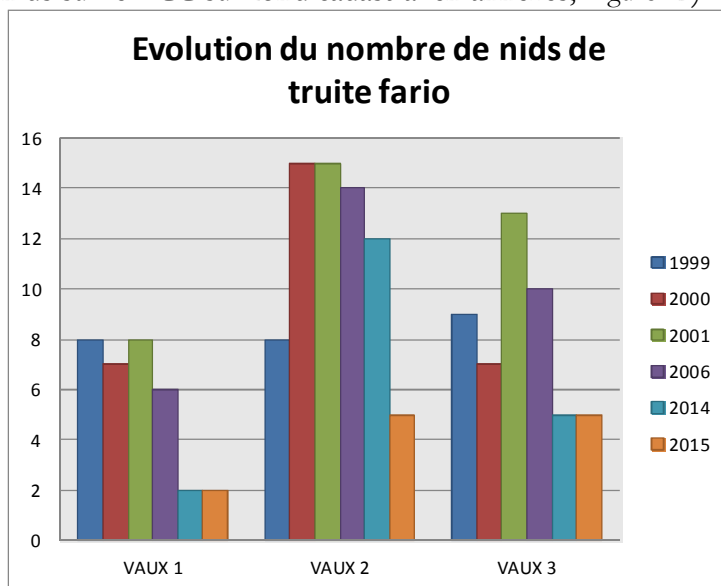


Figure 12 : Nombre de nids de fraie de truites sur les trois stations du TCC de Vaux entre 1999 et 2015.

La quantité de nids en 2015 confirme la tendance qui a été observé en 2014. En effet, le nombre de nids de truites fario comptabilisés et validés sur ces trois stations est au plus bas dans l'historique des données en lien avec la baisse globale de la quantité de SGF sur le tronçon court-circuité. Notamment la station de Vaux 1 localisée 160m en aval du mur du barrage, présente une absence de support de pontes en 2015. En effet, sur ce genre de secteur les poissons frayent un peu n'importe où (entre les gros galets de 80 à 150 mm, dans des amorties avec vitesse nulle au fond), dans de mauvaises conditions. Quand le barrage est déversant et que le débit est élevé dans le TCC, les poissons en profitent pour se reproduire sur les zones de bordure plus favorables à haut débit et où subsistent, par effet de chasses en hautes eaux, des dépôts de graviers habituellement largement au dessus du débit réservé. Cela est fortement problématique car on retrouve ensuite ces nids hors d'eau ou très peu alimenté et soumis au gel hivernal (voir planche photo ci-après).

Planche photographique (nids en limite d'assec : automne 2014)



Photo 7 : exemples de nids à la survie très compromise en bordure sous moins de 5 cm de lame d'eau (structure de fraie réalisée lors d'une montée d'eau et soumise au gel probable)



Photo 8 : Œufs d'une frayère du TCC de Vaux en novembre 2014 : les œufs étaient déposés entre deux galets que nous avons soulevés pour faire ce cliché : une telle structure n'a donc aucune chance de résister à une petite crue.

3.4 Expérimentation sur la survie intra-graviers des œufs de truites fario :

3.4.1 Survie à la pisciculture de Besse en Chandesse :

2014-2015

A l'issue de la phase d'incubation, sur la claie contenant le même pool d'œufs que ceux utilisés pour la manipulation, Marc Mestas a noté une taux d'éclosion de 85% fin février 2015 sachant que l'alimentation en eau est faite à partir d'une source aux eaux thermiquement plus stables qu'en milieu naturel et permettant un développement embryolaire plus rapide.

2015-2016.

D'après Marc Mestas, le taux d'éclosion moyen de la claie ayant incubé les œufs était proche de 95% fin février soit un taux excellent.

3.4.2 Résultats des survies des capsules d'incubation :

2014- 2015 :

Les relevés des capsules ont été réalisés le 12 mars 2015 au moment précis de la phase d'éclosion des œufs embryonnés en lien avec les suivis thermiques et le nombre de degrés*jours cumulés (à 430°C*jours; cf. suivi thermique § 3.5.), les capsules ont été définitivement retirées. Initialement nous avions prévu de ne relever que 50% des capsules et de revenir ensuite avant émergence vers la mi avril ; mais après réflexion, nous avons préféré tout retirer avant l'ouverture de la pêche à la truite pour éviter tout risque d'enlèvement par des pêcheurs curieux. Le détail des survies par capsules et par nids est donné dans le Tableau 12 et la Figure 13 suivants :

Tableau 12 : Résultats de la survie des embryons de truites dans les capsules d'incubation au cours de l'automne-hiver 2014-2015 dans le TCC de Vaux (station VAU2) et sur la station référence (station Pont Neuf) sur le Lignon du Forez.

relevé des capsules le 12/03/2015		Suivis des taux de survie du stade œufs entre le TCC de Vaux et le Pont neuf														
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Total	NB	Pourcentage		
Pont neuf frayère T1	Œufs morts	10	2	7	8	1	8	4	Capsules enlevées par l'AAPPMA de Chalmazel				40	70	57%	57%
	Larve mortes												0		0%	
	Œufs vivants		5	3	1	6	2	6					23		33%	43%
	Larves Vivantes		3		1	3							7		10%	
Pont neuf frayère T2	Œufs morts	6	6		7	5	4	1	4	7	8	48	100	48%	48%	
	Larve mortes											0		0%		
	Œufs vivants	4	3	6	3	5	5	8	6	3	2	45		45%	52%	
	Larves Vivantes		1	4			1	1				7		7%		
Pont neuf frayère T3	Œufs morts	8	7	5	8	8	7	5	5	2 capsules retirées (car exondées du granulat) le 09/01/2015 (FDPPMA42)		53	80	66%	66%	
	Larve mortes													0	0%	
	Œufs vivants	2	3	5	1	2	1	5	4			23		29%	34%	
	Larves Vivantes				1		2		1			4		5%		
Vaux frayère T1	Œufs morts	8	9	10	10	9	10	10	10	10	7	93	100	93%	94%	
	Larve mortes					1						1		1%		
	Œufs vivants		1									1		1%	6%	
	Larves Vivantes	2									3	5		5%		
Vaux frayère T2	Œufs morts	10	10	5	7	7	10	4	8	4	8	73	100	73%	74%	
	Larve mortes			1								1		1%		
	Œufs vivants			2	3	2			1	4	1	13		13%	26%	
	Larves Vivantes			2		1		6	1	2	1	13		13%		
Vaux frayère T3	Œufs morts	4	7		2	6	4	4	4	7	6	44	100	44%	44%	
	Larve mortes											0		0%		
	Œufs vivants							1	2	1		4		4%	56%	
	Larves Vivantes	6	3	10	8	4	6	5	4	2	4	52		52%		

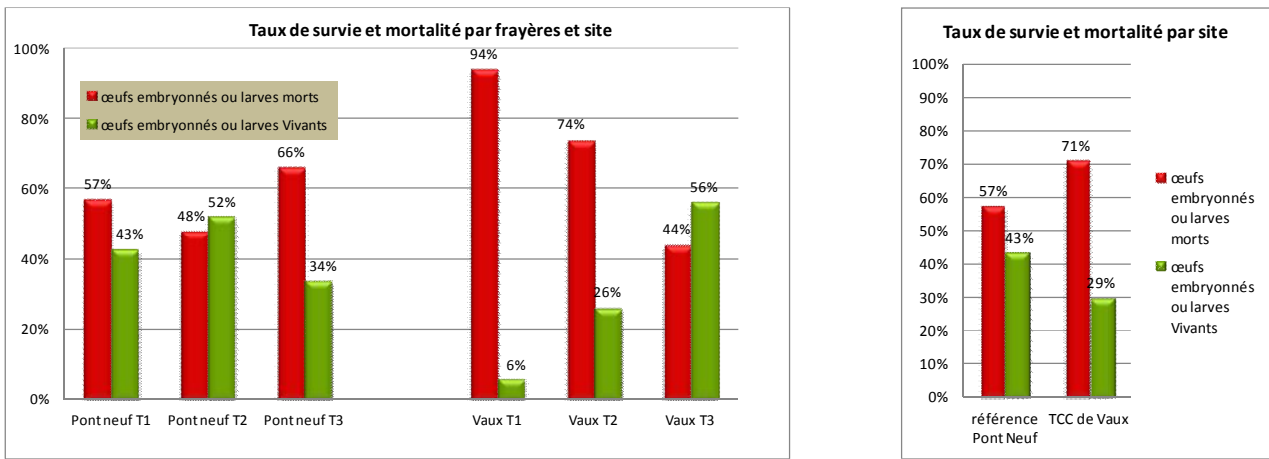


Figure 13 : Résultats de la survie des embryons de truites dans les capsules d'incubation au cours de l'automne hiver 2014-2015 dans le TCC de Vaux (station VAU2) et sur la station référence (station Pont Neuf) sur le Lignon du Forez.

Il apparaît nettement que le taux de survie par site est plus important sur la station de référence (43% Pont Neuf) qu'en aval du barrage de Vaux (29%) dans le TCC en débit réservé : le postulat initial sur la qualité intrinsèque des structures de fraie moins favorables et potentiellement plus colmatées dans le TCC que sur la référence se confirme donc par les suivis de la survie intragravellaire.

Par contre nous avons émis des hypothèses sur les chances de survie en fonction du positionnement des frayères sur l'aval de Vaux sur les nids de type 1 (très favorables) ; 2 (moyennement favorables) et 3 (défavorables) mais en fait les taux de survie sont totalement inversés : T1 = 6% T2 = 26% T3= 56%

2015-2016

Les relevés des capsules ont été réalisés le 1^{er} mars 2016. Le détail des survies par capsules et par nids est donné dans le Tableau 13 et la Figure 14 suivants :

Tableau 13 : Résultats de la survie des embryons de truites dans les capsules d'incubation au cours de l'automne hiver 2015-2016 dans le TCC de Vaux (station VAU2) et sur la station référence (station Pont Neuf) sur le Lignon du Forez.

relève des capsules le 01/03/2016												Suivis des taux de survie du stade œufs entre le TCC de Vaux et le Pont neuf			
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Total	NB	Pourcentage	
Pont neuf frayère T1	œufs morts	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0	0	capsules perdues	
	Larve mortes	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0			
	œufs vivants	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0			
	Larves Vivantes	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0			
Pont neuf frayère T2	œufs morts	10	6	2	7	10	3	5	6	8	P	57	90	63%	63%
	Larve mortes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0		0%	0%
	œufs vivants	0	4	8	3	0	7	5	4	2	P	33		37%	37%
	Larves Vivantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0		0%	0%
Pont neuf frayère T3	œufs morts	8	9	2	9	10	6	7	10	3	4	68	100	68%	68%
	Larve mortes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0%	0%
	œufs vivants	2	1	8	1	0	4	3	0	7	6	32		32%	32%
	Larves Vivantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0%	0%
Vaux frayère T1	œufs morts	3	10	9	10	10	HE	HE	P	P	P	42	50	84%	84%
	Larve mortes	0	0	0	0	0	HE	HE	P	P	P	0		0%	0%
	œufs vivants	7	0	1	0	0	HE	HE	P	P	P	8		16%	16%
	Larves Vivantes	0	0	0	0	0	HE	HE	P	P	P	0		0%	0%
Vaux frayère T2	œufs morts	5	7	4	6	10	10	7	6	10	3	68	100	68%	68%
	Larve mortes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0%	0%
	œufs vivants	5	3	6	3	0	0	3	4	0	7	31		31%	31%
	Larves Vivantes	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		1%	1%
Vaux frayère T3	œufs morts	4	4	3	8	5	10	10	10	10	10	74	100	74%	74%
	Larve mortes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0%	0%
	œufs vivants	6	6	7	2	5	0	0	0	0	0	26		26%	26%
	Larves Vivantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0%	0%

P=perdu HE=Hors d'Eau

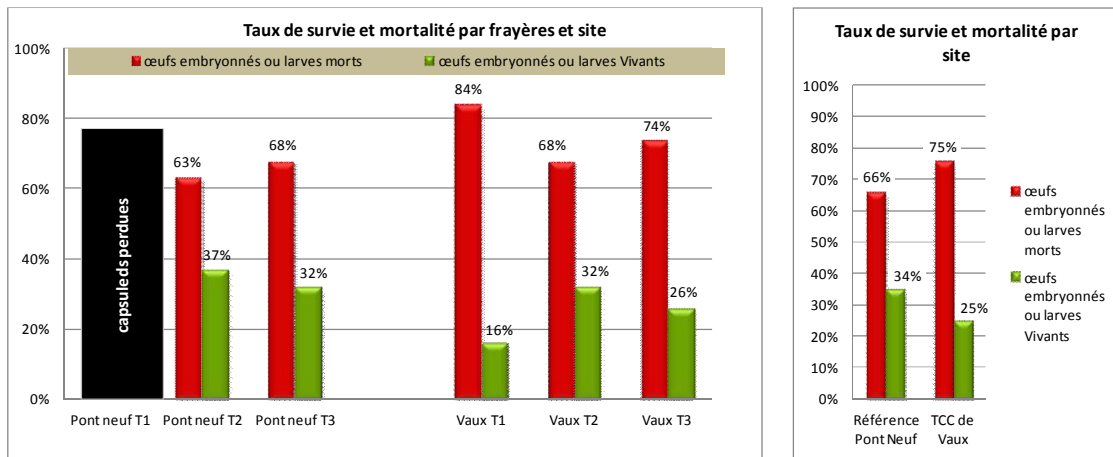


Figure 14 : Résultats de la survie des embryons de truites dans les capsules d'incubation au cours de l'automne-hiver 2015-2016 dans le TCC de Vaux (station VAU2) et sur la station référence (station Pont Neuf) sur le Lignon du Forez.

En raison de problème sur la sonde nous n'avons pas pu déterminer le nombre de Degré*Jours cumulés. Sur l'ensemble des embryons vivants nous n'avons observé que deux larves, mais les autres embryons étaient bien formés et très gros, la relève des capsules s'est donc effectuée quelques temps avant la phase globale d'éclosion. De plus, sur le site de référence amont, la frayère de type 1 a été emportée par les crues.

Comme en 2014-2015, malgré les problèmes évoqués, le taux de survie est plus important sur le site de référence.

Planche photographique



Photo 9 : relève des capsules et observation des œufs embryonnés et larves vivants ou morts après ouverture des capsules d'incubation sur le Lignon du Forez sur les stations référence « Pont Neuf » et « aval barrage de Vaux » le 12 mars 2015.

3.5 Relevés thermiques:

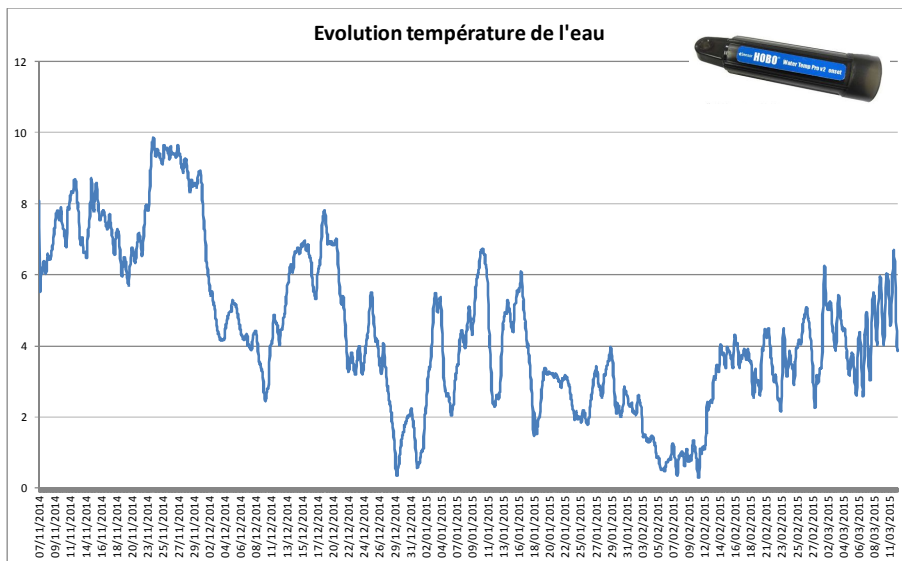


Figure 15 : Relevés thermiques de novembre 2014 à mars 2015 sur le Lignon en aval du barrage de Vaux au droit des sites d’expérimentation de la survie intragravellaire d’œufs de truites placés en capsules.

Cette sonde a été laissée en place après la première campagne novembre 2014- mars 2015, afin de suivre toute la phase d’expérimentation (au moins trois ans soit fin 2018). Malheureusement, **un dysfonctionnement sur la sonde** n’a pas permis d’avoir les données comprises entre fin mars 2015 et le relevé du 01 mars 2016. Les données téléchargées étaient corrompus et erronées.

Le nombre de degrés jours cumulés sur la première période 2014-2015 est présenté ci-après :

25/11/14 au 12/03/15	Valeurs mesurées		
	moy	max	min
dégrés *jours cumulés	429	492	377
T température de la période °C	3,93	9,63	0,30

Figure 16 : Relevés thermiques de novembre 2014 à mars 2015 sur le Lignon en aval du barrage de Vaux au droit des sites d’expérimentation de la survie intragravellaire d’œufs de truites placés en capsules.

Bibliographie utilisée

- M. DELACOSTE, P. BARAN, F. DAUBA et A. BELAUD (1993). Étude du macrohabitat de reproduction de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans une rivière pyrénéenne, la Neste du Louron. Évaluation d'un potentiel de l'habitat physique de reproduction. **Bull. Fr. Pêche Piscic.** (1993) 331 : 341 -356.
- DELACOSTE, M (1995). Analyse de la variabilité spatiale de la reproduction de la truite commune (*Salmo trutta* L.) Étude à l'échelle du micro et du macrohabitat dans 6 rivières des Pyrénées Centrales. **Thèse INPT**, Sci. Agro., n° 1009, 133 p.
- DEMARS, J.J. (1999). Dénombrement des frayères de truites communes dans quelques cours d'eau d'Auvergne. **Délégation Régionale du CSP**, Clermont Ferrand, 1999.
- DUMAS J., MARTY S., 2006 : A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon, **Journal of Fish Biology**, 68, 284-304.
- DUMOUTIER Q., VIGIER L. et CAUDRON A. (2010). MACro Excel d'Aide au calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques SALMONICOLES - Version 1.0 -mars 2010 - Rapport SHL 293.2010FDP74.10/03, 29 pages
- ENSAT (1995). Étude des frayères de truites communes (*Salmo trutta*, L.) et de l'habitat disponible pour la reproduction dans l'Aude. **Convention ENSAT - EDF n° WO 80090**. Sept 95. 55p + annexes.
- GRES, P. (2000). Suivi des frayères à truites sur le Lignon du Forez (département de la Loire) dans les tronçons court-circuités de Rory et St Martin. Automne 1999 - **Convention 994 BGCO EDF/FDAAPPMA Loire - Rapport FDAAPPMA42 n° 2000/01** - Février 2000 - 33 p. + annexes.
- GRES, P (2001). Suivi des frayères à truites sur le Lignon du Forez (département de la Loire) dans les tronçons court-circuités de Rory et St Martin (automne 2000). Janvier 2001 - **Convention 994BGCO EDF – Rapport FDAAPPMA42 n° PG 01/2001**.
- GRES, P (2002). Suivi des frayères à truites sur le Lignon du Forez (département de la Loire) dans les tronçons court-circuités de Rory et St Martin (automne 2001). - Cellule Débits Réservés - **Convention 994BGCO EDF – Rapport FDAAPPMA42 n° PG 13/2001**. 14 p.
- GRES, P (2003). Suivi des frayères à truites sur le Lignon du Forez (département de la Loire) dans les tronçons court-circuités de Rory et St Martin (automne 2002). - Cellule Débits Réservés - **Convention 994BGCO EDF - Rapport FDAAPPMA42 n° PG 02/2003**.- 8 p.

- GRES, P. (2006). Projet de création de frayères à truite sur le tronçon court-circuité de Saint martin (Lignon du Forez, Loire). Programme de Suivis – **Projet FDAAPPMA42** - EDF - PG n° PG01/2006, 12 p.
- GRES, P. et SCARAMUZZI, M. (2015). Suivi de la reproduction de la truite sur le Lignon du Forez en aval du barrage de Vaux (Loire, 42) automne -hiver 2014/2015 – **EDF Commande 8610 – 4320017100 rapport FDAAPPMA42**, mars 2015 25 p + annexes.
- MASSEBOEUF, F (2012). Évaluation de la fonctionnalité des frayères à salmonidés sur le bassin versant du Gave d'Oloron - **FDPPMA64** - Novembre 2010/Mars 2012, 20 p
- PLASSERAUD, O., LIM, P., BELAUD, A. (1990). Observations préliminaires sur le fonctionnement des zones de frayères de la truite commune (*Salmo trutta fario*) dans deux cours d'eau ariégeois (Le Salat et l'Alet). **Bull. Fr. Pêche Piscic.**, 318 (3), 72-81.
- OTTAWAY, E.M., CARLING, P.A., CLARKE, A., READER, N.A. (1981). Observations on the structure of trout , *Salmo trutta*, redds. *J. Fish. Biol.*, 19, 135-145.
- SABATON, C. SOUCHON, Y., MERLE, G., LASCAUT, J.M., CAPRA, H., GOURAUD, V., BARAN, Ph., BARIL, D., LIM, P., SUARD, G., LAUTERS, F. (2005). Groupe de travail national “Cellule débits réservés” synthèse des expérimentations **EDF HP 76/04/060A** mai 2005. Rapport 44 pages + figures 70 p., tableaux et annexes 47 p
- SABATON, C. SOUCHON, Y., LASCAUT, J.M., WANDEWALLE, F, CAPRA, H., GOURAUD, V., BARAN, Ph., LIM, P., MERLE, G., LAUTERS, F. (2006). La “Cellule débits réservés” : une évaluation de la composante « microhabitats » de l’approche IFIM à partir de suivis d’habitats et de densités de truite fario sur plusieurs cours d’eau de France. **EDF HP 76/04/06A**. Février 2006. Rapport 32 p.
- WENTWORTH C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, 30, 377-392

Annexes

- Mesure des surfaces de SGF sur le TCC du Lignon en aval du barrage de Vaux à l'automne 2014.
- Résultats des relevés morphologiques sur les frayères à truites sur le TCC du Lignon en aval du barrage de Vaux le 11/12/2014.
- Cartes de localisation des nids de fraie sur le TCC du Lignon en aval du barrage de Vaux à l'automne 2014.
- Mesure des surfaces de SGF sur le TCC du Lignon en aval du barrage de Vaux à l'automne 2015.
- Résultats des relevés morphologiques sur les frayères à truites sur le TCC du Lignon en aval du barrage de Vaux le 10/12/2015.
- Cartes de localisation des nids de fraie sur le TCC du Lignon en aval du barrage de Vaux à l'automne 2015.

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2014

Date =	30-oct-14	Station =																				
Débit = env l/s soit du module										Opérateur = Mathieu Scaramuzzi, Anthony Fédix (FD42)												
Aval Vaux 3		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S	Total	
disponible		50	20	0,10		45	80	0,36		20	20	0,04		25	40	0,10					0,00	
disponible		30	20	0,06		45	50	0,23		20	30	0,06		50	25	0,13					0,00	
disponible		30	30	0,09		20	20	0,04		30	50	0,15		60	20	0,12					0,00	
disponible		40	120	0,48		30	70	0,21		25	50	0,13		20	20	0,04					0,00	
disponible		30	40	0,12		35	70	0,25		25	40	0,10		50	20	0,10					0,00	
disponible		40	30	0,12		30	20	0,06		40	40	0,16		50	75	0,38					0,00	
disponible		40	60	0,24		60	150	0,90		40	105	0,42		35	40	0,14					0,00	
Aval Vaux 3 disponible Total				1,21				2,04				1,06				1,00					0,00	5,31
Utile		40	30	0,12		50	35	0,18				0,00				0,00					0,00	
Utile		30	70	0,21		30	100	0,30				0,00				0,00					0,00	
Utile		35	80	0,28				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile		60	40	0,24				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile		130	40	0,52				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile		45	40	0,18				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile		35	12	0,04				0,00				0,00				0,00					0,00	
Aval Vaux 3 Utile Total				1,59				0,48				0,00				0,00					0,00	2,07
Longueur	362,0	m																				
Largeur	7,20	m																				
Surface	2606,4	m ² / station																				
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale																				
7,4	0,28																					
m ²	%																					
classe	Faible																					
Vaux 3		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S	Total	
disponible		150	55	0,83		20	20	0,04				0,00				0,00					0,00	
disponible		25	30	0,08				0,00				0,00				0,00					0,00	
disponible		25	20	0,05				0,00				0,00				0,00					0,00	
disponible		15	25	0,04				0,00				0,00				0,00					0,00	
disponible		60	50	0,30				0,00				0,00				0,00					0,00	
disponible		30	45	0,14				0,00				0,00				0,00					0,00	
disponible		50	60	0,30				0,00				0,00				0,00					0,00	
Vaux 3 disponible Total				1,72				0,04				0,00				0,00					0,00	1,76
Utile		25	50	0,13				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile		40	25	0,10				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile		35	20	0,07				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile				0,00				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile				0,00				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile				0,00				0,00				0,00				0,00					0,00	
Utile				0,00				0,00				0,00				0,00					0,00	
Vaux 3 Utile Total				0,30				0,00				0,00				0,00					0,00	0,30
Longueur	129,0	m																				
Largeur	7,40	m																				
Surface	954,6	m ² / station																				
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale																				
2,1	0,22																					
m ²	%																					
classe	Très Faible																					

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2014

Amont Vaux 3 aval Vaux 2		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		70	30	0,21	30	30	0,09			0,00			0,00			0,00	
disponible		40	25	0,10	90	25	0,23			0,00			0,00			0,00	
disponible		25	30	0,08	70	35	0,25			0,00			0,00			0,00	
disponible		40	40	0,16	50	25	0,13			0,00			0,00			0,00	
disponible		30	50	0,15			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		30	30	0,09			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		50	45	0,23			0,00			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 3 aval Vaux 2 disponible Total				1,01			0,69			0,00			0,00			0,00	1,70
Utile		80	40	0,32			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		50	200	1,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		80	100	0,80			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 3 aval Vaux 2 Utile Total				2,12			0,00			0,00			0,00			0,00	2,12
Longueur	385,0	m															
Largeur	7,20	m															
Surface	2772,0	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
3,8	0,14																
m ²	%																
classe	Très Faible																

Vaux 2		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		40	70	0,28			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		30	50	0,15			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		100	30	0,30			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		40	25	0,10			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		45	40	0,18			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Vaux 2 disponible Total				1,01			0,00			0,00			0,00			0,00	1,01
Utile		20	40	0,08			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		50	70	0,35			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Vaux 2 Utile Total				0,43			0,00			0,00			0,00			0,00	0,43
Longueur	127,0	m															
Largeur	7,60	m															
Surface	965,2	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
1,4	0,15																
m ²	%																
classe	Très Faible																

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2014

Amont Vaux 2 aval Vaux 1		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		30	50	0,15	30	30	0,09	30	40	0,12	30	50	0,15	80	65	0,52	
disponible		35	40	0,14	40	40	0,16	70	90	0,63	20	30	0,06	40	40	0,16	
disponible		60	35	0,21	20	40	0,08	30	30	0,09	20	30	0,06	30	20	0,06	
disponible		20	20	0,04	40	20	0,08	70	40	0,28	40	60	0,24	20	20	0,04	
disponible		40	40	0,16	20	20	0,04	40	30	0,12	20	20	0,04	20	30	0,06	
disponible		40	35	0,14	25	30	0,08	60	75	0,45	90	30	0,27	45	40	0,18	
disponible		60	40	0,24	40	20	0,08	120	100	1,20	40	60	0,24	30	30	0,09	
disponible		20	30	0,06	35	25	0,09	40	50	0,20	60	20	0,12			0,00	
disponible		60	40	0,24	100	75	0,75	30	50	0,15	70	40	0,28			0,00	
disponible		30	40	0,12	30	35	0,11	30	20	0,06	70	45	0,32			0,00	
Amont Vaux 2 aval Vaux 1 disponible Total				1,50			1,55			3,30			1,78			1,11	9,23
Utile		80	25	0,20	50	30	0,15	70	30	0,21			0,00			0,00	
Utile		60	35	0,21	40	40	0,16	60	45	0,27			0,00			0,00	
Utile		70	85	0,60	45	70	0,32			0,00			0,00			0,00	
Utile		35	30	0,11	80	170	1,36			0,00			0,00			0,00	
Utile		30	60	0,18	100	50	0,50			0,00			0,00			0,00	
Utile		70	30	0,21	40	65	0,26			0,00			0,00			0,00	
Utile		60	50	0,30	55	50	0,28			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 2 aval Vaux 1 Utile Total				1,80			3,02			0,48			0,00			0,00	5,30
Longueur	970,0	m															
Largeur	7,20	m															
Surface	6984,0	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
14,5	0,21																
m ²	%																
classe	Très Faible																

Vaux 1		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		20	30	0,06			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		40	25	0,10			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		25	25	0,06			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible		20	30	0,06			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Vaux 1 disponible Total				0,28			0,00			0,00			0,00			0,00	0,28
Utile	RAS			0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Vaux 1 Utile Total				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	0,00
Longueur	115,0	m															
Largeur	6,90	m															
Surface	793,5	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
0,3	0,04																
m ²	%																
classe	Très Faible																

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2014

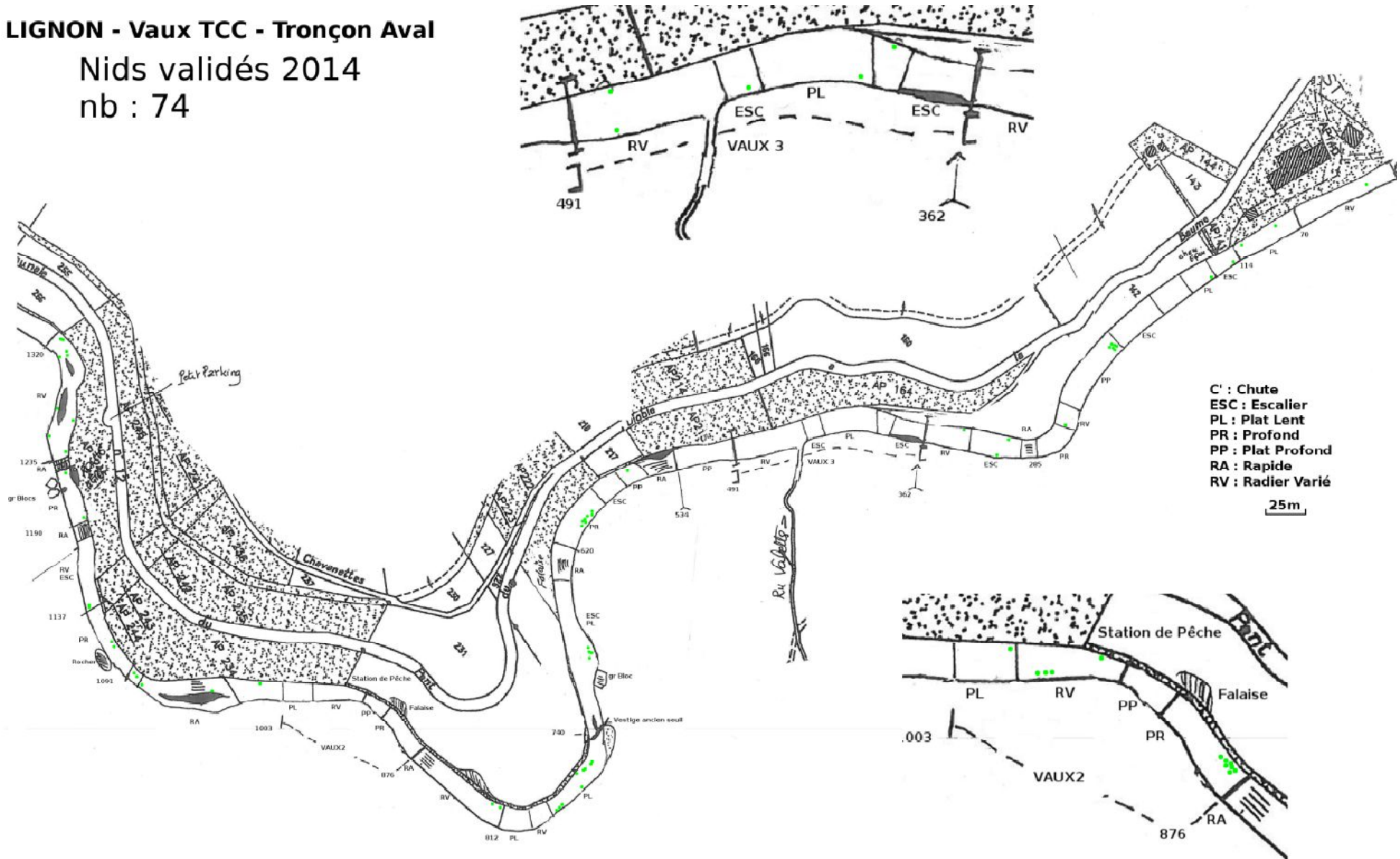
Amont Vaux 1		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible	RAS			0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
disponible				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 1 disponible Total				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	0,00
Utile	RAS			0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 1 Utile Total				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	0,00
Longueur	160,0	m															
Largeur	7,20	m															
Surface	1152,0	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
0,0	0,00																
m ²	%																
classe	Très Faible																

Global TCC Vaux																		29,50
Longueur	2250,0	m																
Largeur	7,20	m																
Surface	16200,0	m ² / station																
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale																
29,5	0,18																	
m ²	%																	
classe	Très Faible																	

LIGNON - Vaux TCC - Tronçon Aval

Nids validés 2014

nb : 74



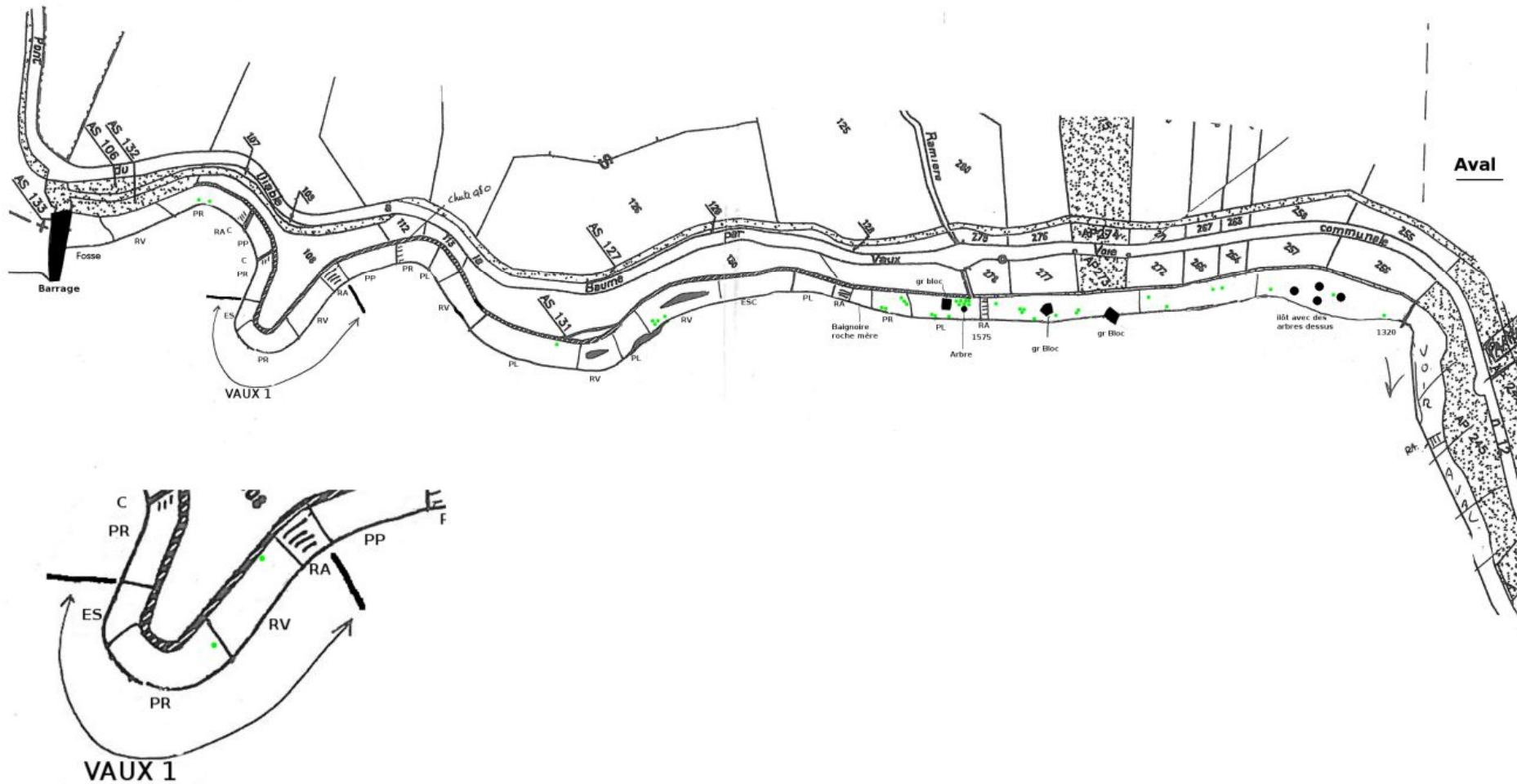
LIGNON - Vaux TCC - Tronçon Amont

nids validés 2014

nb : 39

C' : Chute
ESC : Escalier
PL : Plat Lent
PR : Profond
PP : Plat Profond
RA : Rapide
RV : Radier Varié

25m



Résultats des relevés morphologiques sur les frayères à truites du TCC de Vaux le 10/12/2015

LIGNON DU FOREZ				Date	10/12/2015				opérateurs : P Grès, M. Scramuzzi, M Berger					
TCC DE VAUX (du canal de restitution au pied du barrage soit un linéaire de 2250 m)				Heure	10h à 15h30									
Faciès				Observations sur les nids et leur structure										
n°	type	n°	DistB	Position p/r courant	P	Vitesse cm/s		Gamme Granulométrique				estim opérateur		
			en m	1 dans sens t, en contre courant 2, ou perpendiculaire 3 au courant principal	cm	FOND	SURFACE	<5mm	5-20 mm	20-40mm	40-60 mm	>60 mm		
	Plat courant	1	0,50	3		5	2	2		1	2	3		2
	Plat courant	2	0,20	1		13	15	11		2	1	3		2
	Escalier	3	2,50	1	placé en plein chenal, sortie de fosse	21	19	42			2	1		2
	Escalier	4	3,00	1	placé en plein chenal, sortie de fosse	33	19	18		3	2	1		1
	Escalier	5	3,50	1	placé en plein chenal, sortie de fosse	31	12	12		3	2	1		1
	Escalier	6	3,50	1	placé en plein chenal, sortie de fosse	34	9	9		3	2	1		1
	Radier Varié	7	0,50	1	En sortie de radier, face au courant	7	19	19		3	1	2		1
	Radier Varié	8	0,30	2		15	1	3			2	1		2
	Plat courant	9	2,00	1	en queue de plat	22	14	20			2	1		1
	Radier Varié	10	3,50	1		13	47	39		2	1			1
	Radier Varié	11	3,50	1		16	31	27		2	1			1
	Escalier	12	0,20	3		11	20	20		2	3	1		2
	Escalier	13	1,30	2	amorti derrière un bloc sans vitesse	5	2	0		2	1			3
	Plat courant	14	1,00	1		34	6	15		1	2			1
	Plat courant	15	0,50	3	amorti derrière un bloc	10	35	30		1	2			1
	Plat courant	16	3,00	1		29	32	35		2	1	3		1
	Plat courant	17	4,00	3	dans un petit goulet entre 2 blocs	18	15	24			2	1		1
	Plat courant	18	0,50	3	dans un zone de calme	22	2	3		2	1			3
Vaux	Escalier	19	1,50	1		22	43	37			2	1		1
Vaux	Plat courant	20	1,50	1		15	22	20				1		1
Vaux	Plat courant	21	1,50	1		15	21	21				1		1
Vaux	Escalier	22	0,30	1		10	20	9			1	2		2
Vaux	Radier Varié	23	1,00	2		10	20	19		3	2	1		1
	Radier Varié	24	1,00	1		10	7	3	2	1	2			1
	Mouille	25	1,50	3	en contre courant sur un banc de sable	13	0	0	1					3
	Mouille	26	1,50	3		10	0	0	1				1	3
	Mouille	27	1,50	3		20	0	0	1					3
	Mouille	28	1,50	3		26	0	0	1					3
	Mouille	29	1,00	3	frayère de type 3 avec les capsules d'incubation	28	2	2	1					3
	Radier Varié	30	1,00	1	frayère de type 1 avec les capsules d'incubation	37	15	24			2	1		1
	Plat Lent	31	2,50	1	frayère de type 2 avec les capsules d'incubation	25	8	13			2	1	2	1
	Plat Lent	32	2,50	1		28	5	36			2	1	2	1
	Plat Lent	33	2,50	1		33	6	19			2	1	2	1
	Plat Lent	34	3,00	1		35	12	10			1	2	1	1
	Plat Lent	35	2,00	1		29	7	10			1	2	1	1
	Radier Varié	36	1,00	1		10	13	20			1	2	1	1
Vaux	Mouille	37	2,00	1		23	10	13			2	1	1	1
Vaux	Mouille	38	2,00	1		19	6	11			1	2	1	1
Vaux	Mouille	39	2,00	1		18	5	9			2	1	2	1
Vaux	Plat courant	40	0,50	1		18	27	32		2	1	2		1
Vaux	Plat courant	41	0,50	1		12	25	28			20	1		1
	Plat courant	42	0,50	1		23	6	4		2	1			2
	Plat courant	43	1,50	1		19	41	23			1	2		2
	Plat courant	44	0,50	1		20	19	20				2	1	2
	Plat Lent	45	1,00	1		32	7	13			1	2	3	2
	Plat Lent	46	2,00	3		11	7	7		2	1			3
	Escalier	47	1,00	1		24	2	41			1	2		1
	Radier Varié	48	4,00	1		11	10	7			1	2		1
	Escalier	49	1,00	3		15	0	30			1	2		2
	Escalier	50	5,00	2		13	2	8		3		1	2	3
	Escalier	51	5,00	2		12	2	1				2	1	3
	Plat courant	52	3,50	1		15	16	18			2	1	3	1
	Plat courant	53	0,30	1		28	9	23			3	1	2	2
	Radier Varié	54	0,30	2		12	7	6			1			2
	Plat courant	55	2,50	1		19	23	24			2	1		1
	Plat courant	56	2,50	1		19	38	37				1	2	3
	Plat courant	57	2,50	1		23	12	33			1	2		1
Vaux	Plat courant	58	0,50	1		11	17	15		2			1	3
Vaux	Plat courant	59	1,50	1		25	20	28				2	1	3
Vaux	Plat Lent	60	1,00	1		28	4	10			3	2	1	3
	Plat Lent	61	1,00	2		27	5	3	1	2				3
	Plat Lent	62	1,50	2		28	5	3	1	2				3

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2015

Date =	20-oct-15	Station =	Opérateur =	Mathieu Scaramuzzi, Pierre Grès, Mariane Berger (FD42), Alexis Sabot (Stagiaire FD42)													
Débit = env l/s soit du module																	
Aval Vaux 3		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		60	20	0,12	30	30	0,09	60	20	0,12	30	20	0,06	40	20	0,08	
disponible		40	20	0,08	30	30	0,09	80	90	0,72	40	20	0,08	100	30	0,30	
disponible		20	20	0,04	70	20	0,14	60	40	0,24	40	30	0,12	50	60	0,30	
disponible		100	30	0,30	30	30	0,09	60	40	0,24	30	20	0,06	30	30	0,09	
disponible		30	30	0,09	60	40	0,24	60	30	0,18	30	20	0,06			0,00	
disponible		25	25	0,06	70	40	0,28	30	30	0,09	40	20	0,08			0,00	
disponible		60	30	0,18	150	50	0,75	80	40	0,32	20	20	0,04			0,00	
disponible		20	20	0,04	50	40	0,20	30	20	0,06	20	20	0,04			0,00	
disponible		30	30	0,09	50	30	0,15	120	40	0,48	20	20	0,04			0,00	
disponible		30	50	0,15	60	40	0,24	60	40	0,24	20	20	0,04			0,00	
disponible		30	20	0,06	20	30	0,06	30	30	0,09	60	20	0,12			0,00	
disponible		50	30	0,15	30	20	0,06	100	40	0,40	60	20	0,12			0,00	
disponible		20	30	0,06	30	20	0,06	40	40	0,16	130	20	0,26			0,00	
Aval Vaux 3 disponible Total				1,42			2,45			3,34			1,12			0,77	9,10
Utile		100	80	0,80	90	30	0,27			0,00			0,00			0,00	
Utile		40	40	0,16	40	20	0,08			0,00			0,00			0,00	
Utile		80	25	0,20			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		30	30	0,09			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		250	150	3,75			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		100	120	1,20			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		50	20	0,10			0,00			0,00			0,00			0,00	
Aval Vaux 3 Utile Total				6,30			0,35			0,00			0,00			0,00	6,65
Longueur	362,0	m															
Largeur	7,20	m															
Surface	2606,4	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
15,8	0,60																
m ²	%																
classe	Moyenne																

Vaux 3		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		60	70	0,42	20	20	0,04	80	40	0,32	40	20	0,08	20	20	0,04	
disponible		60	50	0,30	20	20	0,04	60	20	0,12	20	20	0,04	30	30	0,09	
disponible		60	30	0,18	30	20	0,06	20	20	0,04	20	50	0,10			0,00	
disponible		30	20	0,06	20	20	0,04	20	20	0,04	20	20	0,04			0,00	
disponible		20	30	0,06	70	20	0,14	60	20	0,12	30	20	0,06			0,00	
disponible		40	40	0,16	40	40	0,16	80	30	0,24	20	20	0,04			0,00	
disponible		20	30	0,06	40	20	0,08	50	40	0,20	30	20	0,06			0,00	
Vaux 3 disponible Total				1,24			0,56			1,08			0,42			0,13	3,43
Utile		100	40	0,40	30	30	0,09			0,00			0,00			0,00	
Utile		50	40	0,20			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		20	30	0,06			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		20	20	0,04			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		40	30	0,12			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		100	40	0,40			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		60	30	0,18			0,00			0,00			0,00			0,00	
Vaux 3 Utile Total				1,40			0,09			0,00			0,00			0,00	1,49
Longueur	129,0	m															
Largeur	7,40	m															
Surface	954,6	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
4,9	0,52																
m ²	%																
classe	Moyenne																

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2015

Amont Vaux 3 aval Vaux 2		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		40	30	0,12	50	30	0,15	60	30	0,18			0,00			0,00	
disponible		30	30	0,09	350	100	3,50	70	30	0,21			0,00			0,00	
disponible		20	20	0,04	120	40	0,48	20	20	0,04			0,00			0,00	
disponible		30	40	0,12	20	20	0,04	30	20	0,06			0,00			0,00	
disponible		130	50	0,65	30	20	0,06	30	20	0,06			0,00			0,00	
disponible		40	30	0,12	20	20	0,04	60	30	0,18			0,00			0,00	
disponible		40	50	0,20	30	20	0,06	20	20	0,04			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	60	40	0,24	20	20	0,04			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	20	20	0,04	30	20	0,06			0,00			0,00	
disponible		30	50	0,15	30	30	0,09			0,00			0,00			0,00	
disponible		70	30	0,21	20	20	0,04			0,00			0,00			0,00	
disponible		20	20	0,04	150	40	0,60			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 3 aval Vaux 2 disponible Total				1,86			5,34			0,87			0,00			0,00	8,07
Utile		130	80	1,04			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		50	20	0,10			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		50	30	0,15			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		140	80	1,12			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		30	20	0,06			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Amont Vaux 3 aval Vaux 2 Utile Total				2,47			0,00			0,00			0,00			0,00	2,47
Longueur	385,0	m															
Largeur	7,20	m															
Surface	2772,0	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
10,5	0,38																
m ²	%																
classe	Faible																

Vaux 2		L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	L	I	S	Total
disponible		30	20	0,06	30	20	0,06	80	60	0,48			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	30	20	0,06	50	30	0,15			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	30	20	0,06	40	40	0,16			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	30	20	0,06	30	30	0,09			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	30	20	0,06	30	20	0,06			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	80	30	0,24	40	40	0,16			0,00			0,00	
disponible		30	20	0,06	50	50	0,25			0,00			0,00			0,00	
Vaux 2 disponible Total				0,42			0,79			1,10			0,00			0,00	2,31
Utile		90	40	0,36			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile		120	30	0,36			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Utile				0,00			0,00			0,00			0,00			0,00	
Vaux 2 Utile Total				0,72			0,00			0,00			0,00			0,00	0,72
Longueur	127,0	m															
Largeur	7,60	m															
Surface	965,2	m ² / station															
SGF		Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale															
3,0	0,31																
m ²	%																
classe	Faible																

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2015

<i>Amont Vaux 2 aval Vaux 1</i>		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S	Total	
disponible		30	20	0,06		30	20	0,06		20	20	0,04		40	40	0,16		70	40	0,28		
disponible		20	20	0,04		60	30	0,18		60	30	0,18		30	20	0,06		50	50	0,25		
disponible		20	20	0,04		40	30	0,12		50	30	0,15		30	20	0,06		20	20	0,04		
disponible		20	20	0,04		30	30	0,09		40	30	0,12		40	30	0,12		20	20	0,04		
disponible		30	20	0,06		40	30	0,12		60	60	0,36		20	20	0,04		30	20	0,06		
disponible		30	20	0,06		30	30	0,09		80	50	0,40		20	20	0,04		30	40	0,12		
disponible		20	30	0,06		30	30	0,09		60	30	0,18		20	20	0,04		30	20	0,06		
disponible		60	40	0,24		40	20	0,08		110	50	0,55		20	20	0,04		50	30	0,15		
disponible		30	20	0,06		40	20	0,08		50	20	0,10		60	20	0,12		90	50	0,45		
disponible		30	20	0,06		20	30	0,06		20	20	0,04		20	20	0,04		40	40	0,16		
disponible		60	30	0,18		30	40	0,12		20	30	0,06		60	30	0,18		40	30	0,12		
disponible		30	30	0,09		80	40	0,32		30	30	0,09		20	20	0,04		40	30	0,12		
disponible		50	30	0,15		60	20	0,12		40	30	0,12		50	30	0,15		30	20	0,06		
disponible		30	20	0,06		50	50	0,25		20	20	0,04		30	20	0,06		40	40	0,16		
disponible		60	30	0,18		70	30	0,21		40	40	0,16		20	20	0,04		20	20	0,04		
disponible		30	20	0,06		30	30	0,09		90	30	0,27		60	40	0,24		20	50	0,10		
disponible		90	30	0,27		50	40	0,20		90	40	0,36		20	20	0,04		40	40	0,16		
disponible		70	30	0,21		20	30	0,06		40	30	0,12		80	80	0,64		30	20	0,06		
disponible		30	20	0,06		20	30	0,06		40	30	0,12		150	60	0,90		20	20	0,04		
disponible		30	20	0,06		30	20	0,06		160	50	0,80		20	20	0,04		20	20	0,04		
disponible		60	30	0,18		80	40	0,32		100	40	0,40		40	40	0,16		60	30	0,18		
disponible		20	30	0,06		60	40	0,24		40	40	0,16		50	30	0,15		20	20	0,04		
disponible		30	20	0,06		30	30	0,09		60	20	0,12		60	30	0,18		120	40	0,48		
disponible		30	20	0,06		30	30	0,09				0,00				0,00		30	30	0,09		
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00		30	30	0,09		
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00		30	30	0,09		
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00		
Amont Vaux 2 aval Vaux 1 disponible Total				2,40				3,20				4,94				3,54				3,48	17,56	
Utile		80	30	0,24		150	90	1,35		40	40	0,16				0,00				0,00		
Utile		130	50	0,65		60	20	0,12		80	30	0,24				0,00				0,00		
Utile		80	40	0,32		30	30	0,09		100	80	0,80				0,00				0,00		
Utile		60	40	0,24		50	30	0,15		30	20	0,06				0,00				0,00		
Amont Vaux 2 aval Vaux 1 Utile Total				1,45				1,71				1,26				0,00				0,00	4,42	
Longueur	970,0	m																				
Largeur	7,20	m																				
Surface	6984,0	m ² / station																				
SGF	22,0	0,31																				
m ²		%																				
classe		Faible																				

Mesure des surfaces de SGF sur le TCC de Vaux en 2015

<i>Vaux 1</i>		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S	Total
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
Vaux 1 disponible Total				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	0,00
Utile	RAS			0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
Utile				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
Vaux 1 Utile Total				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	0,00
Longueur	115,0	m																			
Largeur	6,90	m																			
Surface	793,5	m ² / station																			
SGF	Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale																				
0,0	0,00																				
m ²	%																				
classe	Très Faible																				

<i>Amont Vaux 1</i>		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S		L	I	S	Total
disponible	RAS			0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
disponible				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
Amont Vaux 1 disponible Total				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	0,00
Utile	RAS			0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
Utile				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	
Amont Vaux 1 Utile Total				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00	0,00
Longueur	160,0	m																			
Largeur	7,20	m																			
Surface	1152,0	m ² / station																			
SGF	Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale																				
0,0	0,00																				
m ²	%																				
classe	Très Faible																				

Global TCC Vaux																					56,22
Longueur	2250,0	m																			
Largeur	7,20	m																			
Surface	16200,0	m ² / station																			
SGF	Placettes hors d'eau : soit % de la SGF totale																				
56,2	0,35																				
m ²	%																				
classe	Faible																				

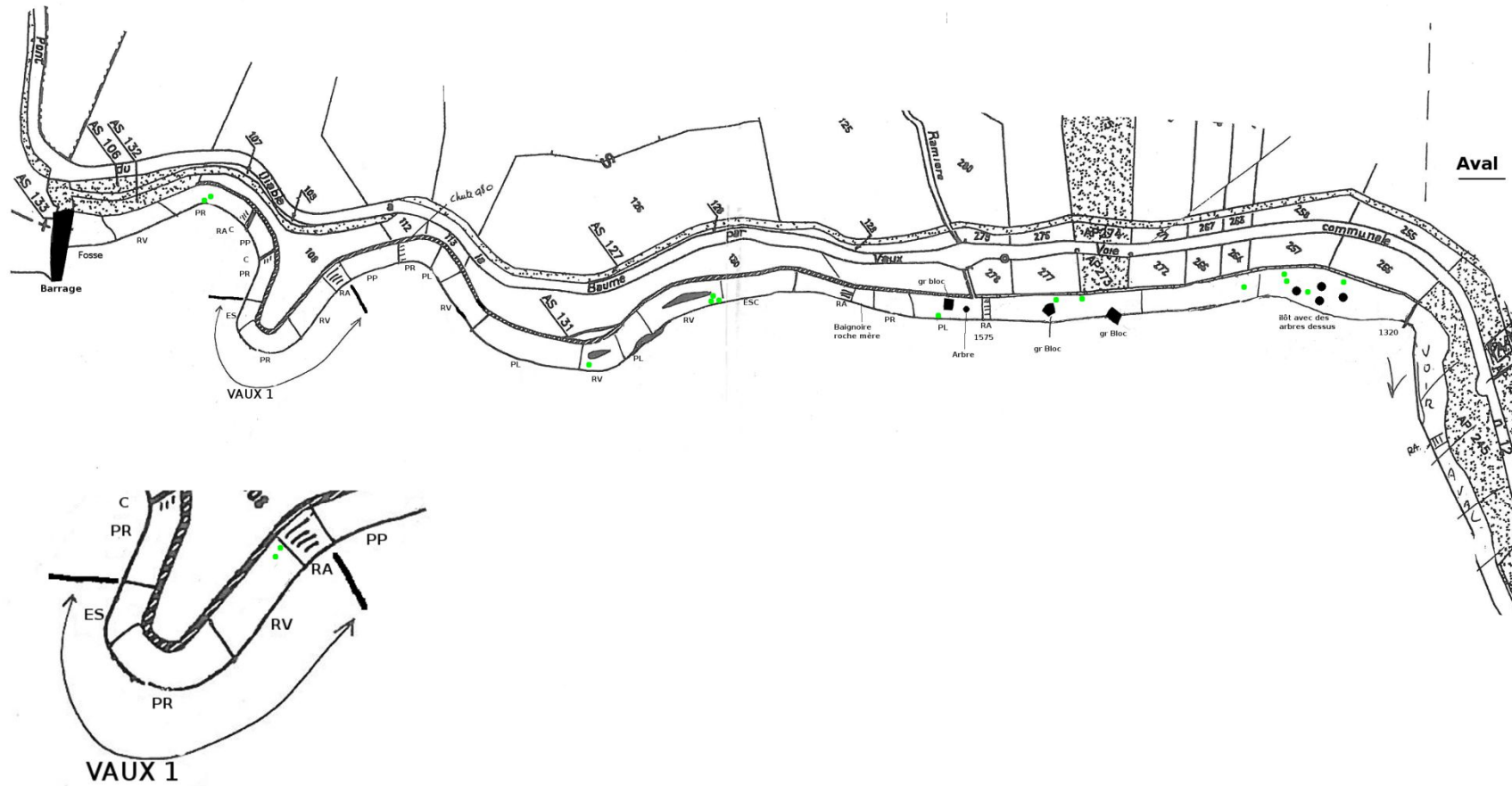
LIGNON - Vaux TCC - Tronçon Amont

Nids validés en 2015

NB : 16

C' : Chute
ESC : Escalier
PL : Plat Lent
PR : Profond
PP : Plat Profond
RA : Rapide
RV : Radier Varié

25m



LIGNON - Vaux TCC - Tronçon Aval
Nids validés en 2015
NB : 50

