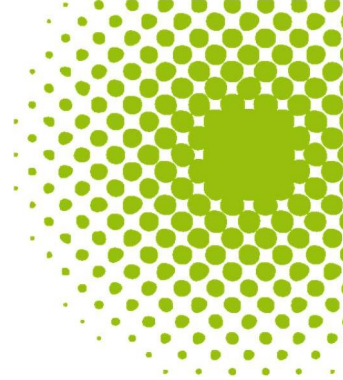




Établissement public du ministère
chargé du développement durable



« Etude piscicole et astacicole du bassin versant de l'Aix (département de la Loire) préalable au Contrat de Rivières » - Campagne 2016



RAPPORT FDPPMA Loire
Février 2017



Etude piscicole et astacicole du bassin versant de l'Aix (département de la Loire) préalable au Contrat de Rivières » - Campagne 2016

Février 2017

GRES P., BERGER M., et SCARAMUZZI M. (2017).

Sommaire :

FICHE SYNTHETIQUE :	5
1 LE CONTEXTE DE L'ETUDE :	6
1.1 PERIMETRE D'ETUDE :.....	6
1.2 CONTEXTE ET ENJEUX LOCAUX :.....	6
2 OBJET DE L'ETUDE PISCICOLE ET ASTACICOLE :	7
MATERIELS ET METHODES	8
3 SYNTHESE ET ANALYSE DES DONNEES EXISTANTES SUR LA QUALITE DES MILIEUX :	9
3.1 HYDROLOGIE :.....	9
3.2 ETUDE DU METABOLISME THERMIQUE ESTIVAL DES COURS D'EAU :.....	9
3.3 QUALITE DES EAUX ET HYDROBIOLOGIE ;.....	13
3.3.1 <i>Bilan Nutriments et Oxygène</i> :.....	13
3.3.2 <i>Macroinvertébrés</i>	13
3.4 MORPHOLOGIE :.....	13
3.5 CONTINUTE ECOLOGIQUE ET OUVRAGES EN COURS D'EAU.....	14
4 PHASE 1 : ETAT DES LIEUX PISCICOLE ET ASTACICOLE :	14
4.1 PERIODE ET CONDITIONS D'ECHANTILLONNAGE :.....	14
4.2 MODE DE DESCRIPTION PHYSIQUE DES STATIONS :.....	14
4.3 PROTOCOLE D'INVENTAIRE PISCICOLE :.....	15
4.3.1 <i>Biométrie et destination du poisson</i> :.....	15
4.3.2 <i>Traitement des données de pêche</i> :.....	15
4.3.3 <i>Localisation des sites d'inventaires retenus</i> :.....	18
4.4 PROTOCOLE POUR INVENTAIRES ASTACICOLES :.....	22
4.5 ANALYSE DES FACTEURS LIMITANTS LA PRODUCTION PISCICOLE :.....	22
4.6 CONFORMITE DES SOUS-CONTEXTES :.....	23
5 PHASE 2 : MODALITES DE PROPOSITIONS D'ACTIONS DE GESTION ET DE TRAVAUX A VOCATION PISCICOLE :	23
5.1 LES PRECONISATIONS D'ACTIONS SUR LES MILIEUX.....	23
5.1.1 <i>Les orientations générales dégagées</i>	23
5.1.2 <i>Les actions à mettre en œuvre dans le cadre des plans de gestion piscicole</i>	23
5.2 LES PRECONISATIONS DE GESTION HALIEUTIQUE.....	24
6 PLANNING REALISE :	24
RESULTATS ET DISCUSSION	25
7 ETAT DES LIEUX PISCICOLE EN 2016:	26
7.1 CONTEXTE HYDROCLIMATIQUE :.....	26
7.1.1 <i>2016 : Un été plutôt sec, assez chaud et ensoleillé (Météo France):</i>	26
7.1.2 <i>Hydrologie</i> :.....	27
7.1.3 <i>Bilan hydrologique réalisé par la FDAAPPMA42 au mois de juillet 2015.</i>	30
7.2 REGIME THERMIQUE DES COURS D'EAU :.....	31
7.2.1 <i>Analyse avec l'outil Macmasalmo sur les stations du réseau thermique entre 2009 et 2016 :</i>	31
7.2.2 <i>Classes thermiques des cours d'eau sur la période estivale 2016 :</i>	34
7.3 QUALITE DES EAUX ET HYDROBIOLOGIE :.....	35
7.3.1 <i>Bilan nutriments</i> :.....	35
7.3.2 <i>Bilan oxygène</i>	36
7.3.3 <i>Hydrobiologie et synthèse sur la qualité générale des eaux</i>	37
7.4 CONTINUTE :.....	38
7.4.1 <i>Sous-contexte de l'Aix amont</i> :.....	38
7.4.2 <i>Sous-contexte de l'Isable</i>	39
7.4.3 <i>Sous-contexte de l'Aix aval et ses affluents</i>	40
7.5 PEUPLEMENT PISCICOLE EN PLACE :.....	41
7.6 INDICE POISSON RIVIERE :.....	42
7.7 ABONDANCES EN TRUITES FARIO :.....	44

8	DIAGNOSTIC PAR CONTEXTE PISCICOLE :	46
8.1.1	<i>Sous-contexte salmonicole 06-01 : L'Aix amont</i>	47
8.1.2	<i>Sous-contexte salmonicole 06-02 : L'Isable</i>	69
8.1.3	<i>Sous-contexte intermédiaire 06-03 : L'Aix aval et affluents</i>	80
8.1.1	<i>Sous-contexte Gouttes de Sac et de Charavet</i>	84
9	ETAT DES POPULATIONS D'ECREVISSES :	85
9.1	REPARTITION DES ECREVISSES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'AIX :	85
9.2	SITES A ECREVISSES A PIEDS BLANCS (AUSTROPOTAMIOBIUS PALLIPES) :	86
9.2.1	<i>Le Bois Rochette</i>	86
9.2.2	<i>La Benetière</i>	87
9.2.3	<i>Le Ban</i>	88
9.2.4	<i>La Cane</i>	90
9.2.5	<i>Le Tranlong</i>	91
9.2.6	<i>L'Isable</i>	92
9.2.7	<i>Le Mardan</i>	94
9.3	SITES A ECREVISSES A PIEDS BLANCS DISPARUS OU EN VOIE DE DISPARITION :	95
9.3.1	<i>Machabré</i>	96
9.3.2	<i>Chez Rivaux</i>	96
9.3.3	<i>Barjon</i>	96
9.3.4	<i>Armançon</i>	96
9.3.5	<i>Rémusson</i>	97
9.3.6	<i>Goutte Job</i>	97
9.3.7	<i>Goutte Michonnet</i>	97
9.3.8	<i>Goutte Cunil</i>	97
9.4	SITES A ECREVISSES DE CALIFORNIE (PACIFASTACUS LENIUSCULUS) :	98
9.4.1	<i>Aix</i>	98
9.4.2	<i>Font d'Aix et affluents</i>	98
9.4.3	<i>Isable</i>	98
9.4.4	<i>Ban</i>	98
9.4.5	<i>Boën</i>	98
9.4.6	<i>Noyer</i>	98
10	SYNTHESE DES FACTEURS LIMITANTS :	99
10.1	SOUS-CONTEXTE DE L'AIX AMONT	99
10.2	SOUS-CONTEXTE DE L'ISABLE	99
10.3	SOUS-CONTEXTE DE L'AIX AVAL	100
10.4	SOUS-CONTEXTE DES GOUTTES DE SAC ET CHARAVET	100
	PRECONISATIONS D'ACTIONS SUR LE MILIEU ET GESTION PISCICOLE	101
11	PRECONISATIONS D'ACTIONS SUR LE MILIEU :	102
11.1	ORIENTATIONS GENERALES : PRECONISATIONS DES ACTIONS DE RESTAURATION DES MILIEUX SUR LE BASSIN VERSANT DU L'AIX :	102
11.1.1	<i>Axe Aix et ses petits affluents amont</i>	102
11.1.2	<i>Axe Isable</i>	103
11.1.3	<i>Les affluents aval de l'Aix</i>	104
11.2	PRECONISATIONS D'ACTIONS PERTINENTES DANS LE CADRE DES PLANS DE GESTION PISCICOLE :	105
11.2.1	<i>Sous-contexte piscicole de l'Aix amont : 06-01</i>	105
11.2.2	<i>Sous-contexte piscicole de l'Isable : 06-02</i>	107
11.2.3	<i>Sous-contexte piscicole de l'Aix aval et affluents : 06-03</i>	110
12	PRECONISATIONS DE GESTION PISCICOLE :	111
12.1	SOUS-CONTEXTE PISCICOLE 06-01 : L'AIX AMONT	111
12.2	SOUS-CONTEXTE PISCICOLE 06-02 : L'ISABLE	111
12.3	SOUS-CONTEXTE PISCICOLE 06-03 : L'AIX AVAL	112
12.4	SOUS-CONTEXTE PISCICOLE GOUTTE DE SAC ET DE CHARAVET	112
13	BIBLIOGRAPHIE :	113

Fiche synthétique :

« Etude piscicole et astacicole du Bassin versant de l'Aix préalable à l'élaboration du Contrat de rivières AIX.
(Campagnes 2016) »

1 - Objectifs :

- Réaliser un état des lieux des populations piscicoles et astacicoles des cours d'eau, diagnostiquer les facteurs limitants ;
- Proposer des actions de restauration et de gestion des populations piscicoles et astacicoles à inscrire pour le futur Contrat de rivières.

2 - Maître d'ouvrage : Fédération de la Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique :

ZI le Bas Rollet

6 allée de l'Europe

42480 LA FOUILLOUSE

Tel : 04 77 02 20 00 - Fax : 04 77 02 20 09

Mail : flppma@federationpeche42.fr

Contact : Pierre Grès responsable du service technique
04 77 02 20 04

pierre.gres@federationpeche42.fr

Sous couvert de la CCVAI :

Contact Rémi QUEROL

Chargé de Projet Contrat de Rivières Bassin Versant de l'Aix

Communauté de Communes des Vals d'Aix et Isable

28, rue Robert Lugnier

42260 St Germain Laval

Tél : 04 77 65 48 75

Fax : 04 77 65 57 72

remi.querol@ccvai.fr

Auteurs :

Pierre GRES, Dr es Hydrobiologie, responsable du service technique de la FDAAPPMA42 ; Mariane BERGER, ingénieur hydroécologue ; chargée d'études et Mathieu SCARAMUZZI, technicien.

1 Le Contexte de l'étude :

1.1 Périmètre d'étude :

L'étude porte sur le bassin versant de l'Aix affluent rive gauche du fleuve Loire. Ce territoire est situé au centre ouest du département de la Loire (Région Auvergne Rhône Alpes).

L'Aix est constituée de la réunion de plusieurs ruisseaux issus des contreforts des Monts de la Madeleine. Les principaux cours d'eau sont le Boën qui prend sa source à 1050 m d'altitude et la Font d'Aix qui correspond au cours supérieur de l'Aix. En partie aval, l'Aix reçoit sur la commune de Pommiers les eaux de son principal affluent l'Isable en rive gauche, puis l'Argent et l'Onzon en rive droite avant de rejoindre la Loire à 315 m d'altitude. L'Aix parcourt environ 51 km, drainant un bassin de 435 km².

Le chevelu hydrographique amont est très dense, avec un réseau de petits ruisseaux secondaires cumulant un linéaire d'environ 350 km.

Nb : L'étude prend aussi en compte trois petits bassins affluents de la Loire, orphelins de procédure : la Goutte Charavet, la Goutte de sac et le Rioux (ce dernier n'a pas été étudié ici car ne présentant aucun enjeu piscicole).

Le périmètre couvre 35 communes, cette échelle représente une échelle d'action cohérente pour un contrat de rivières.

1.2 Contexte et enjeux locaux :

Le bassin versant de l'Aix est d'une richesse écologique remarquable. Pourtant, il reste un des seuls dans le département de la Loire à ne pas faire l'objet d'une opération concertée de gestion et d'entretien de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

Les acteurs locaux, sous l'égide des Communautés de Communes des Vals d'Aix et d'Isable, du Pays d'Urfé et du Pays d'Astrée, ont lancé une étude d'opportunité pour la mise en œuvre d'une procédure de gestion concertée du bassin versant (Contre Champ et Progeo Environnement, 2013 ; cf. Carte 1). Objectif de la démarche : « Elaborer un projet global de gestion de l'eau et des milieux aquatiques à l'échelle de l'ensemble du bassin versant en prenant en compte la multiplicité des usages présents : alimentation en eau potable, pêche, irrigation, protection et valorisation des milieux remarquables, moulins, protection de l'environnement... ».

L'étude d'opportunité a permis de partager un pré diagnostic du bassin versant, puis de bâtir collectivement un plan global d'action. Mais, pour affiner ce projet, il convient :

- D'approfondir la connaissance de certaines thématiques (études complémentaires), notamment sur la qualité de l'eau, sur la gestion quantitative (étude adéquation besoins/ressources), sur le programme d'entretien-restauration de la ripisylve ;
- De bâtir des fiches actions avec les maîtres d'ouvrage du bassin, afin de constituer le programme d'actions global du contrat de rivières, qui sera signé et financé par les différents partenaires ;
- De constituer le comité de pilotage du dispositif et déterminer les représentations ;

Ces études préalables, nécessaires à la construction du contrat, ont été réalisées entre 2015 et 2016. La FDAAPPMA42 a souhaité porter en maîtrise d'ouvrage propre l'étude piscicole et astacicole diagnostic du bassin versant. Cette étude a été réalisée en 2016 (juin à septembre) pour la phase terrain et de novembre 2016 à février 2017 pour la saisie, le traitement des données et la rédaction du présent rapport.

2 Objet de l'étude piscicole et astacicole :

Les objectifs principaux de cette étude sont les suivants :

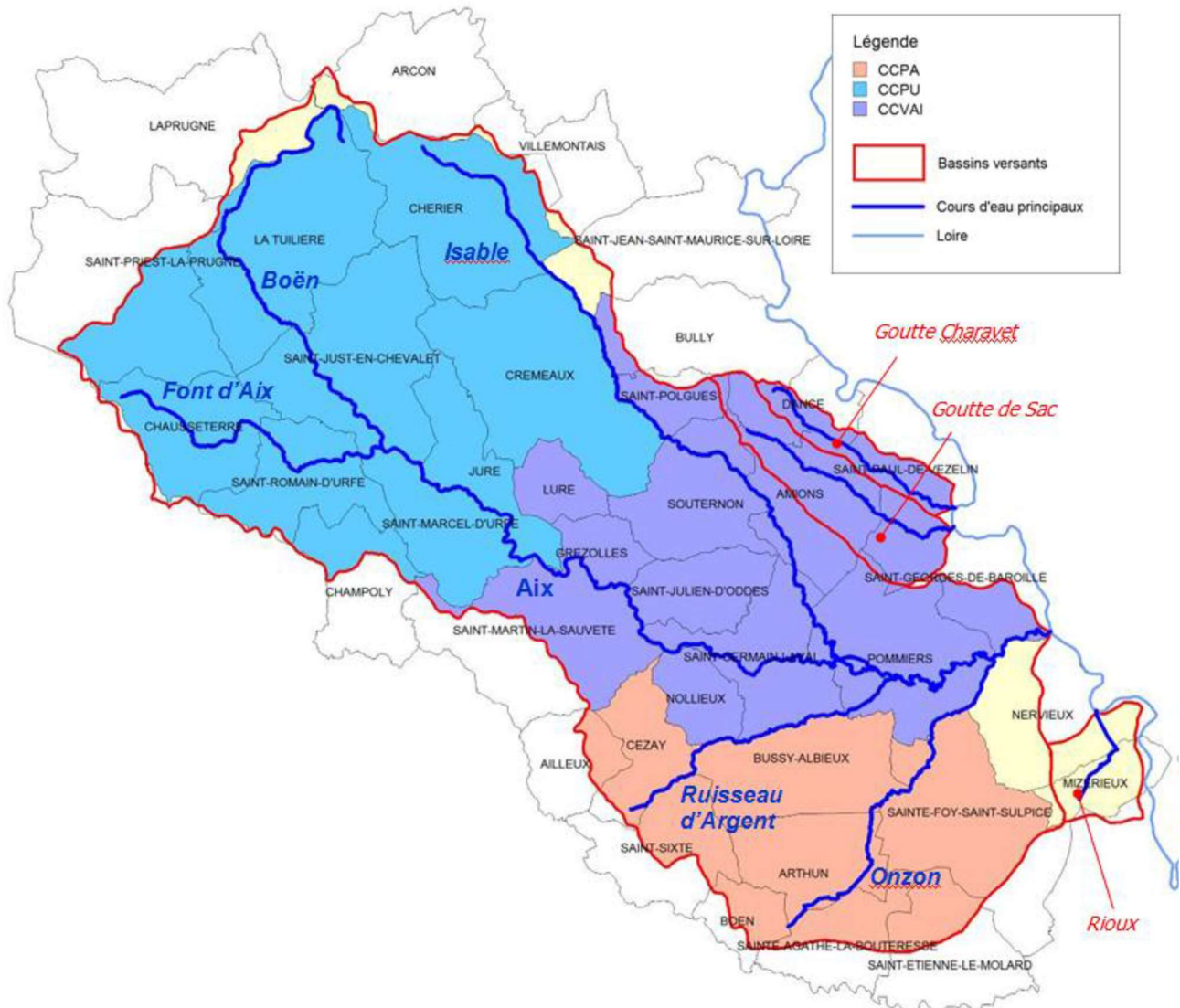
Phase 1

- Réaliser une synthèse des données existantes sur les peuplements piscicoles et astacicoles,
- Améliorer et/ou actualiser les connaissances sur l'état des peuplements piscicoles par réalisation d'inventaires par pêches électriques et mise en place d'un réseau de suivi thermique des rivières ;
- Réaliser des suivis de populations d'Ecrevisses à pattes blanches afin de cartographier leur aire de répartition.

•

Phase 2 :

- Contribuer avec les bureaux d'études en charge des autres études préalables à la cartographie des secteurs nécessitant une amélioration des habitats aquatiques afin de proposer des actions visant à préserver et restaurer les peuplements piscicoles et astacicoles ;
- Proposer des protocoles et/ou indicateurs de suivis des populations piscicoles et astacicoles.



Carte 1 : Localisation et réseau hydrographique de la zone d'étude piscicole et astacicole du bassin versant de l'Aix et petits bassins associés (départements de la Loire) préalable à l'élaboration du Contrat de rivières (d'après CCVAI, plaquette de synthèse du BV).

Matériels et méthodes

3 Synthèse et analyse des données existantes sur la qualité des milieux :

Une synthèse et une analyse des informations disponibles ou acquises sur les bassins versants sont proposées :

- Hydrologie ;
- Thermie estivale des cours d'eau ;
- Qualité des eaux et hydrobiologie ;
- Obstacles au franchissement piscicole et autres facteurs limitants de la production piscicole.

3.1 Hydrologie :

Le bassin de l'Aix est équipé d'une station hydrométrique en fonctionnement à Saint Germain Laval depuis 1970 (code K0813020 - Banque Hydro). Les éléments présentés sont également issus de données bibliographiques générales sur les bassins versants issues des études préalables au contrat de rivière.

Les conditions hydroclimatiques de 2016 sont caractérisées pour la période d'échantillonnage et la chronique des débits sur la période de 2010 à 2016 est également analysée afin de cerner les conditions de vie piscicole sur un cycle de deux générations de poissons.

3.2 Etude du métabolisme thermique estival des cours d'eau :

Elément prépondérant de la répartition des espèces piscicoles (Verneaux, 1976a et b), la température de l'eau doit être finement étudiée pour délimiter les zones de vie de chaque espèce. La température joue en effet un rôle fondamental sur la dynamique des populations puisque chaque espèce piscicole 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). L'étude thermique permet de déterminer son influence en tant que facteur limitant de la répartition de l'espèce repère truite en particulier (Mills, 1971), durant la période estivale dans notre région.

La température de l'eau des cours d'eau dépend de plusieurs facteurs : les conditions atmosphériques, les échanges au niveau du lit mineur, le débit, la topographie (voir synthèse bibliographique de Caissie, 2006). En général, les échanges air/eau représentent l'essentiel des transferts de chaleur, tandis que les apports d'eau souterraine influencent la thermie des cours d'eau de façon plus marginale. Les variations de débit, en augmentant ou en diminuant les temps de transferts et la capacité de réchauffement des volumes d'eau, peuvent avoir une influence significative sur la température de l'eau.

La topographie, incluant les aspects d'ombrage et de ripisylve, est un paramètre important car il régule l'influence des conditions atmosphériques d'une part, et d'autre part c'est un facteur directement sous contrôle de l'occupation des sols. Après des coupes de ripisylve, diverses études ont montré des augmentations de températures sur les cours d'eau suivis durant les périodes chaudes de l'ordre de 5 à 8°C. Ces coupes concernaient parfois des tronçons de moins de 1,3 km (Hostetler, 1991, *in* Caissie *et al.*, 2001). Ces différents travaux ont révélé que les temps nécessaires aux rivières pour récupérer leur régime thermique initial pouvaient être de l'ordre de 5 à 15 ans, suivant les vitesses de reconstitution de la ripisylve. On mentionnera également l'impact des plans d'eau sur le réchauffement des rivières qui les alimentent. Les températures peuvent augmenter de 3 à 12°C sur plusieurs centaines de mètres voire plusieurs kilomètres en aval (ECOSPHERE-HYDROSPHERE, 2001).

Dans le contexte actuel de changement climatique avéré (GIEC, 2007 ; 5^{ème} rapport du GIEC : IPCC, 2014), des études ont été menées pour en mesurer l'impact sur les populations piscicoles (PONT, 2003). Il apparaît que la température est un facteur déterminant pour expliquer l'aire de répartition de certains poissons. L'importance s'échelonne ainsi : 32% pour la lamproie, 28% pour le chabot, 22% pour le gardon et 20% pour la truite et l'ablette. Dans un deuxième temps, PONT (2003) a montré que pour les quatre espèces les plus inféodées aux eaux froides (truite, chabot, loche franche et lamproie de Planer), la

réduction de l'occurrence potentielle est sensible. Le scénario de réchauffement le plus fort testé (+2°C) entraînerait une réduction de 39% de l'occurrence de la truite. Le suivi de la température est donc un élément important pour comprendre et interpréter l'état des peuplements piscicoles et leur évolution.

Sensibilité salmonicole :

La truite, espèce repère de la majorité du réseau hydrographique étudié, a des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre physique des eaux. Pour cette espèce sténotherme d'eau froide, les dangers sont liés essentiellement à une élévation des températures estivales :

- Le preferendum thermique de la truite s'étend de 4 à 19°C, (ELLIOT, 1975, ELLIOT et CRISP, 1996 in INTERREG III, 2006). Au-delà de 19°C, la truite ne s'alimente plus, elle est en état de stress physiologique
- A partir de 25°C, le seuil létal 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 communes 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 ($T_{moy\ moy\ 30j}$). Sur cette base la limite des 17.5-18°C influencerait en particulier le stade truitelle de l'année appelé [0+] (mécanismes de mortalité, alimentation, croissance ; ELLIOT, 1995, ELLIOT et HURLEY, 1998, BARAN *et al.*, 1999, BARAN, 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 un peu 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. C'est la raison pour laquelle, dans des conditions de qualité d'eau et d'habitat non limitantes, la thermie peut expliquer en grande partie la structure de population en truites en particulier les abondances de 0+ en fin d'été.

La température a également un effet indirect sur les populations piscicoles via d'autres paramètres physico-chimiques (oxygénation surtout), les invertébrés benthiques et le développement des agents pathogènes (INTERREG III, 2006).

Conditions thermiques potentiellement favorables au développement de la MRP (ou PKD) (DUMOUTIER *et al.*, 2010) :

La Maladie Rénale Proliférative (MRP) ou Proliferative Kidney Disease (PKD), est une maladie infectieuse touchant préférentiellement les truites (*Salmo trutta* et *Oncorhynchus mykiss*), l'ombre commun (*Thymallus thymallus*) et le saumon atlantique (*Salmo salar*). 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 *et al.*, 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.

La prise en compte du risque potentiel d'infection des juvéniles par ce parasite dans l'étude des populations de truites apparaît pertinente au vu de la mise en évidence récente de sites infectés en

Grande Bretagne (FEIST *et al.*, 2002 in DUMOUTIER *et al.*, 2010) et en Suisse (WAHLI *et al.*, 2002 in DUMOUTIER *et al.*, 2010) où la MRP est considérée sur certains secteurs comme responsable du déclin piscicole (BURKHARDT-HOLM *et al.* 2002 in DUMOUTIER *et al.*, 2010). La recherche systématique de symptômes visuels sur environ 5000 juvéniles de truites réparties sur plus de 100 secteurs a montré que ce parasite avait infecté plusieurs populations sur différents cours d'eau de Haute-Savoie (CAUDRON et CHAMPIGNEULLE, 2007 in DUMOUTIER *et al.*, 2010).

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.

Matériels et méthodologie :

La mise en place de 10 thermographes enregistreurs en continu (marque ProSensor, modèle HOBO U22 Pro v2 ; cf. photo ci-contre) a été réalisée sur les sites de suivi piscicole pour la période de juin à septembre 2016.



Sonde Hobo Water Temp Pro V2 utilisée

Les thermographes ont été placés sous un couvert boisé à l'abri du soleil, dans une zone à renouvellement rapide de l'eau, pour que les relevés ne soient pas faussés par une zone morte et le plus profondément possible pour éviter qu'ils soient exondés (cf. localisation dans Tableau 1). De plus, dans le cadre du Réseau départemental de Suivi Thermique (RSTH) permanent, une sonde est à demeure sur le réseau hydrographique.

Tableau 1 : Localisation des sites de sondes thermiques sur le bassin de l'Aix dont le site du RSTH42 (en jaune).

Code étude	Code station	Cours d'eau	Commune	Lieu-dit	Coord Lambert II x12e	Coord Lambert II y12e	Altitude (m)	Dist Source (km)
Aix01	Gathion	Aix	SAINT-MARCEL-D'URFE	Gathion amont pont du moulin	718125	2100590	576	11,9
Aix03	La_Recule	Aix	SAINT-MARCEL-D'URFE	La Recule, 30 m amont aplomb chemin	722240	2097313	497	18,9
Aix0*	Chizonnet	Aix	SAINT-MARTIN-LA-SAUVETE	Amont usine de Chizonnet	726480	2094835	420	26,7
Aix06	Notre_Dame_Laval	Aix	SAINT-GERMAIN-LAVAL	Notre Dame Laval 40 m aval seuil	729615	2093585	370	31
Aix07	Les_Crevants	Aix	POMMIER	La Varenne, Les Crevants	735165	2093055	333	38,7
Ban01*	106_Labouré	Ban	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	LABOURE AVAL ROUTE DE MONTLOUP	717642	2106146	775	6,4
Boe02	Fontdidier	Boën	TUILLIERE (LA)	Fontdidier, chemin Croix du Vernois	712305	2107206	700	8,9
Boe04	Chantelot_RD1	Boën	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	Chantelot, aval pont RD1	716675	2102178	590	16,5
FtA02	Fican	Font d' Aix	SAINT-ROMAIN-D'URFE	Fican, pont reliant Génétines	714445	2100160	625	7,8
Isa01	108_Blanchardon	Isable	CHERIER	BLANCHARDON AMONT PONT	721626	2109668	682	3,5
Isa05	LePont	Isable	SOUTERNON	Le Pont, RD18	727327	2101057	451	14,6
Isa08	Les_longes	Isable	POMMIERS	Les Longes	733107	2093690	343	24,0
Mac02	Tavat	Machabré	SAINT-ROMAIN-D'URFE	Tavat, pont reliant Péa	717046	2099783	595	6,2

Les thermo-enregistreurs étaient programmés pour enregistrer la température de l'eau toutes les heures. Une phase de validation a ensuite permis de s'affranchir d'éventuelles valeurs incorrectes causées par un dysfonctionnement ou une mise hors d'eau de la sonde.

La conception d'un outil de calcul a été initiée par La Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FDPPMA 74) et l'INRA UMR CARTEL de Thonon dans le cadre du programme INTERREG III « Truites Autochtones »(2003-2006) dans le but de faciliter le traitement des données issues de suivis thermiques annuels de cours d'eau : la MACMASALMO pour « Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles » (Dumoutier et al., 2010). Cet outil, intégré au système de gestion des données sur l'eau du département de la Loire (Charvet, 2012 ; outil Lyxea, géré par la FDAAPPMA42 ; cf. Grés et Scaramuzzi 2016) a été utilisé pour analyser les données thermiques. Un nombre important de variables thermiques ont été ensuite extraites pour caractériser chaque station (Tableau 2)

Tableau 2 : Métriques de la Macmasalmo étudiés vis-à-vis des préférences de la truite fario.

Catégorie	Code variable	Désignation succincte outil Lyxea
Préférence thermique	T moy30j	T° moyenne des maxima journaliers des 30 jours consécutifs les plus chauds
	T maxmoy30j	T° moyenne des moyennes journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Dd TmNj max	Date de début de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	fd TmNj max	Date de fin de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Nbj Tmj	Nombre total de jours durant lesquels la T° est comprise entre 4 et 19°C
	% Tmj	Pourcentage de jours où la T° moyenne journalière est comprise entre 4 et 19°C
	Dd Tmj<	Date à laquelle la T° moyenne journalière est pour la première fois < 4°C
	Df Tmj<	Date à laquelle la T° moyenne journalière est pour la dernière fois < 4°C
	%j Tmj<	Pourcentage de jours où la T° moyenne journalière est < 4°C
	% Tmj>	Pourcentage de jours où la T° moyenne journalière est > 19°C
	NbTi>	Nombre d'heures totales où la T° instantanée est > 19°C
	Nbmax Ti csf>=	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent > 19°C
	NbsqTi>	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent > 19°C
	Nb Ti>=	Nombre d'heures totales où la T° est ≥ 25°C
	Nbmax Ti csf>=	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C
NbsqTi>=	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C	
Thermie générale	Ajmax Ti	Amplitude thermique journalière maximale
	D Ajmax Ti	Date à laquelle l'amplitude thermique journalière maximale a été observée
	Tmj max	T° moyenne journalière minimale
	Tmj min	T° moyenne journalière maximale
	Atmj	Amplitude thermique des moyennes journalières
Développement potentiel MRP	NbTi>=15°	Nombre d'heures totales où la T° est ≥ 15°C
	Nbmax Ti csf>=15°C	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
	NbsqTi>=15°C	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
Phase de vie embryolaire (PEL)	NbTi>15°C	Nombre d'heures totales où la T° est > 15°C pendant la PEL
	Nbmax Ti csf>=15°C	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	NbsqTi>15°C	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	NbTi<1,5°C	Nombre d'heures totales où la T° est < 1,5°C pendant la PEL
	Nbmax Ti csf<1,5°C	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C
	NbsqTi<1,5°C	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C
	D50 ponte	Date médiane de ponte rentrée par l'utilisateur
	Nbj Inc	Nombre de jours d'incubation
	D50 ecl	Date médiane d'éclosion
	Nbj PEL	Nombre total de jours de la phase de vie Embryo-Larvaire
	D50 Emg	Date médiane d'émergence
	Nbj Rsp	Nombre de jours de résorption

3.3 Qualité des eaux et hydrobiologie :

3.3.1 Bilan Nutriments et Oxygène :

Pour les bilans Nutriments et Oxygène des cours d'eau du département, toutes les données disponibles de 2010 à 2015 ont été compilées. Ces données proviennent du Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières ainsi que de points ponctuels de mesures (voir aussi le Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales du Ministère MEEM 2016 et l'Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement).

NB : Pour plus de précisions en ce qui concerne les méthodes de récolte et de traitement de ces données, il convient de se référer au bilan annuel du Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières de la Loire (Grès et Scaramuzzi, 2016). Voir lien : http://rivieres.loire.fr/sites/default/files/contents/fichiers/Rap_RDSQR_2015_vfinale.pdf

Les éléments physico-chimiques généraux (macro polluants) interviennent essentiellement comme facteurs sous tendant les conditions biologiques. Pour la classe « bon état » et les classes inférieures (5), les valeurs seuils de ces éléments physico-chimiques sont fixées de manière à respecter les limites de classes établies pour les éléments biologiques, censées traduire le bon fonctionnement des écosystèmes. Les limites des classes d'état sont celles de l'arrêté du 25/01/2010 modifié (2015) pour les critères d'évaluation de la qualité physico-chimique générale des eaux, éléments sous tendant la biologie.

3.3.2 Macroinvertébrés

Pour les bilans macroinvertébrés des cours d'eau du département, toutes les données disponibles de 2010 à 2015 ont été compilées. Ces données proviennent du Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières (réalisé par la FDAAPPMA42) ainsi que de points ponctuels d'échantillonnages. L'étude des macroinvertébrés benthiques est réalisée selon la nouvelle méthodologie avec 12 prélèvements par stations et détermination au genre (de certains groupes taxonomiques) dans le cadre des suivis pour la DCE (nommé ici « IBG DCE » ; voir les normes de prélèvement expérimental AFNOR XP T 90-333 de septembre 2009 et de tri XP T 90-388 de juin 2010).

NB : Pour plus de précisions en ce qui concerne les méthodes de récolte et de traitement de ces données, il convient de se référer au Bilan annuel du Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières de la Loire de 2015 (Grès et Scaramuzzi, 2016). Voir lien : http://rivieres.loire.fr/sites/default/files/contents/fichiers/Rap_RDSQR_2015_vfinale.pdf

Les résultats macroinvertébrés sont présentés à l'échelle des contextes piscicoles avec une carte des classes de qualités IBGN de 2010 à 2015. Ces classes correspondent Classes de qualités des peuplements de macroinvertébrés (évaluées en fonction des notes IBG-DCE et des hydroécorigions)

3.4 Morphologie :

Sur la base des données des études préalables aux contrats de rivières et nos connaissances de terrain, les tronçons les plus impactés au niveau morphologique (absence de ripisylve, forte érosion, piétinement bovins intensifs, recalibrage ancien, chenalisation et urbanisation...) ont été déterminés.

3.5 Continuité écologique et Ouvrages en cours d'eau

L'étude de la continuité écologique sur les contextes piscicoles du département de la Loire s'attache aux obstacles à l'écoulement, d'origine naturelle ou artificielle. Plusieurs sources de données sont utilisées :

- Le ROE (Référentiel des Obstacles à l'Écoulement V7),
- Les prospections réalisées pour les syndicats de rivières (en interne ou par un prestataire externe).

Par défaut, le ROE est utilisé sur les territoires où aucune donnée complémentaire n'a été récoltée. Lorsque

des critères pertinents sont disponibles sur les autres bases de données (franchissabilité, nature de l'ouvrage, hauteur etc.), ou que leur exhaustivité apparaît comme meilleure que celle du ROE, ce sont ces dernières qui sont utilisées. La « qualification » de la continuité du ROE ou autres expertises ne suit pas forcément la méthode standardisée ICE. Elle est appréciée et commentée au cas par cas avec les connaissances disponibles.

Le Référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE)

Plusieurs milliers d'obstacles à l'écoulement - barrages, écluses, seuils... - ont été recensés sur les cours d'eau. Ils sont à l'origine de transformations de la morphologie et de l'hydrologie des milieux aquatiques, et ils perturbent fortement le fonctionnement de ces écosystèmes.

Pour rétablir la continuité écologique, il est nécessaire d'inventorier l'ensemble des obstacles du territoire, de disposer de données fiables, consolidées et homogènes au plan national, ainsi que d'évaluer les risques d'impact sur les écosystèmes aquatiques (notamment sur l'état écologique des cours d'eau au sens de la DCE).

Le ROE est aujourd'hui disponible. Il recense l'ensemble des ouvrages inventoriés sur le territoire national en leur associant des informations restreintes (code national unique, localisation, typologie) mais communes à l'ensemble des acteurs de l'eau et de l'aménagement du territoire. Il assure aussi la gestion et la traçabilité des informations en provenance des différents partenaires.

4 Phase 1 : Etat des lieux piscicole et astacicole :

L'état des lieux se base sur l'acquisition de données biologiques concernant les peuplements piscicoles et astacicoles sur les bassins versants. Un diagnostic physique, thermique et physico-chimique des cours d'eau selon les informations disponibles pour le dernier critère servira de base au recensement des facteurs limitants. Une synthèse des données existantes sur le bassin par analyse bibliographique sera réalisée.

4.1 Période et conditions d'échantillonnage :

La pratique de la pêche à l'électricité à pied totale n'est réalisable que dans des cours d'eau de profondeurs (<1 m), largeurs (<30 m) et vitesses (<1 m/s) compatibles avec la capacité de déplacement et de sécurité des opérateurs. Ces pêches se pratiquent généralement en période estivale au moment des basses eaux (hors période de forte chaleur pour des raisons évidentes de difficultés de stockage et de manipulation du poisson). Les stations sélectionnées ont été pour la plupart situées sur des milieux de petite et moyenne dimensions (<7-8 m de large).

Les prospections nocturnes pour les écrevisses ont été faites durant les mois de juillet et août 2016.

4.2 Mode de description physique des stations :

La truite commune, espèce bioindicatrice et repère des cours d'eau étudiés, est une espèce très exigeante vis-à-vis des conditions d'habitat et notamment des facteurs hydrauliques (vitesse, profondeur...) (Baran *et al.*, 1999). Différents modèles (microhabitat, Pouilly *et al.*, 1995, EstimHab...) permettent de quantifier plus précisément la valeur d'habitat pour les différents stades de développement de la truite. Ils ont l'inconvénient d'être lourds à mettre en œuvre.

Seules les mesures des faciès d'écoulement et de profondeurs par faciès (à l'étiage), pour les stations du cours principal des rivières ont été réalisées. Une analyse pragmatique de la valeur d'habitat (« avis d'expert ») pour la truite fario (reproduction, adulte, estimation de la qualité en abris) a été conduite sur chaque station.

4.3 Protocole d'inventaire piscicole :

Les inventaires piscicoles ont été réalisés sur la période de juin à septembre 2016 selon la méthode de pêche électrique soit avec un seul passage dans des bonnes conditions d'échantillonnage ou par épuisement (De Lury, 1951) (deux passages successifs) suivant les stations (longueur correspondant de 10 à 20 fois la largeur moyenne intégrant au minimum une séquence pool, radier et plat cf. Beillard et al. 2008). Les pêches totales à pied ont été réalisées :

- Sur les rivières principales à l'aide d'une anode (cours d'eau < 5 m de large), 2 anodes (5 à 10 m) avec un matériel fixe à groupe électrogène puissant (Héron de Dream électronique) ;
- Sur les affluents (< 3-4m en largeur) ou points difficiles d'accès avec un matériel portatif de type EFKO FEG 1700 (à moteur thermique).

Une attention toute particulière a été portée à la capture des petites espèces et des jeunes stades de truites (0+). Les caractéristiques physiques des stations ont été notées.

4.3.1 Biométrie et destination du poisson :

Tous les poissons capturés ont été identifiés, mesurés et pesés (individuellement ou en lots pour les petites espèces à forts effectifs) après anesthésie à l'Eugéno 10%. Les poissons ont tous été ensuite remis soigneusement dans leur milieu sur chaque station après biométrie (sauf les espèces nuisibles qui ont été détruites et les espèces carnassières de 2^{ème} catégorie qui n'ont pas été remises en 1^{ère}).

4.3.2 Traitement des données de pêche :

Les données stationnelles estimées des captures par pêche électrique ont été calculées à l'aide de la méthode de Carle & Strub (1978) avec le logiciel WAMA (licence secondaire du poste FDAAPPMA42 n° 7326 depuis février 2009). Le diagnostic stationnel sera établi au travers de 3 étapes :

- ☞ Indice Poisson Rivière normalisé AFNOR mis au point par le CSP/ONEMA ;
- ☞ Niveaux d'abondance en truite, espèce repère des milieux salmonicoles ;
- ☞ Comparaison entre abondances spécifiques selon les niveaux typologiques réels et théoriques du référentiel de Verneaux.

L'évolution des peuplements piscicoles du bassin est analysée et interprétée afin de dresser un bilan sur l'état de la faune aquatique. L'évolution dans le temps a été appréciée sur la base de l'ensemble des données antérieures disponibles (CSP/ONEMA, FDPPMA). Un travail d'analyse et de recherche des facteurs limitants a été mené en croisant les informations recueillies sur la qualité physique, chimique, thermique, hydrologique des cours d'eau.

4.3.2.1 Calcul de l'Indice poisson :

L'indice poisson rivière ou IPR est un indice biotique basé sur l'analyse de la composition et de la structure des peuplements piscicoles. Il consiste à mesurer l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement attendu en situation dite de « Référence », c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par les activités humaines. Pour plus d'informations, le lecteur se reportera utilement à Oberdorff et al, (2001), Oberdorff et al, (2002a et b), Belliard et Roset (2006) et à la norme NF T90-344.

Des paramètres environnementaux (surface bassin versant, surface échantillonnée, largeur, pente...) et biologiques (métriques : nombre total d'espèces, nombre d'espèces benthiques, nombre d'espèces tolérantes, densité totale, ...) permettent de définir les probabilités d'occurrence et d'abondance, la structure trophique et la composition taxonomique pour 34 espèces de poissons les plus couramment rencontrées.

La note globale de l'IPR correspond à la somme des scores associés aux 7 métriques : elle varie potentiellement de 0 (conforme à la référence) à l'infini. Dans la pratique, l'IPR dépasse rarement une valeur de 150 dans les situations les plus altérées. La définition des seuils de classes repose sur un travail ayant consisté à optimiser le classement d'un jeu de données test comportant à la fois des stations de référence et des stations perturbées. Cinq classes de qualité en fonction des notes de l'IPR¹ sont définies comme suit (Tableau 3) :

Tableau 3 : Classes de qualité de l'Indice Poisson Rivière (IPR).

SCORE IPR		Classe de Qualité					
> 36	MAUVAIS	Peuplement quasi inexistant ou complètement modifié					
25 - 36	MEDIOCRE	Peuplement fortement perturbé					
16 - 25	MOYEN	Peuplement perturbé					
5 - 16*	BON	Peuplement faiblement perturbé subréférentiel					
< 5	TRES BON	Peuplement conforme					
IPR		Catégories de taille de cours d'eau (selon Strahler)					
		Rangs (Loire Bretagne)	8,7	6	5	4	3,2,1
		Rangs (autres BV)	8,7,6	5	4	3	2,1
Hydroécocorégions de niveau 1		Cas général, cours d'eau exogène de l'HER de niveau 1 indiquée ou HER de niveau 2	Très Grands	Grands	Moyens	Petits	Très petits
21	MASSIF CENTRAL NORD	Cas général			5-16*-25-36		5-16*-25-36
		Cas général			5-16*-25-36		5-16*-25-36
3	MASSIF CENTRAL SUD	Exogène HER 19			5-16*-25-36		
		Exogène HER 8			5-16*-25-36		
		Exogène HER 19 ou 8		5-16*-25-36			
17	DEPRESSIONS SEDIMENTAIRES	Cas général			5-16*-25-36		
		Exogène HER3 ou 21	5-16-25-36			5-16*-25-36	

16* dans les cas où l'altitude du site est supérieure à 500 m, la valeur de 14,5 doit être utilisée au lieu de 16

NB : Attention selon l'appartenance aux différentes hydroécocorégions (3 Massif central sud et 21 dépressions sédimentaires), la limite de classe Très bon à Bon passe du score 7 à 5 ; la limite de classe Bon à Moyen passe du score 16 à 14,5 sur les cours d'eau au dessus de 500 m d'altitude.

4.3.2.2 Abondances en truite fario :

Les niveaux d'abondances et l'état des populations de truites fario ont été appréciés :

- ☒ Par rapport aux données de densité et biomasse de référence existantes sur l'écorégion Massif Central (cf. Tableau 4) :

Tableau 4 : Limites des classes d'abondance de truite fario (modifié d'après référentiel CSP DR9) en fonction de trois gammes de largeur.

Classes de densité des Truites (ind/ha)

Type largeur	Très Forte	Forte	Moyenne	Faible	Très faible
<3 m	>10000	5125	2576	1288	1
3 à 10 m	5125	2576	1288	644	1
>10 m	3600	1800	900	450	1

Classes de biomasse des Truites (kg/ha)

Type largeur	Très Forte	Forte	Moyenne	Faible	Très faible
	123	74	46	24	0,1

- ☒ En discutant et en traçant l'évolution de ces densités et biomasses salmonicoles pour les stations pour lesquelles nous disposons de chroniques de données ;
- ☒ En discutant sur la structure des cohortes attestant de la vitalité de la population (recrutement, croissance...)

¹ Selon l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

NB : Dans la partie préconisation de gestion il est fait état du statut génétique des populations de truites selon l'étude menée par la FDAAPPMA42 :

Pour plus d'information le lecteur se reportera à la référence

Grès P., Caudron A., Harrang E., Berger M. et Scaramuzzi M. (2017). Identification de la diversité génétique et programme de sauvegarde des populations de truites du département de la Loire. Rapport Intégrant le programme interfédéral : « PROJET COMMUN INTERFEDERAL (DEPARTEMENTS :03, 38, 42, 43, 63, 69, 73, 74) DE RECHERCHE COLLABORATIVE POUR MIEUX LOCALISER, IDENTIFIER ET GERER LA DIVERSITE GENETIQUE CHEZ LA TRUITE COMMUNE (SALMO TRUTTA) A DES ECHELLES SPATIALES COHERENTES - 2012 - 2015 ». Janvier 2017 - Rapport de la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de la Loire. 262 pages

Voir lien téléchargement sur le site de la FDAAPPMA42 :

http://www.federationpeche42.fr/images/stories/pdf/Etude_genetique_TRF_FD42_Vfinale.pdf

4.3.2.3 Comparaison des niveaux biotypologiques réel et théorique :

Les peuplements observés ont été confrontés aux potentialités estimées du cours d'eau selon une approche typologique (Verneaux, 1973, 1976a et b et 1981). A partir des données mésologiques caractéristiques de chacune des stations, le type écologique d'un tronçon de cours d'eau donné a été calculé suivant la formule :

$$NTT = 0,45 * T_1 + 0,30 * T_2 + 0,25 * T_3$$

Où :

NTT = Niveau Typologique Théorique

$$T_1 = 0,55 T_m - 4,34$$

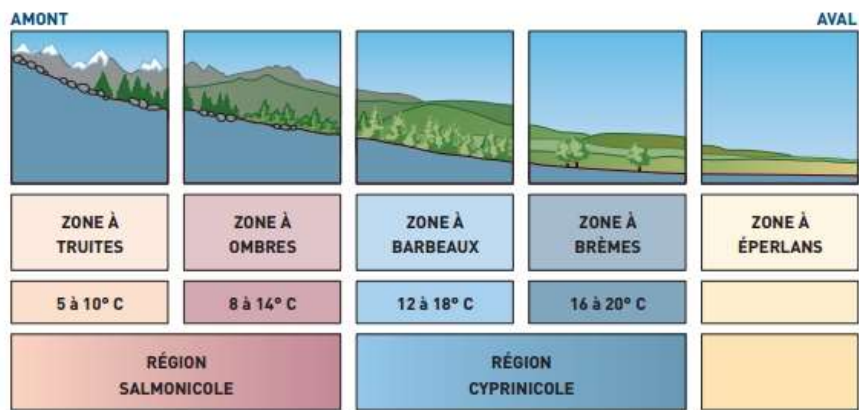
$$T_2 = 1,17 \ln (D_o * D * 10^{-2}) + 1,5$$

$$T_3 = 1,75 \ln (100 * S_m / (P * I^2)) + 3,92$$

Avec :

(T_m = température maximale moyenne du mois le plus chaud : valeur réelle mesurée ou estimée) ; (D_o = distance à la source en Km, D = dureté totale calco-magnésienne en mg/l) ; (S_m section mouillée en m^2 , I = largeur moyenne) ; (P = pente moyenne en m/km)

A chaque niveau typologique théorique (zone à truite, zone à ombre...) correspond un peuplement potentiel optimal, lorsqu'aucune dégradation, que ce soit au niveau de la qualité des eaux ou de l'intégrité physique du milieu, n'intervient sur le tronçon. La détermination de la composition spécifique du peuplement théorique se fait



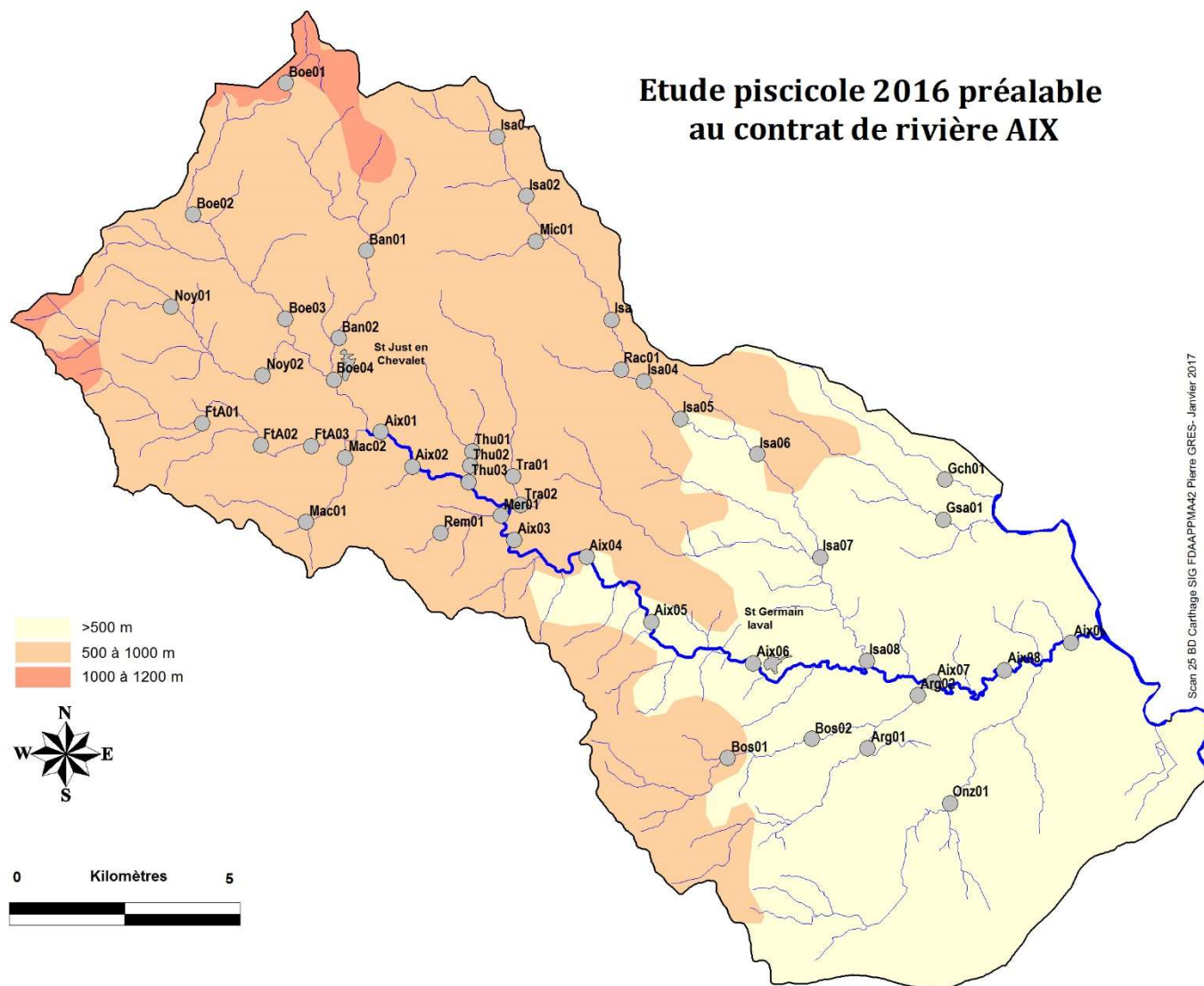
Source : Y. Souchon

en sélectionnant dans un groupe d'espèces potentielles celles dont la présence est avérée historiquement, ou en écartant celles qui, par exemple, appartiennent à une autre zone biogéographique et en affectant aux espèces retenues une côte d'abondance (comprise entre 0,1 = présence et 5 = abondance maximale) tenant compte à la fois de son *preferendum* et de son amplitude écologique

Parallèlement, les résultats de pêche permettent d'estimer des densités et des biomasses qui correspondent à des classes de densités numériques ou pondérales observées (Degiorgi et Raymond 2000) que l'on confronte aux classes théoriques.

4.3.3 Localisation des sites d'inventaires retenus :

Les 46 sites d'inventaires piscicoles retenus sont donnés sur la Carte 2 et le Tableau 5 .



Carte 2 : Localisation des sites d'inventaires piscicoles sur le bassin versant de l'Aix en 2016

Tableau 5 : Localisation des sites d'inventaires piscicoles et de suivis thermiques sur le bassin versant de l'Aix en 2016.

Code étude	Code station (station du RSPP)	Cours d'eau	Commune	Lieu-dit	Suivi thermique	Coord Lambert II	Coord Lambert II	Altitude (m)	Surf BV Drainé (km ²)	Dist Source (km)	Profondeur moyenne (m)	Pente (pm)	Largeur moyenne (m)	AAPPMA	NTT (Verneaux)	Affluence
Aix01*	Gathion	Aix	SAINT-MARCEL-D'URFE	Gathion amont pont du moulin	oui	718125	2100590	576	120	11,85	0,48	18,5	7,8	Saint-Hubert	3,6	Aix
Aix02	Couavoux	Aix	JURE	Couavoux 100m amont du pont		719114	2099533	550	12,5	13,5	0,39	7,14	6,45	APRP	4,1	Aix
Aix03*	La_Recule	Aix	SAINT-MARCEL-D'URFE	La Recule, 30 m amont aplomb chemin	oui	722240	2097313	497	162,1	18,9	0,4	6,8	8,5	Pêcheurs Aix	4,2	Aix
Aix04	9_Chateaudaix	Aix	SAINT-MARTIN-LA-SAUVETE	CHÂTEAU D'AIX AVAL PONT RD26		724482	2096812	471	172	22,9	0,25	11,5	8,5	Pêcheurs Aix	4,1	Aix
Aix05*	Chizonnet	Aix	SAINT-MARTIN-LA-SAUVETE	amont usine de Chizonnet	oui	726480	2094835	420	182	26,7	0,34	26,9	6,8	Pêcheurs Aix	3,9	Aix
Aix06*	Notre_Dame_Laval	Aix	SAINT-GERMAIN-LAVAL	Notre Dame Laval 40 m aval seuil	oui	729615	2093585	370	197	31	0,31	5,3	10,2	Pêcheurs Aix	4,7	Aix
Aix07*	Les_Crevants	Aix	POMMIER	La Varenne, Les Crevants	oui	735165	2093055	333	354	38,7	0,35	2,87	9,7	Pêcheurs Aix	5,7	Aix
Aix08	142_Verneuil	Aix	POMMIERS	Verneuil, amont A89		737330	2093445	325	360,7	43,3	0,6	1,87	12,6	Pêcheurs Aix	5,7	Aix
Aix09	10_LesSigauds	Aix	SAINT-GEORGES-DE-B	LES SIGAUDS AMONT RD112		739365	2094307	319	432	46,5	0,25	4,2	13,3	Pêcheurs Aix	5,5	Aix
Arg01	La_Croix_Blanche	Argent	BUSSY-ALBIEUX	Croix Blanche, 50m aval RD18		733148	2091014	350	13	7,2	0,1	10,7	2	Pêcheurs Aix	4,4	Aix
Arg02	Pont_dArgent	Argent	POMMIERS	Pont d'Argent, aval Rd		734678	2092652	335	40	9,6	0,21	5,29	3	Pêcheurs Aix	5,0	Aix
Ban01*	106_Labouré	Ban	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	LABOURE AVAL ROUTE DE MONTLOUP	oui	717642	2106146	775	16,86	6,45	0,21	60,6	3,27	Saint-Hubert	2,4	Aix
Ban02	Montgrenier_carderie	Ban	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	Montgrenier, aplomb carderie		716815	2103455	625	20,43	9,8	0,33	34,2	3,47	Saint-Hubert	3,1	Aix
Boe01	8_PierreBelle	Boën	TUILIERE (LA)	PIERRE BELLE AMONT GOUR NOIR		715117	2111271	1025	4,12	2,5	0,15	12,7	1,57	Saint-Hubert	2,4	Aix
Boe02*	Fontdidier	Boën	TUILIERE (LA)	Fontdidier, chemin Croix du Vernois	oui	712305	2107206	700	13,96	8,92	0,2	17,1	2,9	Saint-Hubert	3,3	Aix
Boe03	Roc_Bonoris_amont	Boën	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	Roc Bonoris, amont immédiat carrière		715165	2104030	625	33,31	13,7	0,2	31,1	3,98	Saint-Hubert	3,2	Aix
Boe04*	Chantelot_RD1	Boën	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	Chantelot, aval pont RD1	oui	716675	2102178	590	84,75	16,55	0,4	37	6,9	Saint-Hubert	3,1	Aix
Bos01	La_Croix_Vincent	Bost	NOLLIEUX	La Croix Vincent - Les Gouttes		728865	2090680	459	12	4	0,2	26,4	2	Pêcheurs Aix	2,8	Aix
Bos02	94_LeBost	Bost	BUSSY-ALBIEUX	le Bost, 95 m aval pont		731440	2091284	362	17,4	8,65	0,12	20,2	1,4	Pêcheurs Aix	4,1	Aix
FtA01	Chabaud	Font d'Aix	CHAUSSETERRE	Chabaud, amont plan d'eau		712633	2100803	680	6	4,8	0,23	19,6	2,7	Saint-Hubert	3,0	Aix
FtA02*	Fican	Font d'Aix	SAINT-ROMAIN-D'URFE	Fican, pont reliant Génétines	oui	714445	2100160	625	16,2	7,85	0,3	9,9	3,2	Saint-Hubert	4,0	Aix
FtA03	La_Combe	Font d'Aix	SAINT-ROMAIN-D'URFE	La Combe, pont reliant la Caure		715990	2100144	609	19,55	9	0,23	9,85	1,84	Saint-Hubert	4,1	Aix
Isa01*	108_Blanchardon	Isable	CHERIER	BLANCHARDON AMONT PONT	oui	721626	2109668	682	6,9	3,5	0,12	28	1,46	Truite Roannais	3,3	Aix
Isa02	Cherier_stade	Isable	CHERIER	Stade de foot, amont gué aval stade		722534	2107866	625	15,78	5,2	0,25	21,4	3,62	Truite Roannais	2,9	Aix
Isa03	MoulindeLaRoue	Isable	CREMEAUX	Moulin de la Roue, aval du pont		725190	2104079	520	32,74	10	0,3	16	3,84	Truite Roannais	3,8	Aix

Code étude	Code station (station du RSPP)	Cours d'eau	Commune	Lieu-dit	Suivi thermique	Coord Lambert II	Coord Lambert II	Altitude (m)	Surf BV Drainé (km ²)	Dist Source (km)	Profondeur moyenne (m)	Pente (‰)	Largeur moyenne (m)	AAPPMA	NTT (Verneaux)	Affluence
Isa04	Padegue	Isable	SAINT-POLGUES	Padégue		726191	2102209	455	47	12,6	0,9	15,3	4,1	Truite Roannais	3,8	Aix
Isa05*	LePont	Isable	SOUTERNON	Le Pont, RD18	oui	727327	2101057	451	44	14,6	0,3	13	4,66	Pêcheurs Aix	3,6	Aix
Isa06	109_LeTrouillet	Isable	SOUTERNON	LE TROUILLET AMONT PASSERELLE		729694	2100009	423	52,81	17,9	0,1	11,5	5	Pêcheurs Aix	4,1	Aix
Isa07	Magneux	Isable	AMIONS	Magneux, amont A89		731658	2096854	378	59	19,5	1,5	6,3	4,4	Pêcheurs Aix	4,6	Aix
Isa08*	Les_longes	Isable	POMMIERS	Les Longes	oui	733107	2093690	343	97	24	0,3	4	6,7	Pêcheurs Aix	4,8	Aix
Mac01	Pont_du_Machabré	Machabré	CHAMPOLY	Pont du Machabré		715851	2097808	640	5	3,4	0,2	18,6	1,2	Saint-Hubert	3,6	Aix
Mac02*	Tavat	Machabré	SAINT-ROMAIN-D'URFE	Tavat, pont reliant Péa	oui	717046	2099783	595	11,3	6,2	0,15	14,8	2	Saint-Hubert	3,7	Aix
Mer01	Le_Vernay	Merderet	SAINT-MARCEL-D'URFE	Le Vernay - amont Scierie		721829	2098060	525	8	3,6	0,18	33,1	2,2	APRP	2,8	Aix
Mic01	Bois_Policonne	Michonnet	CHERIER	Bois de la Policonne, 490 m amont Isable		722838	2106473	612	6	3,4	0,15	60,9	1,1	Truite Roannais	2,7	Aix
Noy01	La_Gasse	Noyer	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	La Gasse, aval vieux pt Bois de Fragne		711645	2104370	670	7,7	5,34	0,22	26,95	3,06	Saint-Hubert	2,6	Aix
Noy02	Chez_Bras	Noyer	SAINT-JUST-EN-CHEVALET	Chez Bras, amont du pt		714488	2102285	620	22	9,45	0,186	9,35	3,1	Saint-Hubert	3,6	Aix
Onz01	Les_Chazeaux	Onzon	SAINTE-FOY-SAINT-SULP	Les Chazeaux		735705	2089344	335	37	9	0,15	2,6	2,1	Pêcheurs Aix	5,5	AIX
Rac01	Briand	Racamiolle	CREMEAUX	Briand, 25 m amont pont RD45		725490	2102566	492	5	2,9	0,1	37,1	1,3	Truite Roannais	2,9	Aix
Rem01	Le_Lavoir	Rémusson	SAINT-MARCEL-D'URFE	La Planche - 25m aval Lavoir		719985	2097500	637	2	1,4	0,14	86,9	0,9	APRP	2,2	Aix
Thu01	Geruzet	Thuilière	JURE	Géruzet		720944	2100017	555	6	3,4	53	24,7	1,3	APRP	3,6	Aix
Thu02	Bourg_aval_viaduc	Thuilière	JURE	amont bourg aval viaduc ferroviaire		720878	2099572	542	9	3,9	0,3	26	1,8	APRP	3,4	Aix
Thu03	Chez_Farjon	Thuilière	JURE	Chez Farjon		720832	2099065	540	9	4,4	34	20	1,6	APRP	3,2	Aix
Tra01	Bouzon	Tranlong	JURE	Bouzon		722199	2099257	570	11	7,2	0,36	52,6	2,3	APRP	3,2	Aix
Tra02	Goutte_girard	Tranlong	LURE	Goutte Girard		722439	2098384	530	11	8,2	0,5	20,2	2,5	APRP	3,6	Aix
Gch01	Le_poirier	Gte Charavet	SAINT-PAUL-DE-VEZELIN	Le Poirier, amont RD112		735458	2099284	368	7	6,1	0,1	14,7	2	/	3,6	Loire RG
Gsa01	Brioune_04012400	Gte de Sac	SAINT-GEORGES-DE-B	Brioune, amont RD112		735419	2098037	350	13	8,6	0,2	8,03	2,3	/	4,2	Loire RG

Abréviations : NTT : Niveau Typologique Théorique selon Verneaux
RSPP : réseau départemental de suivi des peuplements piscicoles

Sur les 46 sites retenus 2 ont été échantillonnés par ASCONIT prestataire de l'agence Loire Bretagne dans le cadre des réseaux de contrôle de surveillance (RCS : Aix Grézolles et St Georges), et deux autres (Bost et Armançon) devaient être suivi dans le cadre du réseau de référence pérenne (RRP) (cf. Tableau 6) selon le programme de surveillance 2016 de l'agence de l'Eau Loire Bretagne ci-après. Le Bost à Bussy-Albieux a bien été échantillonné mais l'Armaçon n'a pas été suivi. En effet ce site ne correspond plus à la définition de site de référence et a été abandonné par l'ONEMA (N. Roset Agence française pour la biodiversité, Délégation Régionale Auvergne Rhône-Alpes -Bron, *com.pers.*). L'Aix à Pommiers (station RCO : Verneuil, amont A89) n'a pas été pêchée en 2016, nous présenterons les données antérieures.

Tableau 6 : Site du RCS et du RRP initialement prévus en 2016 sur le bassin versant de l'Aix/

STATIONS_16	LOCALISATION_STA_6	STATIONS_REPRESENTATIVES_16	CHANGEMENT_DE_STATION_REP	RCS_PESTICIDES	RCS PERTINENTES	RCS	RRP	RCO 16_21	RCA_16_21	16_IBD	16_IBG	16_IPR	16_IBMR	16_PC	16_PEST	16_TOX	16_SUBST_PERT	RCS	RRP	RRP et RCS	RCO	RCA
04012040	ARMANCON A SAINTE-FOY-SAINT-SULPICE	non					1			1	1	1	1	1				Abandon				
04012200	AIX a SAINT-GEORGES-DE-BAROILLE	non				1	1			1	1	1	1	1								
04011700	AIX a GREZOLLES	oui	non		1	1	1			1	1	1	1	1								
04012050	RAU DU BOST A BUSSY-ALBIEUX	oui	non					1	1	1	1	1	1	1								

4.4 Protocole pour inventaires astacicoles :

Le repérage des populations d'écrevisses autochtones a été réalisé de nuit à pieds le long du cours d'eau, à l'aide de lampes et de projecteurs afin d'éclairer les fosses, par équipes de 2 personnes minimum. Sur la base des données historiques et des suivis réalisés par la FDAAPPMA42 et le syndicat des Monts de la Madeleine (Grés et Scaramuzzi, 2013), le linéaire à parcourir sur le réseau hydrographique était de 12 à 15 km cumulés, soit environ 6 à 8 nuits complètes de prospection.

Certaines écrevisses observées ont été capturées à la main puis mesurées (classes de 5 mm), sexées, afin de vérifier leur état sanitaire et d'acquérir les premiers paramètres démographiques. Un comptage par secteur a été réalisé par tranches de 100m de linéaire. Une première estimation des densités de population a été réalisée à partir du Tableau 7 suivant :

Tableau 7 : Classe de densité observée en écrevisses à pieds blancs par mètre linéaire de berge

Densité observée par mètre de linéaire de berge (référentiel CSP/ONEMA, DR5)	
< 0.2 ind./ml	Faible
0.2 à 0.5 ind. /ml	Moyenne
> 0.5 ind. /ml	Forte

Les prospections ont été menées avec du matériel désinfecté (DESOGERM3A®, Laboratoire ACI): les populations d'écrevisses sont en effet particulièrement sensibles à différents types d'agents pathogènes potentiellement véhiculés entre cours d'eau par l'homme. Une information aux riverains a été également nécessaire lors de ces études nocturnes, par avertissement direct pour les habitations les plus proches. La gendarmerie du secteur a été avertie lors de chaque session. Les populations d'écrevisses allochtones (Ecrevisses Signal, écrevisses américaines, menaces pour les populations autochtones) potentiellement présentes sur le bassin ont été recensées.

L'objectif était d'obtenir un état des lieux de la répartition des espèces sur le bassin, en complétant les inventaires CSP/ONEMA et les connaissances actuelles sur la répartition de l'espèce et de sa concurrente *Pacifastacus leniusculus*. Les limites de population amont/aval ont été recherchées. Les facteurs limitants ont été répertoriés par l'intermédiaire de cette phase d'étude ; des éléments de connaissances supplémentaires sur la faune aquatique ont été être acquis lors des prospections nocturnes au cours desquelles bon nombre d'espèces sont observables (poissons, amphibiens, ...).

Les suivis de populations d'écrevisses ont eu lieu ensuite en juillet 2016, période durant laquelle ces crustacés sont très actifs. La présentation des résultats est effectuée avec supports cartographiques, le travail mené (cartographies et bases de données) est exploitable sous SIG (Mapinfo.tab ou QGIS.shp).

4.5 Analyse des facteurs limitants la production piscicole :

Toujours en fonction des diagnostics réalisés au préalable, les facteurs limitant la bonne dynamique des populations piscicoles peuvent être dégagés. Pour chaque facteur limitant, (débit estival, thermie estivale, qualité des eaux, morphologie, continuité ...) une caractérisation de l'impact (Fort, Modéré, Faible, Nul : en fonction du niveau d'abondances et de la structure des populations), sur l'espèce truite est réalisée, sous forme de tableau, afin de mettre en exergue les principaux dysfonctionnements des sous-contextes :

- **Sur le Recrutement** : comprenant la phase d'oviposition - dont la phase de déplacement des géniteurs - et la phase embryolaire intragravellaire ;
- **Sur la Capacité d'Accueil** du milieu : comprenant la phase de développement du stade larve à vésicule résorbée jusqu'au stade juvénile puis jusqu'au stade adulte (intégrant les besoins en habitats au sens large : débit, thermie, physico-chimie, abris, ressources trophiques etc.).

4.6 Conformité des sous-contextes :

Une fois l'ensemble des diagnostics effectués, les contextes et sous-contextes salmonicoles et intermédiaires vont pouvoir être caractérisés en fonction de leur conformité. Ces classes traduisent en somme les fonctionnalités du milieu pour l'espèce repère. Il existe 4 classes de fonctionnalités salmonicoles (truite) ou intermédiaires (truite et cyprinidés rhéophiles) étant définies comme suit :

- **« Contexte conforme »** : La Truite accomplit complètement son cycle biologique (recrutement, croissance). Sa répartition est large à l'échelle du réseau hydrographique du contexte et sa (ses) population(s) est (sont) globalement à des niveaux d'abondance comparables aux valeurs attendues pour les milieux concernés (valeurs historiques connues, référentiels typologiques, ...). Des perturbations peuvent exister mais n'affectent que très ponctuellement, pas ou peu la (les) population(s). Les milieux aquatiques sont de bonne qualité et fonctionnels pour l'espèce à l'échelle du contexte.
- **« Contexte peu perturbé »** : La Truite accomplit son cycle biologique mais a répartition peut cependant montrer des irrégularités (tronçon(s) hydrographique(s) où l'espèce est absente(e) et/ou sa (ses) population(s) est (sont) en deçà des niveaux d'abondance attendus. La qualité et/ou la fonctionnalité des milieux aquatiques est (sont) plus ou moins altérée(s) et l'impact global des perturbations sur l'espèce est quantifiable (répartition, abondance) à l'échelle du contexte.
- **« Contexte très perturbé »** : la Truite accomplit difficilement son cycle biologique. De fait, sa répartition est morcelée à l'échelle du réseau hydrographique du contexte et, dans ses zones de présence, sa (ses) population(s) est (sont) d'abondance limitée. La qualité et/ou la fonctionnalité des milieux aquatiques est (sont) significativement altérée(s).
- **« Contexte dégradé »** : Le cycle biologique de la Truite est interrompu et de fait, l'espèce (ou le cortège d'espèces) n'est plus présente(e) naturellement (hors repeuplement) dans le contexte. La qualité et la fonctionnalité des milieux aquatiques sont (ou ont été) durablement altérées. » (Source : document cadre des PDPG, 2015).

5 Phase 2 : Modalités de propositions d'actions de gestion et de travaux à vocation piscicole :

5.1 Les préconisations d'actions sur les milieux

Les actions comprennent les **orientations générales**, à l'échelle des contextes piscicoles, et les **actions à mettre en œuvre dans le cadre des plans de gestion piscicole** (à l'échelle des sous-contextes piscicoles) (image 1).

5.1.1 Les orientations générales dégagées

Au sein de cette première partie, toutes les actions dont la mise en œuvre permet d'agir prioritairement sur les sources de perturbations identifiées sont explicitées. En revanche, elles ne sont pas détaillées (linéaire, localisation précise etc.) et correspondent davantage à la description des thématiques sur lesquelles travailler. Chaque groupement d'action est priorisé en fonction de son efficacité (1 étant une priorité absolue, 2 une priorité modérée et 3 une priorité faible).

Lorsque les actions proposées correspondent à des orientations fondamentales des SDAGE, celles-ci sont rappelées. Il en est de même pour la cohérence avec les programmes de mesures (lien PDM). Lorsque qu'aucune cohérence entre l'action proposée et le SDAGE, ou encore le programme de mesure, n'a été relevée, l'absence est signalée dans la case par le sigle suivant : « Abs. ».

5.1.2 Les actions à mettre en œuvre dans le cadre des plans de gestion piscicole

Cette partie détaille les actions efficaces à mettre en œuvre dans le cadre des plans de gestion piscicole. Les actions se limitent donc aux opérations les plus pertinentes pouvant être mises en œuvre par les AAPPMA (avec l'aide de la Fédération de pêche) ou directement par la Fédération de Pêche. Le PDPG étant un document cadre, les modalités précises de ces actions seront définies ultérieurement lors de l'élaboration des Plans de Gestion Piscicole des AAPPMA, en concertation avec ces dernières ainsi qu'avec les acteurs de la mise en œuvre de la restauration des milieux aquatiques (le but étant d'agir en complémentarité avec leurs programmes d'actions). L'ensemble de ces propositions est également cartographié à l'échelle des sous-contextes piscicoles.

5.2 Les préconisations de gestion halieutique

Les préconisations de gestion halieutiques comprennent la gestion globale à mettre en place par sous-contexte, la gestion des secteurs « particuliers », ainsi que des préconisations sur la taille de capture des truites fario (ou des brochets).

Ces modalités sont définies selon la trame nationale des PDPG :

- une **gestion patrimoniale**, lorsque le peuplement est conforme ou peu perturbé (aucun repeuplement ou apport de poissons surdensitaires);
- une **gestion raisonnée** (soutien de population ou halieutisme), lorsque le peuplement est très perturbé ou dégradé. Cette gestion permet de pratiquer un soutien provisoire, sur des tronçons de rivières ciblés, dans l'attente de l'effet bénéfique des actions qui permettront à plus ou moins long terme un retour à un peuplement conforme ;
- une **gestion d'usage** sur les contextes dégradés. Ce type de gestion permet de satisfaire prioritairement la demande des pêcheurs par la mise en œuvre d'opérations directes sur les peuplements.

6 Planning réalisé :

Etude piscicole et astacicole 2016 contrat de rivière Aix		juin-16	juil-16	août-16	sept-16	oct-16	nov-16	déc-16	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17
PHASE 1	Inventaires piscicoles												
	Suivi thermique												
	Inventaires astacicoles												
	Saisie Traitement données												
PHASE 2	Mesures de gestion									*	*		
	Proposition de suivi												
Rapport d'étude final													

* dont rencontre bureau d'étude et CCVAI pour définition programme actions préalable

RESULTATS ET DISCUSSION

7 Etat des lieux piscicole en 2016:

7.1 Contexte hydroclimatique :

7.1.1 2016 : Un été plutôt sec, assez chaud et ensoleillé (Météo France):

Source : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/bilans-climatiques/bilan-2016/bilan-climatique-de-l-ete-2016>

En 2016, la température sur la France a été généralement supérieure à la normale, excepté au printemps et en octobre. Comme la plupart des années depuis 2000, 2016 est à nouveau une année chaude avec une température moyenne qui a dépassé la normale de 0.5 °C. Toutefois, cette année ne présente pas de caractère exceptionnel, se classant au 10ème rang, loin derrière 2014 (+1.2 °C), 2011 (+1.1 °C) et 2015 (+1.0 °C) (Figure 1 et Figure 2). L'été, marqué par une alternance de fraîcheur et de forte chaleur estivale, s'est achevé par une vague de chaleur tardive en fin de saison. Les précipitations, très abondantes en juin ont ensuite été très peu fréquentes hormis quelques orages localement forts. Avec un déficit de 50 % en moyenne sur la France du 1er juillet au 31 août, la pluviométrie cumulée de ces deux mois est la plus faible enregistrée sur la période 1959-2016. En août, la très faible pluviométrie combinée à des températures exceptionnellement chaudes pendant la deuxième quinzaine du mois a provoqué un assèchement très important des sols particulièrement sur la moitié sud.

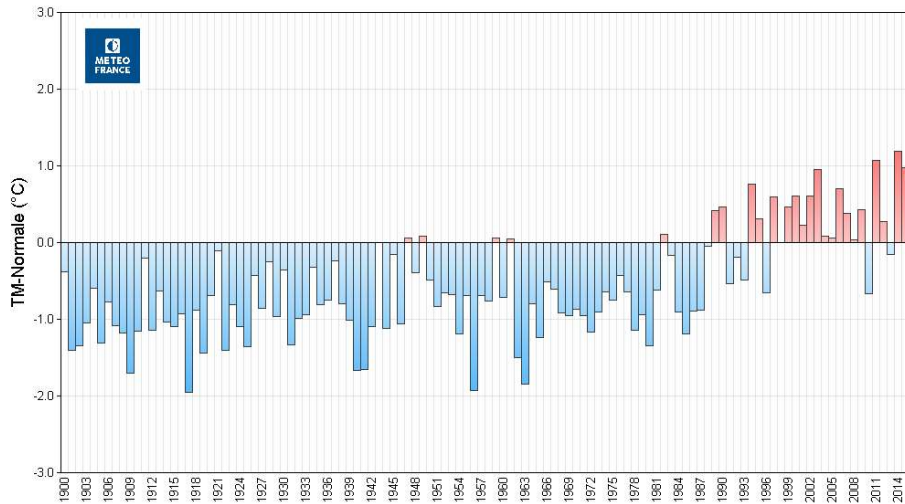


Figure 1 : Ecart à la moyenne de référence 1981-2010 de l'indicateur de température moyenne en France de 1900 à 2016 (Météo France).

<http://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2016/roanne/valeurs/07477.html>

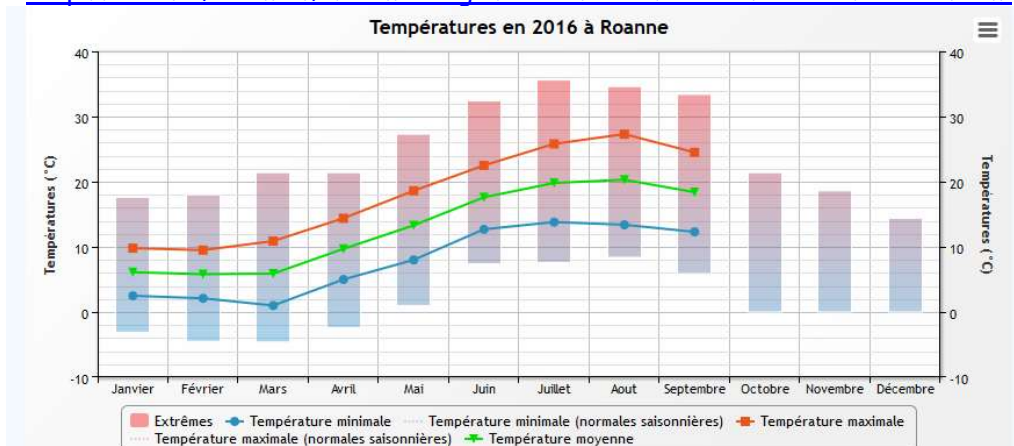


Figure 2 : températures de l'air et écart aux normales thermiques sur la station de Roanne (source info climat) en 2016

7.1.2 Hydrologie :

7.1.2.1 Généralités

Sources :

- Contre Champ, Progeo 2013
- Banque Hydro : <http://www.hydro.eaufrance.fr>
- CESAME 2016; Etude d'adéquation des besoins et des ressources en eau État des lieux - Diagnostic - Comité technique du 17 / 05 / 2016 à Saint-Germain-Laval.

Module et QMNA :

Le bassin de l'Aix est équipé d'une station hydrométrique en fonctionnement à Saint Germain Laval depuis 1970 (code K0813020 - Banque Hydro ; Tableau 8). Aucune station n'est disponible sur le bassin de l'Isable, ni sur les affluents directs. Les débits rassemblés dans le tableau ci-après sont issus de la fiche de synthèse hydrologique de la station de Saint Germain Laval. Ces débits ont ensuite été transposés en divers points du bassin afin de disposer d'une première analyse des caractéristiques hydrologiques des cours d'eau.

Tableau 8 : Données hydrologiques de l'Aix à Saint-Germain-Laval (source banque Hydro)

Débits (m3/s)	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Module mensuel	4.93	5.25	3.97	3.45	3.03	1.98	1.12	0.85	0.97	1.92	3.40	4.66	2.95
<u>Module annuel</u>	2.950 [2.680;3.250]												
<u>QMNA2</u>	0.390 [0.330;0.470]												
<u>QMNA5</u>	0.240 [0.190;0.290]												
<u>VCN10</u> <u>Quinquennal sec</u>	0.120 [0.096;0.150]												
<u>VCN3</u> <u>Quinquennal sec</u>	0.088 [0.067;0.110]												

Débits d'étiage :

Le débit de référence d'étiage (QMNA5) de l'Aix à Saint Germain est dans la moyenne de la situation hydrologique départementale : il s'établit autour de 1,3 l/s/km² soit des débits de l'ordre de 190 à 290 l/s. Les débits estimés des autres cours d'eau varient ainsi entre 2 l/s/km² sur les hauteurs (soutenues par l'importance des pluies sur la zone de reliefs et le rôle des tourbières nombreuses) et 0,7 l/s/km² en plaine. Les débits de l'Isable sont plus faibles, établis à 0,4 l/s/km² : son bassin versant est très allongé et la zone d'alimentation limitée au haut bassin sur lequel existent de nombreux captages sur sources (Bois Tor, Font des Molières, Tournaire, Marais Randon) qui impactent le débit naturel du cours d'eau (CESAME 2016).

L'Isable subit des épisodes récurrents de très faibles débits, voire des assecs en été et plusieurs épisodes estivaux drastiques sont observés ces dernières années dont 2015 le plus récent. Ces phases d'assecs conduisent à des mortalités piscicoles parfois importantes.

Par analogie avec l'Isable et le cours aval de l'Aix, on peut également retenir en première approche, une valeur de 0,5 l/s/km² pour les Gouttes, mais dans les faits ces cours d'eau présentent une sensibilité à l'assec encore plus prononcé.

7.1.2.2 Débits moyens journaliers sur la période 2010 - 2016 :

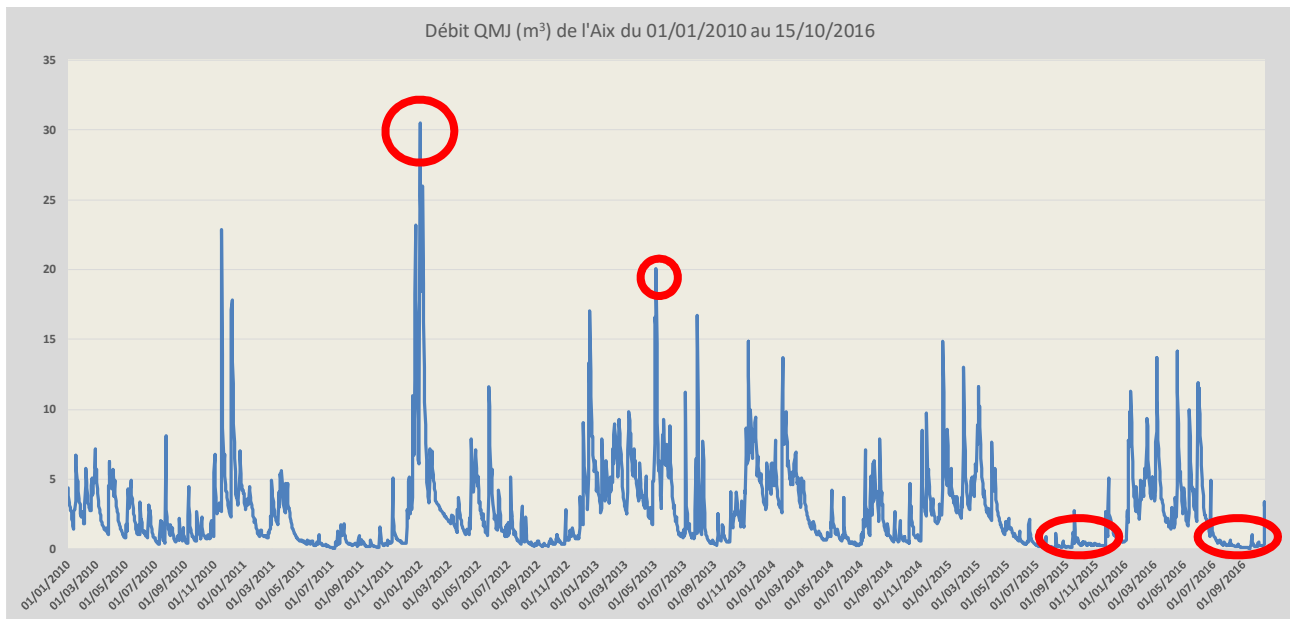


Figure 3 : Hydrogramme de l'Aix entre 2010 et 2016.

Concernant l'impact des débits sur la vie piscicole et plus particulièrement sur l'espèce cible la truite fario, on note une crue de valeur de retour 2 ans sur l'Aix le 31/12/2011 (max instantané dépassant les 35 m³/s ; Figure 3). Ce type de crue de plein bord est souvent assez morphogène et a pu impacter la structure des frayères des truites fario.

Une des phases sensibles du cycle biologique des truites se situe au moment de l'émergence du gravier des larves à vésicules résorbées et les semaines suivantes (ici avril et début mai). L'analyse des débits sur la période 2010-2016, qui encadre quasiment deux générations de truites, permet d'observer quelques coups d'eau printaniers potentiellement impactant pour cette phase (avec impact de mortalité directe par emportement) :

- En 2012, une crue annuelle est notée le 16 et le 24 avril
- En 2013 un fort coup d'eau est noté du 01 au 05 mai, avec plus de 20 m³/s (débit max instantané 24,6 m³/s) ;
- En 2016 : un premier coup d'eau du 17 au 20 avril (débit max instantané 16,6 m³/s) puis du 12 au 13 mai (10-11 m³/s) et le 29 au 30 mai (débit max instantané 17,6 m³/s).

Sur la période considérée, les débits d'étiage estivaux les plus structurants sont observées surtout en 2015 et 2016 (cf. Figure 4).

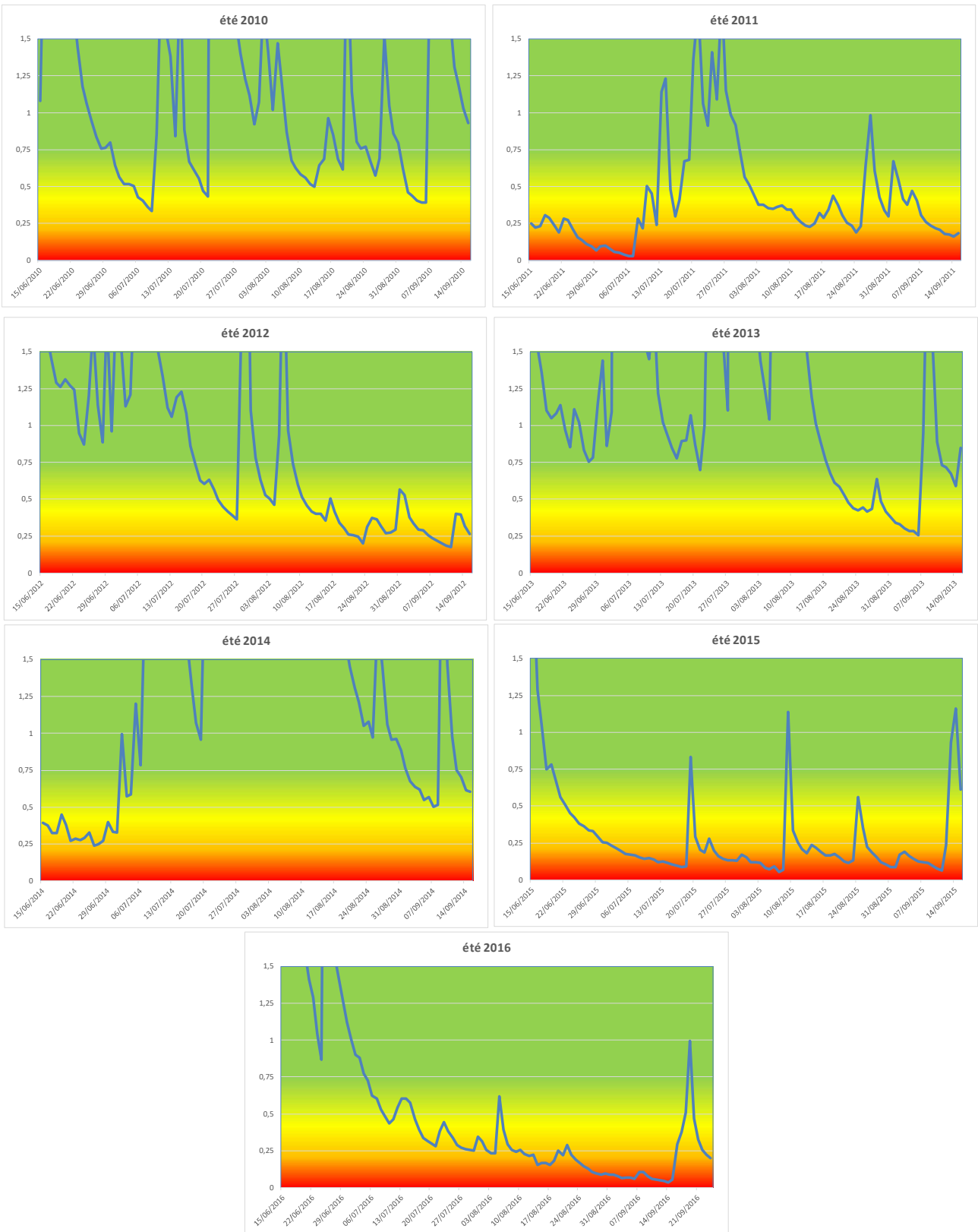
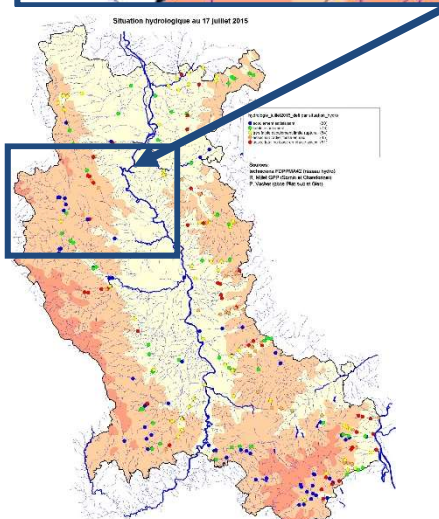
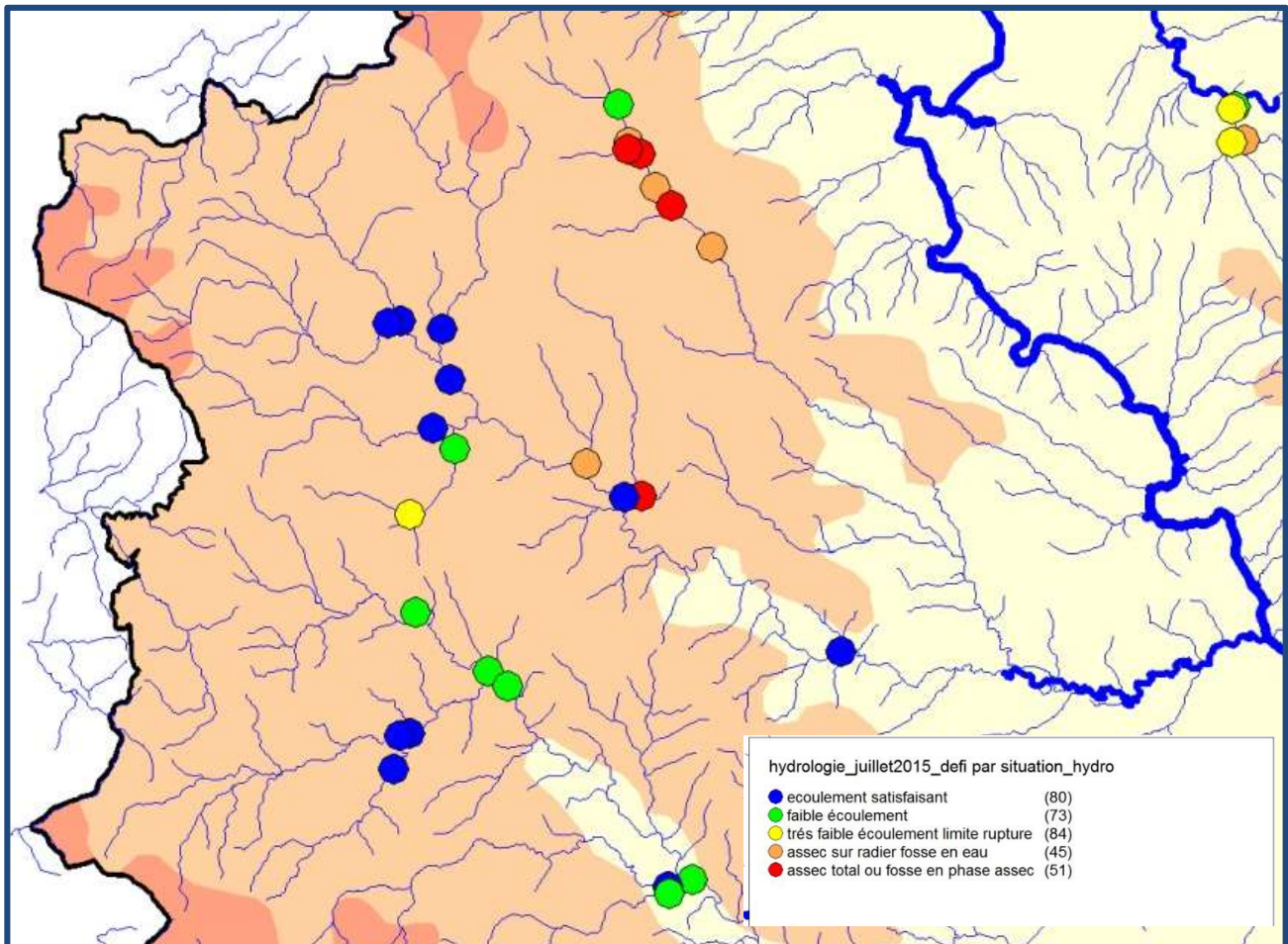


Figure 4 : Hydrogrammes estivaux de l’Aix entre 2010 et 2016 (limite minimale de bonne condition pour la vie salmonicole fixée au QMNA5 soit : 0,24 m³/s)

2015 et 2016 apparaissent comme les deux périodes estivales durant lesquelles les durées continues de bas débits (voire d’assec sur l’Isable ; Figure 4) ont été les plus longues et donc les plus contraignantes pour les populations piscicoles. En 2015, la situation était très problématique et s’est même rapprochée de celle de 2003 sur l’Isable.

7.1.3 Bilan hydrologique réalisé par la FDAAPPMA42 au mois de juillet 2015.

Un bilan hydrologique avait été réalisé par la FDAAPPMA42 au début du mois de juillet 2015. En effet, depuis la mi juin 2015 les pluies avaient cessé sur le département et après un printemps plutôt sec et chaud les conditions hydrologiques des cours d'eau ligériens s'étaient vite dégradées. Afin de réaliser un bilan à l'instant « t » des conditions hydrologiques visibles sur les cours d'eau du département, les techniciens de la fédération, avec l'appui des gardes bénévoles et des membres des AAPPMA, avaient réalisé un relevé de terrain entre le 11 et 17 juillet 2015 sur un maximum de points en rivières sur la quasi-totalité du département. Le protocole était très simple. Il s'agissait de visiter le maximum de parties de cours d'eau sur le territoire en temps limité. Ensuite une appréciation des écoulements était réalisée et cartographiée sur SIG MapInfo (Carte 3).



On voit que la situation de l'Isable amont était très critique avec des assecs début juillet. Au cours du début du mois d'août des orages ont permis le retour d'un faible débit.

L'Aix n'a pas connu de ruptures d'écoulement au cours de cette période.

En revanche ces affluents comme la Thuilère à Juré ou encore le Tranlong aval subissaient des phases d'assecs à la mi juillet 2015.

Carte 3 : Situation hydrologique sur le réseau hydrographique ligérien au 17 juillet 2015 (FDAAPPMA42).

7.2 Régime thermique des cours d'eau :

7.2.1 Analyse avec l'outil Macmasalmo sur les stations du réseau thermique entre 2009 et 2016 :

Seul le Ban est suivi en continu depuis 2009 sur ce bassin versant de l'Aix (cf. résultat Tableau 9 et voir métriques explicatives dans Tableau 10)

Tableau 9 : Résultats de l'analyse des conditions thermiques du Ban -Labouré station 106 du RSPP) entre 2009 et 2016 vis-à-vis de la truite fario.

Ban Labouré			Preferenda de la truite (>4 et <19°C) seuil légal 25°C															
Code interne	Début période	Fin période	T moy30j	T max30j	Dd TmNj max	fd TmNj max	Nbj Tmj	% Tmj	Dd Tmj<	Df Tmj<	%j Tmj<	% Tmj>	Nb T>	Nbmax Ti csf>=	NbsqTj>	Nb Tj>=	Nbmax Ti csf>=	NbsqTj>=
106	01/10/2009	01/10/2010	14,57	16,34	24/06/2010	24/07/2010	273	75	19/10/2009	18/03/2010	25	0	0	0	0	0	0	0
106	01/10/2010	01/10/2011	14,34	15,51	14/08/2011	13/09/2011	271	74	24/11/2010	12/03/2011	26	0	0	0	0	0	0	0
106	01/10/2011	05/10/2012	14,6	16,17	25/07/2012	24/08/2012	312	84	16/11/2011	16/04/2012	16	0	0	0	0	0	0	0
106	01/10/2012	01/10/2013	14,71	16,42	08/07/2013	07/08/2013	272	74	28/10/2012	07/04/2013	26	0	0	0	0	0	0	0
106	01/10/2013	01/10/2014	13,7	15,28	06/06/2014	06/07/2014	286	78	20/11/2013	27/03/2014	22	0	0	0	0	0	0	0
106	01/10/2014	01/10/2015	16,06	17,59	28/06/2015	28/07/2015	298	81	03/12/2014	14/03/2015	19	0	42	11	8	0	0	0
106	01/10/2015	01/10/2016	14,59	15,85	15/08/2016	14/09/2016	290	82	22/11/2015	16/03/2016	18	0	0	0	0	0	0	0

Ban Labouré			Thermie générale				
Code interne	Début période	Fin période	Ajmax Ti	D Ajmax Ti	Tmj max	Tmjmin	Atmj
106	01/10/2009	01/10/2010	8,05	28/04/2010	16,84	0,01	16,83
106	01/10/2010	01/10/2011	7,49	17/04/2011	17,55	0,04	17,51
106	01/10/2011	05/10/2012	7,12	02/04/2012	17,29	-0,01	17,3
106	01/10/2012	01/10/2013	8,36	24/04/2013	16,33	0,19	16,14
106	01/10/2013	01/10/2014	8,45	05/05/2014	15,91	1,47	14,44
106	01/10/2014	01/10/2015	7,4	15/04/2015	18,99	0,13	18,86
106	01/10/2015	01/10/2016	7,25	05/05/2016	16,4	0,72	15,68

MRP		
NbTj>=15°C	Nbmax Ti csf>=15°C	NbsqTj>=15°C
439	39	41
471	168	27
426	140	40
391	34	41
216	17	28
913	157	46
537	42	55

Ban Labouré			Phase embryolaire											
Code interne	Début période	Fin période	NbTj>15°C	Nbmax Ti csf>=15°C	NbsqTj>15°C	NbTj<1,5°C	Nbmax Ti csf<1,5°C	NbsqTj<1,5°C	D50 ponte	Nbj Inc	D50 ecl	Nbj PEL	D50 Emg	Nbj Rsp
106	01/10/2009	01/10/2010	0	0	0	1013	177	32	05/11/2009	116	01/03/2010	174	28/04/2010	58
106	01/10/2010	01/10/2011	0	0	0	757	113	35	05/11/2010	120	05/03/2011	167	21/04/2011	47
106	01/10/2011	05/10/2012	0	0	0	446	308	16	05/11/2011	96	09/02/2012	163	16/04/2012	67
106	01/10/2012	01/10/2013	0	0	0	566	91	40	05/11/2012	118	03/03/2013	176	30/04/2013	58
106	01/10/2013	01/10/2014	0	0	0	77	16	11	05/11/2013	103	16/02/2014	160	14/04/2014	57
106	01/10/2014	01/10/2015	0	0	0	350	91	22	05/11/2014	92	05/02/2015	161	15/04/2015	69
106	01/10/2015	01/10/2016	0	0	0	82	20	10	05/11/2015	94	07/02/2016	161	14/04/2016	67

L'analyse des conditions thermiques des eaux du Ban à Saint Just en Chevalet (106_Labouré, station du RSPP) permet de mettre en avant que ce site est thermiquement très favorable pour la truite. La température moyenne des moyennes journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds (T moy30j) oscille entre 14 et 16°C. On note bien que l'été 2015 est déterminé comme le plus chaud de la chronique 2009-2016. On ne détecte aucun problème lié au risque de la maladie rénale proliférative les conditions thermiques estivales étant basses.

La phase embryolaire se déroule entre novembre et avril. Certaines années (automne 2009, 2010 février 2012) sont très contraignantes au niveau des basses températures inférieures à 1.5°C.

Les périodes d'émergence des larves à sac vitellin résorbé se situeraient aux alentours de la mi avril à fin avril suivant les années.

Tableau 10 : rappel : métriques de la Macmasalmo étudiés vis-à-vis des preferenda de la truite fario.

Catégorie	Code variable	Désignation succincte outil Lyxea
Preferendum thermique	T moy30j	T ° moyenne des maxima journaliers des 30 jours consécutifs les plus chauds
	T maxmoy30j	T ° moyenne des moyennes journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Dd TmNj max	Date de début de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	fd TmNj max	Date de fin de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Nbj Tmj	Nombre total de jours durant lesquels la T ° est comprise entre 4 et 19°C
	% Tmj	Pourcentage de jours où la T ° moy journalière est comprise entre 4 et 19°C
	Dd Tmj<	Date à laquelle la T ° moy journalière est pour la première fois < 4°C
	Df Tmj<	Date à laquelle la T ° moy journalière est pour la dernière fois < 4°C
	%j Tmj<	Pourcentage de jours où la T ° moy journalière est < 4°C
	% Tmj>	Pourcentage de jours où la T ° moy journalière est > 19°C
	NbTi>	Nombre d'heures totales où la T ° instantanée est > 19°C
	Nbmax Ti csf>=	Nombre de séquences durant lesquels les T ° restent > 19°C
	NbsqTi>	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T ° restent > 19°C
	Nb Ti>=	Nombre d'heures totales où la T ° est ≥ 25°C
	Nbmax Ti csf>=	Nombre de séquences durant lesquelles les T ° restent ≥ 25°C
NbsqTi>=	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T ° restent ≥ 25°C	
Thermie générale	Ajmax Ti	Amplitude thermique journalière maximale
	D Ajmax Ti	Date à laquelle l'amplitude thermique journalière maximale a été observée
	Tmj max	T ° moyenne journalière minimale
	Tmj min	T ° moyenne journalière maximale
	Atmj	Amplitude thermique des moyennes journalières
Developpement potentiel MRP	NbTi>=15°	Nombre d'heures totales où la T ° est ≥ 15°C
	Nbmax Ti csf>=15°C	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T ° restent ≥ 15°C
	NbsqTi>=15°C	Nombre de séquences durant lesquelles les T ° restent ≥ 15°C
Phase de vie embryolarvaire (PEL)	NbTi>15°C	Nombre d'heures totales où la T ° est > 15°C pendant la PEL
	Nbmax Ti csf>=15°C	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T ° restent > 15°C
	NbsqTi>15°C	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T ° restent > 15°C
	NbTi<1,5°C	Nombre d'heures totales où la T ° est < 1,5°C pendant la PEL
	Nbmax Ti csf<1,5°C	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T ° restent < 1,5°C
	NbsqTi<1,5°C	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T ° restent < 1,5°C
	D50 ponte	Date médiane de ponte rentrée par l'utilisateur
	Nbj Inc	Nombre de jours d'incubation
	D50 ecl	Date médiane d'éclosion
	Nbj PEL	Nombre total de jours de la phase de vie Embryo-Larvaire
	D50 Emg	Date médiane d'émergence
Nbj Rsp	Nombre de jours de résorption	

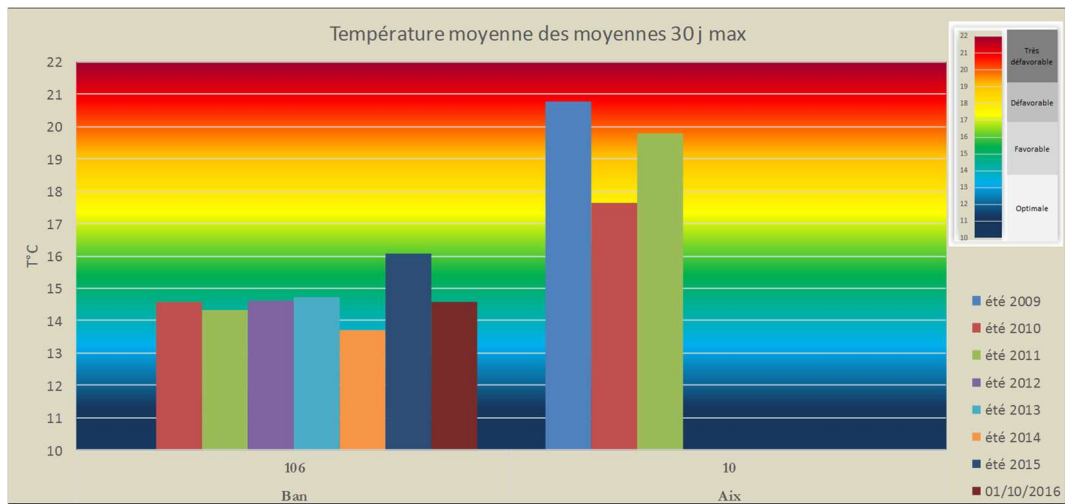


Figure 5 : Bilan thermique estival du contexte de l'Aix (st106 : Ban à St Just en chevalet, st10 : Aix à Saint Georges de Baroille) de 2009 à 2016.

Sur les deux sites suivis dans le réseau thermique, le Ban (st 106) en amont de St Just en Chevalet présente des conditions optimales pour la truite (température moyenne des moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds inférieure à 15°C sauf en 2015 : année caniculaire en juillet). En plaine, en sortie de bassin versant sur l'Aix (st10 : Les Sigauds à St Georges de Baroille suivie par l'ONEMA entre 2009 et 2011), les conditions estivales sont logiquement très contraignantes pour la truite fario (Figure 5).

Tableau 11 : Bilan thermique estival du contexte de l'Aix en 2016 vis à vis du preferenda de la truite fario (étude piscicole préalable au contrat de rivière Aix Isable, FDPPMA42)

Cours d'eau/station	T°C moy moy30j	T°C moy max30j	Période la plus chaude 30 j max
été 2016			
Ban Labouré	15,6	15,9	16 août au 15 septembre
Boen Fontdidier	14,9	16,7	15 août au 14 septembre
Boen Chantelot	15,9	17,5	15 août au 14 septembre
Machabré Péa	15,8	18,2	15 août au 14 septembre
Font d'Aix Fican	16,1	18,0	15 août au 14 septembre
Aix Gathion	16,1	17,6	15 août au 14 septembre
Aix La Recule	16,9	17,9	14 août au 14 septembre
Aix Chizonnet	17,7	18,9	17 août au 16 septembre
Aix Baffy	18,1	19,9	14 août au 13 septembre
Aix Crevants	19,8	21,5	14 août au 13 septembre
Isable Blanchardon	15,9	18,3	14 août au 13 septembre
Isable Le Pont	16,3	17,5	19 juillet au 18 août
Isable Les Longes	17,4	18,8	28 juin au 28 juillet

T°C moy moy30j : température moyenne des moyennes journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds.

T°C moy max30j : température moyenne des moyennes journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds.

Dans le Tableau 11 sont présentées les température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds de l'été 2016. La T°C moy moy30j permet de qualifier la thermie estivale pour la truite. Sur l'Aix, on voit que la situation devient limite dès Chizonnet mais devient nettement défavorable à partir de St Germain Laval (Notre Dame de Laval) et bien sûr, en plaine à Pommiers (les Crevants), les conditions sont très défavorables pour la truite. Sur l'Isable, seul le tronçon aval est potentiellement problématique pour la truite. En revanche, les autres secteurs d'études ne posent pas, *a priori*, de problème à la physiologie des truites en été.

7.2.2 Classes thermiques des cours d'eau sur la période estivale 2016 :

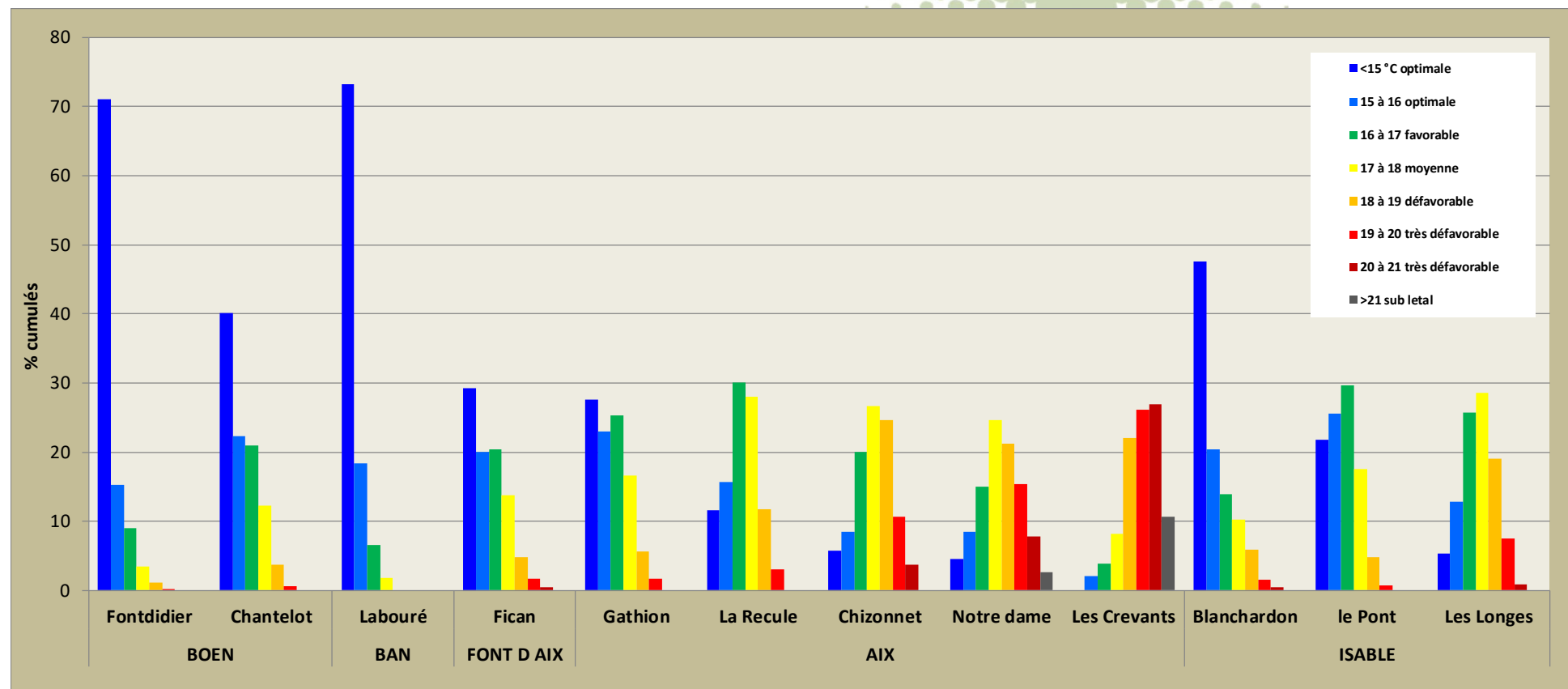


Figure 6 : Classes thermiques (% cumulées) des cours d'eau du bassin de l'Aix lors de l'été 2016

Les classes de températures vis-à-vis des préférences de la truite fario sont présentées dans la Figure 6. Le comportement thermique des cours d'eau en période estivale apparaît alors plus nettement. On voit bien en effet sur l'Aix que la limite aval de la zone de confort thermique de la truite fario semble se situer au niveau de Chizonnet (39% des gammes thermiques dans la zone peu à très défavorable >18°C) et la limite piémont plaine en amont immédiat de Saint Germain Laval (Notre Dame de Laval). A partir de là en effet, les gammes de températures se situent majoritairement dans la zone défavorable. Sur l'Isable, seule la station tout à fait en aval (Les Longes proche de la confluence avec l'Aix) affiche 27% des gammes thermiques dans la zone peu à très défavorable (>18°C).

7.3 Qualité des eaux et hydrobiologie :

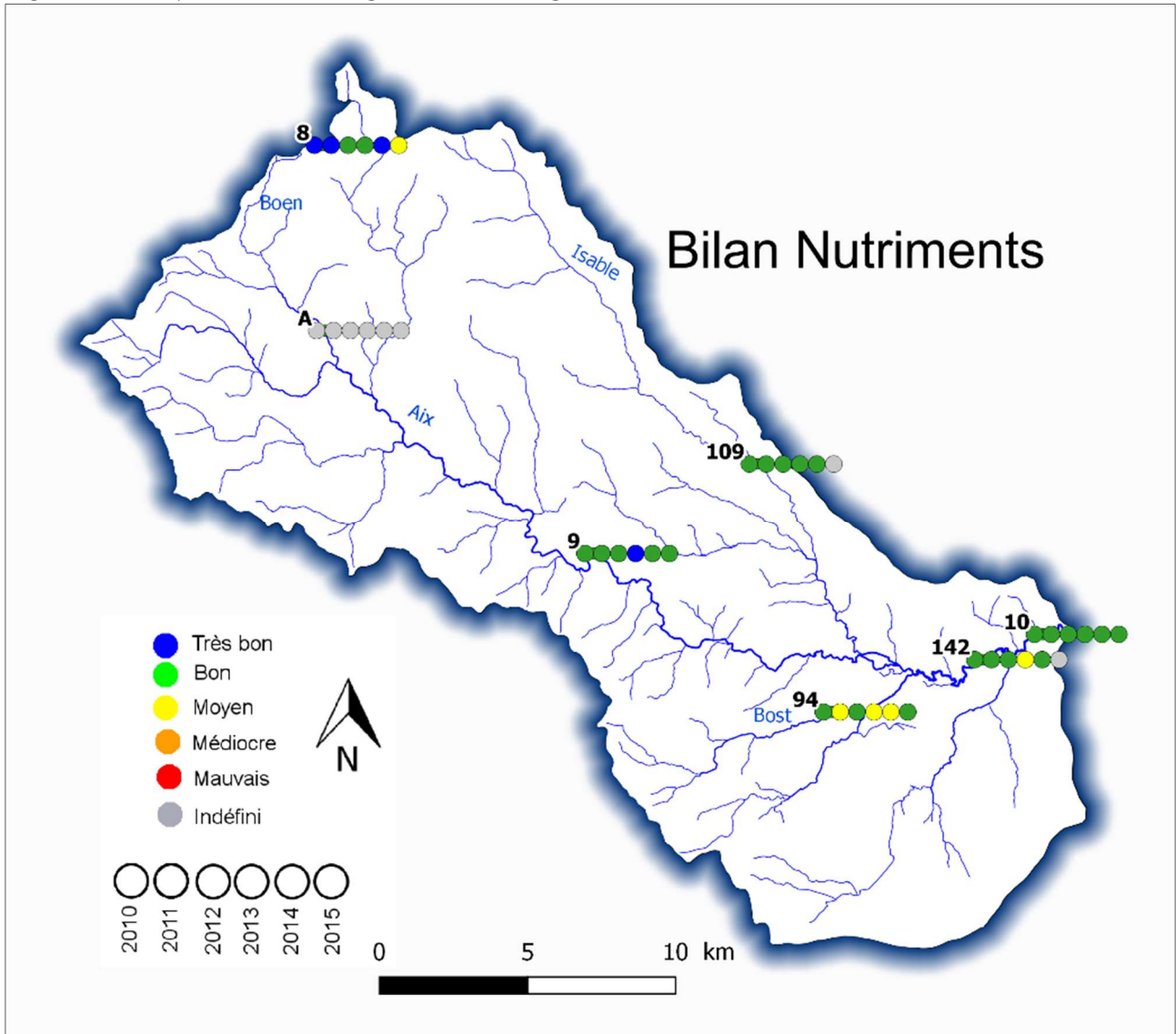
7.3.1 Bilan nutriments :

Sur l'**Aix**, les bilans nutriments (matières azotées et phosphorées) de 2010 à 2015 sur l'ensemble du cours d'eau sont de bonnes qualité (station 9, 142 et 10 de la Carte 4). Un seul déclassement est observé sur la station 142 (Aix à Verneuil amont A89) en 2013 (qualité moyenne).

Sur le **Boën**, amont (st8 amont pont de Barbe) la qualité est très bonne à bonne, à l'exception de l'année 2015 où le bilan passe en classe moyenne du fait d'une concentration plus élevée en phosphore total

Sur l'**Isable**, tous les résultats sont bons (station 109, le Trouillet). Ce cours d'eau est très préservé ; ce sont les étiages et les assecs estivaux par tronçons qui sont les plus problématiques pour le peuplement piscicole.

En ce qui concerne le **Bost** (station 94), plusieurs déclassements de qualité sont observés (2011, 2013 et 2014) du fait de valeurs de phosphore total élevées. Des rejets domestiques en amont du bassin (lagune de Cesay) seraient à l'origine de cette dégradation de la qualité de l'eau.



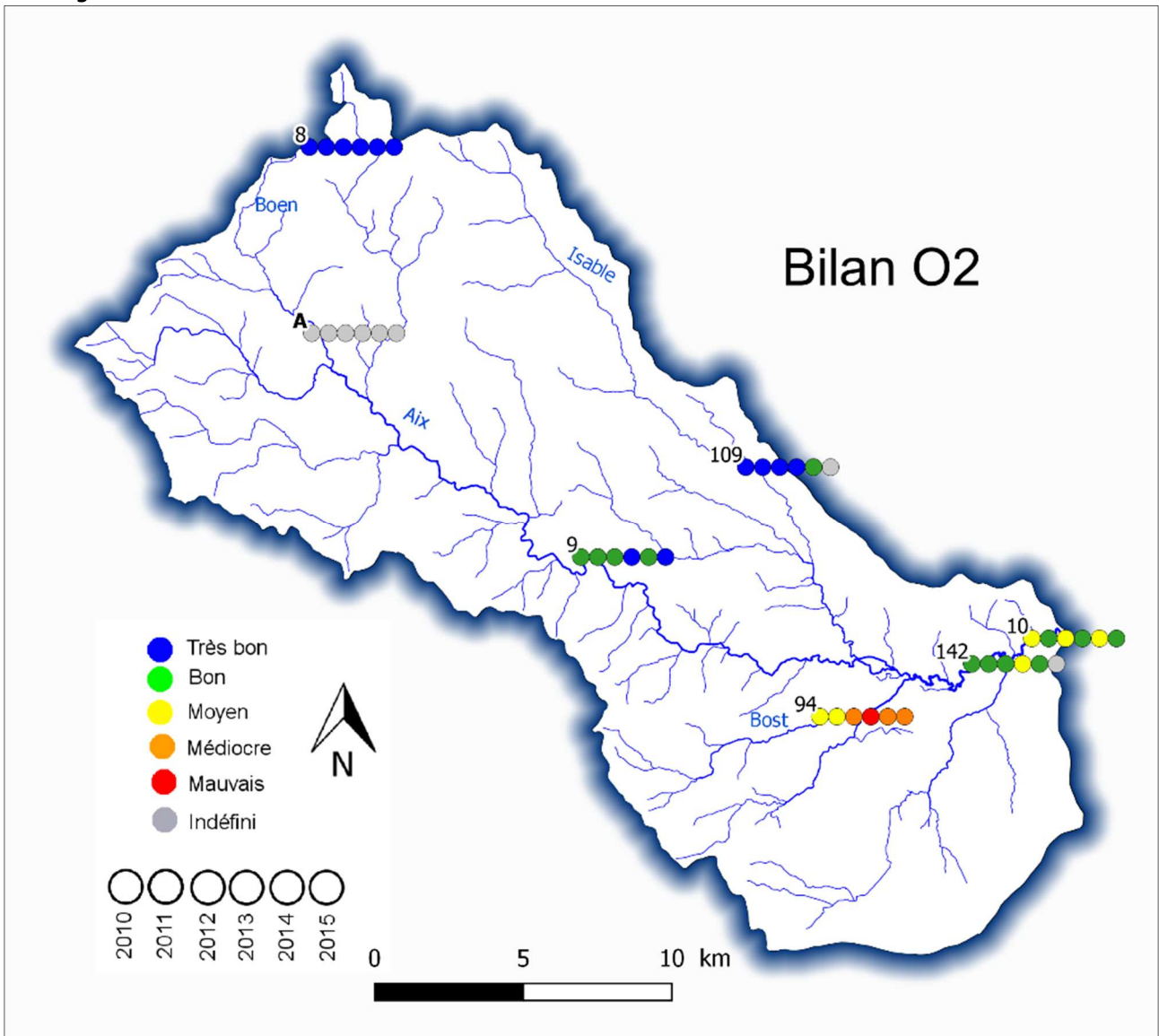
Carte 4 : Bilan Nutriments sur le contexte de l'Aix

7.3.2 Bilan oxygène

Sur le **Boën**, le bilan en oxygène est de très bonne qualité sur l'ensemble de la chronique de données (station 8 de la Carte 5). Il reste également très bon sur l'**Isable** jusqu'en 2013 et bon en 2014 (station 109).

Sur l'**Aix** les résultats sont plus nuancés, avec des qualités parfois moyennes, et ce plus particulièrement sur l'extrême aval du cours d'eau (station 10). Des valeurs de carbone organique dissous plus élevées engendrent ces déclassements. L'état écologique du cours d'eau reste malgré tout relativement bon.

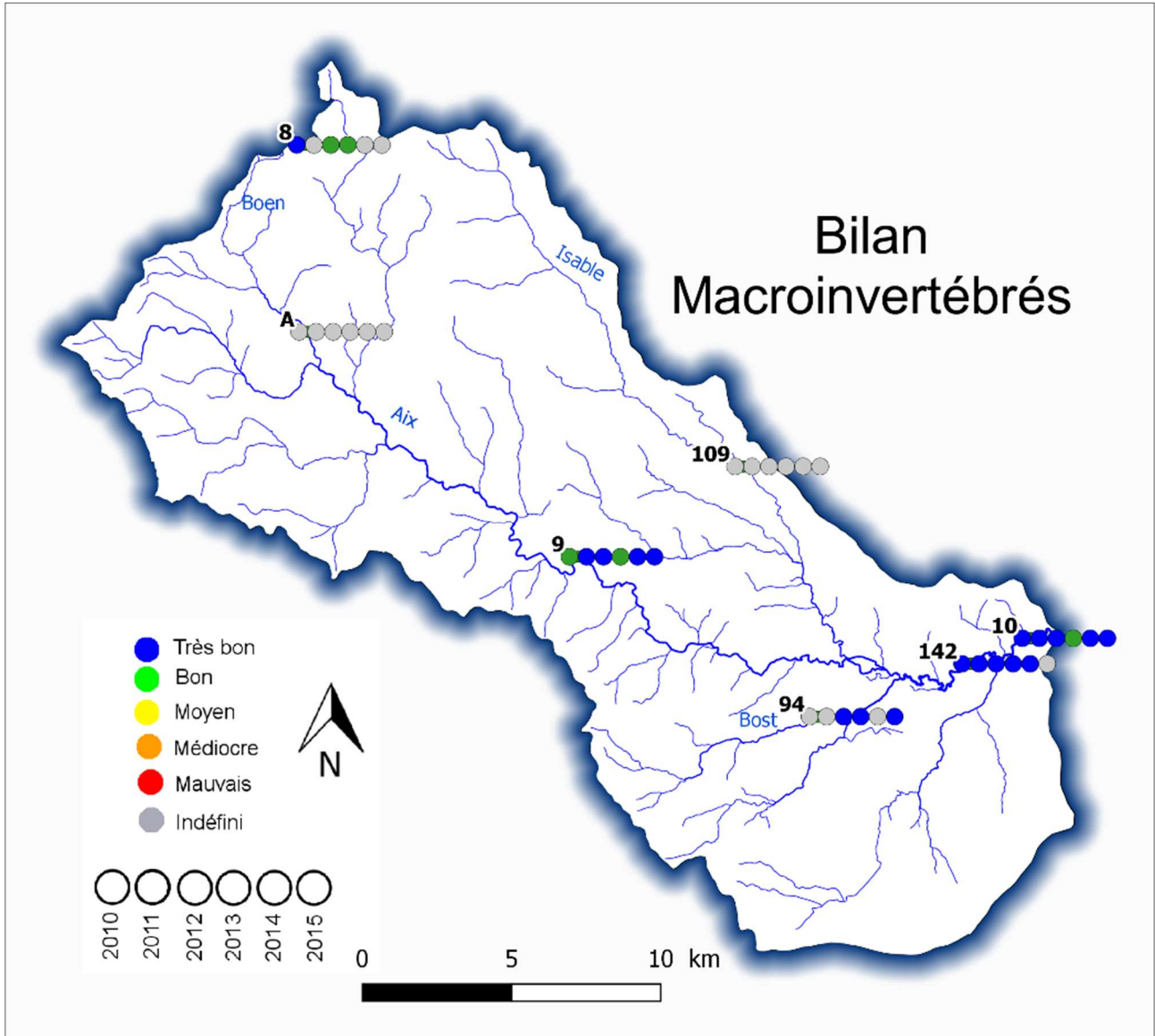
Sur le **Bost**, les bilans sont majoritairement médiocres du fait de valeurs de carbone organique dissous importantes. Celui-ci peut avoir pour origine des rejets domestique situés en amont combiné à une origine naturelle.



Carte 5 : Bilan oxygène sur le contexte de l'Aix.

7.3.3 Hydrobiologie et synthèse sur la qualité générale des eaux

En ce qui concerne les bilans hydrobiologiques réalisés sur le contexte de l'Aix, tous sont de qualités très bonnes à bonnes (Carte 6). En définitive, la qualité de l'eau et les mosaïques de microhabitats des cours d'eau de ce bassin restent globalement bonnes. Cela dit, l'analyse des taxons prélevés montre que ces derniers tendent à être plus polluo-résistants dans la plaine (station 10 ; Aix à Saint-Georges-de-Baroille), alors que davantage de taxons sensibles sont présents sur la zone de piémont (station 9 ; Aix à Grézolles). La qualité de l'eau tend donc à se dégrader légèrement selon un gradient amont aval.



Carte 6 : Bilan hydrobiologique sur le contexte de l'Aix

Même si les données sur la qualité des eaux présentées ici sont assez parcellaires, la connaissance globale du territoire que nous avons confirmée le fait que ce bassin versant est globalement préservé d'un point de vue physico-chimique et hydrobiologique. Il existe bien sûr quelques problèmes connus de dégradation ponctuelles des eaux (Boen : Station AEP ; Ban : rejet STEP St Just en Chevalet ; Isable : lagune de Moulin Chérier ; Aix : Lagune de St Germain Laval ; Bost lagune de Cesay ; Onzon : impact des étangs...).

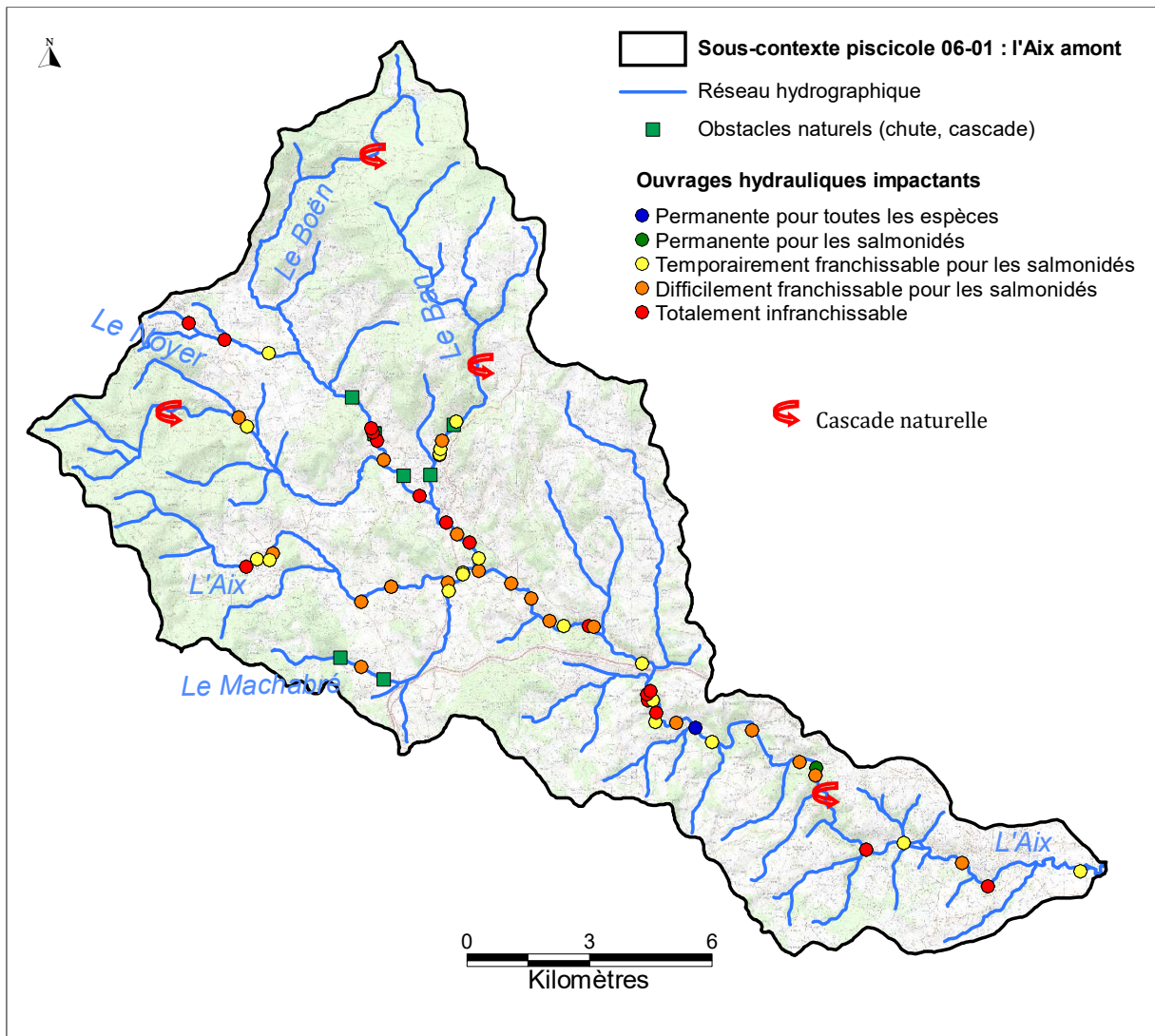
On peut cependant considérer que la physico-chimie des eaux n'est pas un facteur limitant de la production piscicole sur ce bassin versant.

7.4 Continuité :

7.4.1 Sous-contexte de l'Aix amont :

Sur le cours principal de l'Aix, la continuité écologique est altérée : 26 ouvrages sont recensés. Parmi ces derniers, 7 sont totalement infranchissables et 10 difficilement franchissables pour les espèces salmonicoles (Carte 7 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La densité globale de seuils est plus faible à partir de Grézolles. Deux secteurs où la continuité piscicole est beaucoup plus altérée se détachent : en aval de Saint-Marcel-d'Urfé et en aval de Saint-Just-en-Chevalet jusqu'à Juré. Les seuils totalement infranchissables sont concentrés sur ces deux secteurs.

Les affluents comme le Noyer et le Machabré sont davantage préservés mais le Machabré est déconnecté dès sa confluence avec la Font d'Aix pour le passage busé de l'ouvrage routier RD86. En revanche, le secteur aval du Boën concentre également de multiples ouvrages infranchissables. Sur ces têtes de bassin versant, des obstacles naturels sont également présents (Carte 7). Sur l'Aix, entre Moulin Nigon (amont Saint-Germain-Laval) et la prise d'eau de la microcentrale de Chizonnet, il existe deux ressauts naturels sur roche mère (cascade) infranchissables à difficilement franchissables.

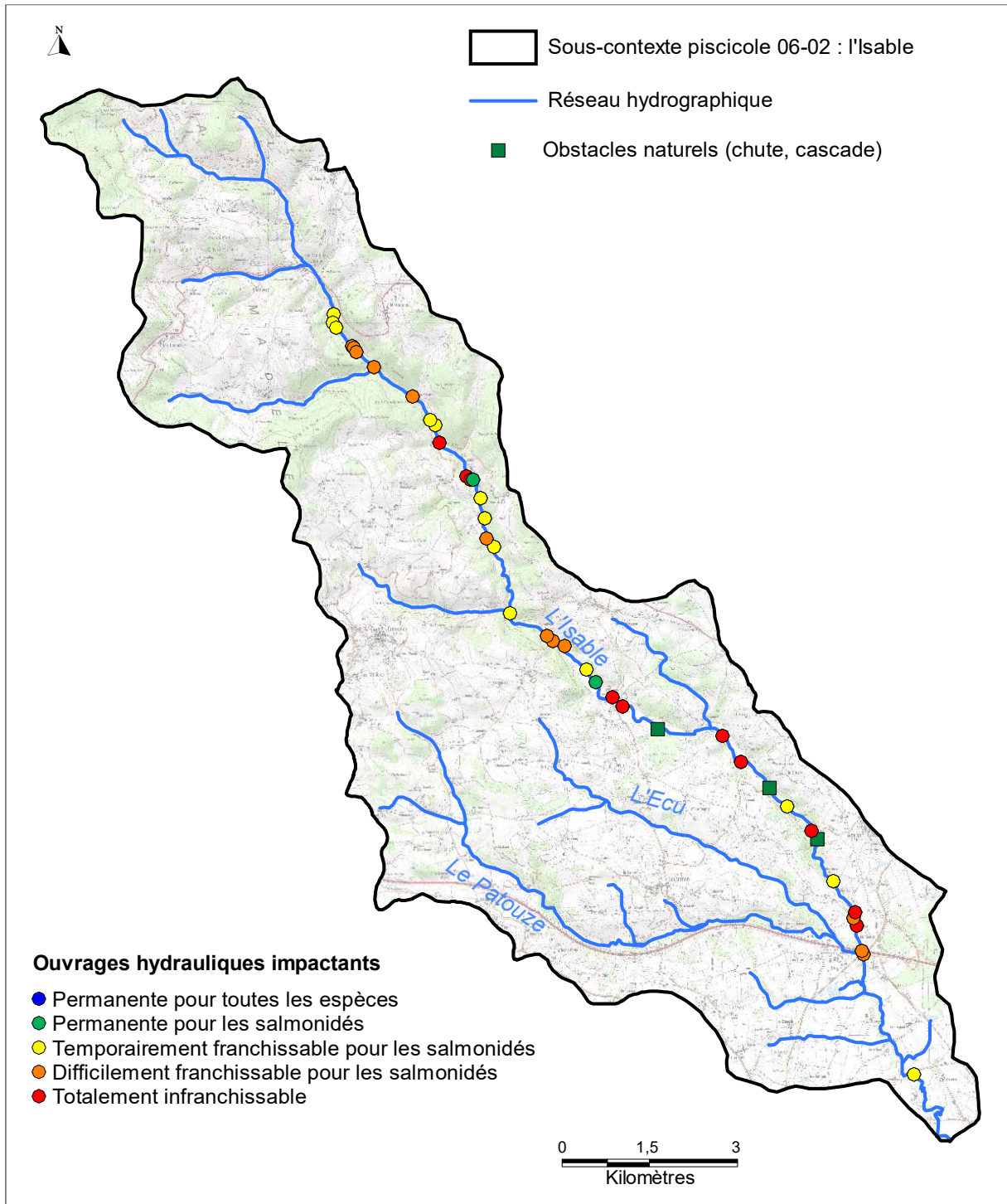


Carte 7 : Ouvrages sur le sous-contexte piscicole de l'Aix amont (source : CESAME)

Le Noyer amont est déconnecté naturellement par des cascades au niveau de la Croix de Meaux, le Boën amont au niveau de l'amont du captage de Pont de Barbe, Le Ban en amont de l'ancien captage du bois de Boulle.

7.4.2 Sous-contexte de l'Isable

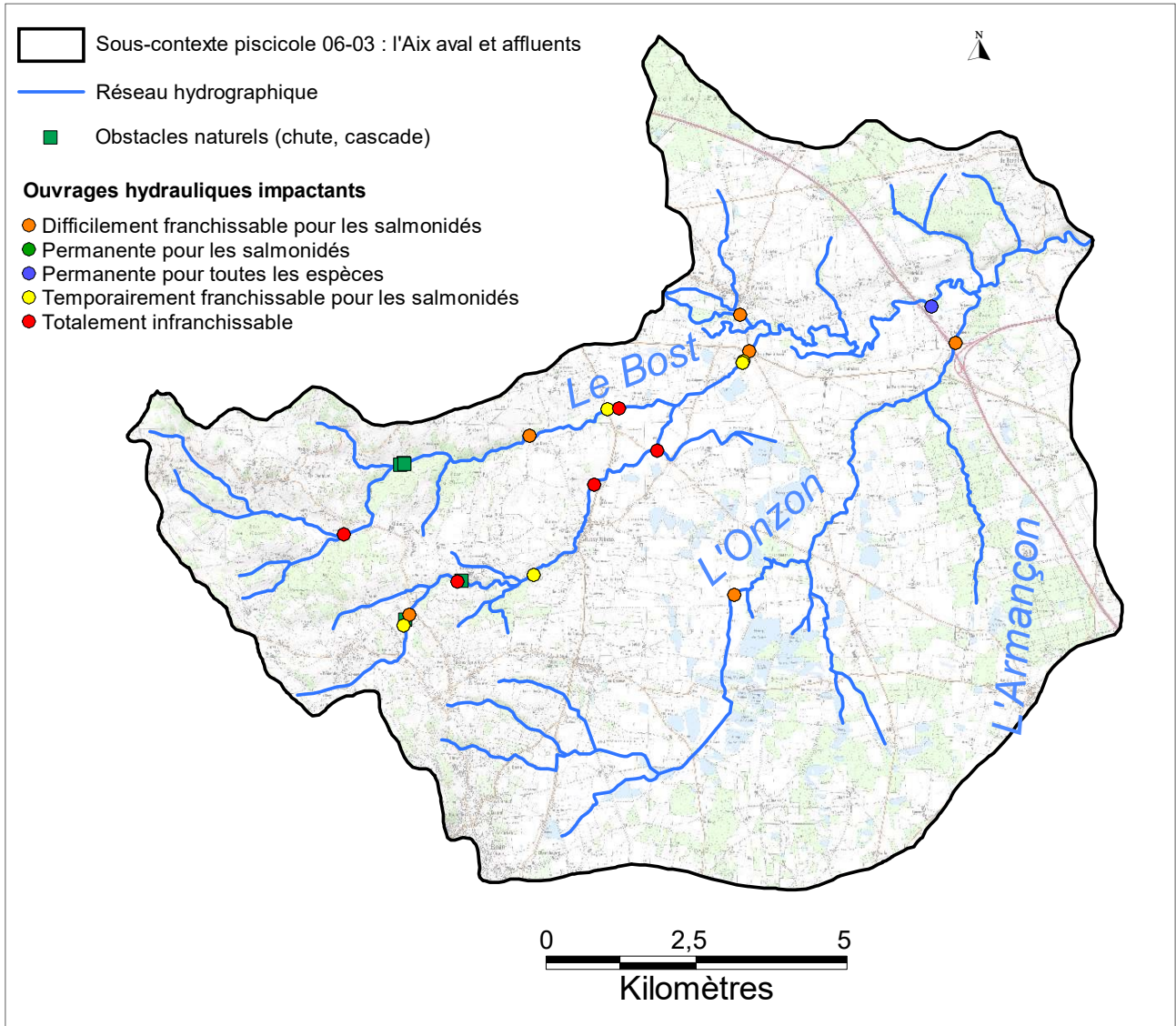
Sur le cours de l'Isable, 37 seuils artificiels sont recensés : 10 sont des ouvrages totalement infranchissables et 12 des ouvrages difficilement franchissables pour les salmonidés (Carte 8). La continuité piscicole peut être considérée comme très altérée dans ce contexte où l'hydrologie est un facteur très pénalisant. En effet, cela freine les possibilités de reconquête et recolonisation piscicole après les épisodes d'assecs depuis les zones refuges existantes.



Carte 8 : ouvrages sur le sous-contexte piscicole de l'Isable (source : CESAME)

7.4.3 Sous-contexte de l'Aix aval et ses affluents

Sur le sous-contexte piscicole de l'Aix aval, le Bost et son principal affluent présentent plusieurs ouvrages infranchissables (Carte 9). Sur l'Onzon, deux ouvrages difficilement franchissables sont présents (dont le premier se situe près de la confluence avec l'Aix). Un verrou important subsiste sur l'Aix aval : le seuil de Pommiers : ce dernier déconnecte l'Aix avec la Loire.



Carte 9 : ouvrages sur le sous-contexte piscicole de l'Aix aval (source : CESAME)

7.5 Peuplement piscicole en place :

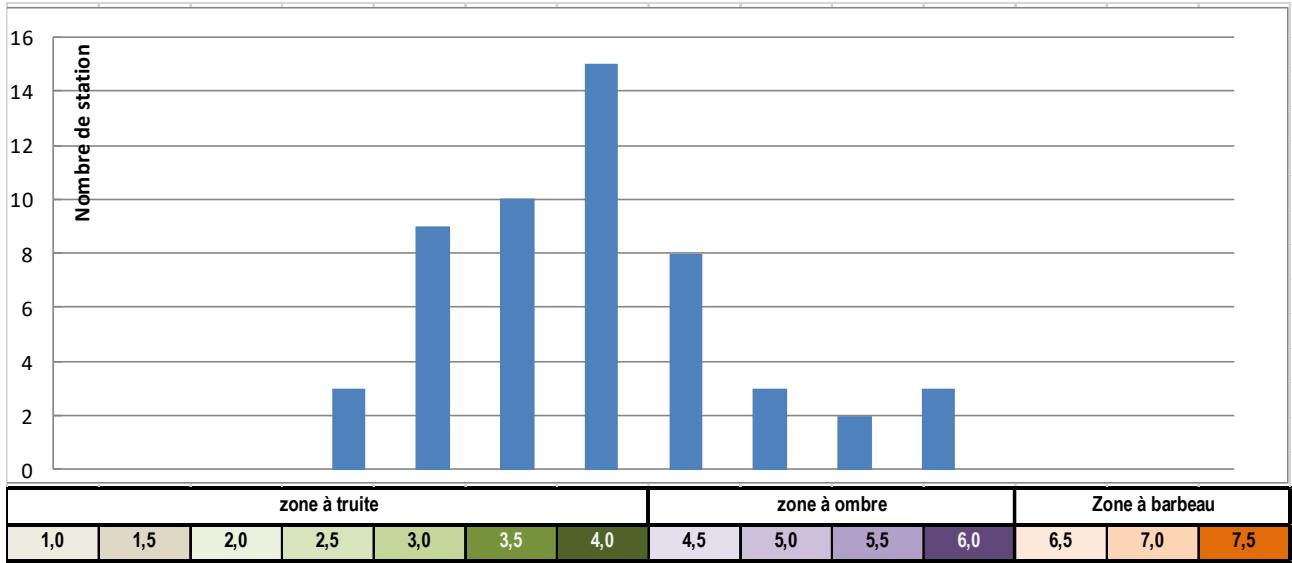


Figure 7 : répartition des stations en fonction du Niveau Typologique Théorique de Verneaux et de la zonation piscicole sur le bassin de l'Aix et des Gouttes de Sac et de Charvet.

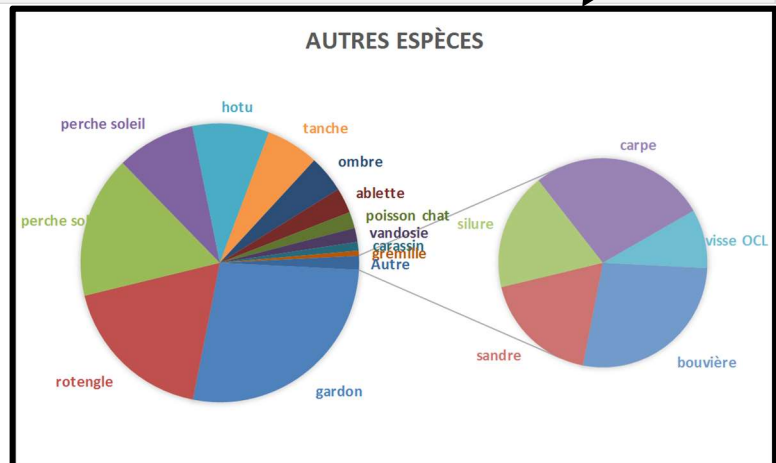
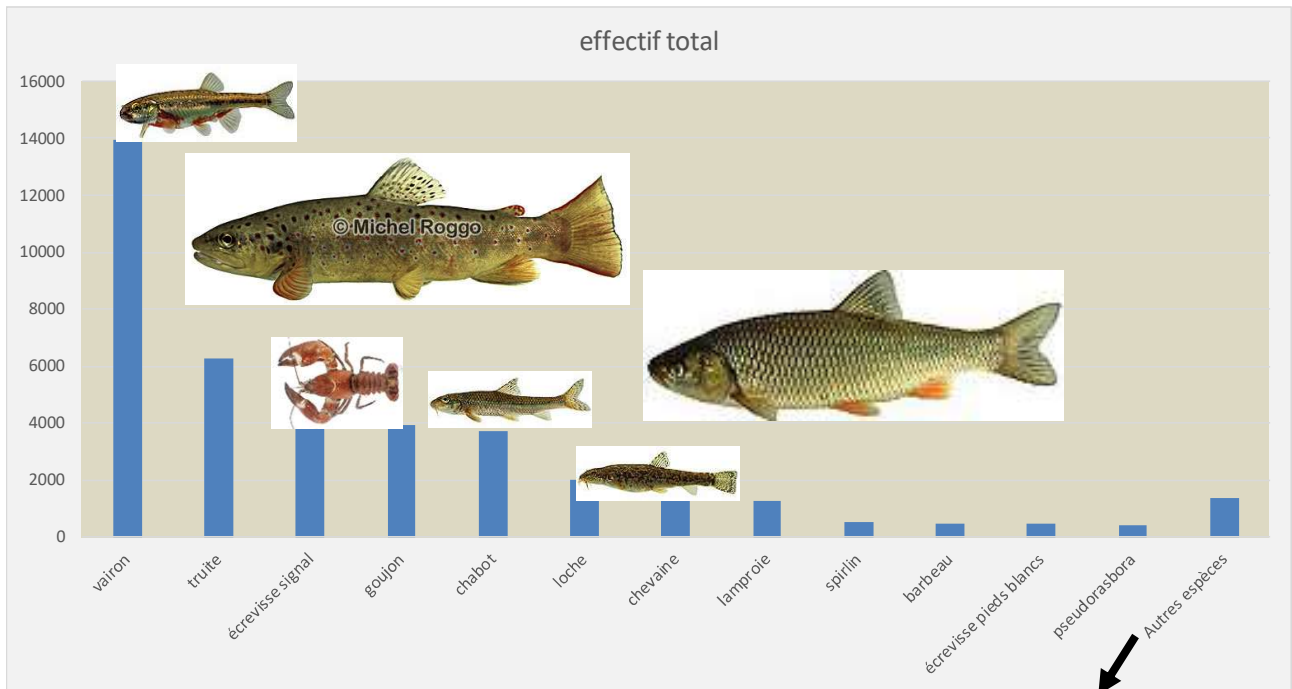


Figure 8 : Répartition du total des effectifs captures des différentes espèces de poissons et écrevisses sur l'ensemble des stations d'inventaires du bassin de l'Aix et des Gouttes de Sac et Charvet entre 1998 et 2016.

La majorité des sites échantillonnés depuis 1998 se situent dans la zone à truite (niveau typologique théorique entre B2.3 et B4) (Figure 7) et la zone à ombre commun (B4+ à B6). Huit espèces dominent largement les captures : le vairon, la truite, l'écrevisse californienne, le goujon, le chabot, la loche franche, le chevaine, la lamproie de planer en concordance avec la typologie (Figure 8). Elles représentent 92% des effectifs totaux des captures enregistrées depuis 1998. L'ombre commun est présent sur l'Aix mais il est issu d'introduction (Grés et al., 2006).

En plaine, dans la partie de plaine de l'Aix, on rencontre les cyprinidés rhéophiles classiques de la zone à ombre aval à savoir barbeau, hotu, vandoise (rostrée) et spirilin. Sur les affluents aval : Argent, Onzon, et sur l'Aix aval, de nombreuses espèces de plans d'eau sont recensées : gardon, rotengle, perche, perche-soleil, tanche, carpe, silure, sandre..., en lien avec les très nombreux étangs de la plaque d'Arthun.

7.6 Indice poisson Rivière :

La qualité piscicole globale au travers de l'Indice Poisson Rivière est donnée dans la Carte 10 et la Figure 9.

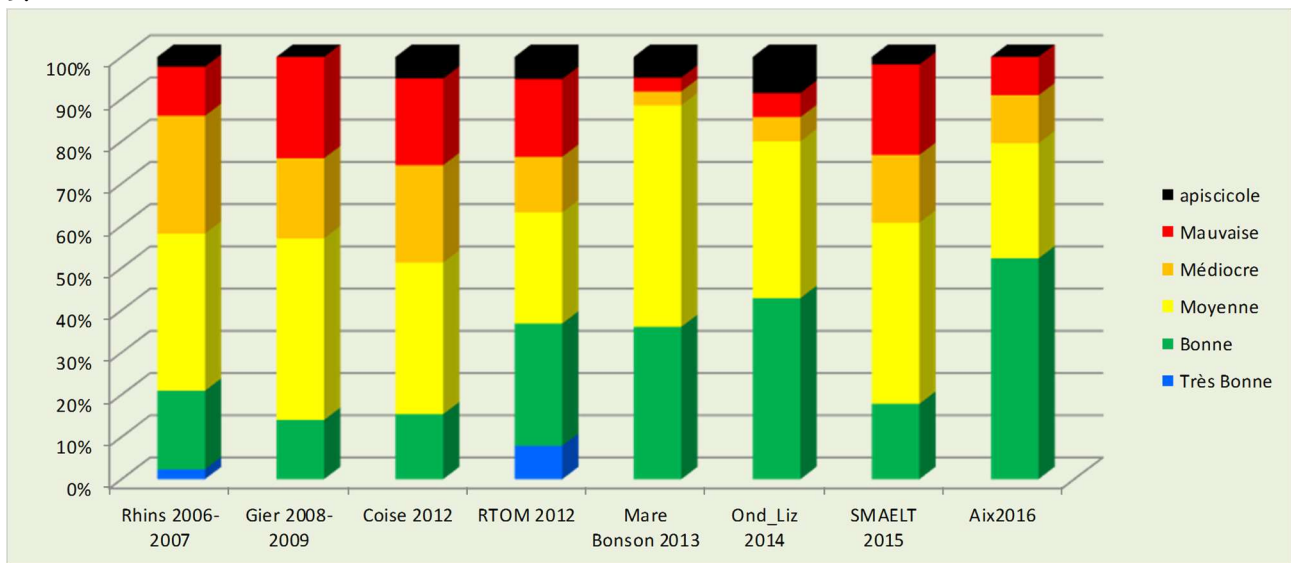
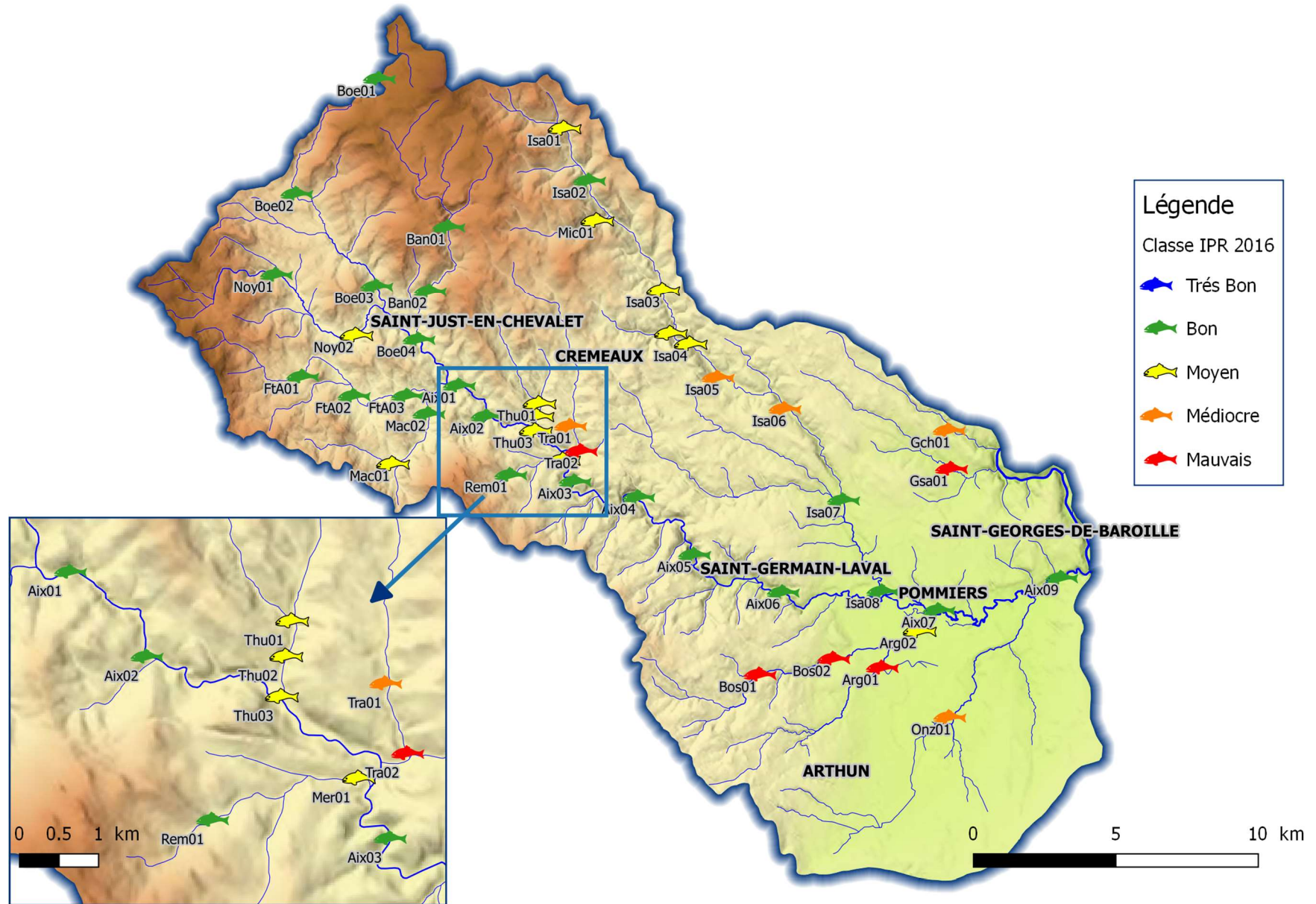


Figure 9 : Histogramme comparant les classes de qualité IPR de différentes études piscicoles réalisées par la FDAAPPMA42 (avec appui FDPPMA69) selon le même protocole dans la Loire par rapport aux résultats du bassin de l'Aix.

Les qualités IPR sur l'Aix en 2016 sur un total de 44 sites échantillonnés sont globalement (79.5%) en classe bonne (52.2%) ou moyenne (27.3%) attestant du non niveau global de préservation des habitats et de la qualité des eaux vus ci-avant.

En comparaison avec les études similaires effectuées sur les sous bassins versants hydrographiques de la Loire, le bassin de l'Aix apparait comme celui où les qualités IPR sont les meilleures. Cela tient aussi au fait que les espèces cibles accompagnatrices de la zone à truite notamment (chabot et lamproie de planer) sont bien présentes, ce qui n'est pas le cas forcément pour les autres bassins sur lesquels la répartition paléogéographique ou les impacts de la pollution des eaux ont conduit à une absence de chabot (Gier, Coise, Mare Bonson, SMAELT) et/ou lamproie (Gier, Coise, Ondaine)

Bien sûr ce constat doit être pondéré par les observations par sous unités hydrographiques. Si le bassin amont de l'Aix et l'Aix dans sa totalité est quasiment tout en classe bonne, ses petits affluents comme la Thuillère, le Tranlong, le Merderet sont de qualité moyenne à médiocre (peu d'espèces, effectifs réduits). Les affluents de plaine (Bost, Argent Onzon) sont clairement dégradés. L'Isable présentent aussi des qualités IPR moyennes à médiocre sur son axe médian en lien avec la déconnexion avec le peuplement de l'Aix du fait du cloisonnement artificiel par des seuils totalement infranchissables et les phases d'assecs de 2015.



Carte 10 : Indice Poisson Rivière sur du bassin de l’Aix et des Gouttes de Sac et Charvet en 2016

7.7 Abondances en truites fario :

Les densités (ind/ha) et biomasses (kg/ha) observées sur le bassin de l'Aix et des Gouttes de Sac et Charvet sont données dans les Figure 10 et Figure 11.

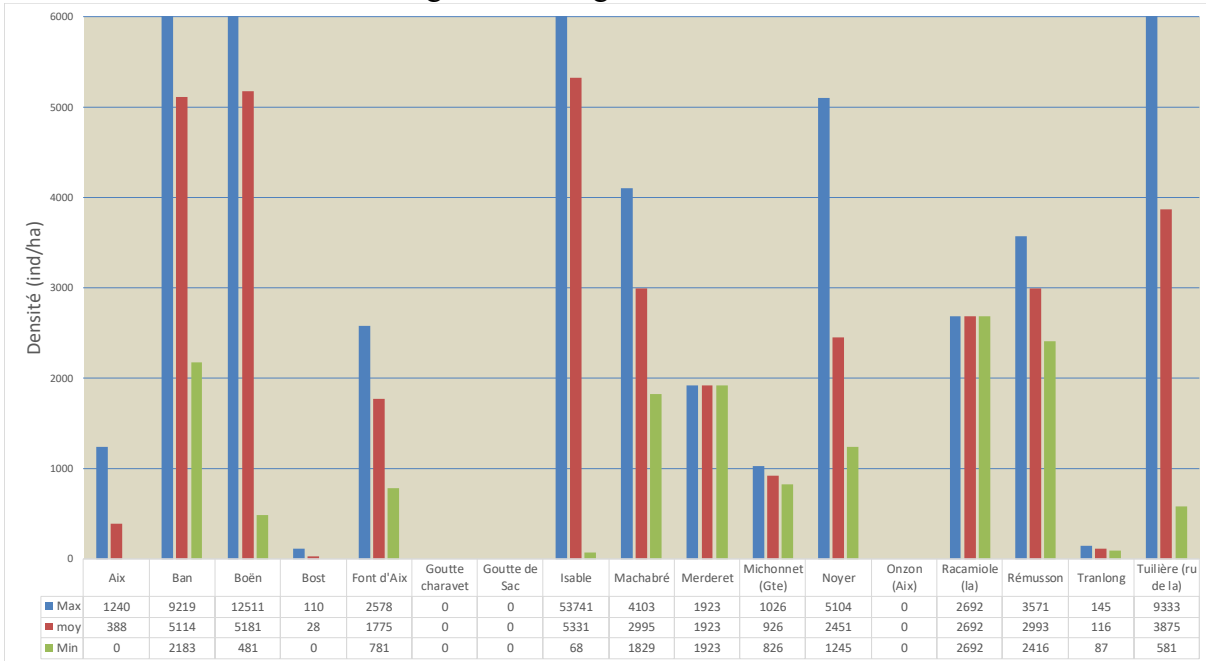


Figure 10 : Densités en truites fario sur les cours d'eau des bassins de l'Aix et des Gouttes de Sac et Charvet en 2016

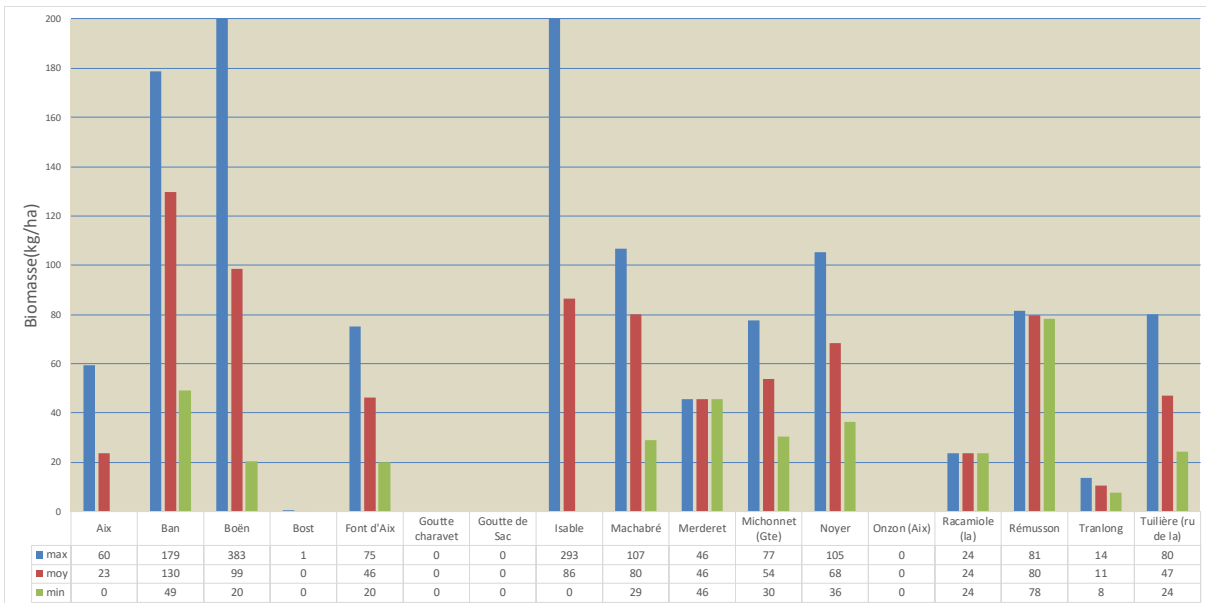


Figure 11 : Biomasses en truites fario sur les cours d'eau des bassins de l'Aix et des Gouttes de Sac et Charvet en 2016

Les densités et les biomasses en truites sont très variables suivant les milieux et les années. Les plus fortes valeurs sont enregistrées sur le Ban (2183 à 9219 ind/ha pour une biomasse comprise entre 49 et 179 kg/ha), le Boen (481 à 12511 ind/ha et 20 à 383 kg/ha). Le record de densité est noté sur l'Isable (53741 ind/ha ; 293 kg/ha sur la station de Blanchardon Isa01 en juin 2009).

A l'opposé, Gouttes de Sac et de Charavet, Onzon et Argent et la partie terminale de l'Aix ne possèdent pas de population de truite.

Le niveau salmonicole de l'axe Aix entre Moulin Gathion et St Germain Laval est jugé plutôt faible à très faible (388 à 1240 ind/ha et 23 à 60 kg/ha).

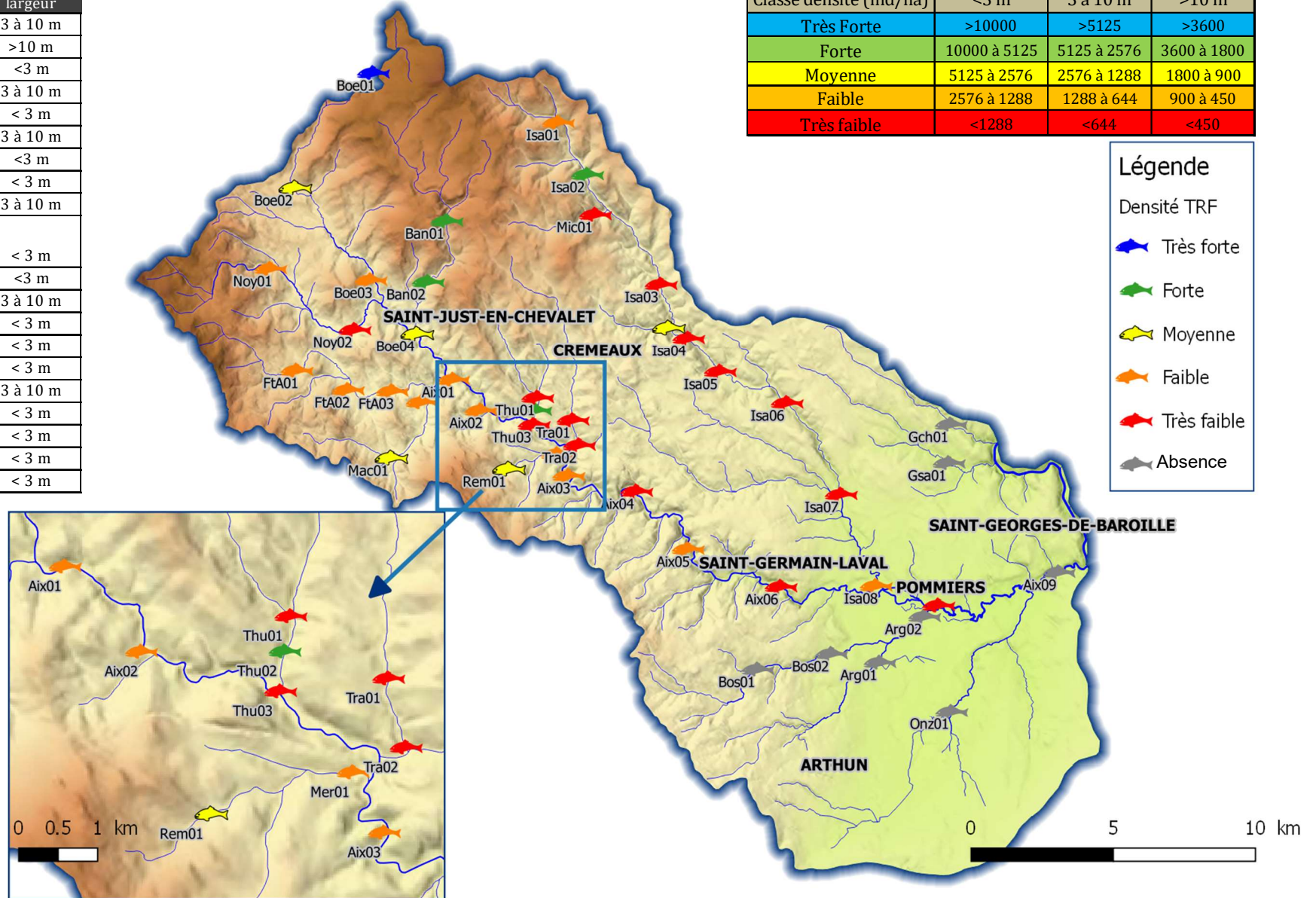
Cours d'eau groupe station	gamme largeur
Aix01 à 05	3 à 10 m
Aix 06 à 09	>10 m
Argent	<3 m
Ban	3 à 10 m
Boen 01 et 02	< 3 m
Boen 03 et 04	3 à 10 m
Bost 01 et 02	<3 m
03	< 3 m
Font d'Aix 02	3 à 10 m
Goutte Sac et Charavet	< 3 m
Isable 01	<3 m
Isable 02 à 08	3 à 10 m
Machabré	< 3 m
Merderet	< 3 m
Michonnet	< 3 m
Noyer	3 à 10 m
Onzon	< 3 m
Rémusson	< 3 m
Tralong	< 3 m
Tuilère	< 3 m

Classe densité (ind/ha)	<3 m	3 à 10 m	>10 m
Très Forte	>10000	>5125	>3600
Forte	10000 à 5125	5125 à 2576	3600 à 1800
Moyenne	5125 à 2576	2576 à 1288	1800 à 900
Faible	2576 à 1288	1288 à 644	900 à 450
Très faible	<1288	<644	<450

Légende

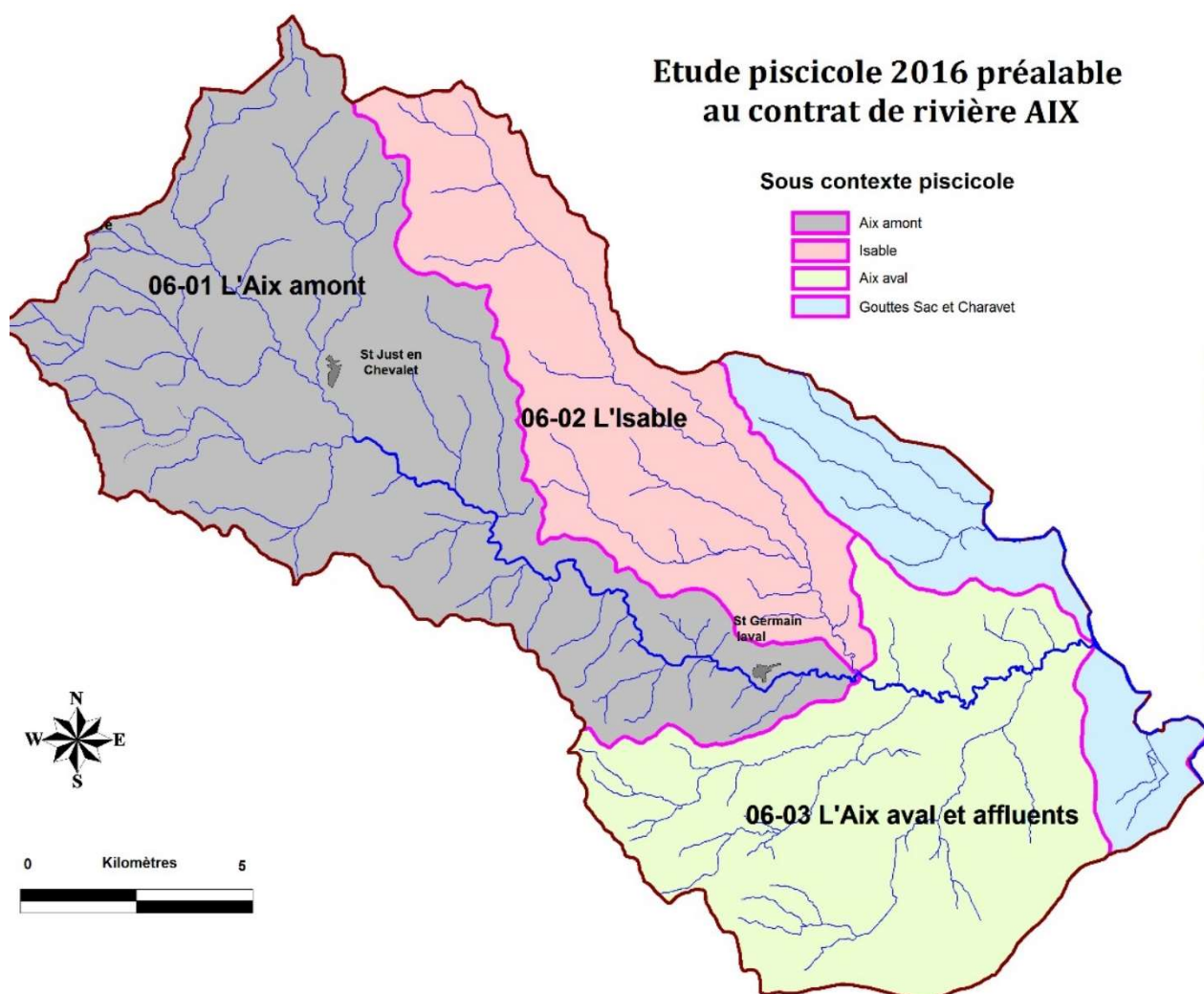
Densité TRF

-  Très forte
-  Forte
-  Moyenne
-  Faible
-  Très faible
-  Absence



Carte 11 : Classes de densité en truites fario sur le bassin de l'Aix et des Gouttes de Sac et Charavet en 2016

8 Diagnostic par contexte piscicole :



Carte 12 : Découpage des contextes piscicoles de l'Aix.

Le bassin versant de l'Aix a été découpé en 3 contextes piscicoles :

- L'Aix amont comprenant l'ensemble du réseau hydrographique amont : Boën, Ban, Noyer, Font d'Aix, Machabré et affluents et l'Aix depuis Gathion (confluence Boën et Font d'Aix) jusqu'à la confluence avec l'Isable ;
- L'Aix aval depuis la confluence avec l'Isable jusqu'au confluent avec la Loire (queue de retenue de Villerest) et ses affluents Argent et Onzon ;
- Enfin l'Isable et ses affluents des sources à la confluence avec l'Aix.

8.1.1 Sous-contexte salmonicole 06-01 : L'Aix amont

8.1.1.1 IPR et diagnostic de l'ensemble du cortège d'espèces

Sur l'Aix amont, les scores IPR sont qualifiés de bons (Figure 12). Le classement en très bonne qualité en 2012 sur la station du Château d'Aix provient d'une densité totale d'espèces légèrement plus élevée.

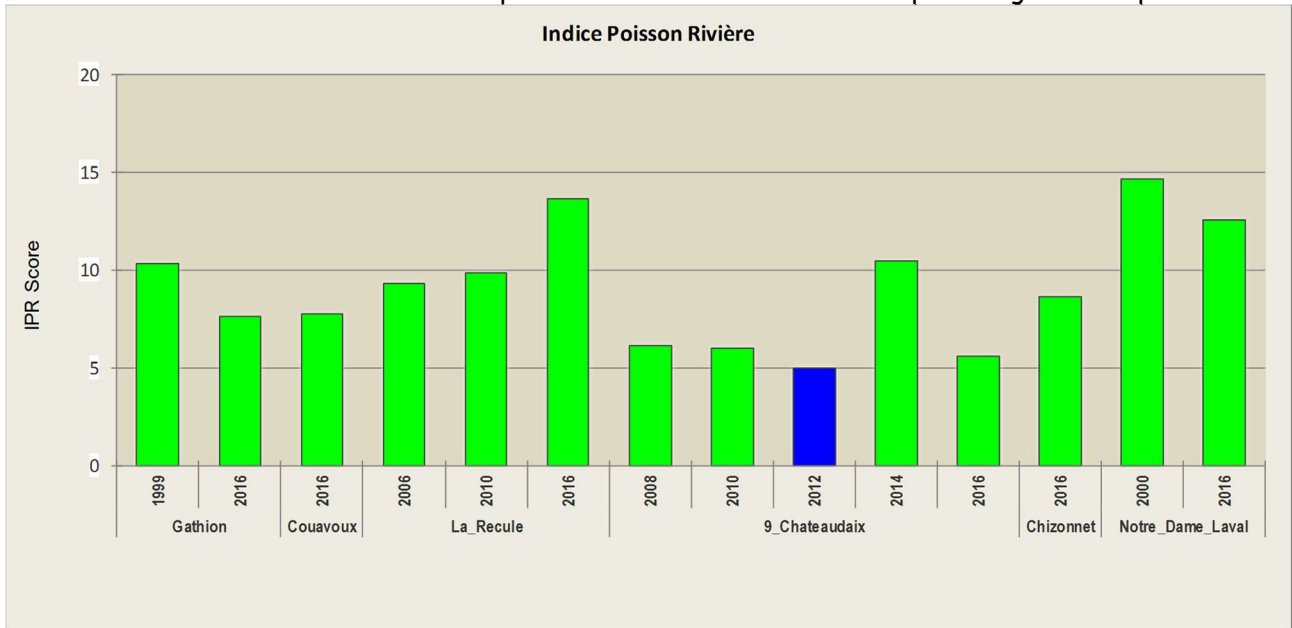


Figure 12 : Evolution de l'IPR de l'Aix amont entre Gathion et saint Germain Laval

La Rivière Aix

Au niveau de Gathion, le peuplement observé en 2016 comprend chabot, truites, lamproies de planer, vairons et loches comme lors du dernier inventaire assez ancien en 1999 (pêche du CSP). Le goujon est absent en 2016. Les abondances sont inférieures au potentiel théorique sauf pour les lamproies (Figure 13). Seul le débit estival, en réduisant les habitats, est à même d'expliquer cette sous représentation car la qualité d'eau et la thermie sont favorables.

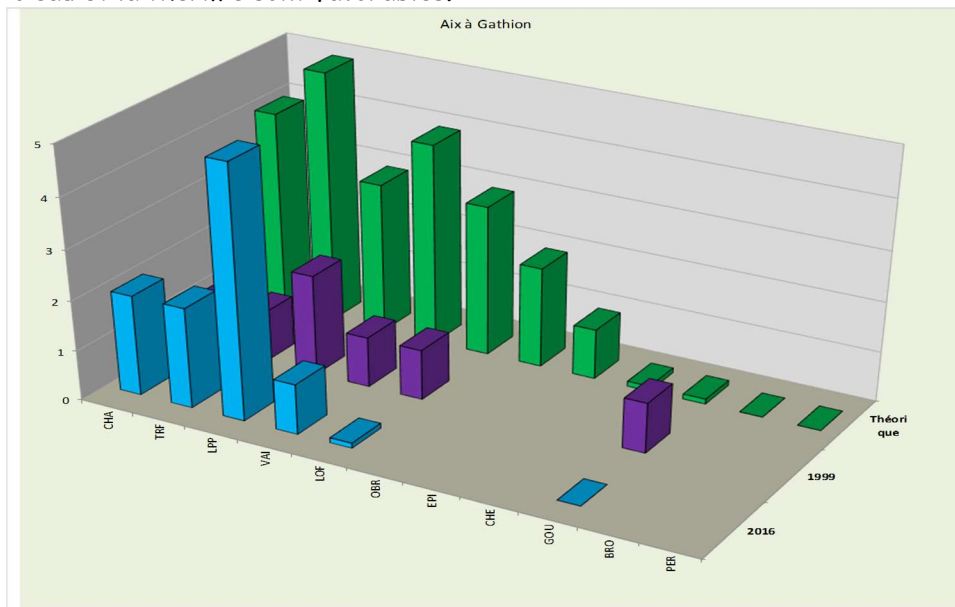


Figure 13 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix sur la station de Gathion (NTT : B3.5).

Au niveau de Couavoux, le peuplement de l'Aix est comparable à celui de Gathion. Le niveau d'abondance en chabot et lamproies et comparable au théorique, la truite est sous représentée ainsi que la loche franche. Le goujon refait son apparition (Figure 14).

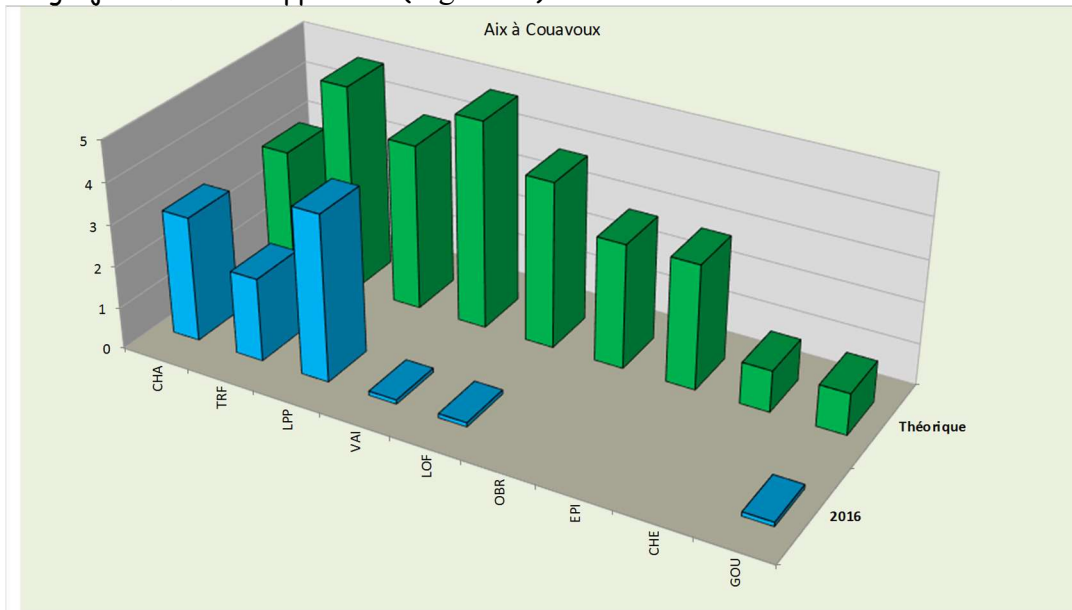


Figure 14 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix sur la station de Couavoux (NTT : B3+/4).

A La Recule, les faciès d'écoulement de la station sont différents (gros blocs sur radiers variés), le peuplement de l'Aix est surtout composé de chabots, lamproies et truites, vairons et loches étant sous représentés (Figure 15). L'ombre commun, capturé en 2006 et 2010 par la FDAAPPMA42 car la station intégrée un faciès plat courant, n'a pas été repris en 2016. Il est pourtant toujours présent d'après les pêcheurs, même si les effectifs sont très faibles.

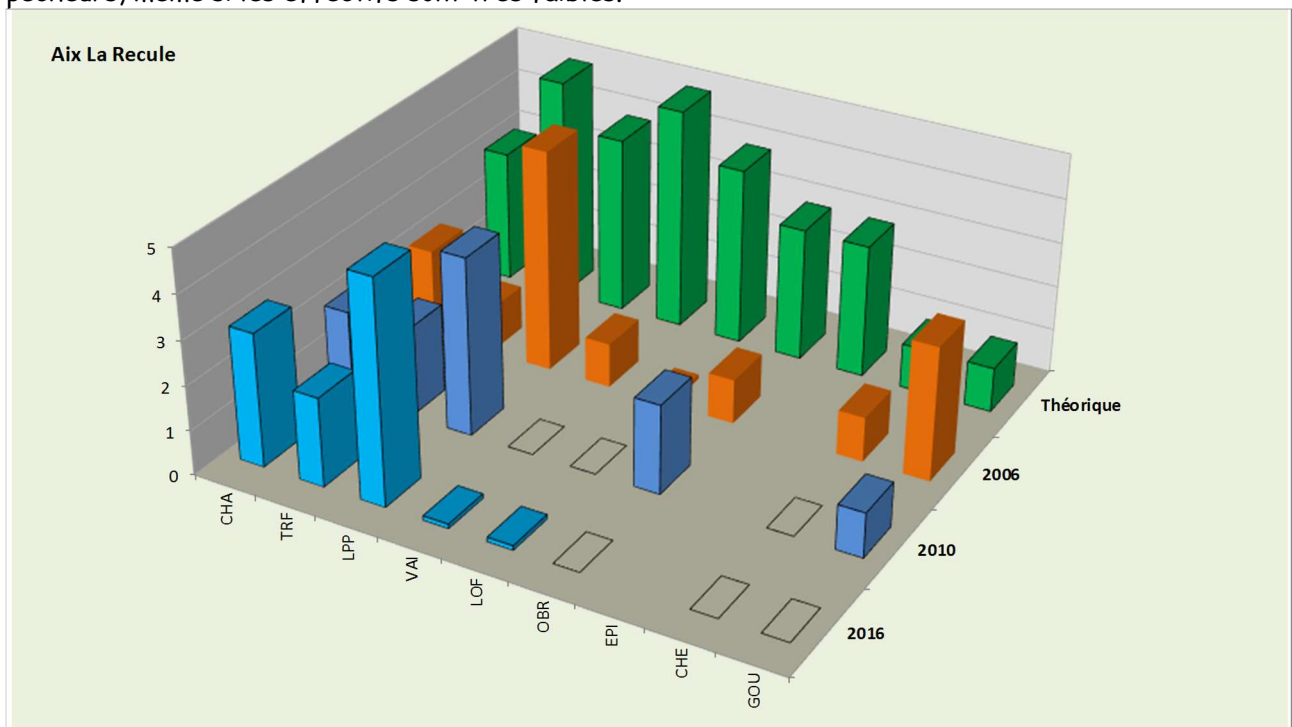


Figure 15 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix sur la station de la Recule (NTT : B4).

L'Aix au Château d'Aix est suivie par l'ONEMA, pour la période récente de 2008 à 2016, les espèces présentes correspondent à celle des peuplements théoriques du niveau typologique du cours d'eau estimé à B4 (Figure 16) : chabot, truite, lamproie de planer, vairon, loche-franche, ombre commun (issu d'introduction mais dont la reproduction est avérée), chevaine et goujon sont présents. Les abondances observées de chacune restent cependant faibles par rapport aux théoriques. L'espèce repère, la truite fario, est également sous-représentée. Aucune espèce non élective du milieu n'est présente, les espèces résilientes (loche, chevaine etc.) ne sont pas en surabondance (pas d'impact de matières organiques ou réchauffement des eaux).

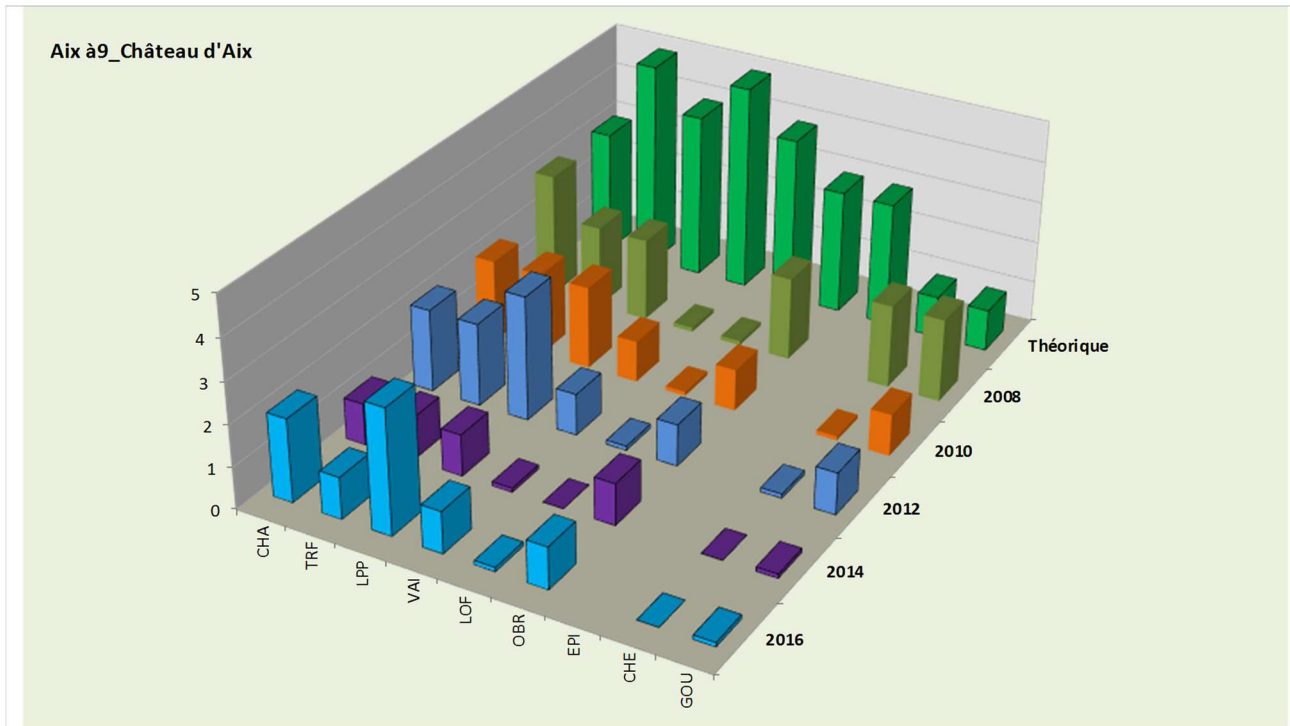


Figure 16 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix sur la station 9_Château d'Aix (NTT : B4).

Par rapport aux données de 2008, on observe peu de changement de la structure du peuplement.

En 1998, des inventaires réalisés par l'ENSA de Toulouse (Baran *et al.*, 1999) donnait une image comparable du peuplement attestant de la stabilité et de la qualité du milieu depuis 18 années.

La station de l'Aix à Chizonnet est située dans le tronçon court-circuité en aval de la prise d'eau de la microcentrale. Il s'agit d'un secteur à rupture de pente de type gorge avec passage sur roche mère et gros blocs. La station est située en amont de la centrale hydroélectrique et en amont immédiat d'un verrou rocheux constituant un obstacle infranchissable pour la plupart des poissons. Chabot, truite, lamproie, vairon et loche sont présents mais les niveaux d'abondances observés sont bien en deçà des potentialités (Figure 16). Le milieu est clairement naturellement défavorable au vairon et à la loche. Par contre, les habitats salmonicoles sont bons et pourtant sous exploités.

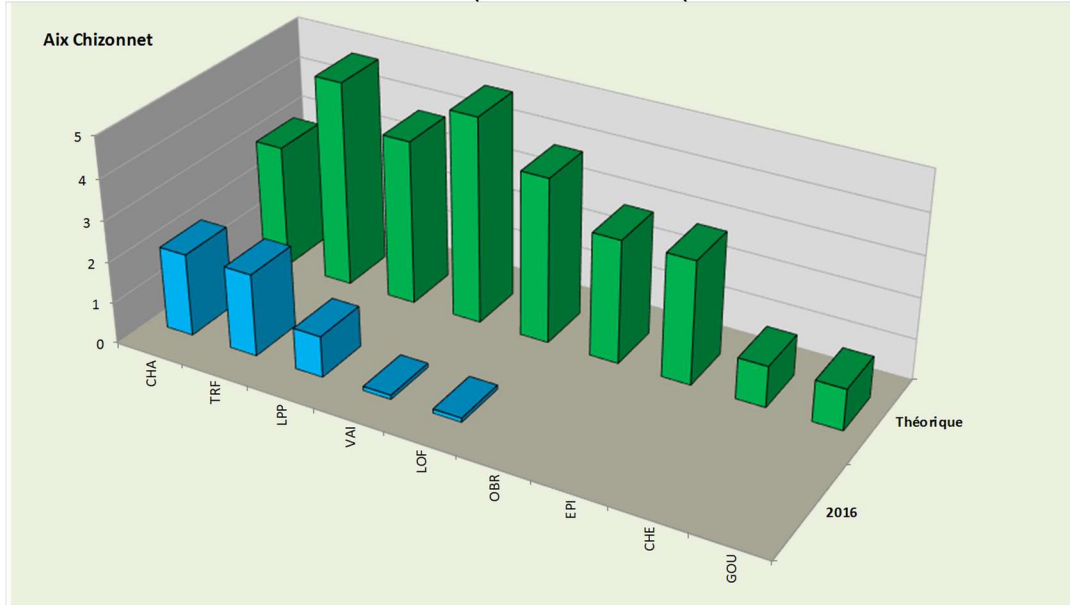


Figure 17 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix sur la station de Chizonnet (NTT : B4).

Des données anciennes du CSP de 1990 et 1995 donnaient une image encore plus dégradée de la population de truites. En ce sens les valeurs observées en 2016 semblent plus proches de la capacité d'accueil du milieu.

En amont immédiat de St Germain Laval, l'Aix (station Notre Dame de Laval) comprend 7 espèces. La station se situe quasiment au niveau de la limite piémont et plaine. Le niveau typologique (zone à ombre) devrait théoriquement contenir barbeau, hotu, vandoise et spirin (Figure 20). En fait le peuplement est cloisonné avec la plaine par la présence du barrage de Peuvergues. Le niveau en chabot et lamproie est assez bon, très faible pour truites, vairons et loches, moyens pour le goujon et le chevaîne.

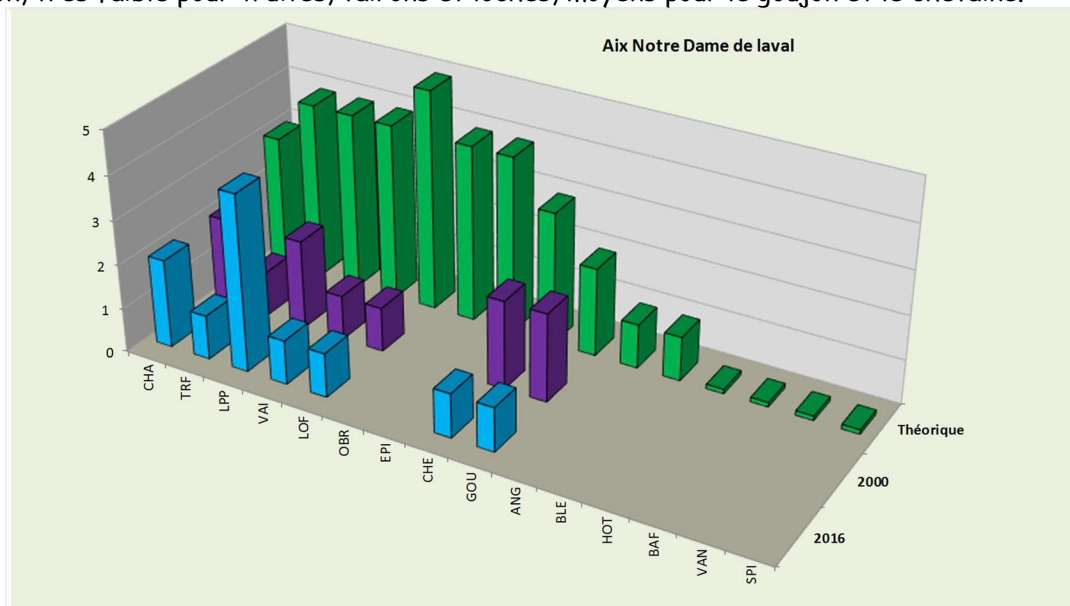


Figure 18 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix sur la station de Notre Dame de Laval (NTT : B4+/5).

Les affluents amont de l'Aix :

Les résultats IPR de la **Font d'Aix** sont en classe bonne mais les scores sont un peu plus élevés que sur l'Aix en raison de la densité d'individus tolérants supérieure à celle attendue (en l'occurrence la densité des loches-franche). Cela dit, ces résultats traduisent un milieu de bonne qualité (Figure 19).

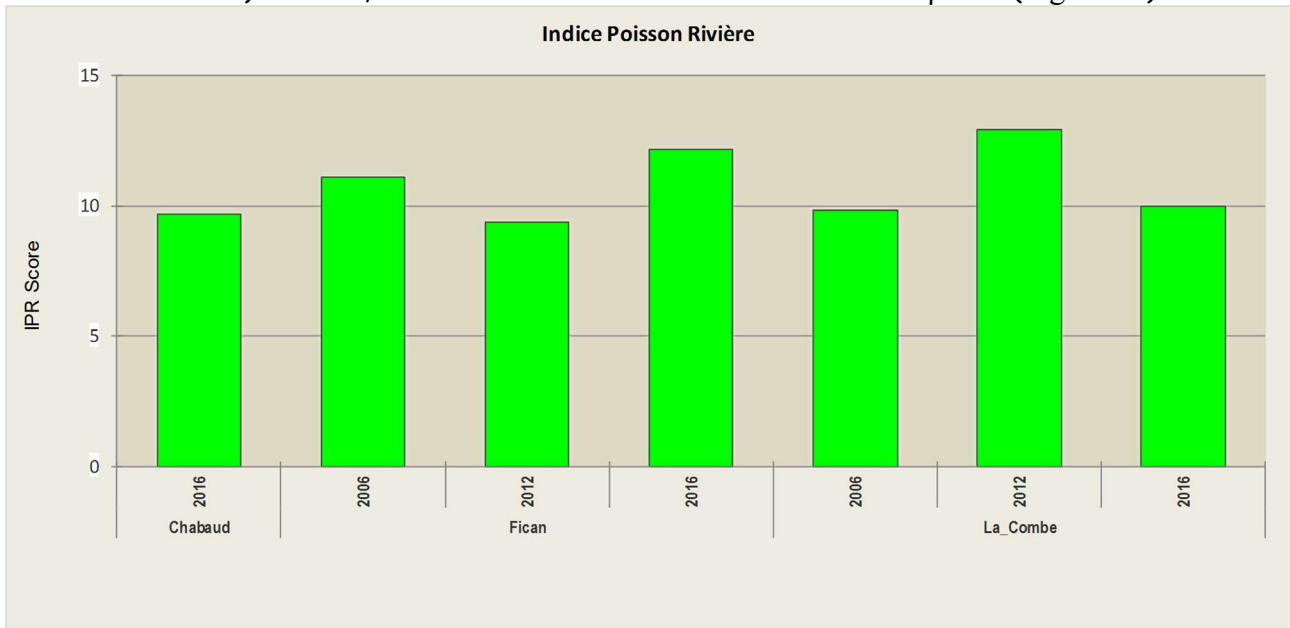


Figure 19 : Evolution de l'IPR de la Font d'Aix

En amont du plan d'eau de Chausseterre chabots, goujons, loches et truites sont présents (avec des écrevisses californiennes).

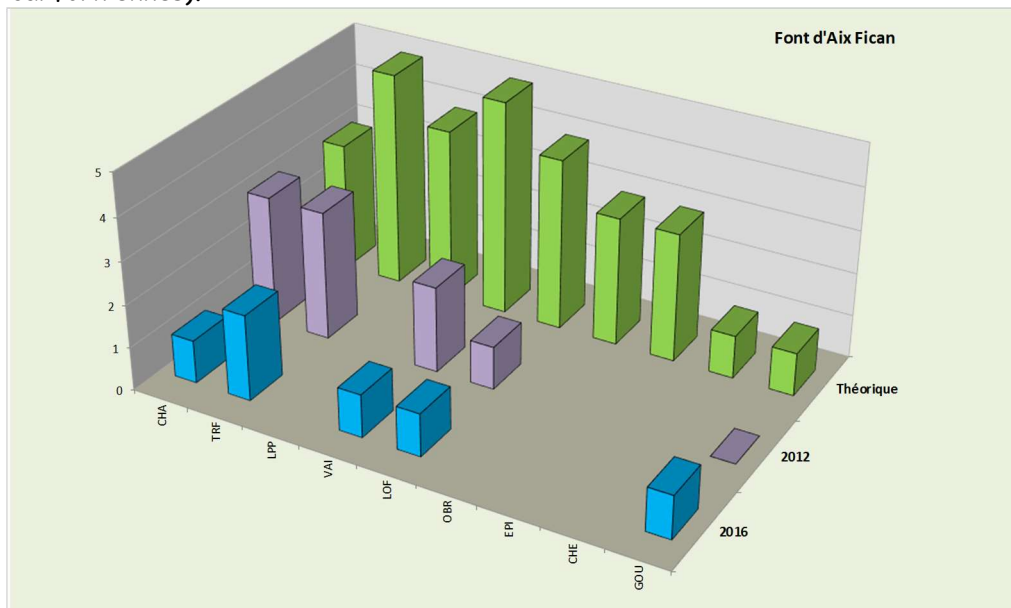


Figure 20 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de la Font d'Aix sur la station Fican (NTT : B4).

A Fican, le vairon apparaît en plus. On voit nettement (Figure 20) que les abondances observées de la Font d'Aix à ce niveau sont très inférieures à celles escomptées. Les conditions de milieu (habitat, qualité des eaux, thermie) étant favorables, ces faibles abondances ne doivent être reliées qu'aux conditions trophiques naturelles limitantes. Cette situation est assez similaire sur la station de la Combe un peu plus en aval.

Sur le **Boën**, la qualité des peuplements (chabots, loches, lamproies, truites et vairons) est également préservée, avec des IPR qualifiés de bons (Figure 21). On considère que c'est globalement un cours d'eau en bon état.

Le déclassé en classe moyenne en 2015 sur le Boën amont (8_Pierrebelle) s'explique par l'absence des vairons (toujours capturés les années précédentes). Sur la station la plus en aval (Chantelot), le passage en qualité médiocre en 2005 est lié à la présence anecdotique et non représentative de carpes et gardons.

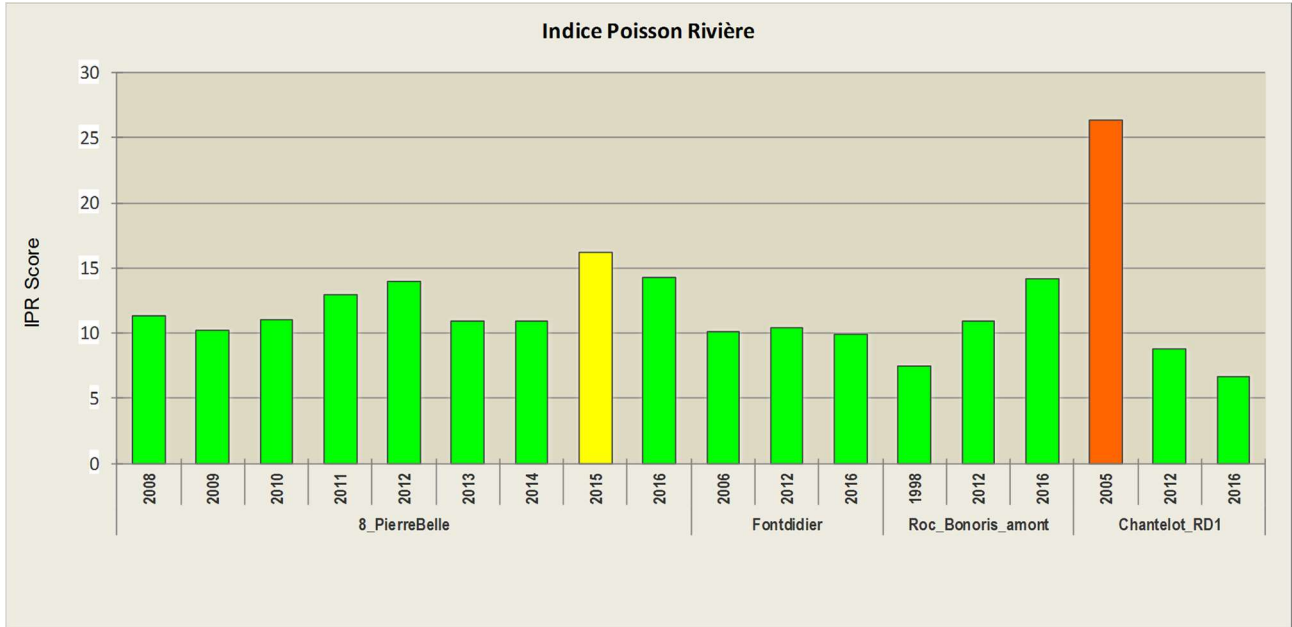


Figure 21 : Evolution de l'IPR sur le Boën

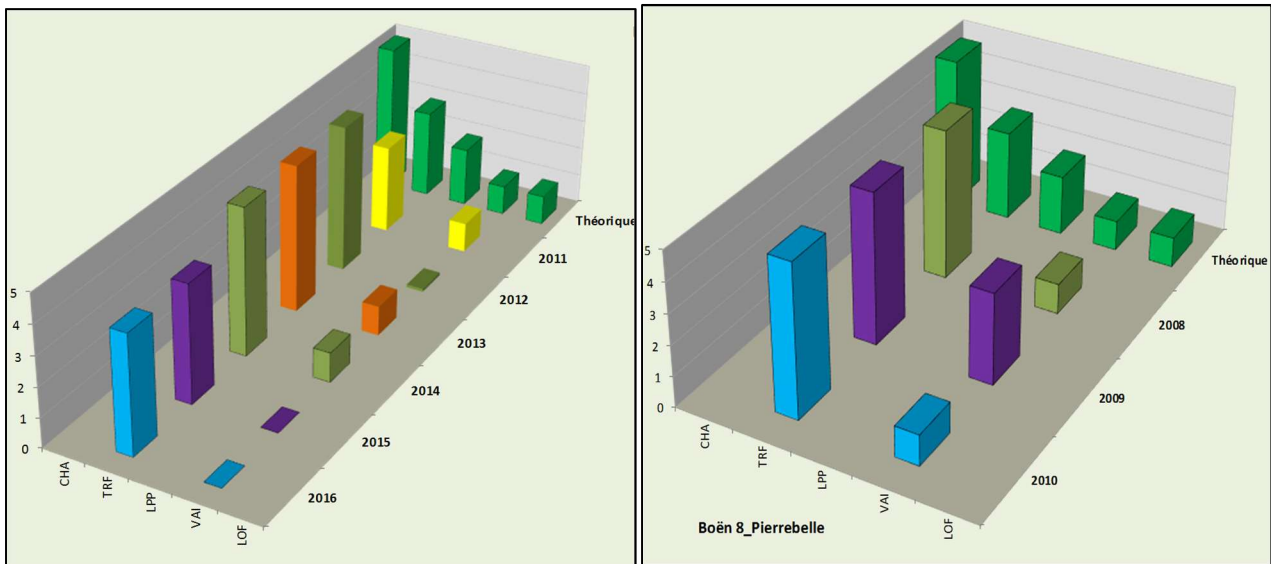


Figure 22 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés du Boën amont (8_Pierrebelle) (NTT : B2.5).

Le chabot et la lamproie sont absents du cours amont sur la zone de plateau (en aval du barrage du Gué de la Chaux : station 8_Pierrebelle ; cf. Figure 22). Il existe une rupture de pente, avec des rapides et mini chutes naturelles difficilement franchissables, en amont du pont de Barbe qui empêche la colonisation naturelle du chabot présent plus en aval. Seuls truites et vairons (en position apicale en lien avec le barrage) sont capturés, avec souvent la présence de perches-soleil dévalant du barrage. Le niveau d'abondances en truites et vairons est conforme au niveau théorique pour le niveau typologique considéré (zone à truite supérieure).

En aval de Blayot, le Boën perd de la pente et s'écoule en milieu prairial humide. Large de 3 à 6 m, la **station de Fontdidier** comprend une alternance de plats profonds et radiers avec des abris racinaires assez importants. Truites et chabots sont bien représentés (Figure 23), les abondances observées en 2016 étant supérieures à celle observées en 2006 notamment. L'absence de lamproies, malgré des habitats sablo-limoneux adéquats, est difficilement explicable. Ce milieu est considéré comme assez préservé et stable.

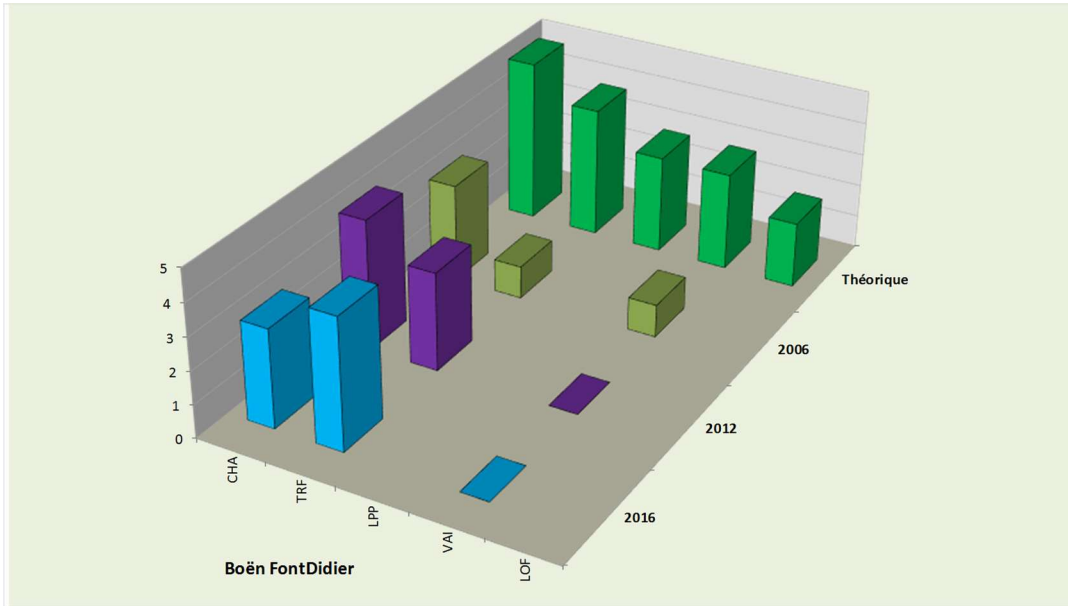


Figure 23 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés du Boën à Fontdidier (NTT : B3).

Le chabot est largement sous représenté en 2016 sur la station du **Boën au Roc Bonoris** (Figure 24) par rapport au théorique et aux données de 1998 et 2012. Le niveau salmonicole est moyen, lamproie, vairon et loche sont absents. Sur ce secteur, il y a peu d'habitats profonds, les abris sont également assez peu nombreux et sont en grande partie exondés en étiage (racinaires notamment).

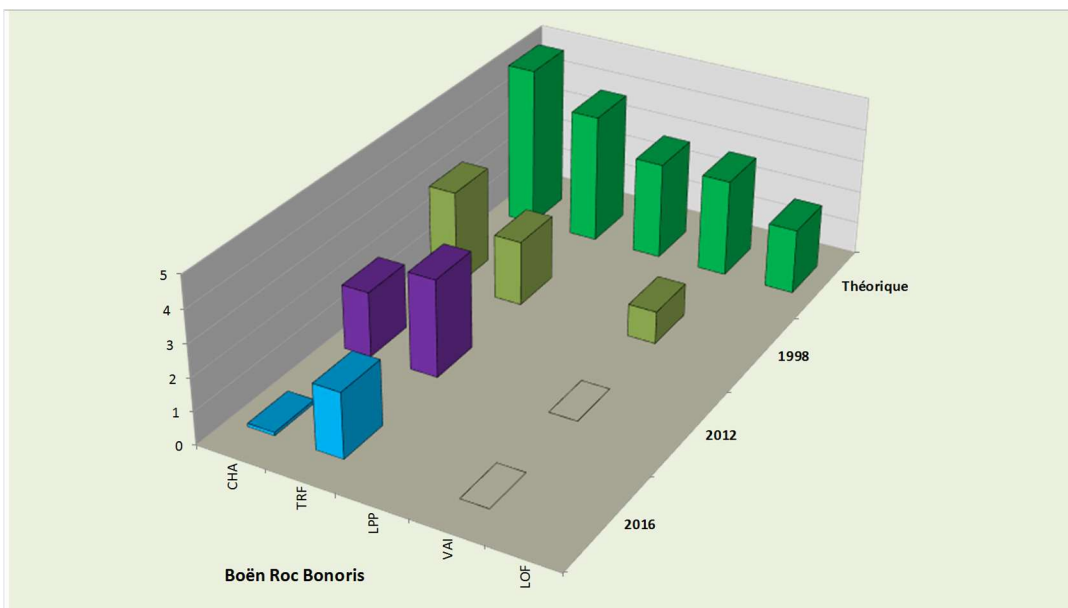


Figure 24 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés du Boën au Roc Bonoris (NTT : B3/3+).

Au niveau de la confluence avec le Ban (**station de Chantelot**), le Boën est un cours d'eau de 5 à 8 m de large dont les faciès découlement sont représentés par des radiers assez courts et de long plats courants. La disponibilité en abris est assez moyenne surtout composés de système racinaires rivulaires.

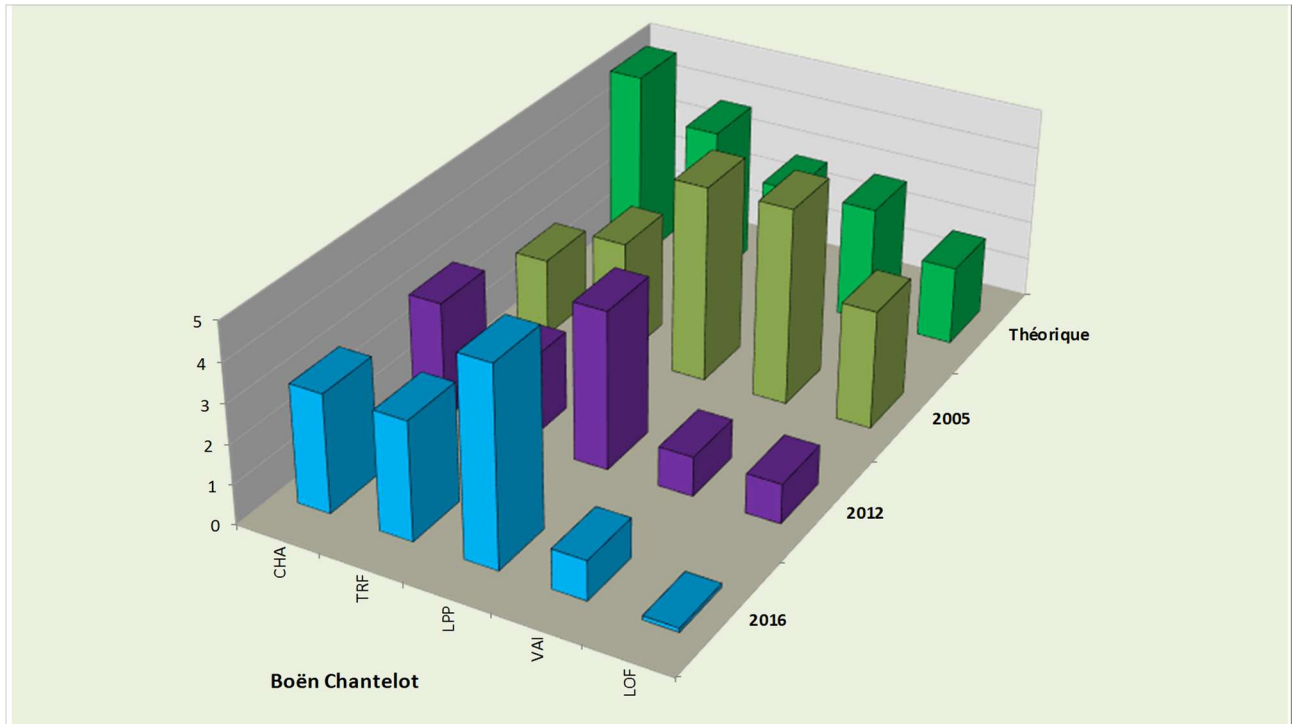


Figure 25 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés du Boën à Chantelot (NTT : B3/3+).

Le peuplement s'étoffe enfin avec les espèces classiques en plus de chabot et truite : lamproie, vairon et loche-franche. Les niveaux d'abondances en truites et chabots sont moyens, forts pour les lamproies et faibles pour vairons et loches.

La Loche a perdu en densité lors de l'inventaire de 2016, par rapport aux données antérieures de 2005. En effet, à cette époque, la station d'épuration de Saint-Just-en-Chevalet était peu fonctionnelle et le milieu était fortement enrichi en matières organiques et azotées (visibles au développement algal et aux touffes cotonneuses bactériennes de *Sphaerotilus* sp dans le Ban). Depuis, une nouvelle unité de traitement a permis de limiter ces apports excédentaires au milieu, dont la loche, espèce résiliente ubiquiste, ne profite plus.

Le **Ban**, au niveau de la station du réseau piscicole (106_Labouré) présente des abondances en truite fario très importantes sur l'ensemble de la chronique de données (Figure 26). Le chabot est naturellement absent du milieu (cloisonnement par rapides et chutes naturelles). L'écrevisse à pieds blancs est présente également sur ce site (cf. paragraphe 9.2.3).

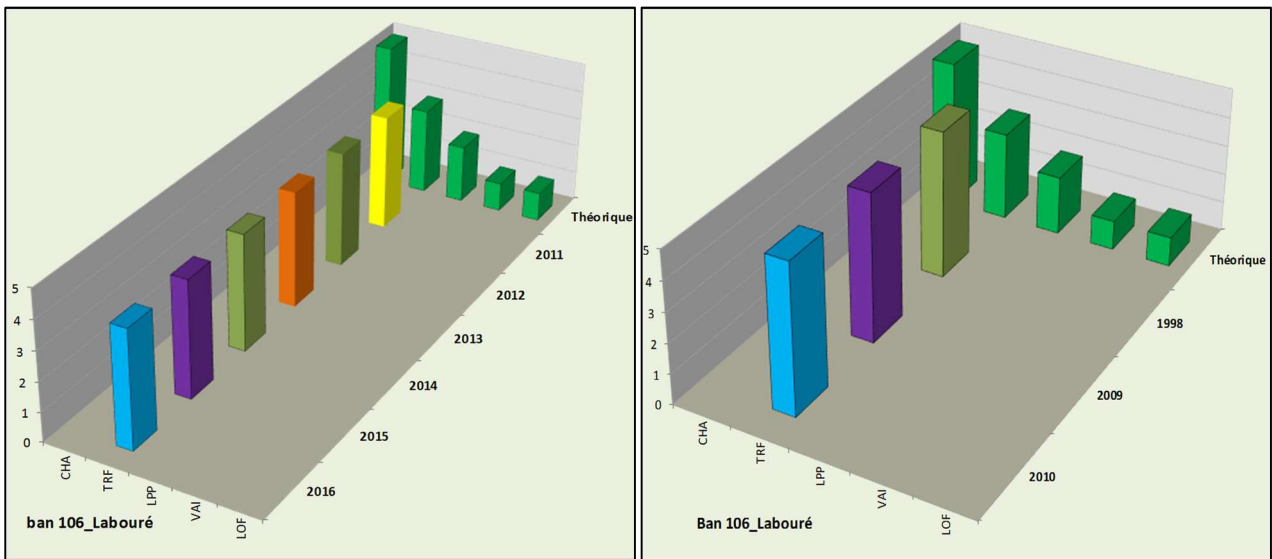


Figure 26 : Histogrammes des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés sur le Ban (station 106_Labouré) (NTTB2.5)

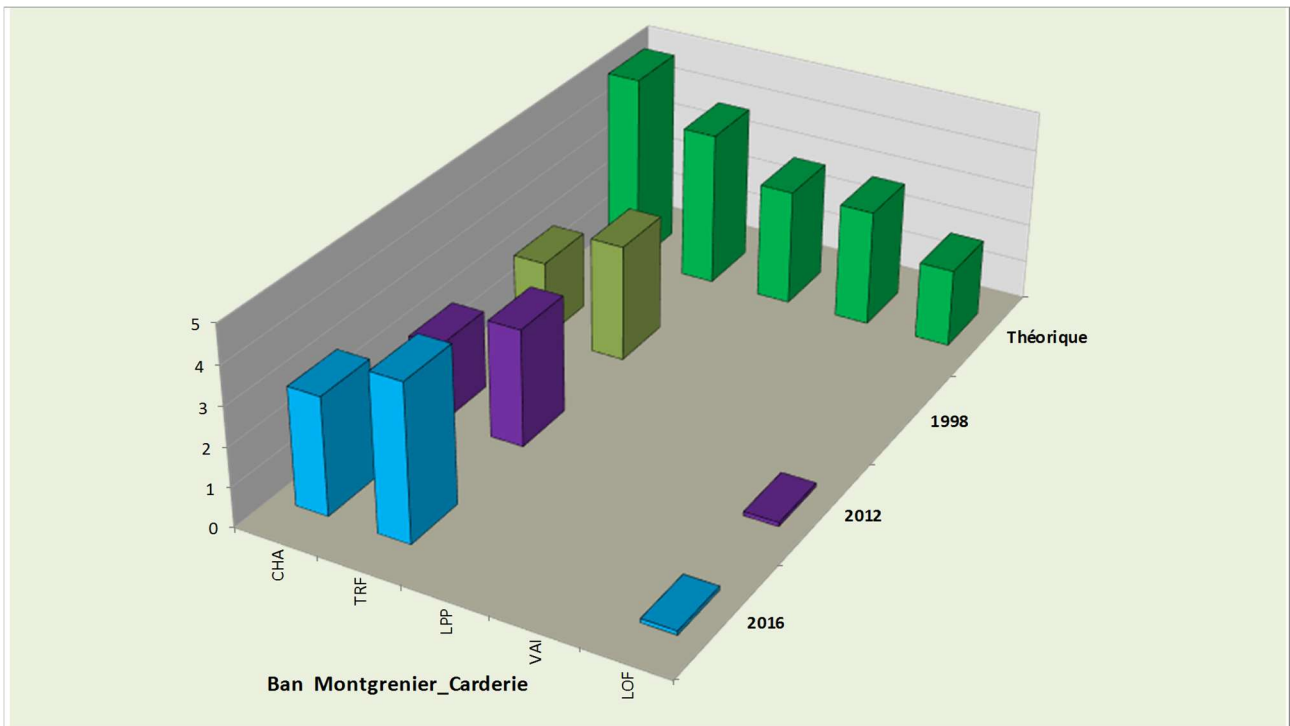


Figure 27 : Histogrammes des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés sur le Ban (station Carderie) (NTTB3)

Au niveau de saint Just en Chevalet (station **Montgrenier ancienne Carderie** ; cf. Figure 27), le Ban est peuplé de chabot et de truites et de rares loches-franche (absente en 1998). L'écrevisse à pieds blancs étaient présente sur les inventaires de 1998, elle a disparu, ce sont les écrevisses californiennes qui colonisent ce tronçon. Le niveau salmonicole est très bon, les abondances en chabots assez fortes. Le Ban possède des eaux de très bonne qualité, un régime hydrologique estival assez soutenu, un excellent niveau de conservation des habitats rivulaires : c'est un cours d'eau salmonicole conforme.

Sur Le **Machabré** et **Noyer**, les IPR (Figure 28) sont également qualifiés de bons, à l'exception du Machabré en 2012 sur la station Vernay (ce score moyen vient du fait que sur cette station amont le peuplement est uniquement salmonicole, mais ceci n'altère donc en rien la qualité du cours d'eau) et du Noyer en 2016 sur la station Chez Bras (impact de la pollution au lisier de porc avec mortalités piscicoles du mois d'août 2015).

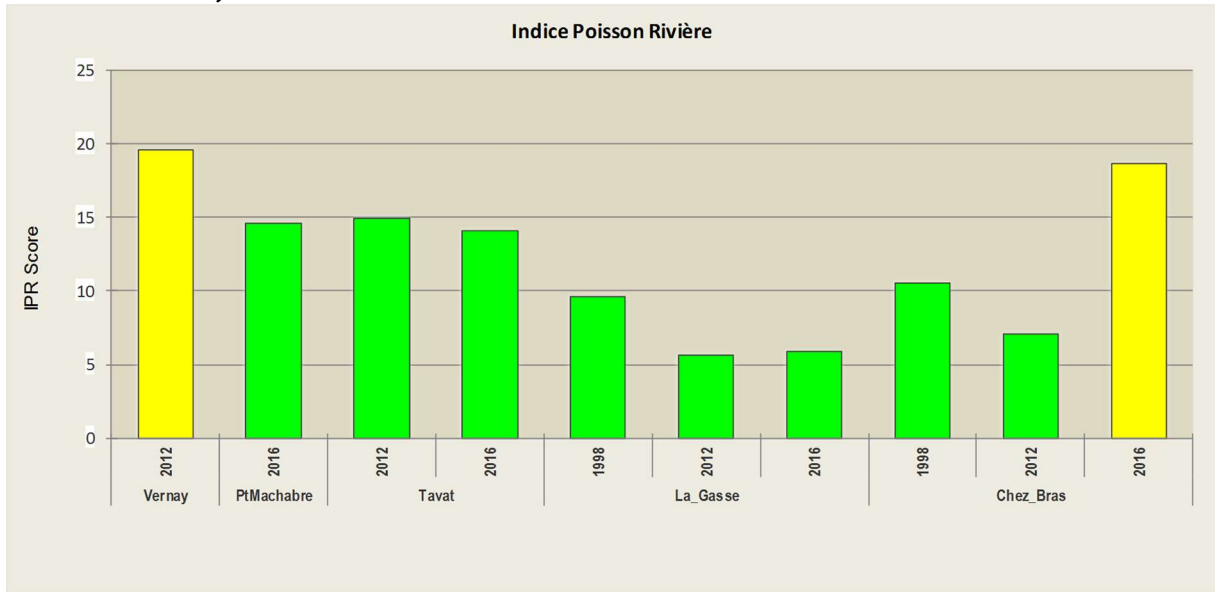


Figure 28 : Evolution des IPR du Machabré et du Noyer

Le peuplement du **Machabré** s'éloigne un peu du peuplement théorique (Figure 29) en particulier par l'absence de lamproie et vairon mais les abondances en truites sont conformes. Le Machabré amont (station Vernay) n'héberge que des truites. Au niveau du pont de Machabré, chabot et loche font leur apparition. Sur la station Tavat, l'abondance en truites est plus faible, légèrement inférieure à celle attendue. A ce niveau, le peuplement est également composé de loches (absence en 2016) et de chabots, dont les abondances sont un peu faibles.

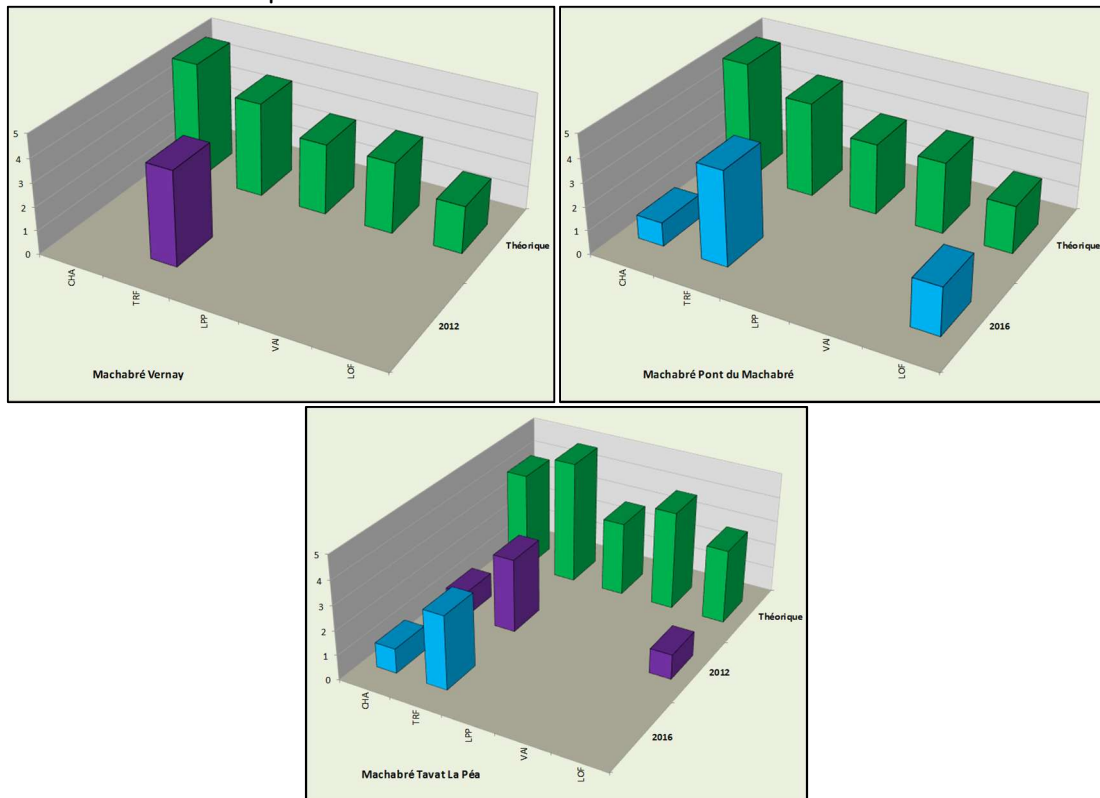


Figure 29 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés du Machabré (Vernay, Pont du Machabré et Tavat)

Sur le **Noyer**, les trois espèces caractéristiques (truites, chabots et lamproies) étaient globalement bien représentées en 2012. Au regard de ces résultats, et en l'absence d'espèces non électives du niveau typologique, les peuplements piscicoles apparaissent comme équilibrés.

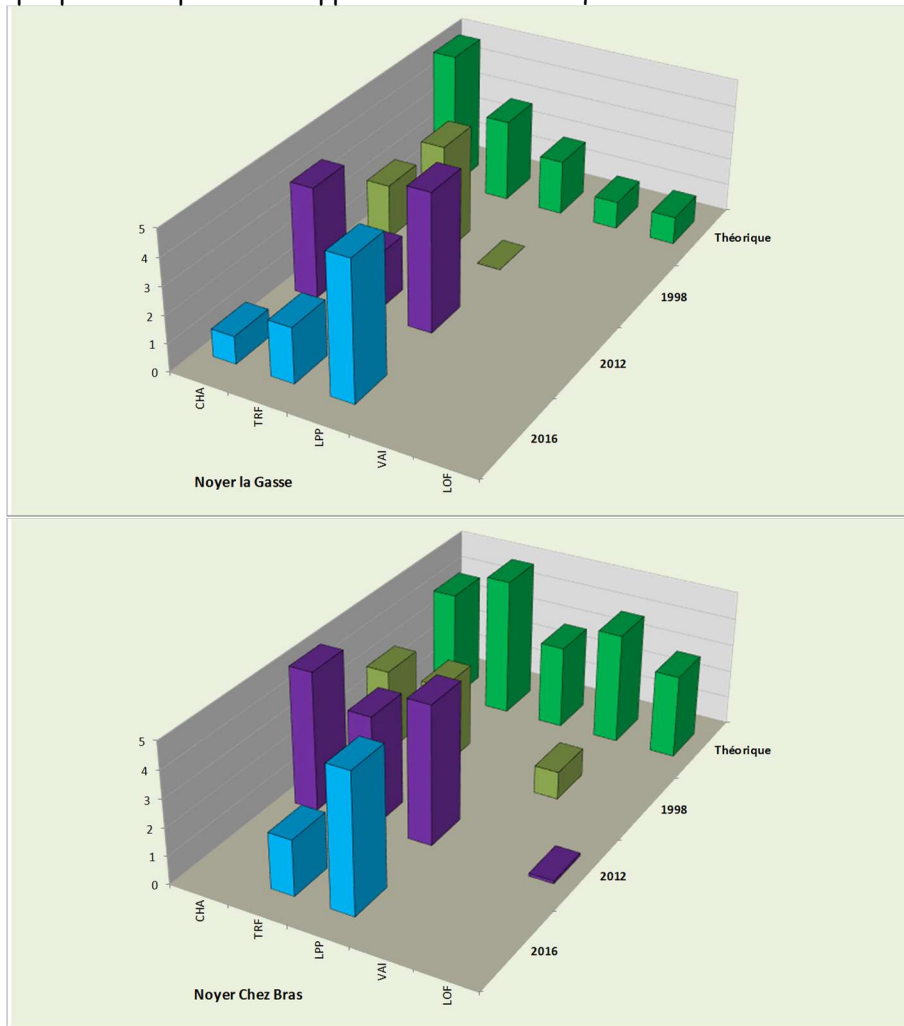


Figure 30 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés du Noyer (station La Gasse (NTT 2,5) et Chez Bras (NTT B3,5))

Au niveau de Chez Bras en 2016, le peuplement naturel est composé de lamproies et truites fario. Le niveau typologique théorique estimé à B3+ (zone à truite moyenne) comprend théoriquement des chabots qui étaient bien présents en 2012 (densité : 10696 ind et 76 kg/ha). Les écrevisses californiennes sont issues d'introduction illicites par des pêcheurs, ceci depuis plus de 10 ans. La position de la truite (1245 ind. et 40 kg/ha) peut être qualifiée de " faible en densité et en biomasse" = c'est un milieu **salmonicole " perturbé "**. La pollution du mois d'août 2015 (par débordement de fosse à lisier de porcs) avait généré des mortalités piscicoles importantes et bien visibles. Le constat réalisé lors de cet inventaire met en évidence :

- la disparition totale de la population de chabot: espèce cryptobenthophile sensible au colmatage des fonds et à la qualité des eaux;
- une baisse importante de la population de truites ; cette espèce très mobile est fort heureusement en phase de recolonisation;
- une baisse relative en lamproie de planer (3113 ind. et 10 kg/ha en 2016 contre 4980 ind. et 35 kg/ha en 2012), baisse qui doit être pondérée par le fait que nous n'avons réalisé ici qu'un passage et que la population réelle est un peu supérieure.

On enregistre donc aussi logiquement une baisse de l'indice poisson rivière (AFNOR) du fait de la disparition de chabot et de la baisse de densités en truites : le score IPR 2016 (18,67) est en **classe "moyenne "** (Score 1998: 10,5: classe bonne; score 2012: 7,11: classe bonne).

Les petits affluents directs de l'Aix

Plusieurs petits affluents directs de l'Aix (Merderet, Rémusson, Thuillère et Tranlong) ont été échantillonnés également en 2016.

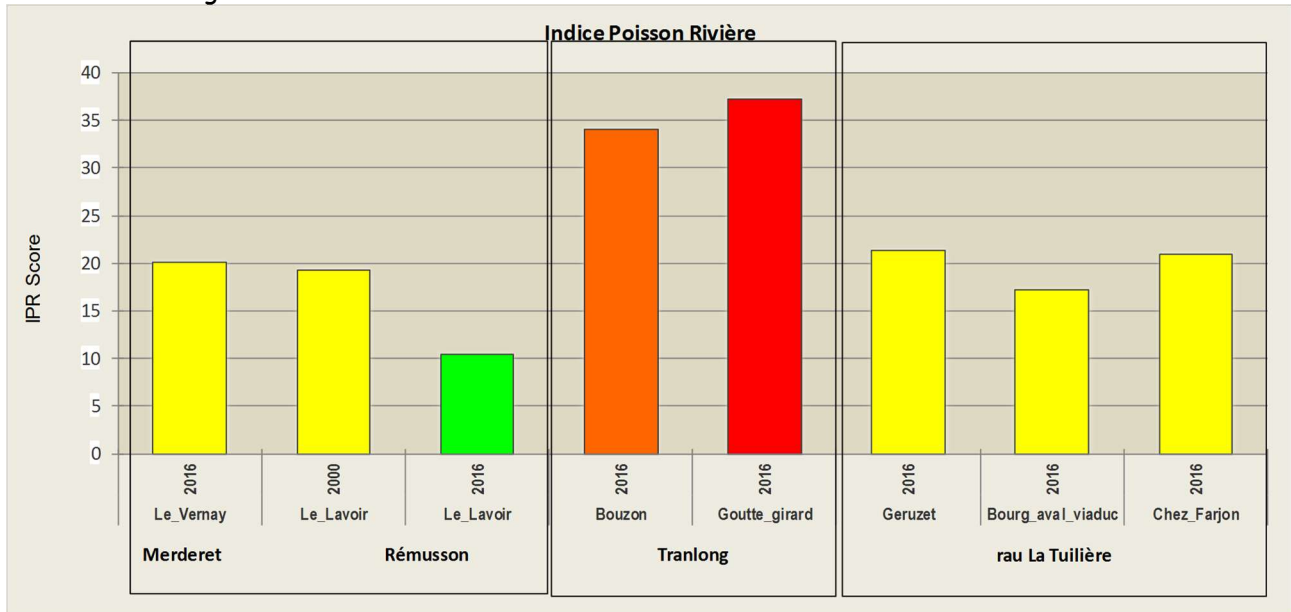


Figure 31 : Evolution des IPR sur Merderet, Rémusson, Tranlong et Tuillère

La qualité IPR du **Merderet** (Le Vernay, amont scierie Durand) est moyenne, celle du **Rémusson** (le Lavoir) est bonne. Seule la truite est présente sur la station de le Vernay, alors que des vairons l'accompagne sur la station du Lavoir (Tableau 12). Le **Tranlong** sur sa partie aval présente des qualités piscicoles altérés : truite à un niveau relictuel et présence de *Pseudorasbora parva* (goujon asiatique) issu des pièces d'eau situées en amont. Le rau de la Tuillère (ou Thuillère) n'est peuplé que de truites fario (et aussi écrevisses californiennes et pseudorasbora sur la station Viaduc (aval du plan d'eau) : l'IPR est en classe moyenne.

Ces 4 ruisseaux souffrent bien entendu d'étiages sévères et de cloisonnement qui pénalisent le peuplement piscicole. Sur le Tranlong aval, la qualité des eaux semble affectée par la présence de l'étang au niveau de Les Palais.

Tableau 12 : Résultat des captures sur les petits affluents de l'Aix

Cours_deau	Code_station	Date	Espec	Biomasse kg/ha	Densité ind/ha	CA_Biomasse	CA_Densité
Merderet	Le_Vernay	08/06/2016	PFL	3	87		
Merderet	Le_Vernay	08/06/2016	TRF	46	1923	2	3
Rémusson	Le_Lavoir	29/06/2000	TRF	78	2416	3	4
Rémusson	Le_Lavoir	29/06/2000	APP	15	5314	1	2
Rémusson	Le_Lavoir	08/06/2016	TRF	81	3571	3	4
Rémusson	Le_Lavoir	08/06/2016	VAI	10	1714	3	1
Tranlong	Bouzon	07/06/2016	PSR	0	435	5	2
Tranlong	Bouzon	07/06/2016	TRF	8	87	0,1	1
Tranlong	Goutte_girard	08/06/2016	PSR	0	73	5	1
Tranlong	Goutte_girard	08/06/2016	TRF	14	145	1	1
Tuillère (ru de la)	Bourg_aval_viaduc	08/06/2016	PFL	1	111		
Tuillère (ru de la)	Bourg_aval_viaduc	08/06/2016	PSR	0	111	5	1
Tuillère (ru de la)	Bourg_aval_viaduc	08/06/2016	TRF	24	9333	1	5
Tuillère (ru de la)	Chez_Farjon	08/06/2016	TRF	26	735	2	2
Tuillère (ru de la)	Geruzet	08/06/2016	TRF	58	581	3	2
Tuillère (ru de la)	Juré	07/09/2007	TRF	80	4850	4	4
Tuillère (ru de la)	Juré	07/09/2007	VAI	0	380	0,1	1

8.1.1.2 Diagnostic de l'état des populations de truite fario :

Sur le contexte de l'Aix amont, les meilleures densités et biomasses (moyennes calculées sur la chronique de données de la station) de truites sont observées sur le Ban amont et le Boën (les classes très fortes et fortes dominant) (Carte 13).

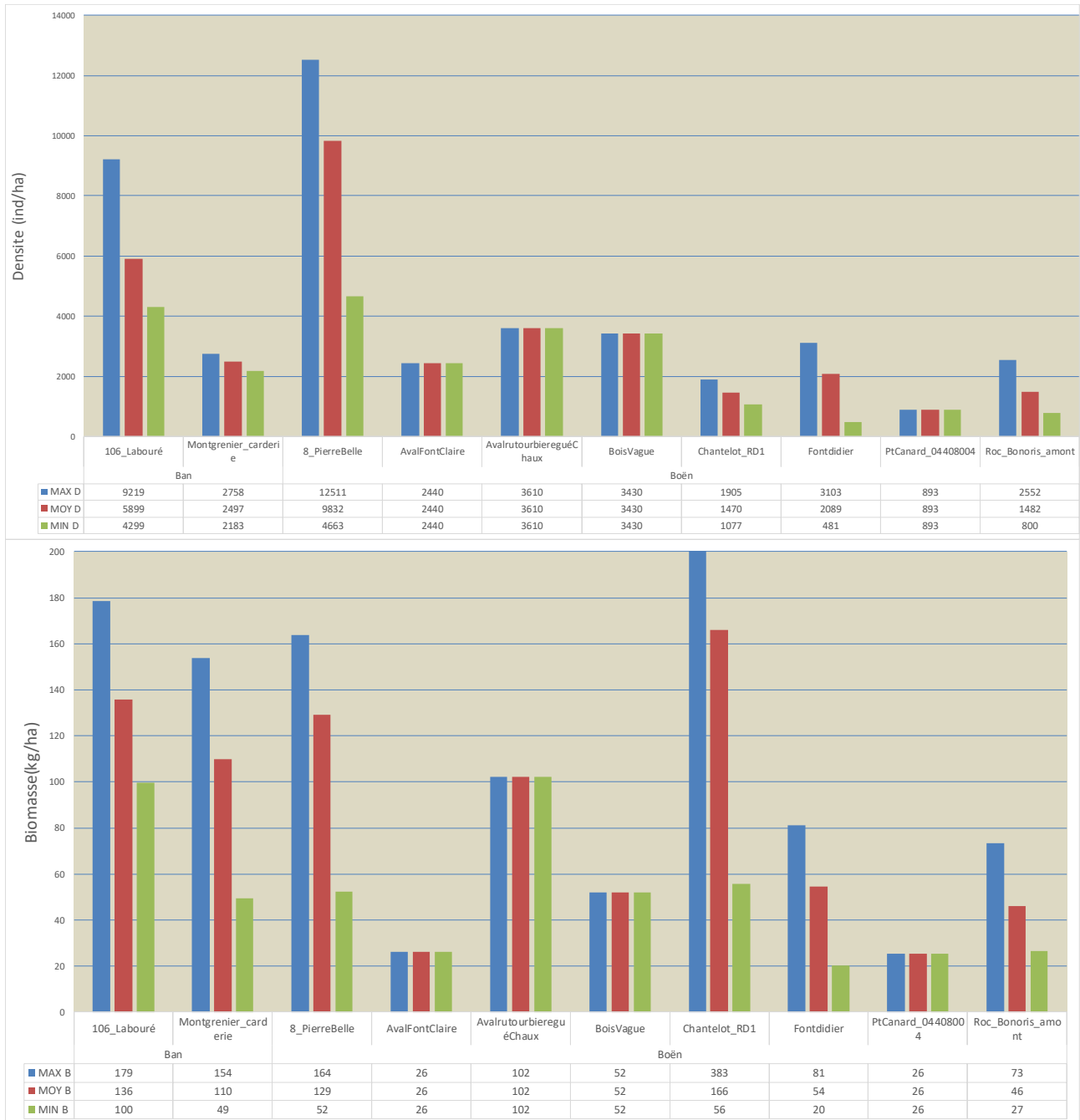
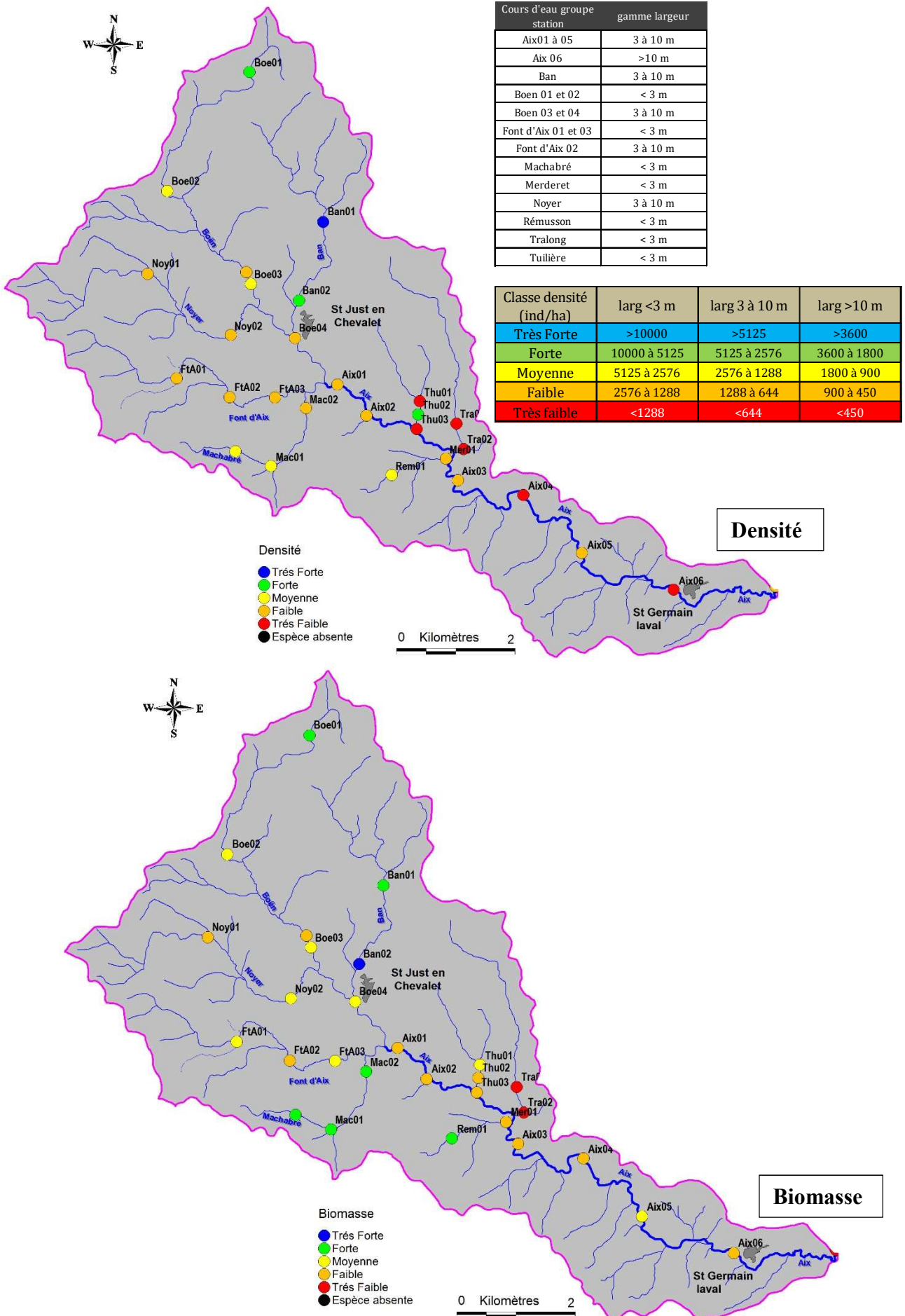


Figure 32 : Densités et biomasses (max, min, moyenne) en truites sur le Boen et le Ban

Les stations Aval Font Claire, Aval Tourbière et Bois Vague correspondent à des sites échantillonnés en amont du barrage du Gué de la Chaux sur la zone de source du Boën. Sur le Boen moyen et aval les densités sont plus faibles que sur le cours amont. Sur la station de Chantelot, la biomasse salmonicole maximum enregistrée est de 383 kg/ha en 2005 ce qui est exceptionnel pour ce type de cours d'eau



Carte 13 : Moyennes de densités et biomasses salmonicoles du sous-contexte de l'Aix amont

Ban et Boën

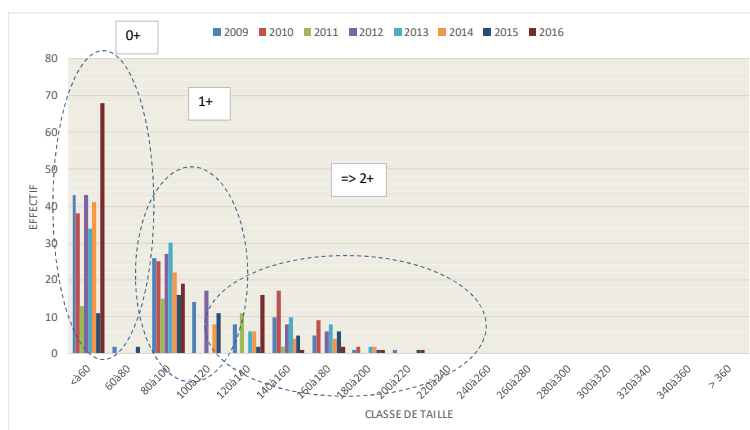


Figure 33 : Histogramme des classes de tailles des truites sur le Boën amont (8_Pierrebelle)

Sur le Boën amont (8_Pierrebelle ; Figure 33), la population de truites est bien structurée et comprend au moins 4 classes d'âge. La croissance est très faible.

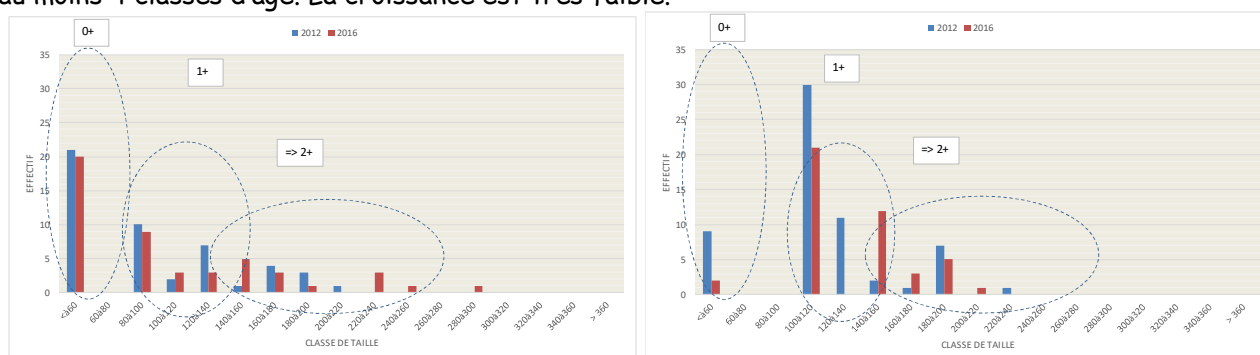


Figure 34 : Histogramme des classes de tailles des truites sur le Boën moyen (Fontdidier, à gauche et Roc Bonoris à droite)

Sur le Boën moyen (Fontdidier et Roc Bonoris ; Figure 47), la population de truites est assez bien structurée sur Fontdidier et en revanche assez perturbée en 2012 et 2016 avec un manque avéré en truitelles de l'année (0+) sur le site du Roc Bonoris. La part des individus 1+ est plus importante sur le site du Roc Bonoris bien que l'habitabilité du cours d'eau ne soit pas meilleure sur cette station que sur celle de Fontdidier. La croissance reste faible et les individus adultes font à peine 20 cm.

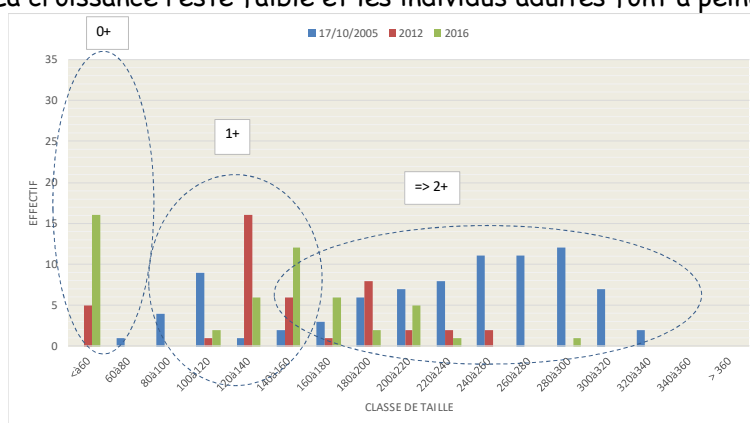
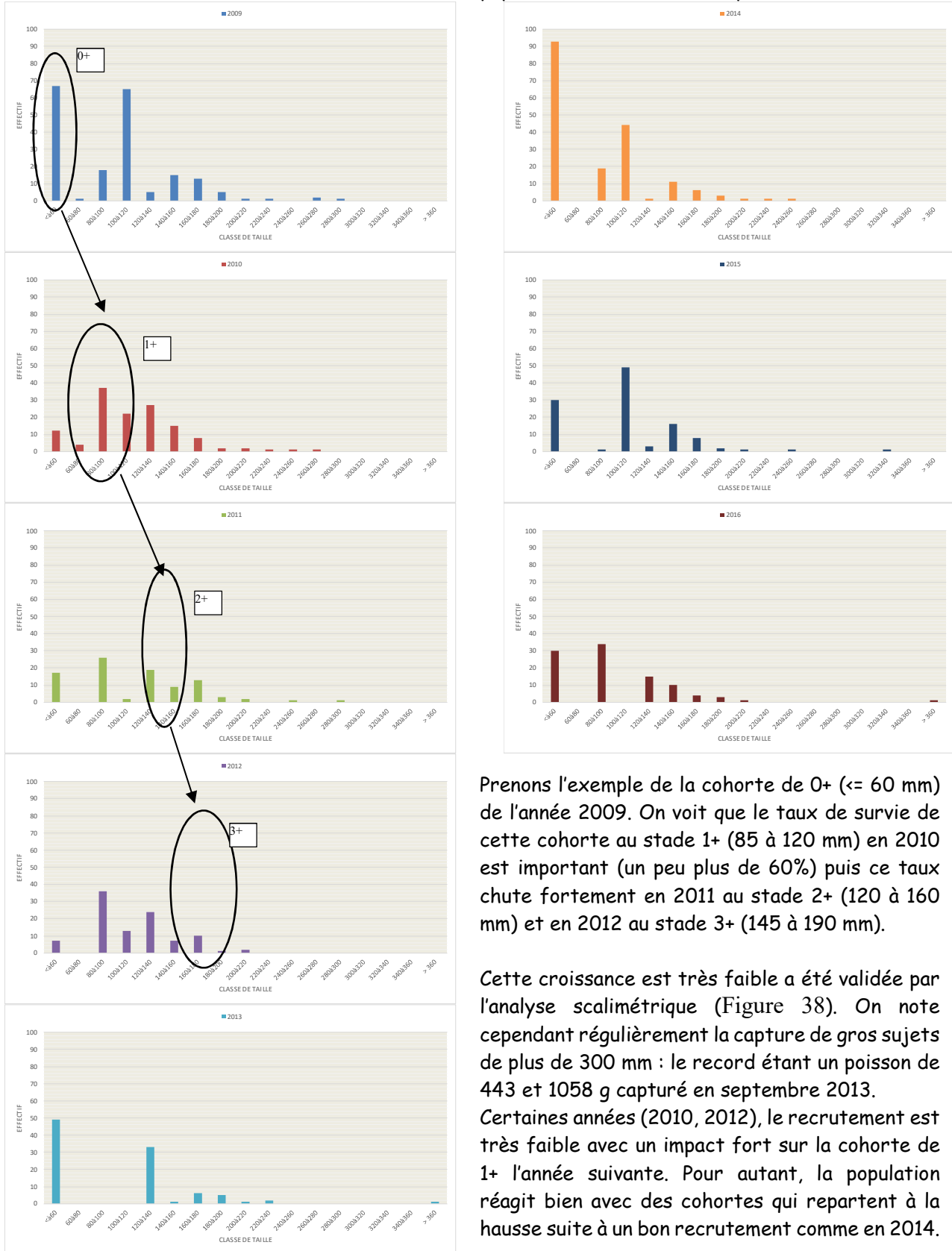


Figure 35 : Histogramme des classes de tailles des truites sur le Boën aval (Chantelot)

Sur le Boën aval (Chantelot ; Figure 35), la population de truites est également assez mal structurée en 2012 et 2016 mais aussi lors de l'échantillonnage d'octobre 2005 lors d'une pêche de sauvetage pour réfection des piles du pont : la part des individus 0+ est trop faible et cela dénote un problème sur le recrutement. On note la part impressionnante de sujets adultes, de plus de 180-200 mm, en 2005 qui était liée à d'importants abris sous les piles de pont qui ont été comblées ensuite.

Sur le Ban, toutes les cohortes sont présentes avec d'importants effectifs (Figure 36). Malgré quelques variations interannuelles totalement naturelles, les populations se renouvellent parfaitement.



Prenons l'exemple de la cohorte de 0+ (≤ 60 mm) de l'année 2009. On voit que le taux de survie de cette cohorte au stade 1+ (85 à 120 mm) en 2010 est important (un peu plus de 60%) puis ce taux chute fortement en 2011 au stade 2+ (120 à 160 mm) et en 2012 au stade 3+ (145 à 190 mm).

Cette croissance est très faible a été validée par l'analyse scalimétrique (Figure 38). On note cependant régulièrement la capture de gros sujets de plus de 300 mm : le record étant un poisson de 443 et 1058 g capturé en septembre 2013. Certaines années (2010, 2012), le recrutement est très faible avec un impact fort sur la cohorte de 1+ l'année suivante. Pour autant, la population réagit bien avec des cohortes qui repartent à la hausse suite à un bon recrutement comme en 2014.

Figure 36 : Histogramme des effectifs de truites par classes de tailles sur le Ban entre 2009 et 2016

Etude de la croissance des truites sur Ban et Boën

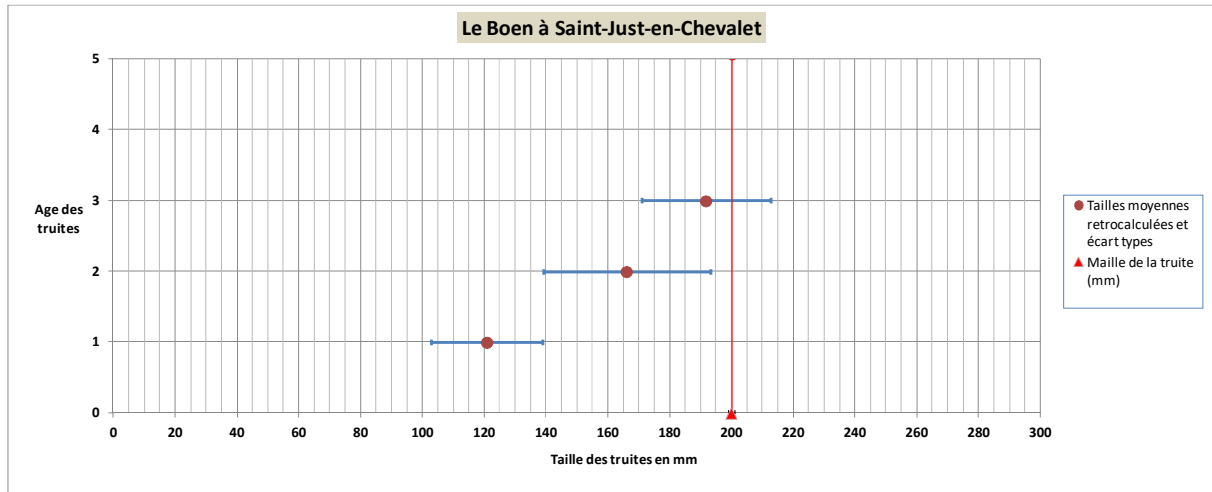


Figure 37 : Relation taille-âge rétrocalculées des truites du Boën à Saint-Just-en-Chevalet

Les données de croissance du Boën (Figure 37) sont issues de 3 stations à la morphologie et à la trophie différente (Fontdidier, Roc Bonoris et Chantelot). Les données rétrocalculées du Boën démontrent une croissance faible avec des tailles moyennes des [2+] et [3+] inférieures à la taille légale de capture qui est 20cm. Les écarts-types sont importants, car il y a la présence de 3 points d'échantillonnage. En effet, on note une plus forte croissance sur le point aval à « Chantelot » dont les caractéristiques trophiques sont plus favorables.

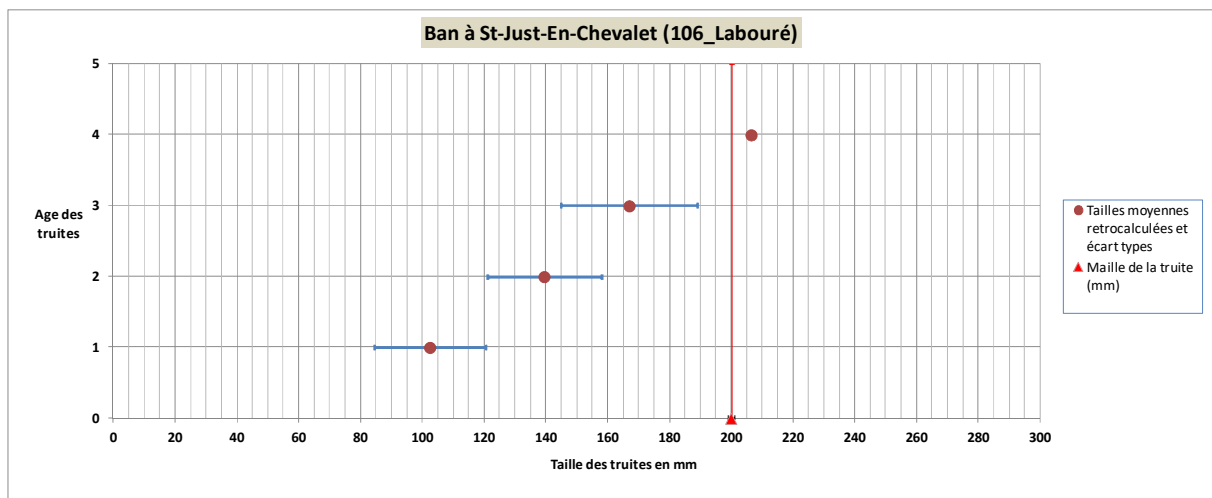


Figure 38 : Relation taille-âge rétrocalculées des truites du Ban à Saint-Just-en-Chevalet

Les données rétrocalculées du Ban montrent une taille des [2+] et [3+] largement inférieure à la taille légale de capture qui est 20cm (Figure 38). Les écarts types sont peu étalés et les chevauchements importants sur les jeunes adultes. On peut dire que le taux de croissance est très faible, et que la maille à 20cm protège significativement la population avant la première reproduction. L'absence d'écarts-types dans la cohorte des [4+] est lié à la présence d'un seul individu de cet âge dans l'échantillon.

Font d'Aix, Machabré et Noyer

La Font d'Aix, le Machabré et le Noyer affichent des densités comprises entre 1500 et 4000 ind/ha, classées comme faibles à moyennes par rapport au référentiel par gamme de largeur. Les biomasses sont assez fortes sur Machabré et Noyer et moyennes à faibles sur la Font d'Aix (Figure 39).

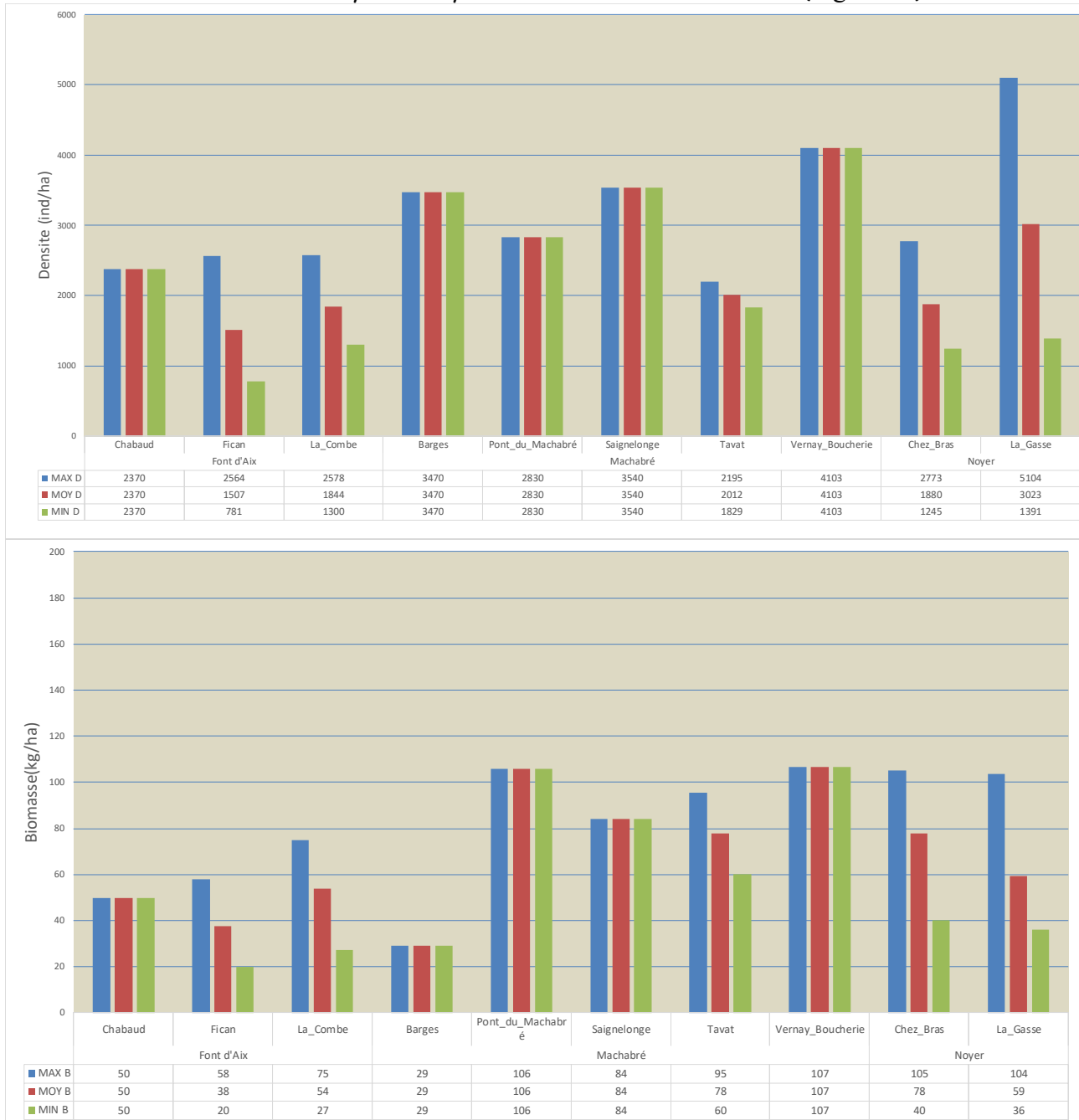


Figure 39 : Densités et biomasses (max, min, moyenne) en truites sur Font d'Aix, Noyer et Machabré

La structure de population de truites de la Font d'Aix est présentée dans la Figure 40. Les effectifs en truitelles de l'année ne sont pas très importants en particulier sur la station de Fican en 2016. Les croissances sont faibles, peu d'individus adultes dépassent la taille de 20 cm.

On note également des cohortes de 0+ assez faible sur le Machabré (Figure 40) aussi bien en 2012 (impact grand froid de février et crue à l'automne 2011) que 2016 sur les deux sites échantillonnés. Le reste des cohortes est assez bien équilibré mettant en évidence des systèmes compensatoires de survie. Le fait que le cours d'eau ne soit pas suivi en continu pénalise un peu l'interprétation de la dynamique de

populations entre deux périodes d'inventaires. Le fait que la population soit composée de toutes les classes d'âge atteste quand même de sa vigueur

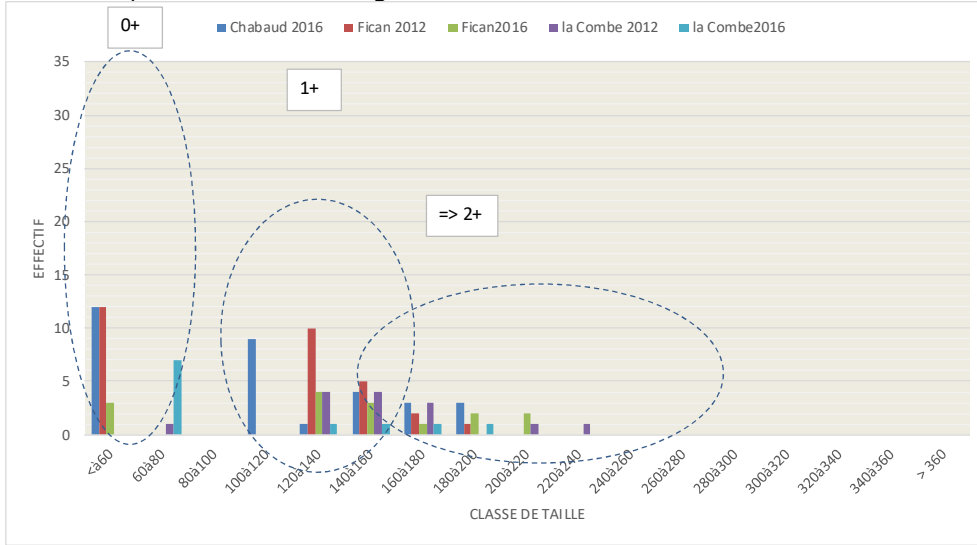


Figure 40 : Histogramme des classes de tailles des truites sur la Font d'Aix

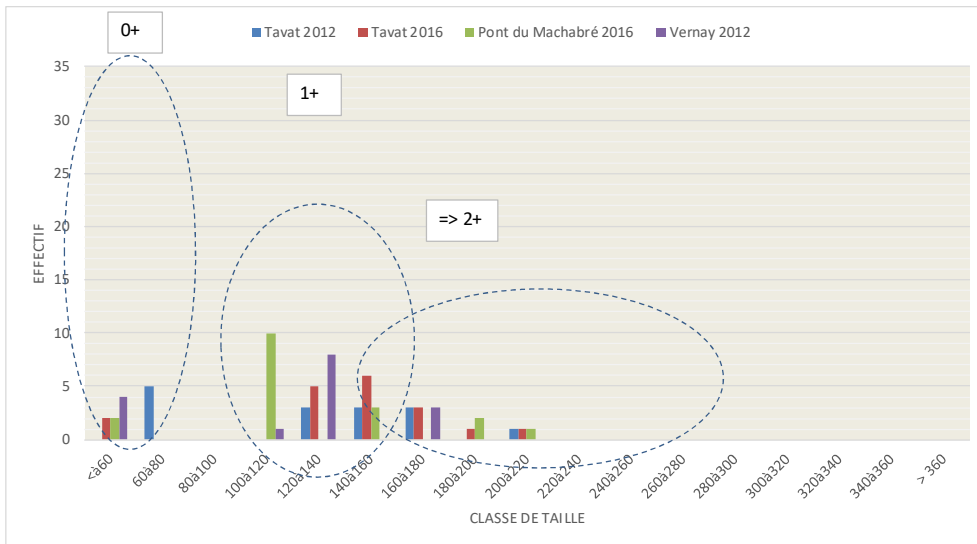


Figure 41 : Histogramme des classes de tailles des truites sur le Machabré

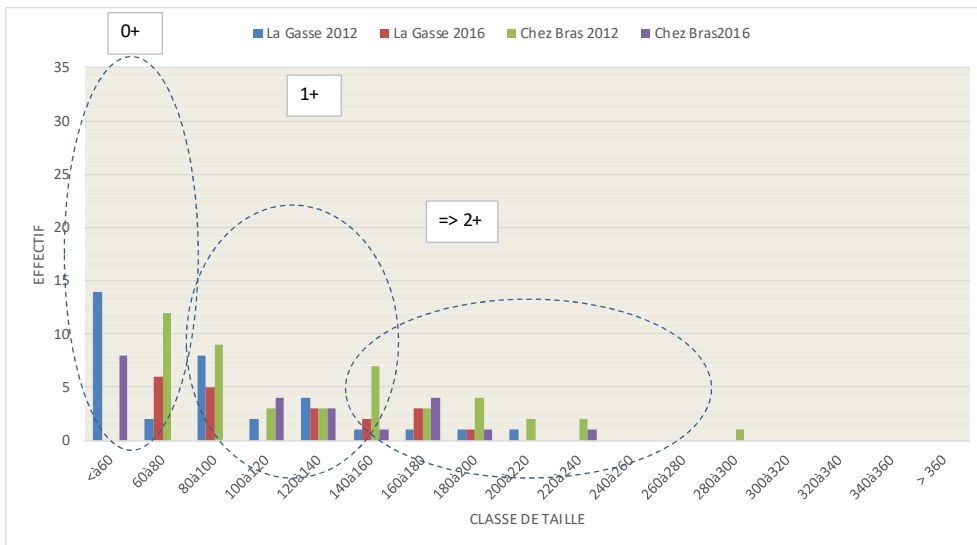


Figure 42 : Histogramme des classes de tailles des truites sur le Noyer

Sur le **Noyer**, à part en 2016 Chez Bras (suite impact pollution), la population est bien structurée.

L'Aix

L'Aix présente globalement un faible niveau salmonicole. Les densités moyennes sont effectivement qualifiées de très faibles à faibles (entre 289 et 1240 ind/ha) et les biomasses de faibles à moyennes (22 à 48 kg/ha) (Figure 43).

Sur ces stations, les peuplements sont cependant bien conformes au référentiel, donc il est probable que l'hydrologie estivale soit le facteur limitant majeur.

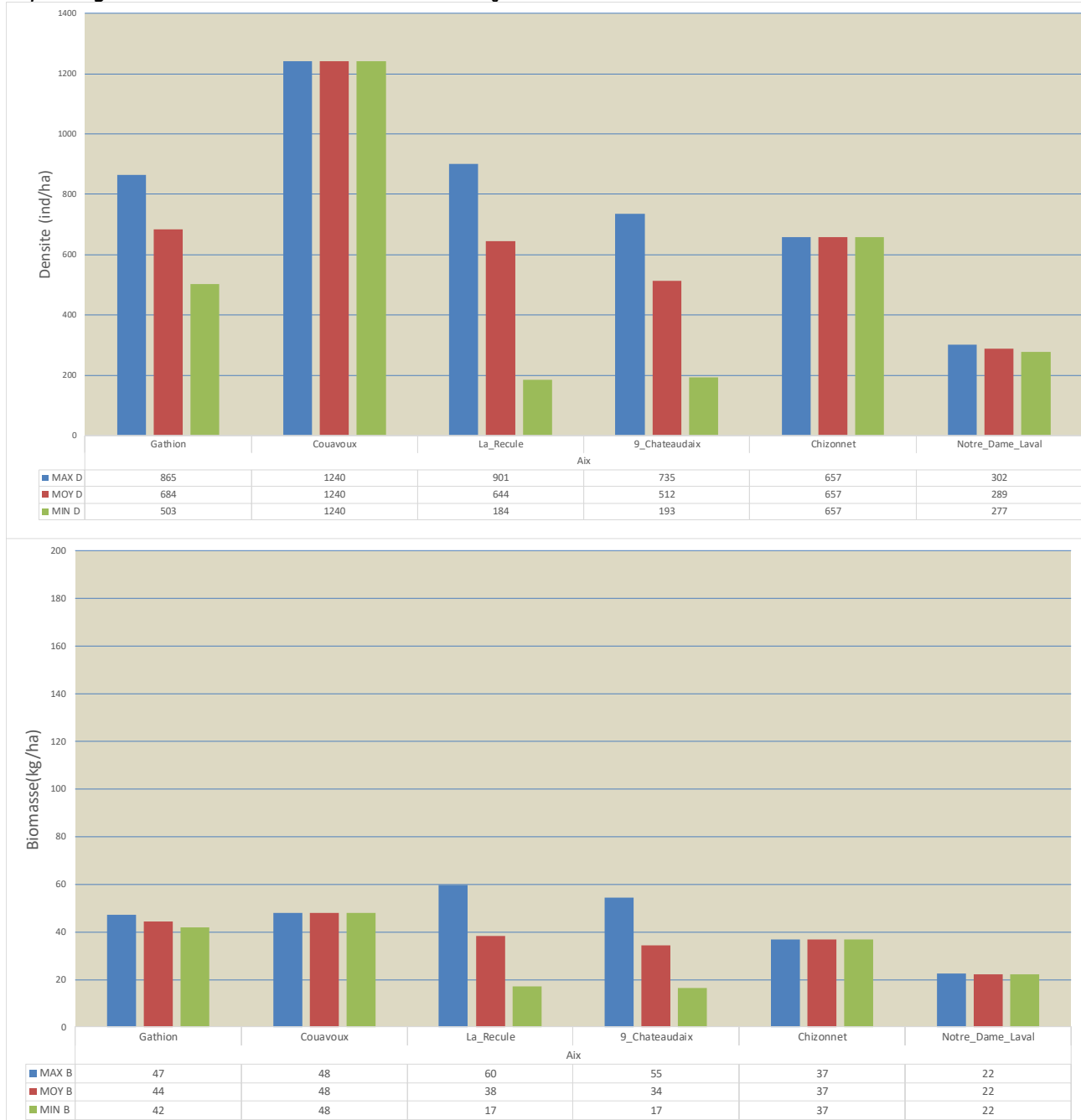


Figure 43 : Densités et biomasses (max, min, moyenne) en truites sur l'Aix amont

Il semble se dessiner un gradient décroissant depuis l'amont vers l'aval. Les conditions thermiques devenant, comme nous l'avons vu, de moins en moins favorable à l'espèce sur Chizonnet et Notre Dame de Laval.

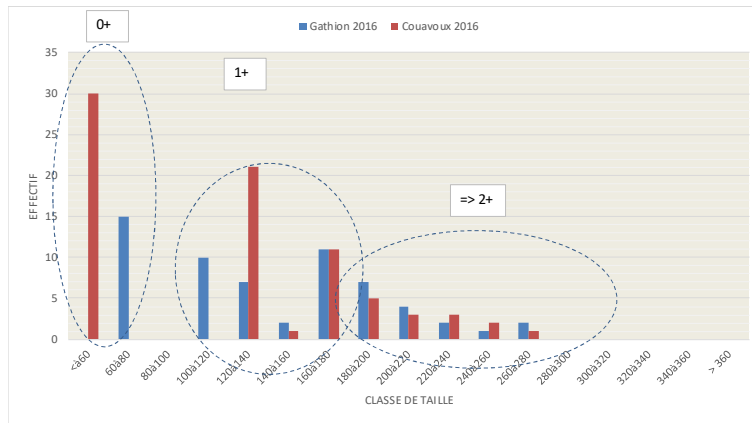


Figure 44 : Histogramme des classes de tailles des truites sur l'Aix sur les stations de Gathion et Couavoux

Au niveau de l'Aix amont sur les stations de Gathion et Couavoux, la population de truites est à peu près bien structurée avec 4 classes d'âge bien visibles des truitelles de l'année 0+ au stade adulte >3+ (plus de 250 mm ; Figure 44).

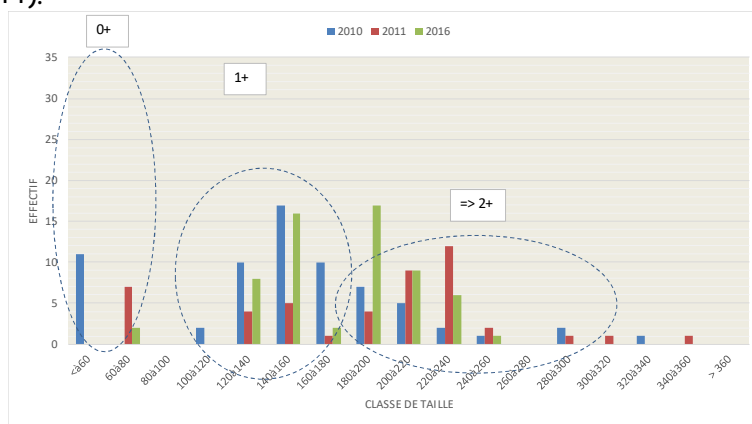


Figure 45 : Histogramme des classes de tailles des truites sur l'Aix à la Recule

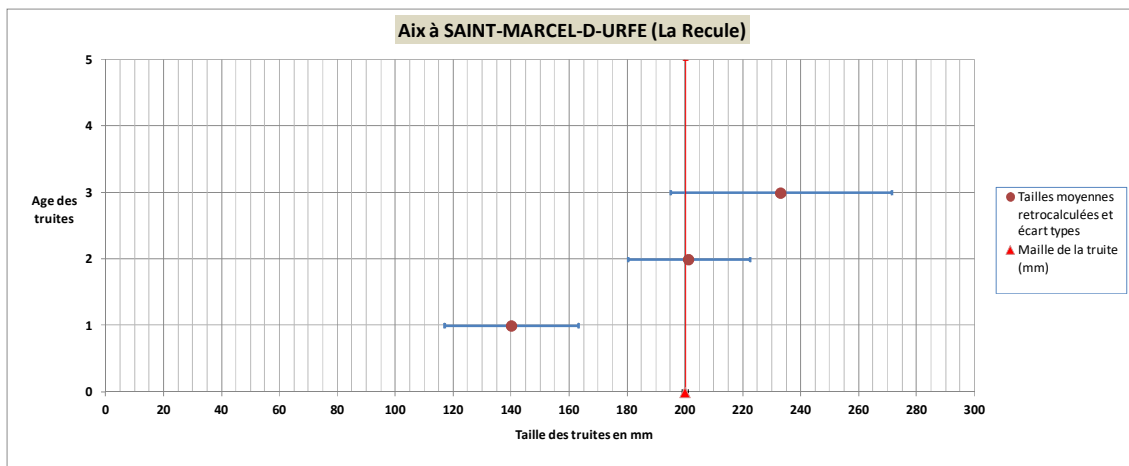


Figure 46 : Relation taille-âge rétrocalculée des truites de l'Aix à Saint-Marcel-d'Urfé (la Recule)

Les données rétrocalculées des truites de l'Aix à la Recule montrent une taille des [2+] et [3+] supérieure à la taille légale de capture qui est 20 cm (Figure 46). Cela démontre la forte disponibilité trophique dans ce cours intermédiaire favorisant ainsi la croissance des truites fario. En effet, les poissons de 2 ans affichent une taille moyenne de 201 mm et ceux de trois ans à 233mm, l'exploitation par la pêche à la ligne n'est donc pas adaptée à la croissance observée. Il y a un écart notable entre les 1+ (140 mm) et les 2+ (201 mm) dont les écarts types ne se chevauchent pas, confortant le fait que la croissance est forte sur ce secteur. Au niveau structure de la population, la cohorte des 0+ est toujours assez faible (Figure 45). Il est possible que sur ce secteur, ce soit des individus dévalant qui alimentent le cours d'eau.

Bien que les effectifs de truites sur la station 9_Chateaudaix soient plutôt faibles, toutes les cohortes restent présentes (0+, 1+, 2+ et au-delà ; Figure 47) avec des effectifs parfois réduits pour le stade 0+ (<100mm). Cependant, la population de 2014 et 2016 voit toutes ses cohortes diminuer en effectifs. Ces écarts proviennent d'un changement de localisation de la station de pêche (le nouveau milieu échantillonné a des capacités d'accueil limitées : radiers et plats courant avec peu d'abris).

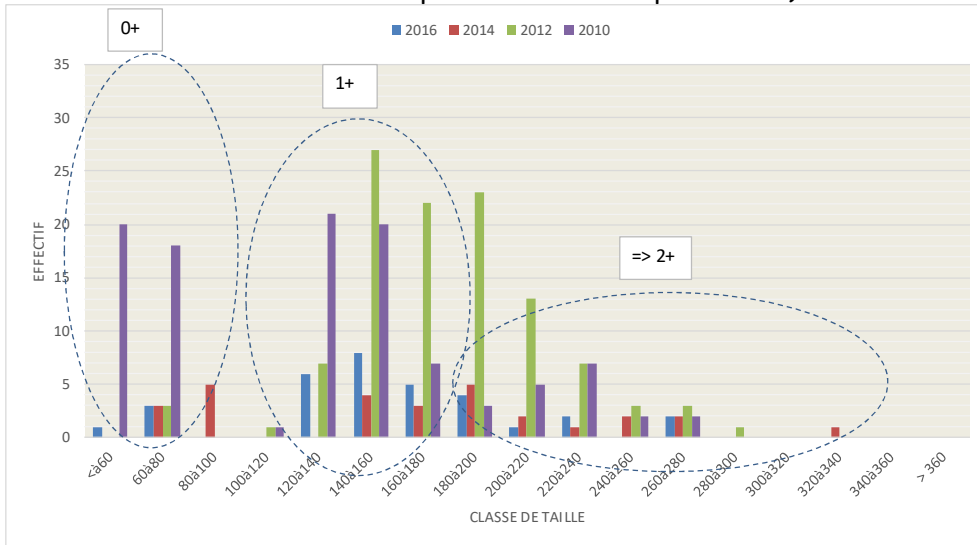


Figure 47 : Histogramme des classes de tailles des truites sur l'Aix au Château d'Aix

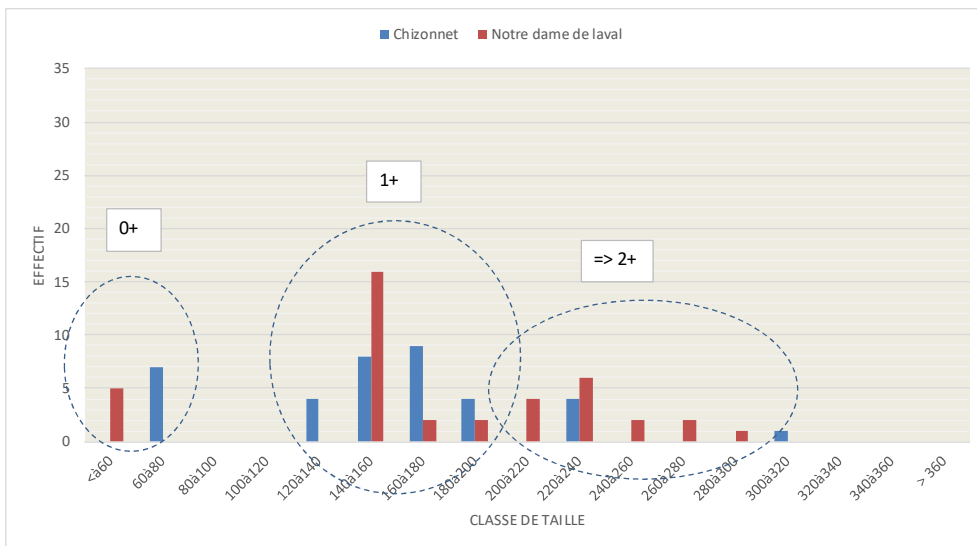


Figure 48 : Histogramme des classes de tailles des truites sur l'Aix à Chizonnet et Notre Dame de Laval en 2016

Sur la partie de gorges à Chizonnet la cohorte de 0+ est également sous représentée ainsi qu'à Notre Dame de Laval. Les 1+ sont majoritaires sur Chizonnet et ce sont les adultes sur Notre Dame de Laval. La croissance est assez forte sur ce secteur. Il existe donc des problèmes de recrutement sur ce tronçon. Encore une fois, thermie et hydrologie estivale peuvent constituer le frein majeur.

8.1.1.3 Synthèse sur la qualité des peuplements piscicoles et caractérisation du contexte Aix amont :

Le sous-contexte de l'Aix amont peut être qualifié de **salmonicole conforme** en raison :

- d'un assez bon niveau salmonicole général ;
- de l'absence de perturbation majeure (pas d'espèce non élective du milieu, pas de surabondance des espèces résilientes etc.).

8.1.2 Sous-contexte salmonicole 06-02 : L'Isable :

8.1.2.1 IPR et diagnostic de l'ensemble du cortège d'espèces :

Les IPR de l'Isable, sur sa station amont 108_Blanchardon (station du réseau piscicole), sont qualifiés de moyens (Figure 49). Ces scores sont induits par un peuplement monospécifique de truite et ne reflètent donc pas la qualité du milieu ; qualité attestée en amont par la présence régulière d'écrevisses à pieds blancs (espèce hautement bio indicatrice) et l'excellent niveau de conservation de la qualité des eaux.

Les stations de Cherier et Moulin de la Roue sont de bonne qualité, et ce du fait de la capture des loches et des vairons en plus des truites, l'impact de la sécheresse de 2015 est marqué sur le Moulin de la Roue : l'IPR passant en classe moyenne.

A l'aval (stations : Padégue, le Pont, 109_LeTrouillet), les scores restent également moyens à médiocres en raison d'une faible diversité d'espèces et de très faibles abondances en lien avec l'impact des débits estivaux et des assecs (2003 à 2005 et 2015 : donc impact sur les inventaires de 2004 à 2006 et 2016) qui affectent chaque année ce tronçon moyen.

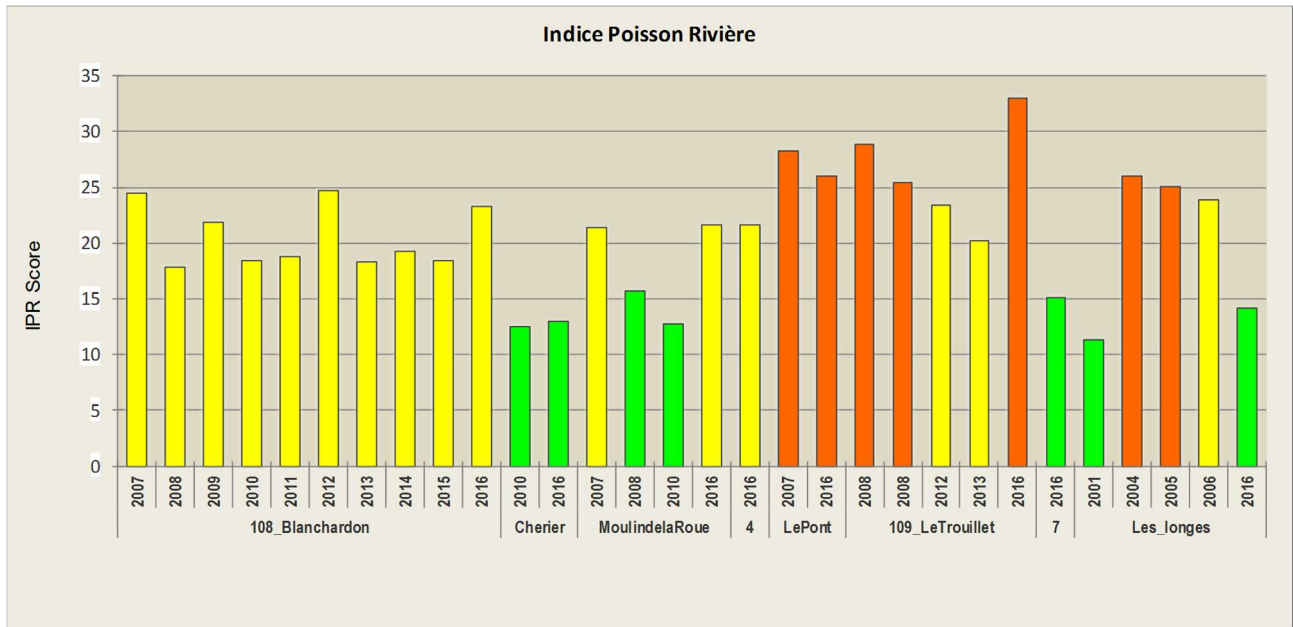


Figure 49 : Evolution des notes IPR de l'Isable (NB : 4 : Padégue ; 7 : Magneux amont A89).

L'Isable à Magneux , en amont de l'A89, a été échantillonnée pour la première fois en 2016 (Tableau 13).

Tableau 13 : Résultats des captures sur l'Isable à Magneux en 2016

Isable à Amions (Magneux)						
Opération : 73260001105			Date : 29/06/2016			
Surface : 334.4 m ²						
Espèces	TABLEAU GENERAL					
	Effectif	Densité Hectare	% de l'effectif	Poids	Biomasse Kg/Hectare	% du poids
Chabot	CHA	1	30	«	1	«
Chevaine	CHE	22	658	10	1747	52
Goujon	GOU	32	957	14	357	11
Loche franche	LOF	26	778	11	63	2
Ecrevisse signal	PFL	8	239	3	89	3
Pseudorasbora	PSR	4	120	2	18	1
Truite de rivière	TRF	7	209	3	440	13
Vairon	VAI	131	3917	57	250	7
TOTAL - Nb Esp : 8		6908		89		

Huit espèces ont été capturées dont deux (écrevisses californiennes et pseudorasbora) sont des espèces invasives introduites illicitement. L'IPR est en classe bonne.

En fin sur sa partie terminale proche de l'Aix, le peuplement est qualifié de bon en 2016 comme en 2001. Les valeurs médiocres et moyennes de 2004 à 2006 sont liées au contre coup des mortalités massives post sécheresse

2003 et du temps de recolonisation.

Isable amont

Le peuplement piscicole de l'**Isable amont** diffère du peuplement théorique :

- Seules les truites sont présentes sur Blanchardon (mais les écrevisses à pieds blancs sont là également attestant de l'excellent niveau de préservation de la qualité des eaux) ;
- Au niveau de Moulin Chérier, le vairon fait son apparition, la loche sur la station du Moulin de la Roue ;
- Chabot et lamproie sont absents et nous pensons que cela est d'origine naturelle étant donné le très bon niveau de préservation de la qualité des eaux et des habitats. Il est possible aussi, ces espèces ayant une très faible capacité de migration, que les assecs récurrents en été aient contribué à leur disparition.

On observe un bon niveau salmonicole du cours d'eau avec des variations en lien avec les conditions hydrologiques estivales, facteur limitant récurrent sur l'Isable (assecs partiels en 2003, 2005, 2006, 2011, 2015) ; on note une rapide recolonisation du milieu depuis les zones refuges.

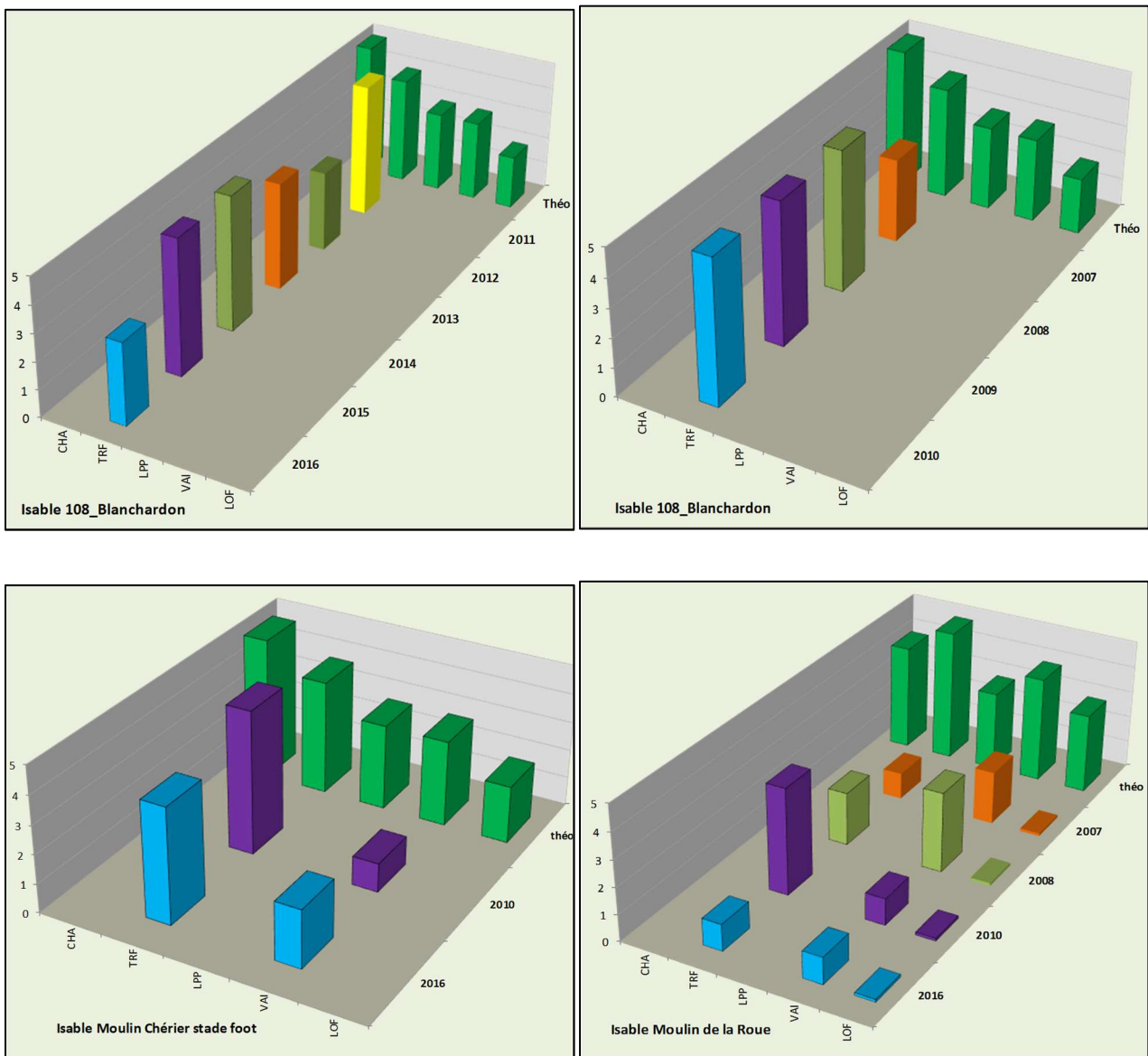


Figure 50 : Histogrammes des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés sur l'Isable amont (108_Blanchardon NTT3 ; Chérier_stade NTT2,5/3 ; Moulin de la Roue NTT3,5)

Suite à la sécheresse de 2003, la **station de Blanchardon** ayant séché totalement, on n'enregistrait aucune capture de truites en juin 2004. La colonisation s'amorce en juin 2005 puis la sécheresse de l'été 2005 impose à nouveau une contrainte forte (cf. Figure 51). Mais très vite, à la faveur de conditions hydrologiques favorables (été 2007 et 2008, très pluvieux), la population recolonise efficacement le tronçon : on atteint même des records en 2009 avec près de 50 000 ind/ha. En juin 2012 et 2016, après les sécheresses des étés 2011 et 2015, le niveau salmonicole chute à nouveau de façon très importante.

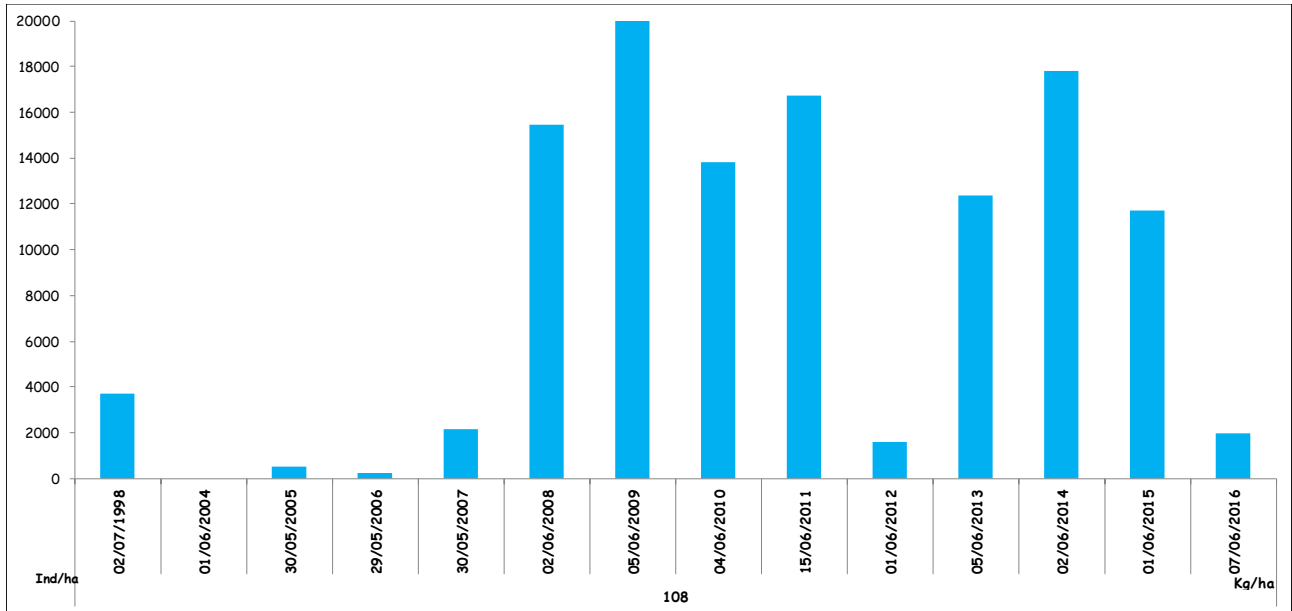


Figure 51 : Densité en truites fario sur l'Isable à Blanchardon de 1998 à 2016 .

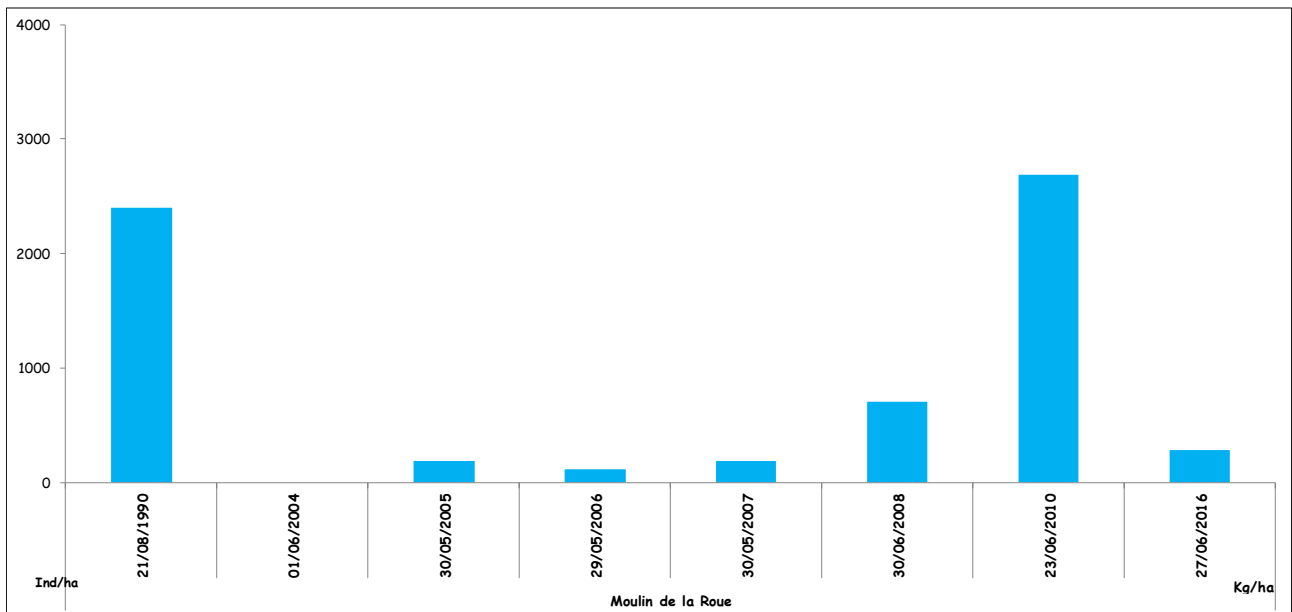


Figure 52 : Densité en truites fario sur l'Isable au Moulin de la Roue ; chronique discontinue de 1990 à 2016.

On observe un phénomène similaire sur l'Isable au niveau du **Moulin de la Roue** (Figure 52) même si la chronique n'est pas aussi suivie que sur Blanchardon. On met donc clairement en évidence que le cours d'eau subit des contraintes hydrologiques majeures et que la population de truites, depuis des zones refuges, arrive plus ou moins rapidement à recoloniser le milieu.

Afin de faire face aux prévisions alarmistes sur la situation des cours d'eau avec le réchauffement climatique, il semble relativement opportun d'ouvrir au maximum l'axe de libre circulation piscicole : cela passe par un travail sur la continuité écologique (dérasement de seuils anciens sans usage, et aménagement des autres).

Isable moyenne

L'Isable moyenne entre Saint-Polgues et Amions voit son niveau salmonicole considérablement diminué. L'abondance de la truite fario est effectivement bien inférieure à celles de l'amont ou du niveau théorique (Figure 53). Les espèces accompagnatrices, vairons et loches, présentent également de faibles abondances. Malgré un peuplement exempt d'espèce non élective du milieu, les différentes populations piscicoles sont toutes peu abondantes (sauf le vairon certaines années) en lien avec les assecs récurrents expliquant ces faiblesses d'effectifs. Chabots et lamproies sont toujours absents. Nous verrons ci -après que ces deux espèces sont présentes sur le cours aval de l'Isable. Compte tenu de la présence d'ouvrages infranchissables entre l'Aix et ce tronçon moyen, l'absence de ces espèces est *a priori* imputable à la déconnexion, même si on connaît leur faible capacité migratrice. La situation de juin 2016 est non significative car située après l'épisode majeur de sécheresse de l'été 2015.

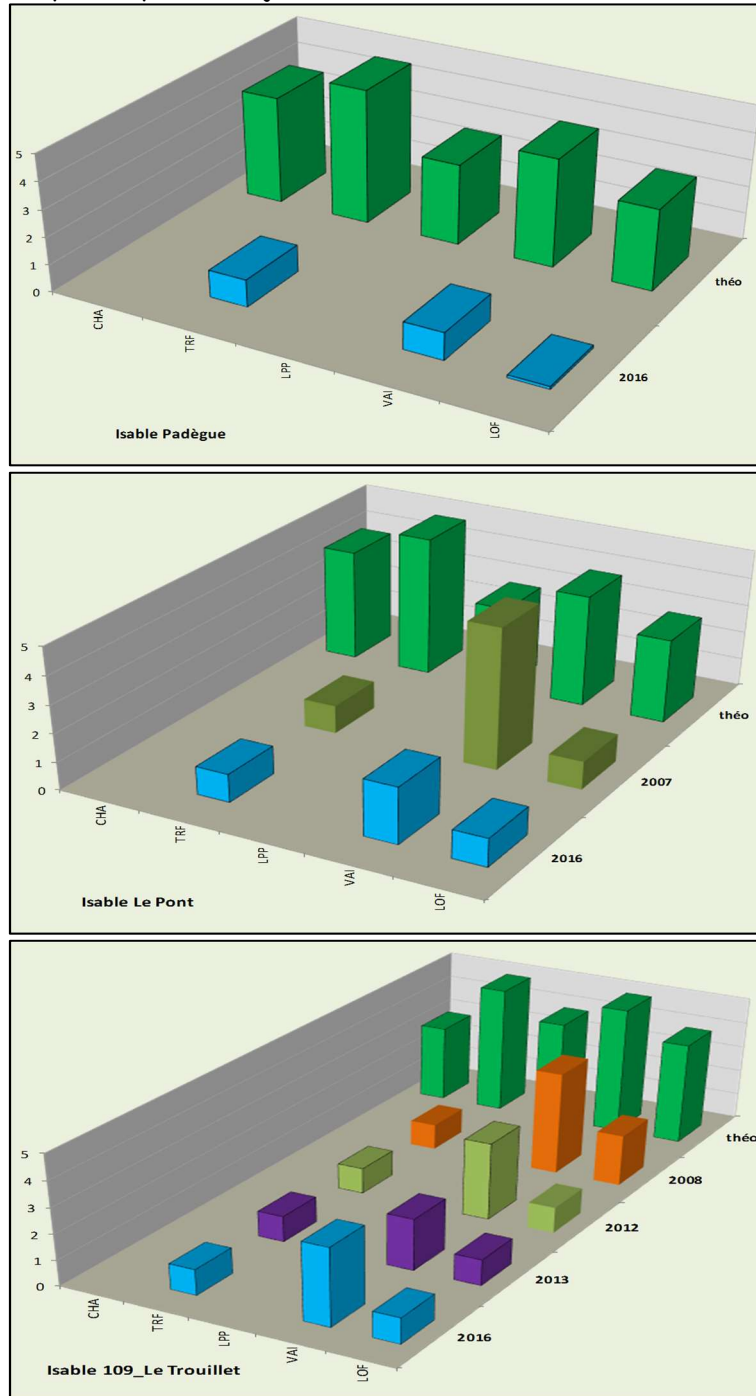


Figure 53 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements piscicoles théoriques et observés sur l'Isable moyenne (Padègue NTT B3.5 ; le Pont NTT B3.5 et 109 Trouillet NTT B4).

Isable aval

L'Isable en aval entre Amions et la confluence avec l'Aix (Figure 54) a été échantillonnée sur deux sites : **Magneux** amont immédiat de l'A89, **Les Longes** : 160 m en amont de la confluence avec l'Aix.

Le chabot fait son apparition en amont immédiat de l'A89 ; le niveau salmonicole est faible ainsi que celui des loches et vairons. En revanche, chevaine et goujon ont des abondances observées conformes à la typologie théorique. Ce secteur est également fortement impacté par les assecs partiels dont celui de l'été 2016.

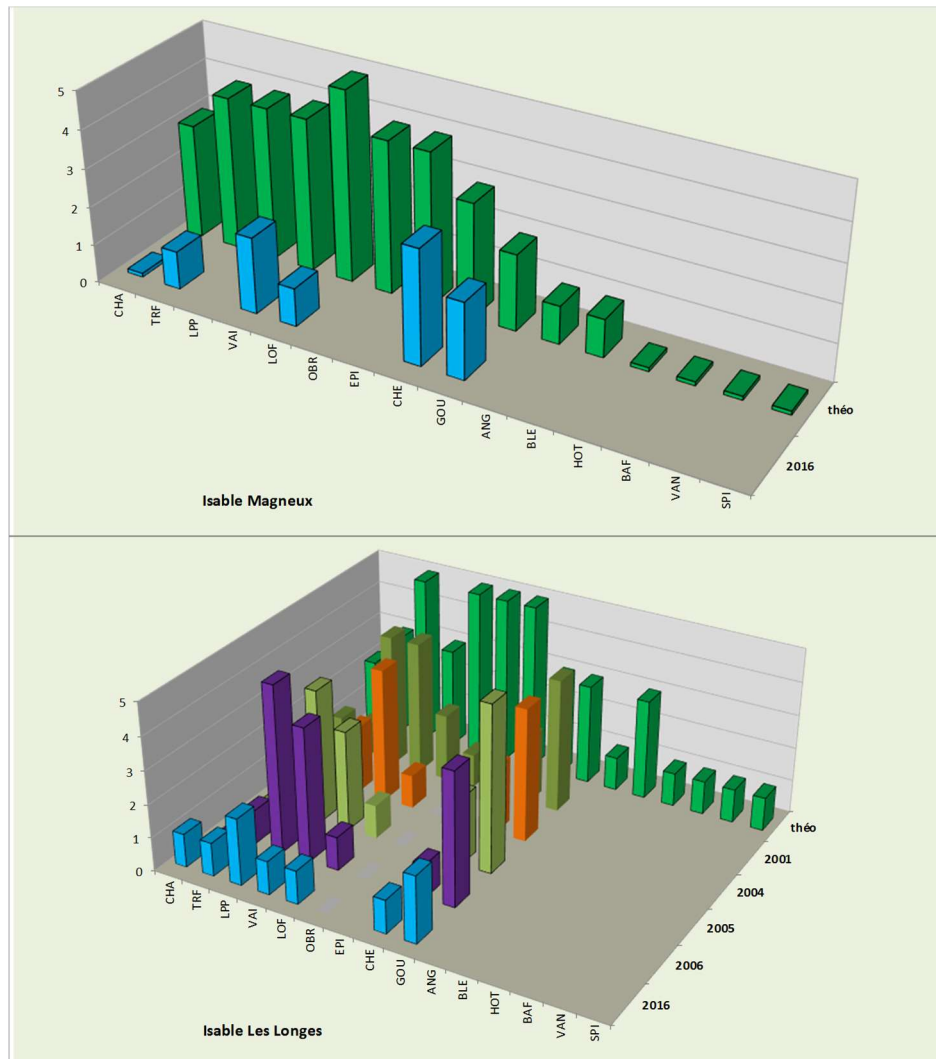


Figure 54 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements piscicoles théoriques et observés sur l'Isable aval (Magneux NTT B 4,5 et Les Longes NTT B5)

Proche de l'Aix, le peuplement de l'Isable s'étoffe de lamproies de planer, les abondances des 7 espèces (chabot, truite, lamproie, vairon, loche, chevaine, goujon) électives sont faibles en 2016. Sur les données antérieures (2004 à 2006), les densités de lamproies, vairons et goujons étaient pourtant assez proche du référentiel. Là encore, la sécheresse de l'été 2015 a impacté fortement ce peuplement. Il est par contre assez étonnant qu'aucune espèce de cyprinidés rhéophiles, tels barbeau, hotu, vandoise et spirin, ne soit présente alors qu'elles sont bien capturées sur l'Aix en aval vers Pommiers en 2013 et 2016. Ceci d'autant plus que le seuil Venon situé à la confluence a été détruit en partie par la crue de 2008 et que la circulation piscicole est désormais possible. Est-ce que les conditions d'étiage de l'Isable sont un frein majeur à la colonisation par ces espèces, cela semble probable, ou est ce simplement le gabarit et la morphologie du cours d'eau qui ne conviennent pas ?

8.1.2.2 Diagnostic de l'état des populations de truite fario :

Dans sa première partie amont, l'Isable présente des densités moyennes de truites très fortes à moyennes (Carte 14 ; Figure 55). Les résultats très faibles et faibles de deux des stations amont (proche de sources et aval Chérier) ne sont pas représentatifs du milieu dans le sens où une seule année a été échantillonnée (2012, année précédant une phase de recolonisation du milieu suite à la sécheresse de l'été 2011).

Le niveau salmonicole de l'Isable amont peut être considéré comme bon en dépit des problématiques hydrologiques, des assecs et des mortalités observées grâce aux phases de recolonisation rapide depuis quelques zones de survie bien identifiées.

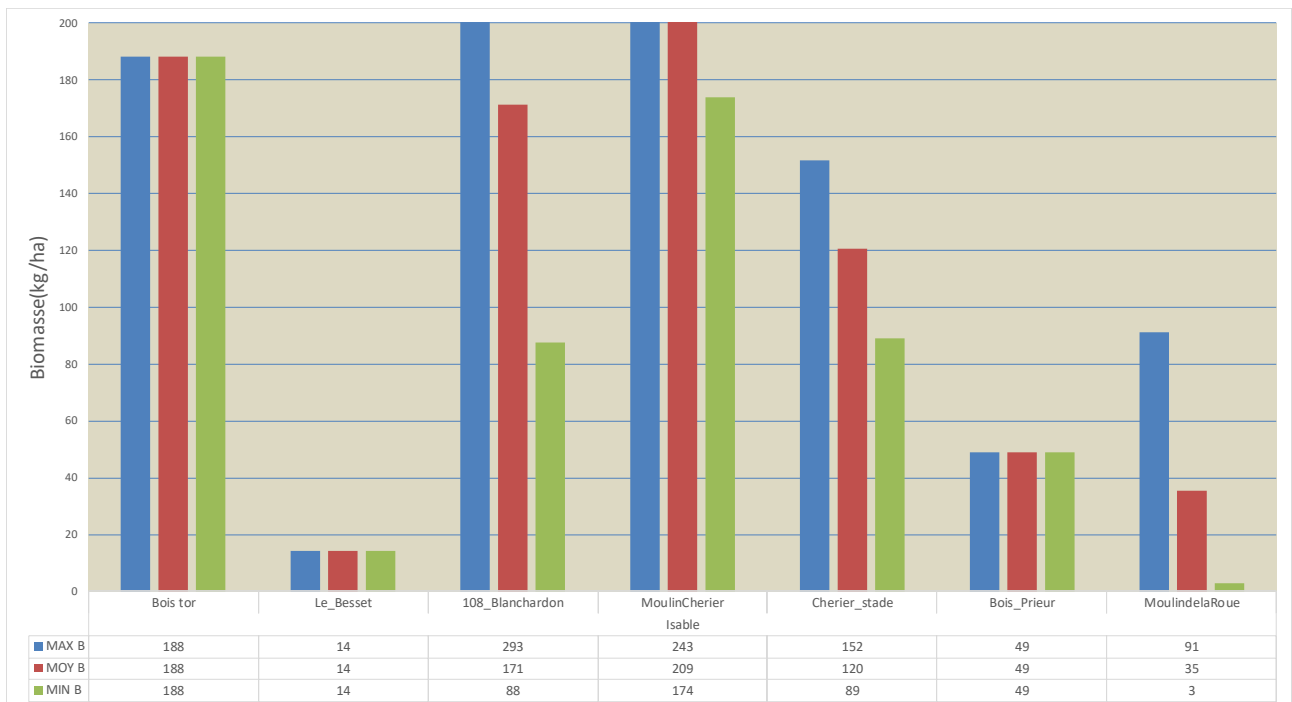
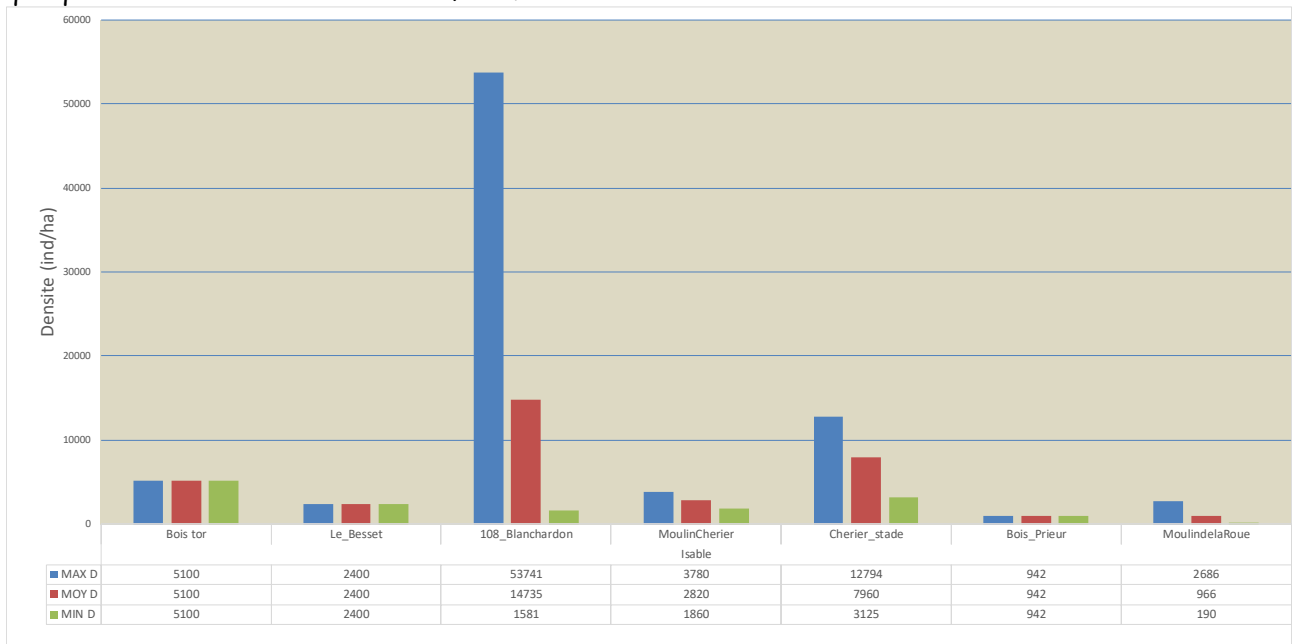


Figure 55 : Densités et biomasses (max, min, moyenne) en truites sur l'Isable amont des sources au moulin de la Roue

Pour la moitié intermédiaire et aval, le niveau salmonicole est faible (moyenne des densités entre 99 et 554 ind/ha ; moyenne des biomasses entre 11 et 27 kg/ha) (Figure 56). Encore une fois, les conditions hydrologiques plus difficiles vers l'aval et un reconquête plus délicate en lien avec le cloisonnement brident les populations.

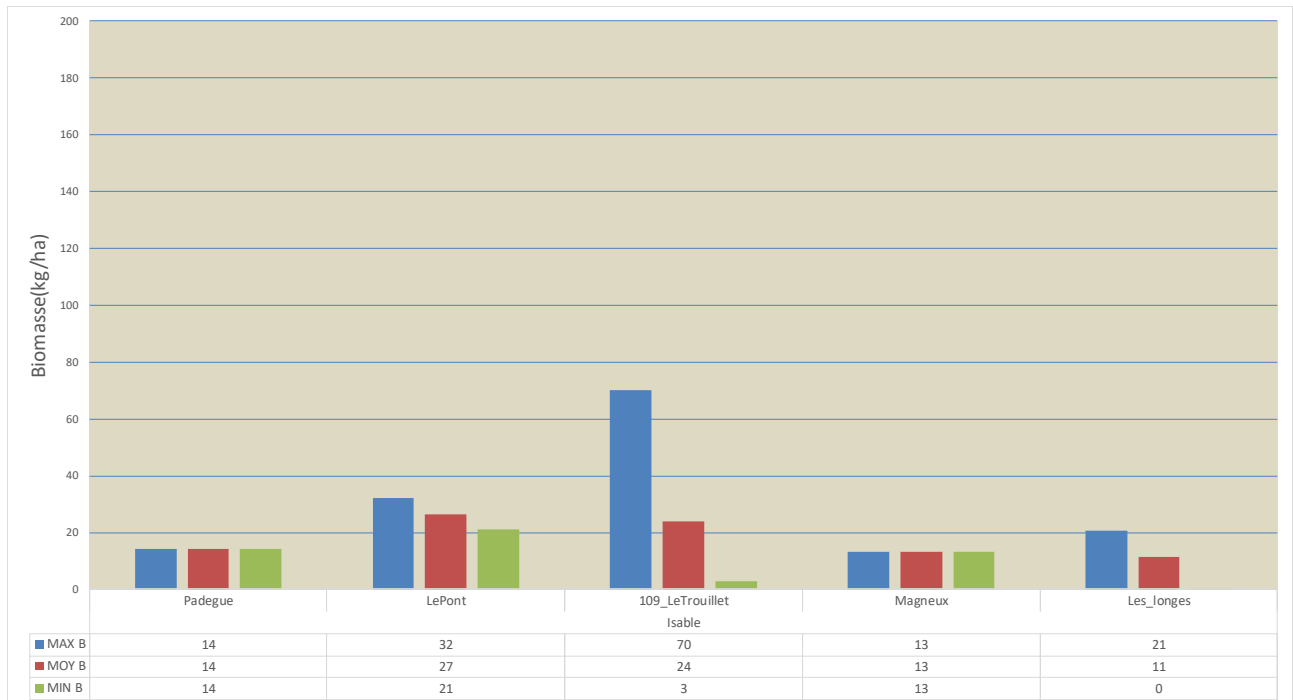
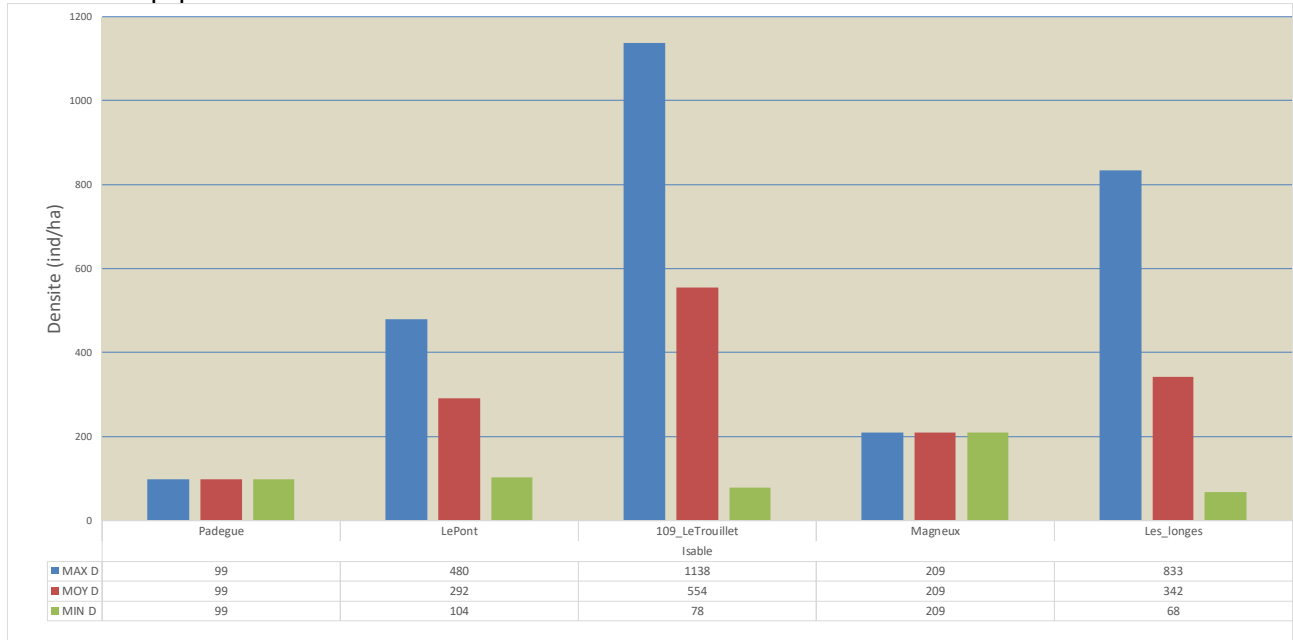
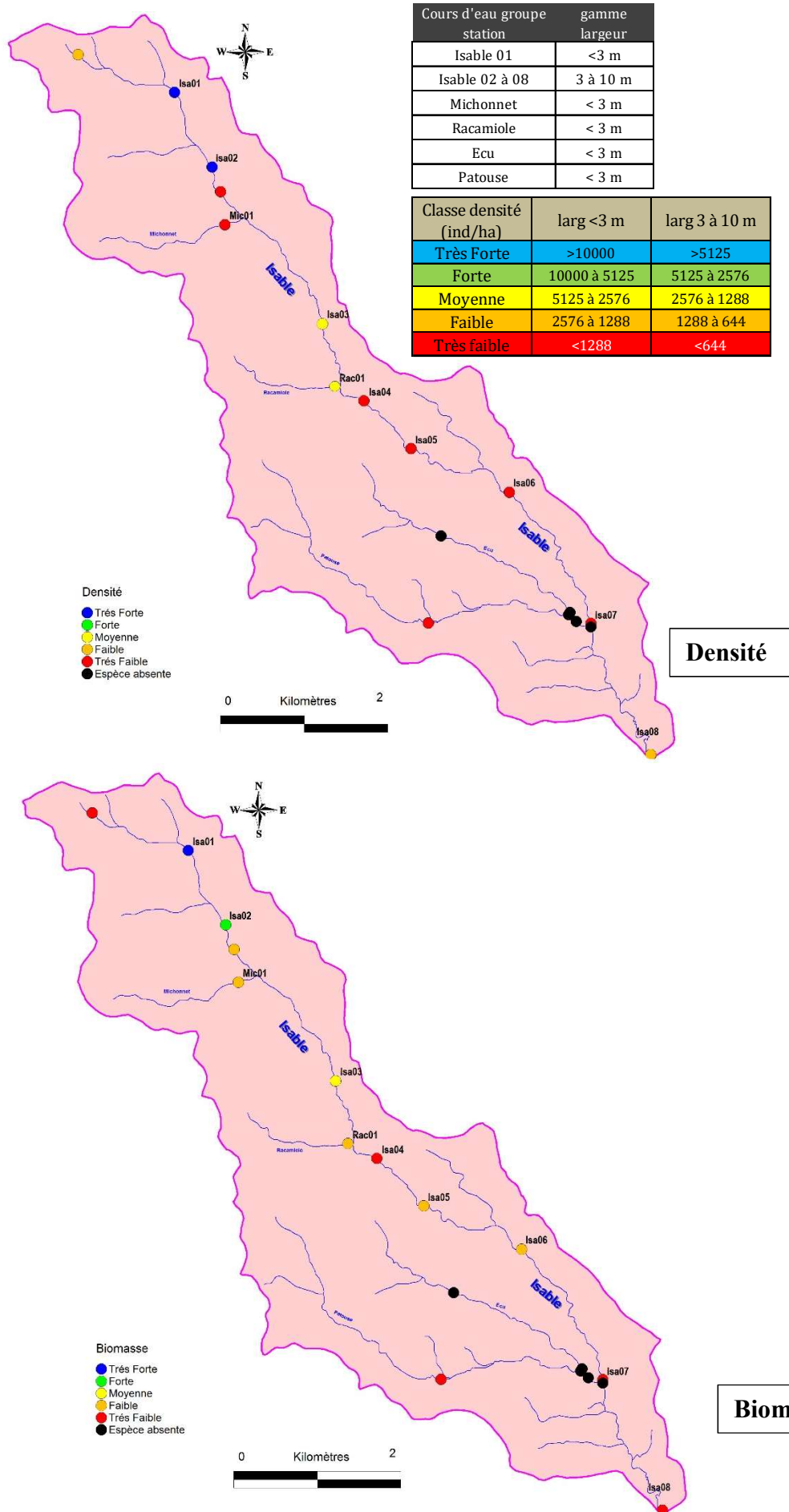


Figure 56 : Densités et biomasses (max, min, moyenne) en truites sur l'Isable amont de Padégue à la confluence avec l'Aix



Carte 14 : Moyennes des densités et biomasses salmonicoles sur le sous-contexte de l'Isable

Les peuplements de truites fario de l'Isable amont comprennent toutes les cohortes (0+, 1+ et adultes) avec des effectifs généralement importants. Malgré des fluctuations courantes des populations, induites par les manques d'eau estivaux, la qualité du milieu permet une rapide recolonisation des truites (Figure 57) depuis des zones de survie bien connues et identifiées (zones profondes ne séchant pas, même au plus fort des épisodes de sécheresse).

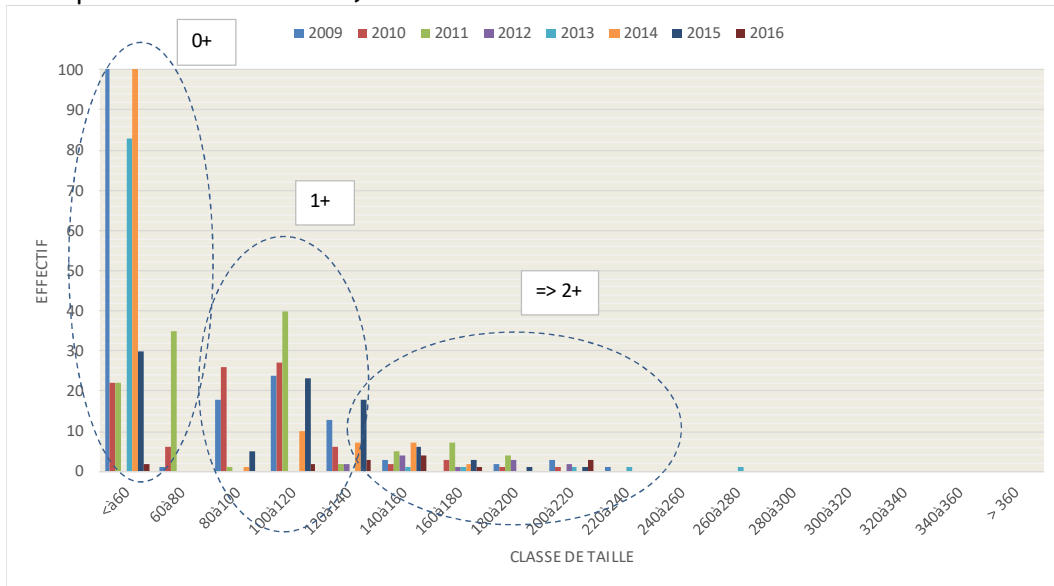


Figure 57 : Histogramme des classes de tailles des truites sur l'Isable amont (108_Blanchardon)

A titre d'exemple, l'année 2012 voit sa cohorte de 0+ absente et les adultes subsistent en petits effectifs. Grâce à une reproduction totalement naturelle efficace, le recrutement en 0+ redevient très bon en 2013. Du fait de l'absence des 0+ en 2012, aucun 1+ n'est présent en 2013. La cohorte des 1+ repeuple alors le milieu dès 2014, témoignant d'une bonne survie des 0+ de l'année 2012. Les populations sont par conséquent de nouveau équilibrées. On voit qu'en juin 2016, la population a subi le contre coup de la sécheresse de l'été 2015.

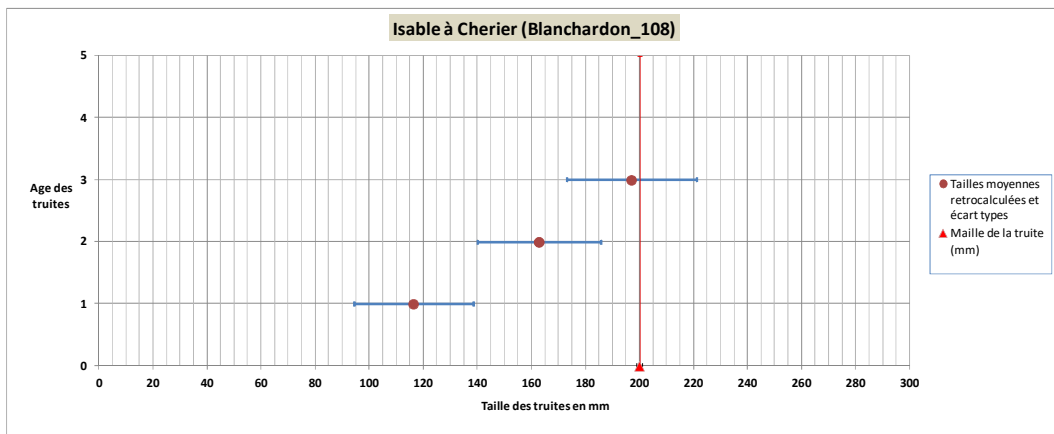


Figure 58 : Relation taille-âge rétrocalculée des truites de l'Isable à Chérier

Les données rétrocalculées de la relation taille-âge des truites de l'Isable à Blanchardon permettent de trouver une taille des [2+] et [3+] inférieure à la taille légale de capture (200 mm). La croissance est faible sur ce secteur (Figure 58) : les [2+] mesurent 163 mm en moyenne et les [3+] 197 mm, démontrant une protection optimale des jeunes adultes. On notera des écarts types semblables sur les trois classes de tailles échantillonnées, malgré la forte amplitude des données brutes.

Pour la partie aval, toutes les cohortes sont également présentes mais leurs effectifs sont globalement très faibles (Figure 60). Le développement de ces populations est bridé par les épisodes de sécheresse récurrents et des conditions thermiques nuisant aux truites.

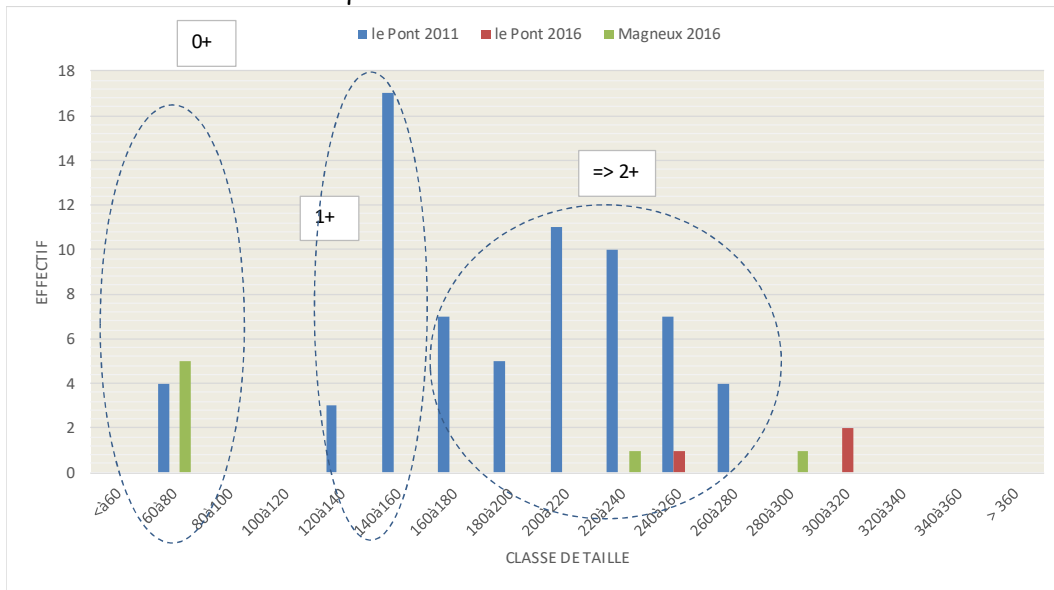


Figure 59 : Histogramme des classes de tailles des truites sur l'Isable aval (Le Pont RD18 et Magneux)

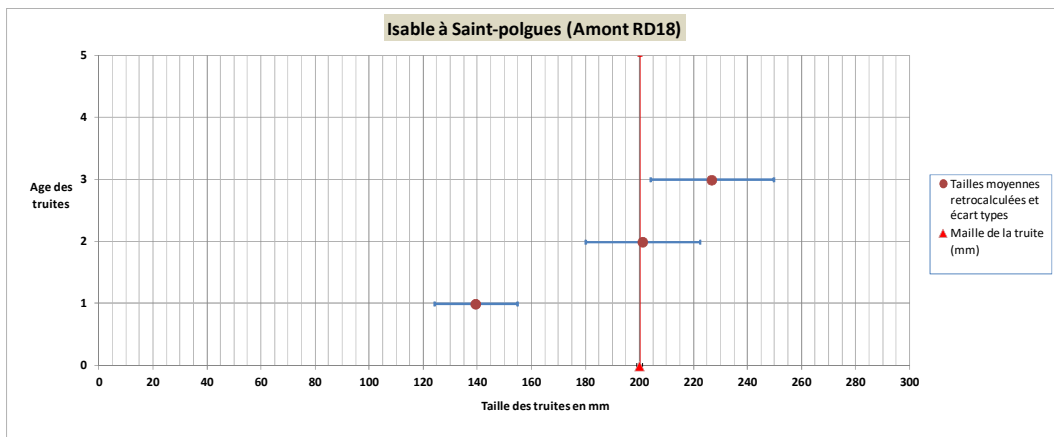


Figure 60 : Relation taille-âge rétrocalculée des truites de l'Isable à Saint-Polgues (le Pont RD18)

Les données rétrocalculées de la relation taille-âge des truites de l'Isable sur son cours intermédiaire font ressortir une taille des [2+] et [3+] supérieure à la taille légale de capture qui est de 20 cm (Figure 60). La croissance de forte, la pêche à la ligne exploite des individus de moins de 3 ans qui ne se sont donc pas reproduit. Une taille légale de capture à 23 cm serait plus adaptée et protégerait la majeure partie des futurs géniteurs.

Ecu et Patouse pêche de sondage

L'Ecu et la Patouse ont fait l'objet de pêche de sonde en 2016 pour rechercher la présence de truite fario.

Données de pêche électrique sur Ecu et Patouse

promoteur	cours_deau	date	commune	lieu_dit	% TRF	% autres especes	do	larg	bio trf	dens trf	bio_tot
FD	Ecu	24/05/2016	SOUTERNON	Solombet	0,0	PSR	2,9	1,2	0	0	1
FD	Ecu	24/05/2016	AMIONS	Farges, amont pont	0,0		6,7	2,0	0	0	10
FD	Patouse	24/05/2016	SOUTERNON	Le Chat	25,0	VAI PES	6,2	2,0	4	25	15
CSP	Patouse	30/09/2002	SAINT-JULIEN-D'ODDES	Le Garait	90,0	VAI(8) PES(2%)	9,0	2,0	69	860	76
FD	Patouse	24/05/2016	SAINT-JULIEN-D'ODDES	Moulin Michon	0,0	aucune espèce	9,8	2,2	0	0	0
FD	Patouse	24/05/2016	SAINT-GERMAIN-LAVAL	Amont A89	0,0	VAI (1 ind.)	10,1	2,2	0	0	1
FD	Patouse	24/05/2016	SAINT-GERMAIN-LAVAL	Amont RD8	0,0	CHE (1 ind.)	10,6	2,5	0	0	1

Sur 6 sites, l'espèce n'a été capturée (1 individu sur 200 m) que sur la station du lieu dit le Chat sur le ruisseau de la Patouse. En 2002, le CSP avait également capturé de rares truites sur ce secteur. Ces deux ruisseaux sont déconnectés de l'Isable par l'ouvrage béton en aval de l'autoroute A89. Ils subissent tous deux des assecs récurrents, l'Ecu présente une altération prononcée de la qualité des eaux mise en évidence par le colmatage algal important. La Patouse présente des habitats salmonicoles assez intéressants et n'est donc pas dépourvue d'intérêt.

8.1.2.3 Synthèse sur la qualité des peuplements piscicoles et caractérisation du contexte Isable

Outre les manques d'eau qui s'imposent, les peuplements piscicoles de l'Isable peuvent être qualifiés de **salmonicoles peu perturbés** à l'amont en raison :

- d'un excellent niveau salmonicole,
- de rapides phases de recolonisation malgré des assecs récurrents ;

Et de perturbés à l'aval en raison :

- d'un faible niveau salmonicole (impact thermique et débits) ;
- de la faiblesse générale des abondances des espèces électives du milieu.

8.1.3 Sous-contexte intermédiaire O6-03 : L'Aix aval et affluents

8.1.3.1 Diagnostic de l'ensemble du cortège d'espèces

Les scores IPR de l'Aix aval, sont bons en 2016 sur les 2 sites échantillonnés (Figure 61) (**Les Crevants** en aval de Pommiers, et **Les Sigauds** au niveau du pont de la RD112 à Saint Georges de Baroille).

Sur le site **Les Crevants**, les métriques IPR de 2001 montraient une diversité trop importante provenant de la présence d'espèces non électives (carpe, poisson-chat, perche, perche-soleil rotengle, tanche) du milieu, issues pour la plupart de plaques d'étangs des affluents (Argent). Pour autant, on trouvait des chabots, hotus et vandoises non échantillonnés en 2016, mais la qualité IPR s'améliore grandement car seules les espèces électives ont été capturées. Le cours d'eau à ce niveau mesure de 8 à 15 m de large, il méandre un peu et de nombreuses mouilles de concavité offrent des habitats profonds avec des abris racinaires, alternant avec des radiers assez courts.

L'Aix a été échantillonné par l'agence de l'eau en 2010 et 2013 en amont immédiat de l'A89 à **Verneuil** et le peuplement reste assez proche de la référence puisqu'en classe bonne lors de ces deux années.

Sur l'Aix aval au lieu dit **Les Sigauds**, les densités totales d'individus restent faibles face à celles escomptées sur la période 2008-2014. Ceci implique donc de très faibles densités des espèces électives du cours d'eau, le déclassement des scores IPR provient d'une diminution de la densité totale d'individus et de l'absence de la truite fario. En 2016, la situation s'améliore, l'IPR passant en classe bonne en lien avec une baisse significative de la densité des espèces tolérantes et résilientes.

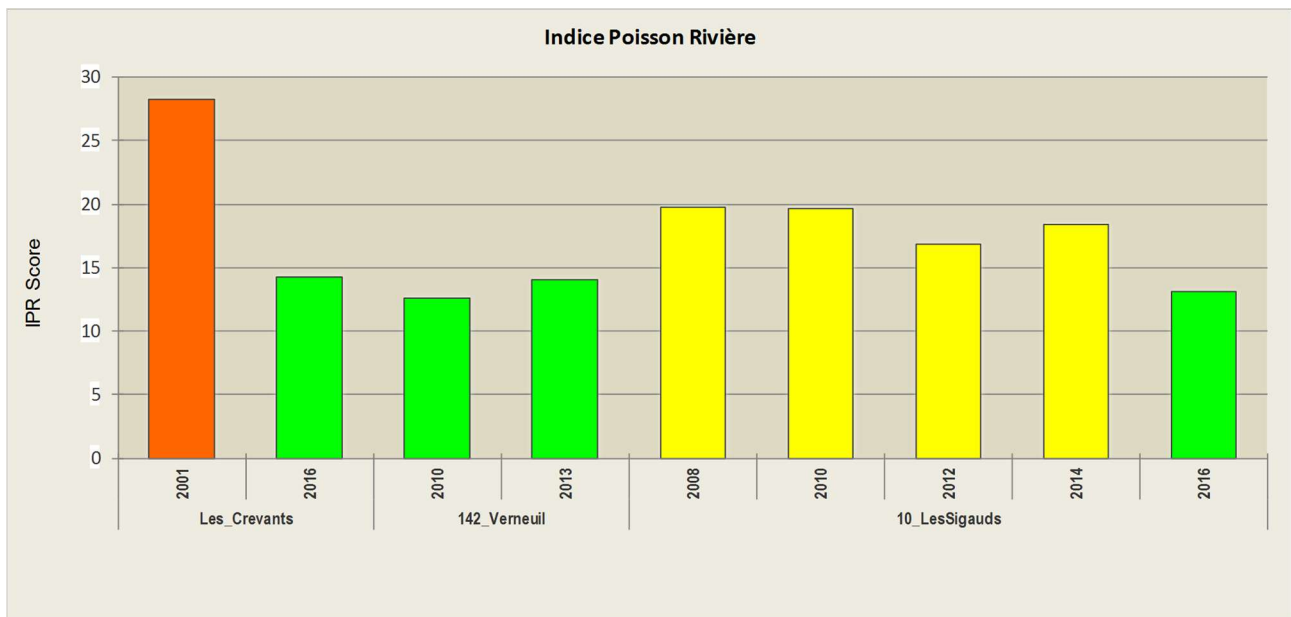


Figure 61 : Evolution des IPR de l'Aix aval

Les peuplements piscicoles de l'Aix sur le site Les Crevants sont déséquilibrés, avec des espèces et abondances non conformes aux peuplements théoriques du niveau typologique du cours d'eau sauf pour le spirilin (Figure 62). Sur ce type de cours d'eau, les espèces cibles correspondent au couple truite et cyprinidés d'eaux vives tels que les hotus, les barbeaux, les vandoises et les spirilins. Truites, barbeaux, sont présents en 2016 mais en faible abondance face aux abondances théoriques. La vandoise et le hotu ont été capturés uniquement en 2010. La présence de plusieurs espèces non électives du milieu est également à noter en 2010 (sandres, rotengles, grémilles, silures) tout comme celle de plusieurs espèces indésirables (pseudorasboras, perches soleil et poissons chats) que l'on ne retrouve pas en 2016. En définitive, la faible abondance des espèces cibles en 2016, spirilins mis à part, semble traduire probablement l'impact de la période caniculaire de l'été 2015.

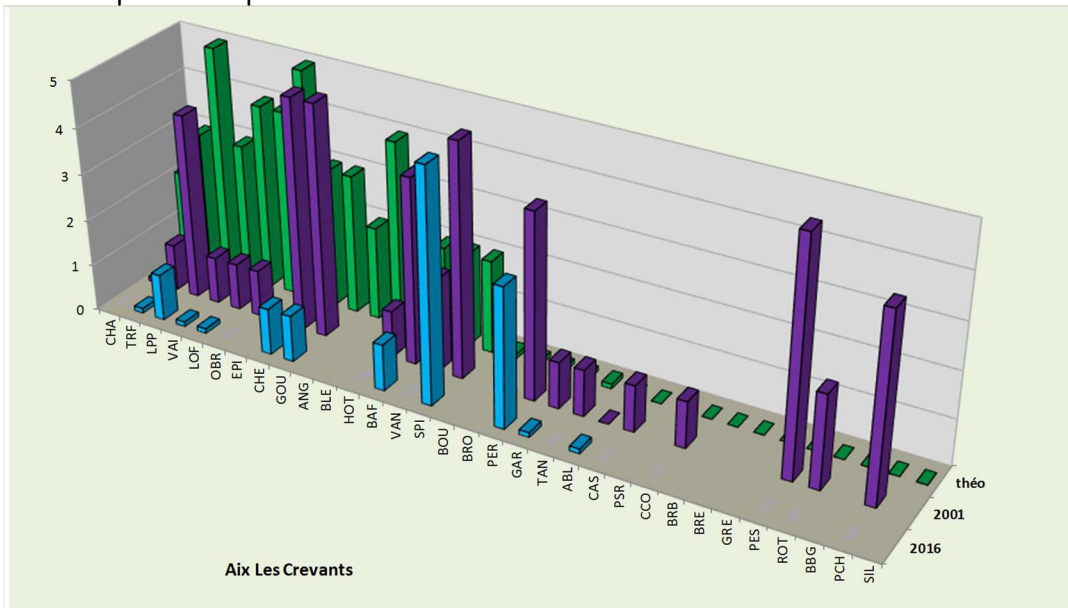


Figure 62 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix Les Crevants (NTT B5,5-/B6)

Le peuplement piscicole de l'Aix à Verneuil en 2010 et 2013 comprend bien les espèces électives : chabot, truite, lamproie, vairon, loche, chevaine, goujon, hotu, barbeau, spirilin. Seule la vandoise est absente. On note toujours la présence de poissons d'étangs (Figure 63 Figure 65).

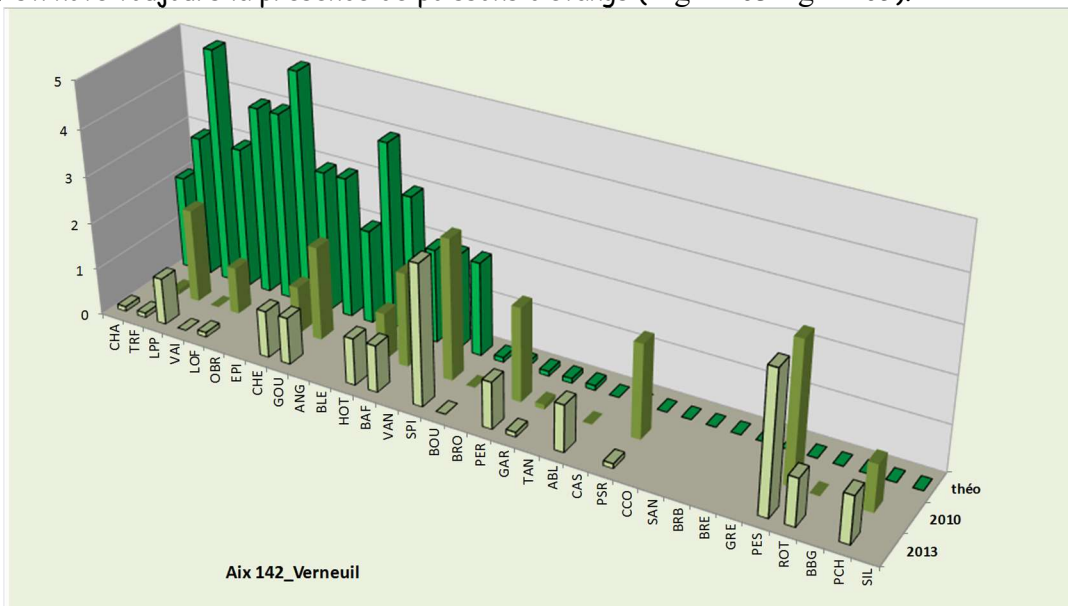


Figure 63 : Histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix à Verneuil (NTT B5,5-/B6)

Les peuplements piscicoles de l'Aix sur le site **10_ Les Sigauds** sont également déséquilibrés, avec des espèces et abondances non conformes aux peuplements théoriques du niveau typologique du cours d'eau (Figure 64). Sur ce type de cours d'eau, les espèces cibles correspondent au couple truite et cyprinidés d'eaux vives tels que les hotus, les barbeaux, les vandoises et les spirilins. Chabots et truites sont complètement absents du peuplement, de même que la bouvière ou le brochet. Les barbeaux, hotus sont présents mais en faible abondance face aux abondances théoriques. La vandoise a quant à elle été capturée uniquement en 2010. Seuls spirilins et perches ont des abondances élevées.

La présence de plusieurs espèces non électives du milieu est également à noter les années antérieures (sandres, rotengles, grémilles, silures) tout comme celle de plusieurs espèces indésirables (pseudorasboras, perches soleil et poissons chats) ; elles sont peu présentes en 2016 d'où l'amélioration de l'indice IPR.

En définitive, la faible abondance des espèces cibles ainsi que la présence de nombreuses espèces non électives du milieu et d'espèces invasives traduisent un peuplement perturbé essentiellement par l'hydrologie et la thermie estivale et les arrivées de poissons depuis les plaques d'étangs de l'Argent et de l'Onzon.

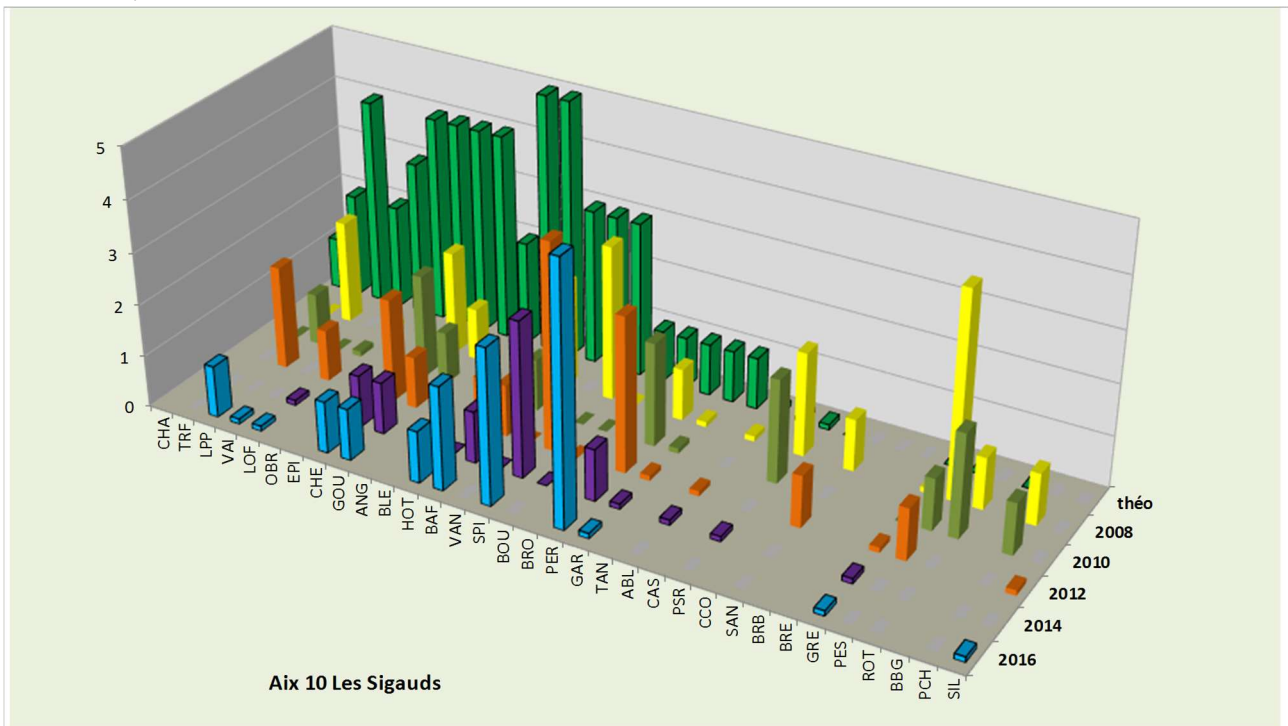


Figure 64 : Histogrammes des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés de l'Aix 10_ Les Sigauds (NTT B6)

Sur les affluents aval de l'Aix (Bost et Argent, Onzon et Armençon,), les IPR sont beaucoup moins bons, avec des scores majoritairement qualifiés de mauvais (Figure 65).

En ce qui concerne l'**Armençon**, ces mauvais résultats proviennent de l'absence d'espèces rhéophiles et d'une faible diversité d'espèces (paradoxalement ce cours d'eau recelait encore récemment la présence d'écrevisses à pieds blancs un peu en amont du site d'échantillonnage). Les mêmes raisons expliquent les mauvais indices du Bost et de l'Onzon. Le meilleur score de 2015 (qualifié de médiocre) sur la station 94_Bost au lieu dit Le Bost (réseau de référence pérenne ONEMA/AELB) est dû à la capture d'une espèce supplémentaire : la truite fario (un individu 0+). Sur l'Onzon, de très fortes densités d'individus tolérants sont à noter, issus de plans d'eau.

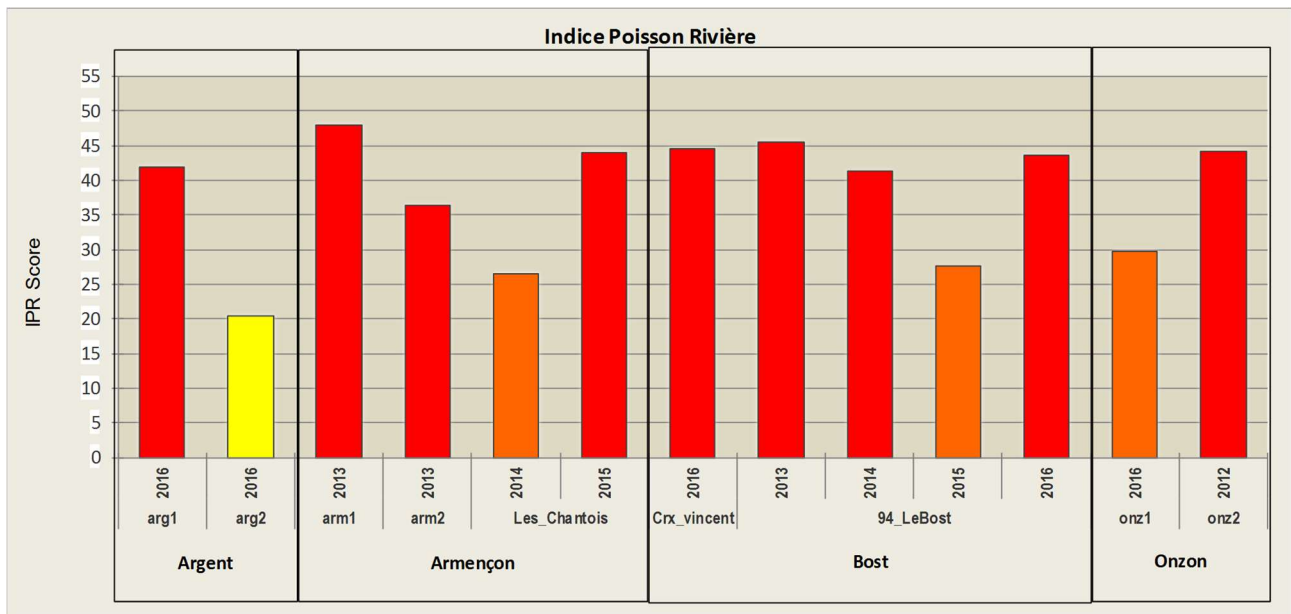


Figure 65 : Evolution des IPR des affluents du sous-contexte de l'Aix aval (arg1 : Croix Blanche, arg2 : Pont d'Argent ; arm1 : Riou, arm2 : Les Mandarins ; onz1 : Les Chazeaux, onz2 : les petits Chartois)

Sur le **Bost**, aucune truite fario n'a été échantillonnée en 2013, 2014 et 2016. Le peuplement est constitué de vairons et de loches, espèces bien électives du milieu.

L'Argent, **l'Armençon** et **l'Onzon** sont des cours d'eau dont les espèces repères théoriques correspondent à la truite mais également aux cyprinidés d'eaux vives dont le barbeau, le hotu, le spirilin et la vandoise. Aucune de ces espèces n'est présente sur les stations de pêche électrique. Seule la loche et le goujon correspondent au référentiel du niveau typologique. Toutes les autres espèces capturées ne sont pas électives du milieu (bouvières, perches soleil, pseudorasboras, tanches, poisson-chats etc.). Ces dernières, dont plusieurs sont invasives, sont des espèces lentiques provenant des multiples plans d'eau alentours (étangs de la plaine du Forez). Cela qui traduit des milieux dégradés : impact des sécheresses, impact des étangs, qualité des eaux déficiente, cloisonnement.

8.1.3.2 Diagnostic de l'état des populations de truite fario :

Les densités et biomasses de truites fario sur l'Onzon, l'Armençon et sur le dernier tronçon aval de l'Aix sont nulles. Ceci reflète des milieux intermédiaires très perturbés puisque la truite fait partie des espèces repères de ces milieux intermédiaires.

Les truites sont présentes sur l'Aix aval et sur le Bost mais avec des densités et biomasses très faibles. En ce qui concerne le Bost, cette présence se réduit à la capture d'un seul 0+ en 2015. Pour l'Aix, la population est relictuelle, avec des densités d'une vingtaine d'individus à l'hectare.

8.1.3.3 Synthèse sur la qualité des peuplements piscicoles et caractérisation du contexte Aix aval :

Les peuplements piscicoles du sous-contexte intermédiaire de l'Aix aval peuvent être qualifiés **d'intermédiaires très perturbés** en raison :

- de l'état relictuel des populations de truites fario,
- de la très faible abondance des cyprinidés d'eaux vives (espèces repères du milieu),
- de l'abondance massive des espèces tolérantes et de plans d'eau sur les affluents de l'Aix.

8.1.1 Sous-contexte Gouttes de Sac et de Charvet

La Goutte de Sac et la Goutte de Charvet sont deux petits cours d'eau confluant dans la Loire (dans le barrage de Villerest). Les qualités IPR sont médiocres.

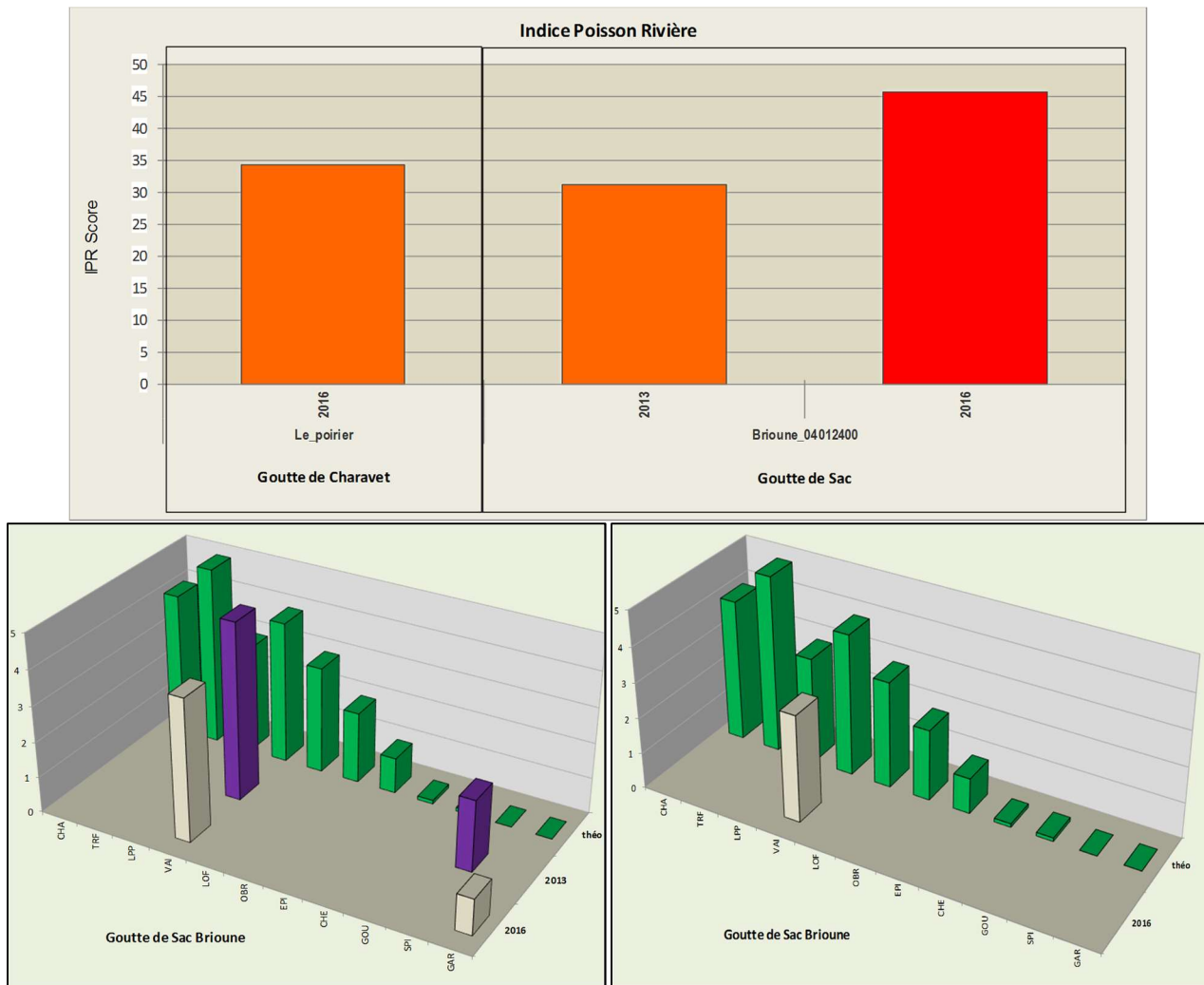


Figure 66 : Evolution des IPR des Gouttes de Sac et de Charvet et histogramme des classes d'abondances des peuplements théoriques et observés.

Sur la Goutte de Sac, les inventaires font état de la capture de vairons, et gardons en 2016 et de vairons et spirilins en 2013. Sur la Goutte de Charvet, seul le vairon peuple le cours d'eau.

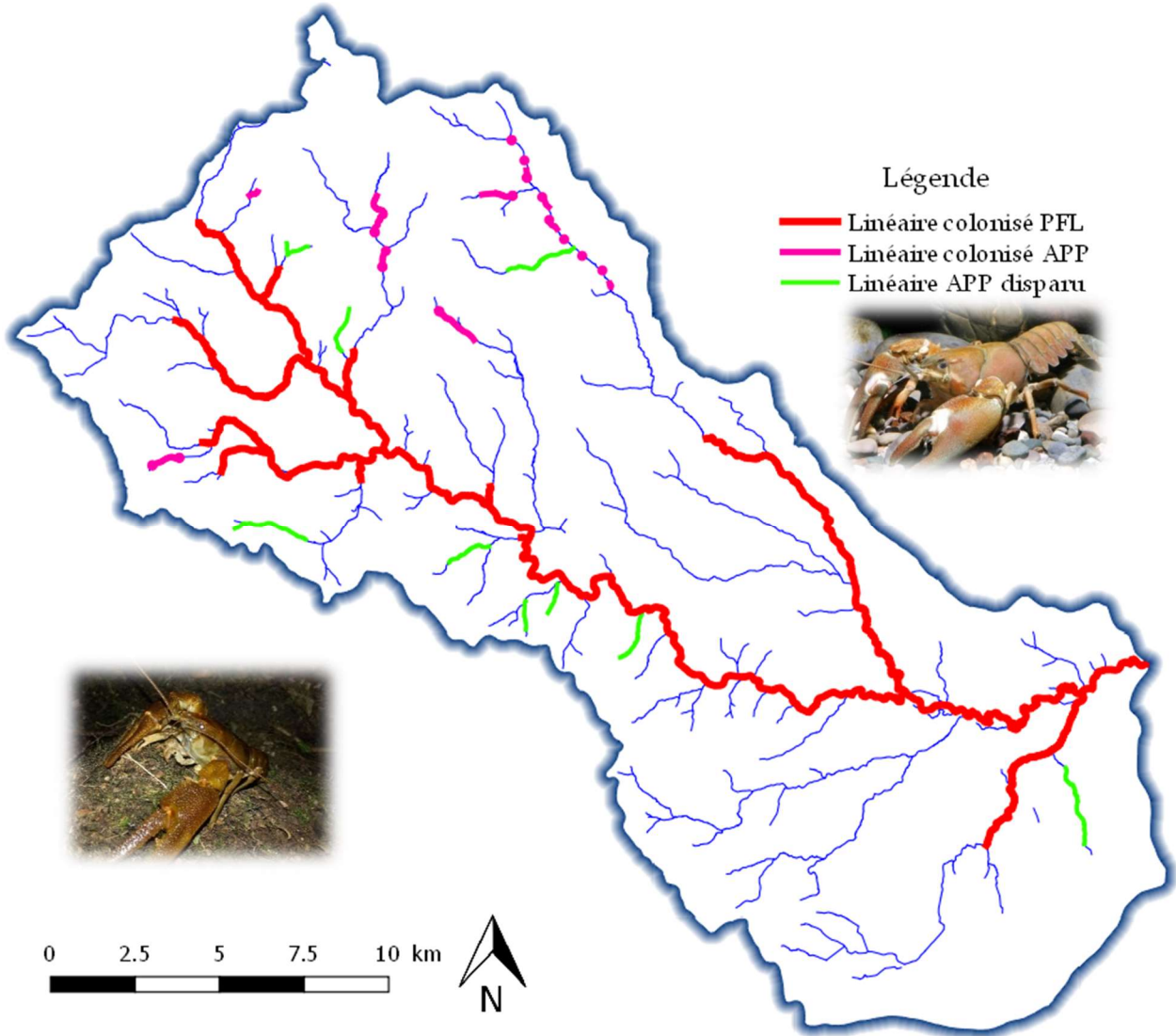
Ces deux milieux sont soumis à des phases d'assecs régulières en été. Comme ils sont cloisonnés, les parties amont sont apiscicoles, comme nous avons pu le vérifier lors de pêches de sondage en mai 2016 (portion de cours d'eau sur 100 m en amont et aval du pont de Charrier sur la Goutte de Charvet et amont et aval du pont de Joux sur la Goutte de Sac). La truite est totalement absente de ces deux petits bassins versants.

8.1.1.1 Synthèse sur la qualité des peuplements piscicoles et caractérisation des Gouttes de Sac et Charvet:

Les peuplements piscicoles du sous-contexte salmonicole des Gouttes de Sac et Charvet peuvent être qualifiés **salmonicoles dégradés** en raison de l'absence de truites fario.

9 Etat des populations d'Ecrevisses :

9.1 Répartition des écrevisses sur le bassin versant de l'Aix :



Carte 15 - Répartition et historique des sites à écrevisses sur le bassin versant de l'Aix.

Cours_deau	Linéaire colonisé par les APP (en mètres)
Ban	435
Bénétière	276
Bois Rochette	891
Cane	1424
Isable	219
Mardan	922
Tranlong	1383
Total :	5550

Cours_deau	Linéaire colonisé par les PFL (en mètres)
Ban	2000
Aix	38000
Barjon	1200
Bois Rochette	500
Noyer	6700
Font d'Aix	8000
Moussé	2000
Machabré	1000
Boën	4000
Isable	13000
Total :	76400

Cours_deau	Linéaire à APP disparu (en mètres)
Armançon	2600
Barjon	900
Chez Rivaux	1400
Goutte Cunil	1800
Goutte Job	1500
Goutte Michonnet	2300
Machabré	2400
Rémusson	1300
Total :	14200

9.2 Sites à écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*)

:

9.2.1 Le Bois Rochette :

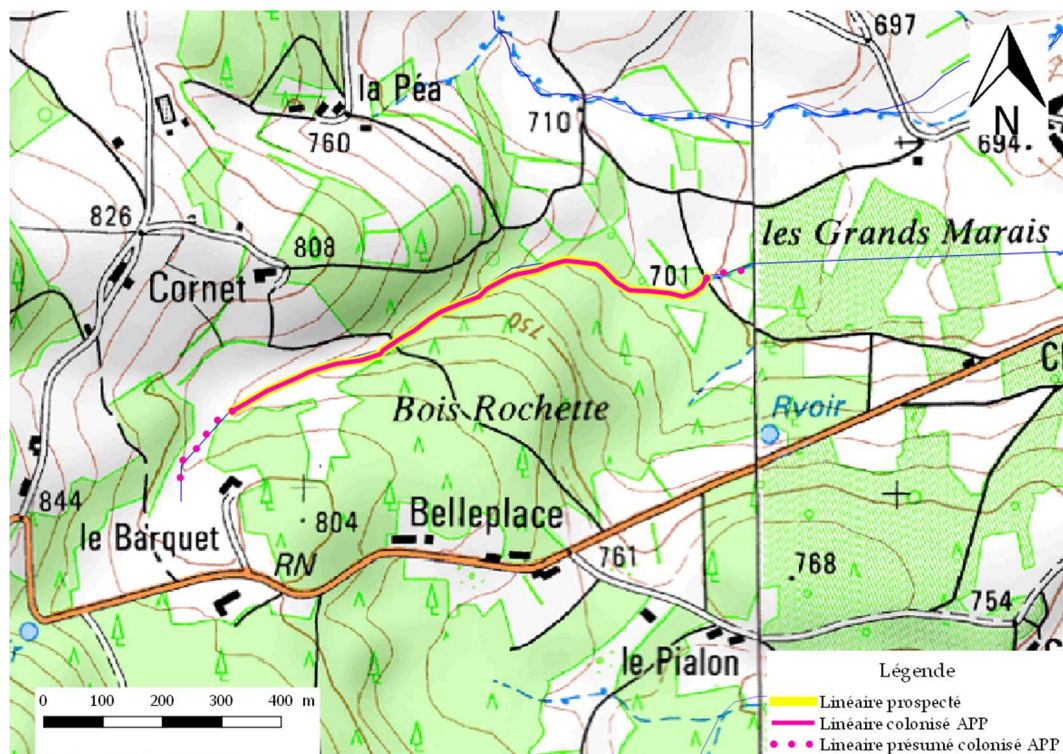
9.2.1.1 Descriptif du site :

Le ruisseau de Bois Rochette est localisé à l'ouest de Chausseterre et détient la particularité de traverser une zone « les Grand Marais » où il se perd totalement dans une zone humide sous couvert forestier. En amont, le ruisseau mesure moins de 2m de large en moyenne avec une pente de l'ordre de 8,6‰ et s'écoule en milieu forestier (mélange de feuillus et résineux). La granulométrie des fonds est caractérisée essentiellement par du sable grossier, du gravier et des petits cailloux. L'habitat est globalement peu attractif et assez uniforme avec peu de fosses et de sous-berges.

9.2.1.2 Historique du site :

Le site du Bois Rochette est connu depuis octobre 2007 (ONEMA42/FDAAPPMA42) où une prospection démontrait la présence d'écrevisse à pattes blanches sur près de 900 mètres. En 2010, le bureau d'études « Saules et Eaux » avait réalisé une prospection pour le compte du Syndicat des Monts de la madeleine, le site étant toujours présent en amont des Grands Marais avec une bonne densité. En Août 2012, la FDAAPPMA42, confirmait toujours la présence du crustacé sur un linéaire de 1km, la densité était très forte (jusqu'à 5 individus au m²).

9.2.1.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 16 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs du Bois Rochette en 2016

La prospection nocturne du 26 Juillet 2016 a permis d'attester que les APP étaient toujours présentes sur le ruisseau du Bois Rochette (Carte 16) : la densité est moyenne à forte selon les secteurs. Un secteur de 150m est fortement dégradé au niveau de l'habitat (parcelle de résineux) et la densité des écrevisses est très faible. Globalement il s'agit d'une belle population avec toutes les classes de tailles représentées. Quelques individus porteurs de la Thélohaniose ont été inventoriés, mais dans une proportion raisonnable et acceptable au sein de la population. La limite de population aval n'est pas délimitée précisément car le cours d'eau se perd dans la zone humide des Grands Marais et la prospection est impossible. Pour la limite amont, elle se situe au droit du lieu-dit « le Barquet » en aval de la RD dans la zone de source du ruisseau (zone humide).

9.2.2 La Benetière :

9.2.2.1 Descriptif du site :

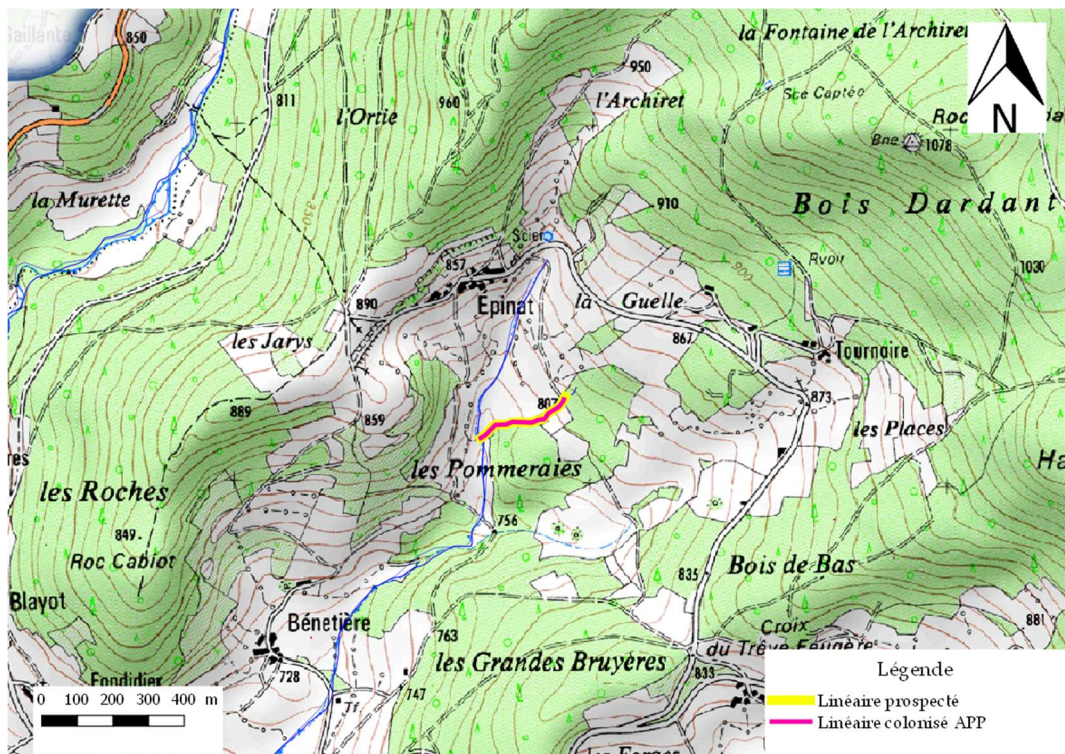
Le site de la Benetière se situe sur le haut bassin du Boën, il s'agit d'un tout petit ruisseau de moins de 50cm de large, situé à une altitude de 800m. Il est composé d'un habitat de petite taille avec un faible potentiel piscicole et astacicole. La formation du cours d'eau est un peu particulière, car il est issu d'un busage de chemin concentrant les écoulements. Dans l'ensemble, le cours d'eau reste protégé par une hêtraie en rive gauche et un accès limité du bétail (bovin) en rive droite.



9.2.2.2 Historique du site :

Antérieurement le site de la Benetière était connu sur environ 1500m entre le lieu-dit « Pommeraiès » et sa confluence avec le Boën, comme en témoigne des prospections de jour aux appâts réalisées dans le cadre de l'étude DIREN/FDPPMA (cf. Larue et Grès, 1998). Des prospections en 2008 par le bureau d'études « Saules et eaux » avaient démontré une réduction du linéaire très conséquente et un cantonnement sur une petite Goutte non cartographié sur l'IGN. En 2012, cette petite population a pu être recontactée au cours de la campagne de prospection de la FDAAPPMA42 (Grès et Scaramuzzi, 2013), il s'agissait alors, d'une très petite population que l'on peu qualifier de relictuelle avec une densité inférieure à 20 individus au 100 mètres linéaire, localisée sur 250m.

9.2.2.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 17 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs de la Benetière en 2016

La prospection nocturne du 11 Juillet 2016 a permis d'actualiser la présence des APP (Carte 17). Une forte densité a été observée, toutes les classe de tailles ont pu être échantillonnées. La part d'individus porteurs de la Thélohaniose est nettement inférieure à ce qui avait pu être observé en 2012. Les limites amont et aval restent inchangées. Les écrevisses sont localisées à quelques mètres de la source jusqu'à la confluence avec la goutte d'Epinat.

9.2.3 Le Ban :

9.2.3.1 Descriptif du site :

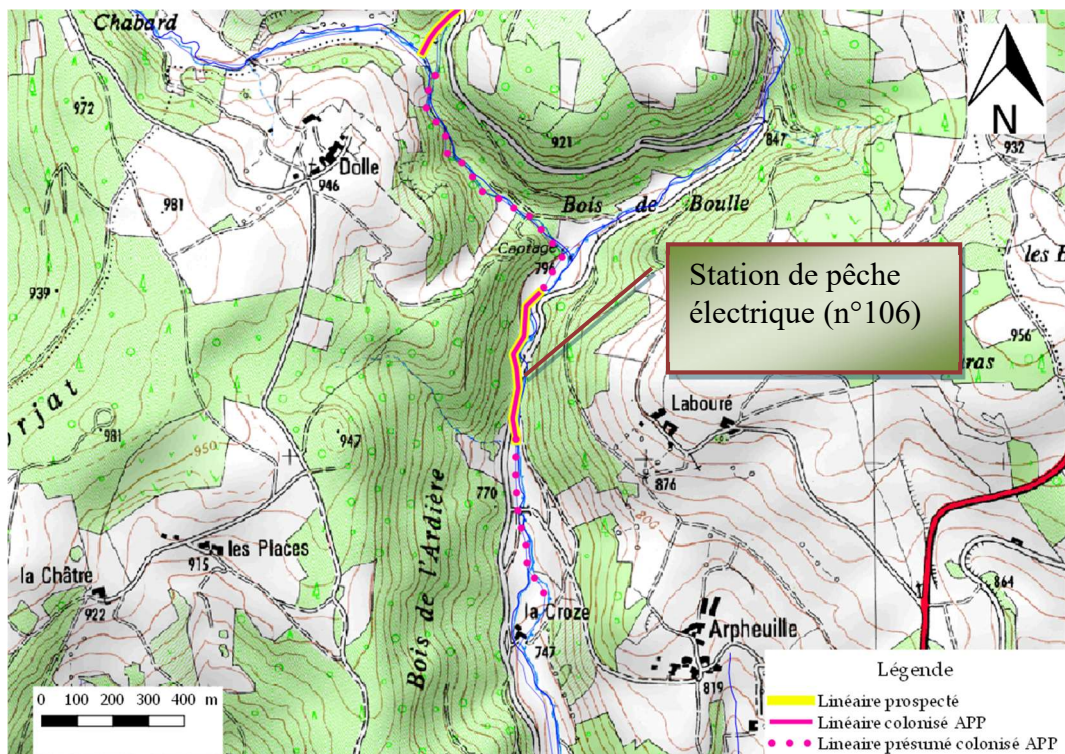
Le Ban sur le secteur prospecté est bordé principalement de prairies (pâtures) et de bois de feuillus. Il mesure 3 à 6 m de large et ne présente aucune altération majeure de l'habitat, hors mis un ancien lit au niveau de Croze qui servait dans le temps à l'ancien moulin. L'habitat piscicole et remarquable avec de nombreux faciès profonds. Pour ce qui est des écrevisses l'habitat est favorable (habitats profonds, racinaires, litières...). De plus, il s'agit d'un cours d'eau qui ne souffre pas des étiages.

9.2.3.2 Historique du site :

Le site est connu depuis 1998, lors des prospections réalisées dans le cadre de l'étude DIREN/Fédération de Pêche (cf. Larue et Grès, 1998). Une pêche électrique d'inventaire réalisée par la Brigade du CSP a permis de caractériser l'état de la population (0,84 individu par mètre carré et 65 kg/ha) ce qui plaçait cette population dans la catégorie des densités et biomasses moyennes. Cette population était localisée en amont de Saint-Just-en-Chevalet, à l'aplomb du lieu-dit « Montgrenier », sur un linéaire avoisinant le kilomètre. Malheureusement depuis les écrevisses californiennes ont colonisé ce secteur aval. Les prospections de 2008 et de 2012 avaient confirmé la présence de l'espèce plus en amont, au niveau du lieu-dit « la Croze » en densité faible à très faible.



9.2.3.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 18 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs du Ban en 2016

La prospection de 2016 actualise et confirme la présence des APP sur le Ban sur le secteur de la Croze (Carte 18), même si l'observation se limite à un seul individu : il faut préciser que les conditions hydrologiques du Ban n'étaient pas du tout optimales, le débit était assez important, même si l'eau restait bien claire.

Depuis 2008, une pêche électrique d'inventaire est effectuée sur la station 106 (station du réseau départemental de suivi des peuplements piscicoles) avec 2 passages successifs, permettant de confirmer une densité très faible (50 à 180 ind/ha et 1 à 5 kg/ha : Figure 67).

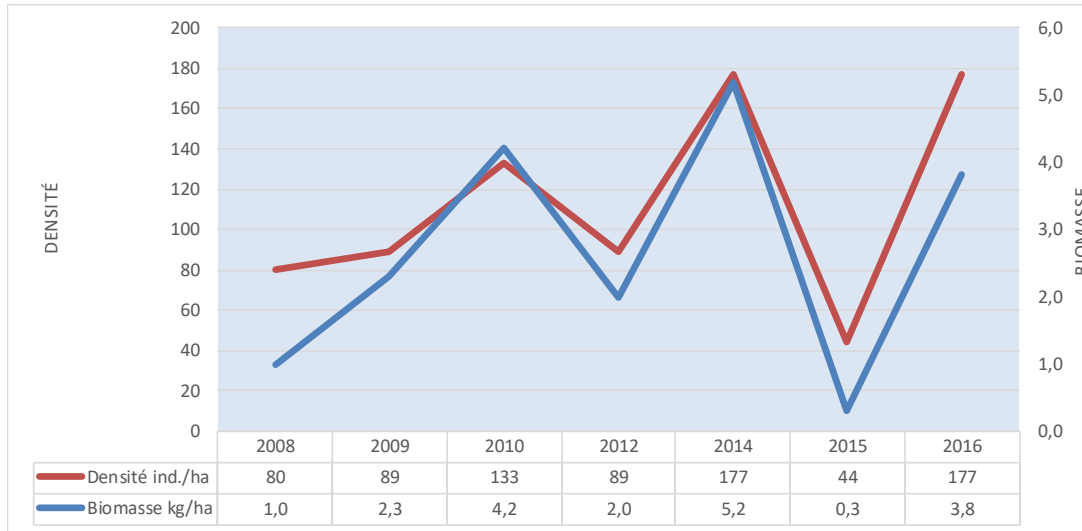


Figure 67 : Evolution des densités et biomasses d'écrevisses à pieds blancs sur le Ban depuis 2008.

On considère qu'il ne s'agit pas à proprement parler d'une population fonctionnelle ; il s'agit plutôt d'individus dévalant du site de la Cane. La survie des individus est démontrée mais pas la reproduction, le linéaire et colonisé uniquement par des sujets adultes. Les individus observés sont cantonnés en amont du lieu-dit « La Croze » et on peut difficilement expliquer pourquoi la population d'écrevisses à pieds blanc ne se développe pas plus, car le Ban offre un habitat et une qualité des eaux remarquables.

9.2.4 La Cane :

9.2.4.1 Descriptif du site :

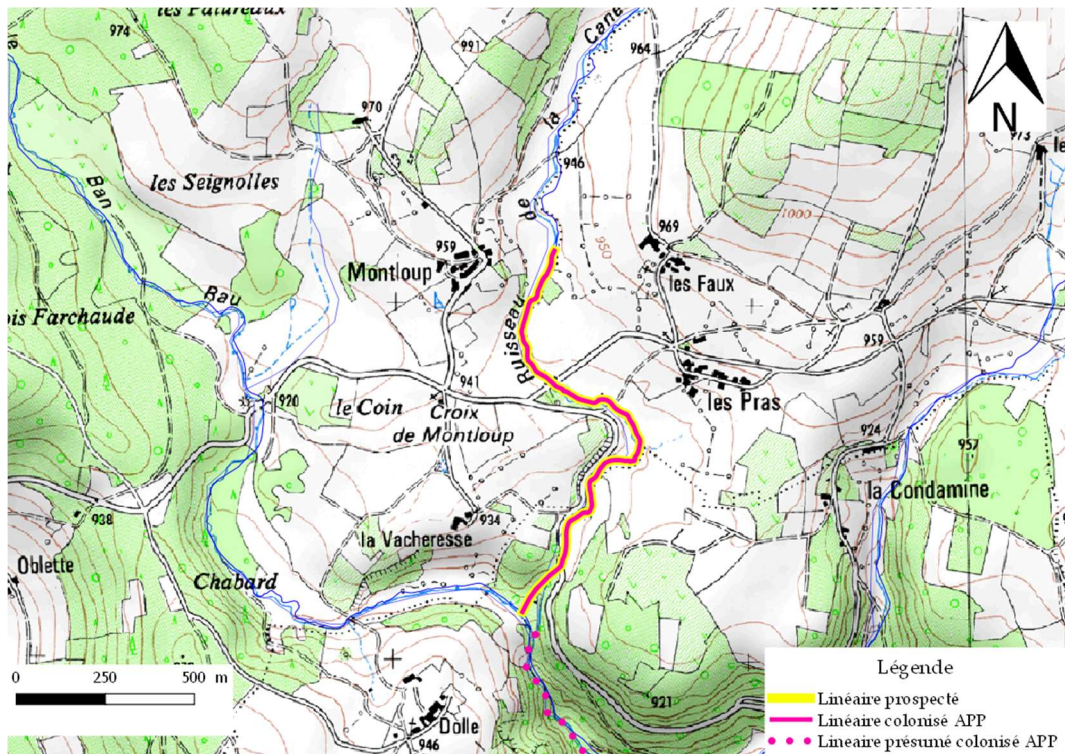
Il s'agit d'un cours d'eau de 1 à 2 m de large qui s'écoule en milieu prairial humide, il méandre un peu et la ripisylve est quasi absente à part quelques bosquets isolés de saules. Il reste cependant bien couvert par la strate herbacée. On notera une mise en défens des berges par la pose de clôture (portée par le syndicat des monts de la madeleine) permettant ainsi de préserver au maximum la végétation de bordure et les berges contre le piétinement bovins. Les fonds sont sablo-graveleux, les sous berges sont très importantes. La mosaïque des microhabitats est donc jugée très bonne pour les astacidés.



9.2.4.2 Historique du site :

Le site à écrevisse du ruisseau de la Cane est connu depuis 1998, (cf. Larue et Grès, 1998), il s'agissait de prospection diurne qui localisait la population sur 1 kilomètre en amont de la confluence avec Ban. La densité paraissait moyenne mais les conditions d'observations ne permettaient pas d'estimer correctement la population. Les dernières prospections (2008 et 2012) avaient mis en évidence une densité forte avec plus de 5 individus au m² sur un linéaire de près de 1500m.

9.2.4.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 19 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs de la Cane en 2016

Les résultats de 2016 attestent toujours de la présence d'une grosse population d'APP sur un linéaire de 1400 m (Carte 19). La densité est parfois très importante : on comptabilise jusqu'à plus de 10-15 ind/ m² sur une fosse. Il est probable que le site à écrevisse s'étende encore plus en amont de Montloup dans les mégaphorbiaies jusqu'aux ruines de Cordet, mais la prospection est rendue quasi impossible du fait de ce recouvrement total par la végétation rivulaire. Sur l'aval, les APP colonisent jusqu'à la confluence avec le Ban et alimentent même ce dernier, comme nous l'avons vu précédemment.

9.2.5 Le Tranlong :

9.2.5.1 Descriptif du site :

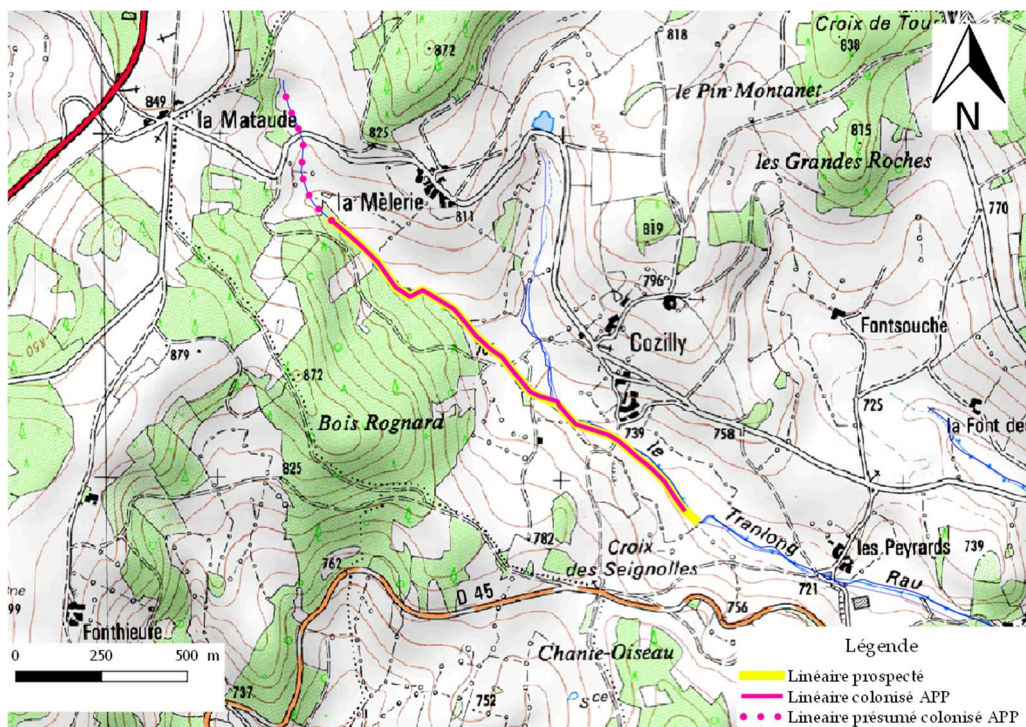
Il s'agit d'un petit ruisseau de moins de 1m de large s'écoulant entre bois et prairie et qui prend naissance au Nord-Ouest du lieu -dit « la Mèlerie » sur la commune de Crémeaux, dans des prairies humides. Le linéaire à APP subit un piétinement bovin important sur certain tronçon de cours d'eau, cela entraîne par endroit une uniformisation du lit avec une faible hauteur d'eau et des fonds colmatés.

D'autre part, l'observation du cours du Tranlong rappelle les traces anciennes de rectification (profil très rectiligne). Notamment, à l'aplomb du lieu-dit la « Mèlerie » où il a été cantonné en fond de prés. Le Tranlong garde un très petit débit, mais suffisant aux APP et aux truites fario même lors des étiages sévères, en lien avec une zone de source constituée de zones humides préservées (La Mataude). On note la présence d'un plan d'eau (2500 m²) sur le lieu-dit de Cozilly (pas signalé sur l'IGN), captant une source perpendiculaire en rive droite au cours d'eau et rejetant ses eaux dans le Tranlong.

9.2.5.2 Historique du site :

Le site du Tranlong est connu depuis 2005 suite à une enquête de plan d'eau du Conseil Supérieur de la Pêche. Cette donnée décrivait le site à APP jusqu'au lieu-dit les Peyrards où une ancienne petite retenue formait un barrage sur le cours d'eau, le linéaire colonisé avoisinait les 1500m. En 2015, un nouvelle prospection (FDAAPPMA42) avait permis de confirmer l'existence du site avec une densité forte.

9.2.5.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 20 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs du Tranlong en 2016

Le Tranlong possède une belle population d'APP bien structurée avec de nombreux juvéniles. La limite de population aval est assez floue mais se cantonne entre Crozilly et les Peyrards, en effet, la densité est assez faible sur les 200 derniers mètres de la population (Carte 20). La limite amont n'est pas délimitée précisément car le cours d'eau se perd au milieu de zones humides et il est impossible de l'inventorier. Au total, 1350 m sont colonisés par les écrevisses à pattes blanches en 2016.



9.2.6 L'Isable :

9.2.6.1 Descriptif du site :

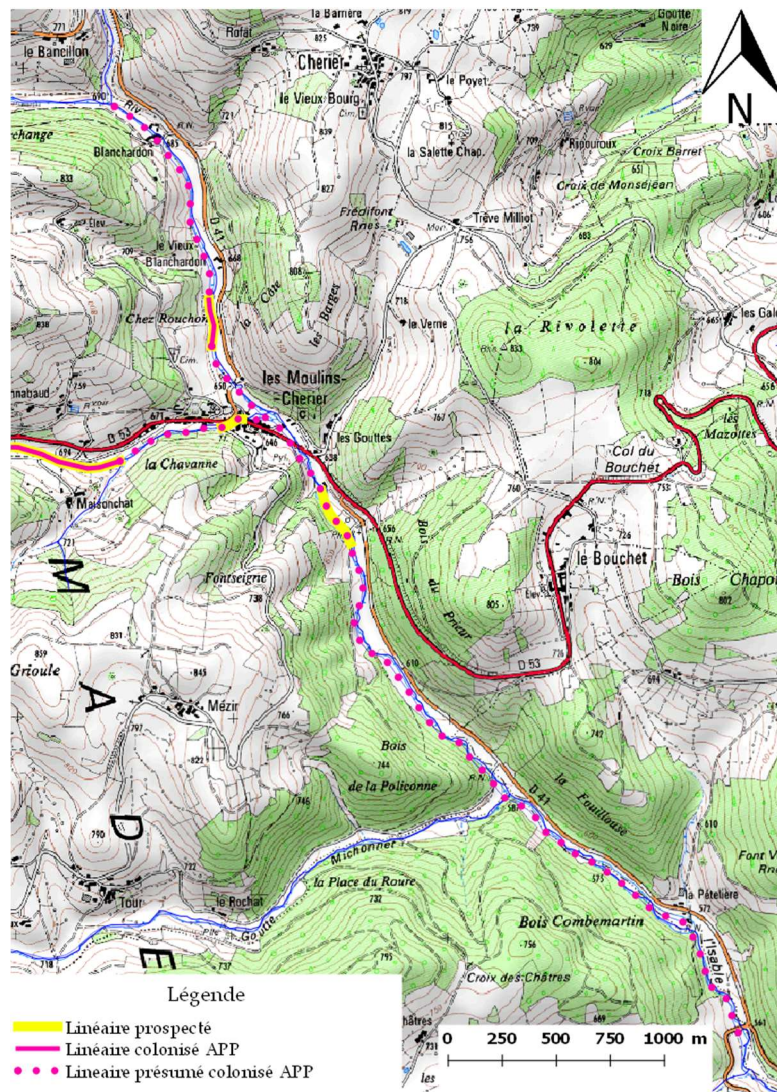
Le site à écrevisses de l'Isable est localisé sur la commune de Chérier. L'Isable prend sa source à la Croix de Trévingt au niveau de Bois Tor et Font des Molières où d'importants captages sur sources sont présents et affaiblissent les débits d'étiage. De plus, la configuration du bassin versant tout en longueur et l'absence d'affluent conséquent limitent aussi la zone d'impluvium. La qualité physicochimique est très bonne, on n'enregistre qu'une perturbation au niveau du rejet du lagunage de « Les Moulins-Chérier » qui impacte la rivière sur quelques centaines de mètres (colmatage et développement d'algal). L'occupation du sol est essentiellement agricole (élevage extensif sur prairie naturelle) et forestier (feuillus).



9.2.6.2 Historique du site :

Les premières observations de la présence des écrevisses ont été faites en juillet 1997 par la Brigade du Conseil Supérieur de la Pêche (cf. Brigade CSP, 1997). Une pêche électrique de sauvetage avant travaux réalisée en juillet 1998 par la brigade du CSP confirmait bien la présence d'une très belle population représentant 25% de la biomasse totale (75% de truites) pour 28 kg/ha. Depuis 2004, le cours d'eau est suivi par pêche électrique annuelle au niveau de « Blanchardon ». Des investigations nocturnes lors de l'été 2015 avaient permis de déterminer le linéaire colonisé sur près de 3,5 kilomètres.

9.2.6.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 21 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs de l'Isable en 2016

Les prospections de 2015 et de 2016 ont permis une observation d'écrevisses à pieds blancs sur l'ensemble des tronçons parcourus mais en densité globalement assez faible. Le noyau de la population est localisé au niveau du lieu dit « Blanchardon » où la densité est forte (Figure 68) et en nette augmentation depuis 2014. Le tronçon en aval du bourg des Moulins Chérier est souvent impacté par les étiages conséquents comme 2015 (assec par tronçon avec quelques rares poches d'eau résiduelles).

L'espèce est présente mais de façon anecdotique car quelques zones de survie permettent à quelques sujets de résister. En fait, il existe un autre noyau de population situé sur le ruisseau du Mardan qui possède également une belle population d'APP.

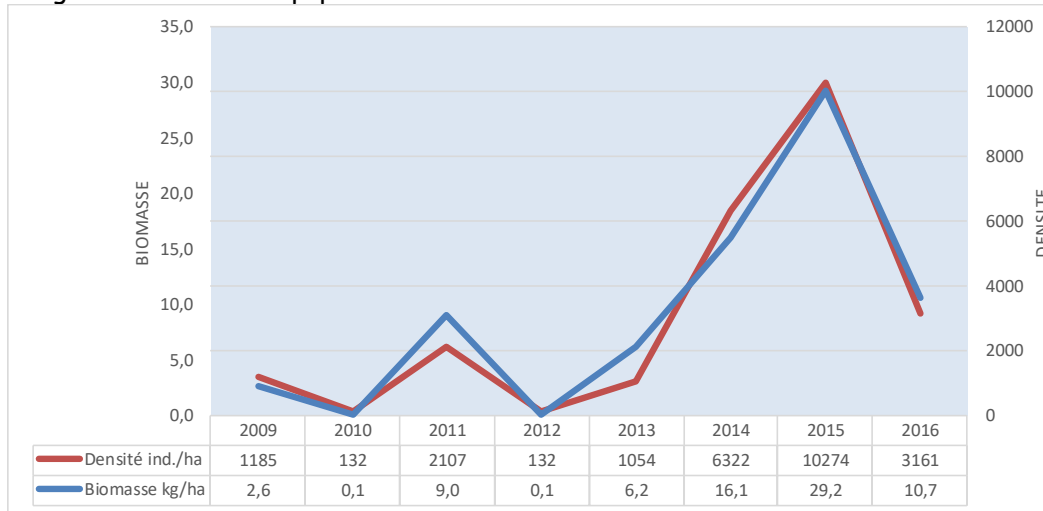


Figure 68 : Evolution des densités et biomasses d'écrevisses à pieds blancs sur l'Isable à Blanchardon depuis 2009.

9.2.7 Le Mardan :

9.2.7.1 Descriptif du site :

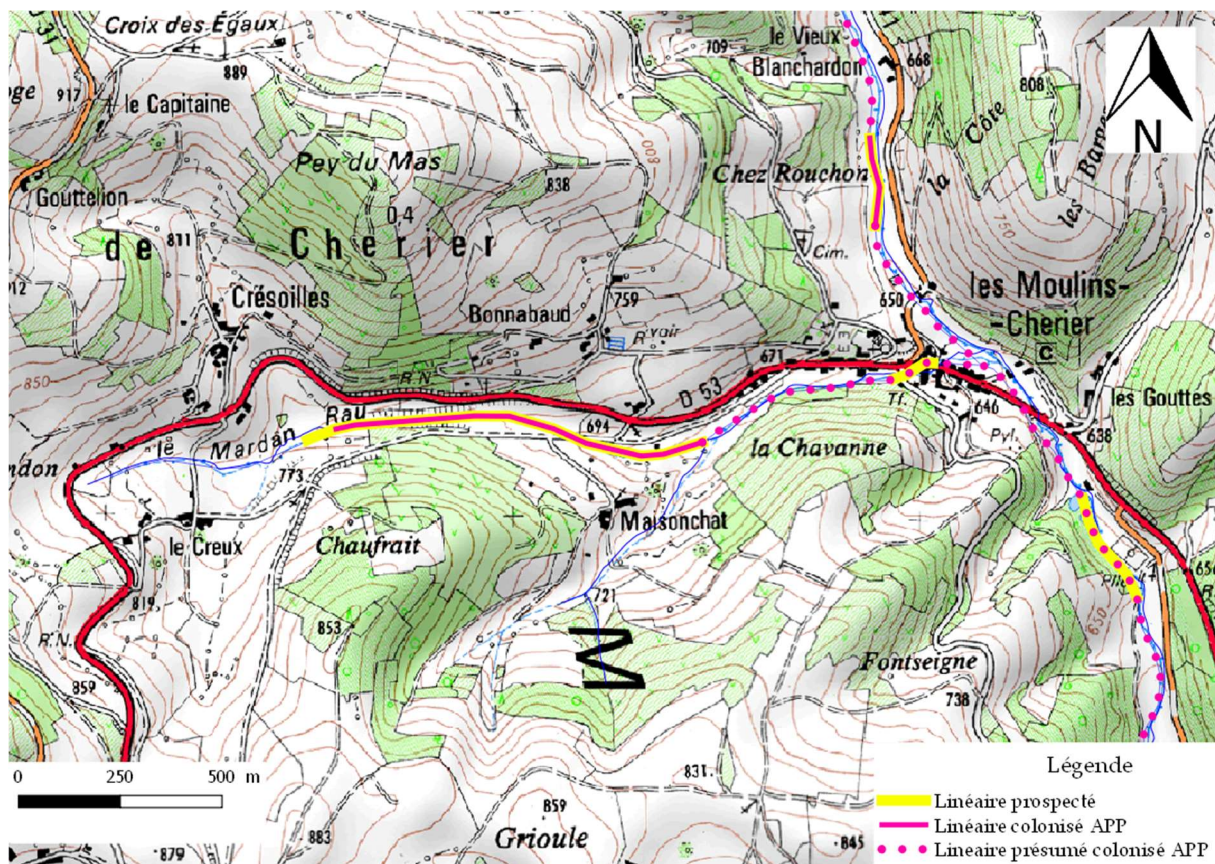
Le Mardan est petit affluent en rive droite de l'Isable au nord-ouest des Moulins-Chérier. Il s'écoule en milieu prairial où le ruisseau est assez bien protégé par la végétation de bordure. On notera une légère incision du lit en amont immédiat de la route communale de Maisonchat. L'habitat est plutôt très favorable aux écrevisses avec malgré tout quelques zones de piétinement bovins qui mériteraient une mise en défens. Son cours aval (traversée du bourg) a la particularité de connaître des assecs au cours des étiages important (comme en 2015) ce qui est sûrement lié à des remaniements du lit qui est modifié et endigué (écoulements souterrain).



9.2.7.2 Historique du site :

Ce site a été décrit en août 2000 lors de prospection de nuit par le CSP. Une nouvelle prospection en 2004 avait permis le contact de l'espèce sur le même linéaire qu'en 2000.

9.2.7.3 Prospection et résultats de 2016 :



Carte 22 - Localisation de la population d'écrevisses pieds blancs du Mardan en 2016

La prospection du 5 juillet 2016 a confirmé la présence d'une belle petite population d'APP sur un linéaire 900m. Cette population est bien structurée avec toutes les classes de tailles. Il a été observé quelques femelles encore porteuses de juvéniles. On note une grande densité en aval de la route communale de Maisonchat. En amont de cette route (passage busé), la densité s'affaiblie mais reste correcte jusqu'à Chaufrait où elle devient très faible. La limite aval de la population reste à définir (difficulté de prospections de nuit au milieu des habitations) et se situe à l'entrée du bourg des Moulins-Chérier : cette population alimentant ainsi l'Isable. Cependant, la sécheresse de 2015 a décimé la population dans la traversée de village.

9.3 Sites à écrevisses à pieds blancs disparus ou en voie de disparition :

Dans le département de la Loire et généralement en France on assiste à un déclin massif de l'écrevisse à pieds blancs.

Il existe plusieurs causes principales identifiées :

- La première est d'origine sanitaire avec l'apparition et la propagation de maladies plus ou moins destructrices pour l'espèce. La plus connue porte le nom de « Peste de l'écrevisse » et est aussi la plus dangereuse pour les astacidae. Les premières épidémies se sont manifestées en Europe à partir de 1860, et c'est à partir de 1930 environ que le responsable fut identifié. Il s'agit d'un champignon de l'ordre des Saprolegniales, *Aphanomyces astaci* (Schikora, 1906). Ce sont les écrevisses exogènes, et notamment *Pacifastacus leniusculus* (PFL), porteuses « saines » de la peste de l'écrevisse, qui transmettent le champignon directement ou via la migration d'hôtes ou porteurs intermédiaires (poissons, oiseaux, pêcheurs...) sur un rayon géographique bien plus élargi. Les attaques se produisent au niveau des parties minces et relativement tendres de la carapace, c'est-à-dire les membranes articulaires à la base des pattes, les membranes intersegmentaires et le tégument de la face ventrale de l'abdomen, l'invasion des tissus internes étant très limitée. Les dégâts sur les populations d'écrevisses à pieds blancs sont radicaux, dans 100% des cas tous les individus sont infectés et la totalité de la population est décimée. Il n'y a donc aucune résilience possible pour la population. D'autres types d'agents pathogènes atteignent les populations d'écrevisses avec des répercussions moins désastreuses que cette dernière (Télohaniose, Rouille...). Depuis 3 ans, trois cas avérés (analyse laboratoire LDA26) ont été recensés dans la Loire (sous bassin de la Mare : Curraize, sous bassin du Gier : Mornante et affluent rive gauche de la Loire : Aygues Blanche ou Courbières).
- La seconde est une compétition interspécifique directe avec les écrevisses de Californie : les PFL sont plus agressives, grossissent plus vite et donc sont plus corpulentes. De plus, elles sont plus prolifiques et produisent donc beaucoup plus de juvéniles que les écrevisses à pieds blancs. Il a été clairement mis en évidence que la cohabitation des 2 espèces n'est pas possible et que les écrevisses de Californie prennent le dessus et supplantent les APP.
- Enfin, et ce n'est sûrement pas la dernière cause de raréfaction, les populations autochtones d'écrevisses à pieds blancs sont très sensibles aux variations de qualité du milieu. Donc toutes modifications négatives, comme les pollutions urbaines ou agricoles, la destruction physique de l'habitat ou même les assècs lors des grandes sécheresses que l'on a connu en 2003, 2005 et plus récemment en 2015, entraînent une chute des effectifs, voire une disparition de la population.

Globalement, l'écrevisse à pieds blancs est très sensible à de nombreux paramètres que ce soit pathologique ou en lien avec son environnement. Elle ne peut lutter efficacement, en raison de sa grande fragilité et elle possède un faible pouvoir de recolonisation des milieux, en raison du cloisonnement (physique ou chimique), de sa faible capacité de migration (comparé aux espèces piscicoles) et une faible production de juvéniles par rapport à celle des espèces exogènes.

9.3.1 Machabré :

Le Machabré était connu avant l'épisode de sécheresse de 2003 pour abriter un site à écrevisse à pieds blancs sur sa zone apicale. Cette population avait pu être inventoriée dans le cadre de l'étude DIREN/Fédération de Pêche entre mai et juillet 1998 (cf. Larue et Grès, 1998). Les APP étaient présentes sur un linéaire de 2,3 kilomètres localisé entre « les Barges » et « l'A72 » sur la commune de Saint-Romain-d'Urfé. La densité était très forte avec 10,3 individus par mètre carré et une biomasse de 640 kg/ha (Pêche électrique d'inventaire, juillet 1998, Brigade du CSP). Plusieurs prospections ont été réalisées depuis, sans succès, on peut considérer que la population est éteinte.



9.3.2 Chez Rivaux :

Ce Site avait été découvert par la brigade du CSP lors d'une prospection nocturne en août 2001 par les agents techniques D. Malrat et J.M. Perrot assistés de J. Périz (technicien de rivières, communauté de communes des vals d'Aix et Isable). Des nouvelles prospections en 2008 par le bureau d'études « Saules et Eaux » avait mis en évidence l'absence d'écrevisse sur tout le cours d'eau. Les assècs de 2003 et 2005 ont pu anéantir cette population ; de plus, le cours d'eau a subi un piétinement bovins intense détruisant les habitats et modifiant profondément la qualité de eaux.

9.3.3 Barjon :

La population du Barjon a été observée pour la première fois en 2005 (brigade du CSP) puis une prospection plus approfondie en 2006 avait délimité la population sur 600m avec une densité moyenne. En 2008 celle-ci était en déclin avec seulement 6 individus d'observés et le constat d'une remonté naturelle des écrevisses de Californie sur le site. Des prospections réalisées en 2012 (FDAAPPMA42) n'ont pas permis de confirmer la présence d'APP. Des prospections complémentaires seraient à envisager pour certifier ou non de la disparition du site. Il se pourrait que quelques individus soient encore présents à l'amont de ce petit bassin versant.



9.3.4 Armançon :

L'Armançon est un ruisseau de plaine qui serpente dans une dépression large, peu marquée et colonisée par des bois de feuillus (chêne et noisetier) sur les communes de Nervieux et Sainte-Foy-Saint-Sulpice. Le pourtour de cette dépression est constitué de prairies naturelles utilisées de manière extensive pour l'engraissement de vaches allaitantes. La présence de quelques étangs de pisciculture et de chasse est à signaler en tête de ruisseau, mais leur éloignement du site limite l'impact sur le cours d'eau mais ne l'exclut pas. Les premières données datent de 2003 par prospection nocturne et par pêche électrique (Brigade CSP) : une densité forte était décrite avec une colonisation sur près de 2500m. Le dernier contact (ONEMA42) eu lieu au cours de l'été 2014 avec également une densité forte sur l'ensemble du linéaire. En 2016, aucune écrevisse n'a été observée, la prospection était rendue difficile en raison d'une eau naturellement très turbide, même à l'étiage stabilisé. De nombreuses espèces piscicoles de plan d'eau ont pu être contactées (gardon, tanche, perche soleil, poisson chat, pseudorasbora...) : il se peut qu'une vidange du plan d'eau ait eu lieu et ait décimé la population d'APP, ou que les plans d'eau à proximité aient fait l'objet d'introduction d'espèces exogènes préjudiciables aux APP avec transfert d'agents pathogènes. Il n'est pas encore tout à fait certain que les écrevisses aient totalement disparu, il sera nécessaire de procéder à de nouvelles campagnes de terrain.

9.3.5 Rémusson :

Ce site a été découvert par la brigade du CSP lors d'une prospection de nuit au mois de juillet 1999 (cf. Kolodziejczyk et Perrot, 1999). Le Rémusson est un petit affluent rive gauche du Merderet qui conflue lui-même en rive droite avec l'Aix en aval de l'autoroute A72 (Le Vernay) sur la commune de Saint-Marcel-d'Urfé. La plus grosse proportion d'individus avait été observée sur la partie amont du ruisseau. La densité était forte et de l'ordre de 1 individu au mètre linéaire avec un linéaire colonisé de 1,3km. Prospecté en juillet 2016 par la FDAAPPMA42, aucun individu n'a été observé bien que la prospection ait été réalisée dans de bonnes conditions d'observation. Il semblerait que les étiages consécutifs 2003, 2005 et 2015 soient responsables de la disparition du site. Cependant, on peut aussi émettre une hypothèse de destruction par maladie, car l'écrevisse de Californie est très présente sur l'Aix.

9.3.6 Goutte Job :

Ce site a été découvert en février 1999 par P. Grès (FDAAPPMA42) suite à l'information d'un pêcheur. Ensuite, J. Périz (AAPPMA de St Germain Laval), lors de l'été 1999, et P. Kolodziejczyk et J.M. Perrot (Gardes CSP), lors de l'été 2000, avaient réalisé des prospections méthodiques afin de cerner les limites amont aval de la population (colonisation sur 1500m). Au cours de l'été 2001, E. Deschamps et D. Malrat (ATE BD CSP42) réalisaient une nouvelle prospection suite à un signalement de mortalité. Dans la nuit du 1er au 2 août 2001, ils mettent en évidence une mortalité quasi-totale des écrevisses sauf sur la partie extrême amont. Depuis le site, n'a pas fait l'objet de contact de l'espèce. Des investigations en 2015 et 2016 par la FDAAPPMA42 ont mis en évidence la présence de truites et le constat d'assec partiel du cours d'eau. Cependant aucune écrevisse n'a pu être contactée et on observe un habitat très dégradé avec un apport de fines considérable dans les zones lenticules. Cela est favorisé par un piétinement bovins des berges et du lit sur l'extrême amont du cours d'eau.

9.3.7 Goutte Michonnet :

Les premières observations de la présence des écrevisses ont été faites en juillet 1997 par la Brigade du CSP (cf. Brigade CSP, 1997). P. Grès (FDAAPPMA42) avait également observé la présence de l'espèce en août 1999 (suite à des assecs de certaines portions du cours d'eau). La population présentait alors une densité moyenne à forte avec un linéaire de 2,3km. Des prospections réalisées en 2015 et 2016 ont nettement confirmé une disparition du site. Il paraît clairement que les sécheresses de 2003, 2005 et 2015 ont détruit la totalité de la population.



9.3.8 Goutte Cunil :

L'unique donnée date de 2002 (Brigade CSP42), les écrevisses étaient localisées sur un linéaire de 1800m sur les 2 branches (Cunil et Montrobert) et la densité apparaissait bonne (20 à 50 ind./100ml). La prospection de 2015 par la FDAAPPMA42 avait mis en évidence un assec total. Les sécheresses de 2003 et de 2005 ont dû avoir les mêmes conséquences sur ce milieu très sensible à l'étiage. Il n'y a donc aucune résilience possible sur ce genre de phénomène pour les APP.

9.4 Sites à écrevisses de Californie (*Pacifastacus leniusculus*) :

9.4.1 Aix :

Le cours de l'Aix est colonisé sur sa totalité depuis la confluence entre le Boën et la Font d'Aix, soit près de 38 kilomètres. La densité est parfois très forte selon les secteurs où les mosaïques d'habitat conditionnent le niveau de population.

9.4.2 Font d'Aix et affluents :

La Font d'Aix est colonisé par les PFL depuis Chausseterre, en amont du plan d'eau, jusqu'à sa confluence avec le Boën soit environ un linéaire de 8 kilomètres. La limite de répartition amont n'est pas certaine en l'absence de donnée, mais il est possible que ces dernières soient présentes bien plus en amont. Son affluent rive droite, le Moussé est aussi colonisé sur plus de la moitié de son cours aval, soit près de 2 kilomètres.

Le Machabré abrite une population d'écrevisse de Californie sur au moins 1 kilomètre sur son cours aval proche de la confluence avec la Font d'Aix.

Sur le cours du Bois Rochette, sur sa partie terminale avec la Font d'Aix, les écrevisses de Californie ont été mises en évidence. Il s'agit ici d'une menace directe pour la population d'écrevisses à pieds blancs présente sur ce cours d'eau. Cependant, la zone des Grands Marais permet de faire une sorte de barrière naturelle.

9.4.3 Isable :

Le cours de l'Isable est colonisé sur sa partie terminale sur près de 13 kilomètres. La population reste limitée dans sa remontée, car de nombreux assecs estivaux freine son développement. Il n'est pas noté la présence des écrevisses de Californie sur les affluents (Ecu, Patouse, Racamiole).

9.4.4 Ban :

Les PFL sont en cours de colonisation du Ban, la limite amont actuelle se situe en amont immédiat de Saint-Just-en-Chevalet. Elles colonisent actuellement environ 2 kilomètres, il s'agit également d'une menace pour le site à écrevisses pieds blancs. En effet, si la progression des PFL continue, il y a un fort risque de supplantation des écrevisses à pieds blancs du Ban et de la Cane. Cela est déjà le cas sur la partie aval du Ban où des APP étaient recensées en 2008.

9.4.5 Boën :

Les écrevisses de Californie colonisent le Boën au minimum sur un linéaire de 4 kilomètres sur le cours aval. La limite amont n'est pas définie et il est possible que le linéaire soit bien plus important. Le Barjon est colonisé (donnée de 2008) sur environ 1,2 kilomètres.

9.4.6 Noyer :

Le Noyer est colonisé par cette espèce sur 6,7 kilomètres en densité plus ou moins importante sur sa partie aval en confluence avec le Boën. Le cours amont et ces affluents ne semblent pas abriter cette espèce.

10 Synthèse des facteurs limitants :

10.1 Sous-contexte de l'Aix amont

Contexte	Sous-contexte	Conformité
06 L' AIX	06-01 L' AIX AMONT	CONFORME

Facteurs limitant la fonctionnalité du milieu		Impact sur les peuplements piscicoles		
Type	Nature et localisation	Effets	Impact (sur l'espèce repère)	
			Recrutement	Accueil
Continuité	Présence de multiples obstacles en cours d'eau (notamment sur le cours de l'Aix et le Ban avec plusieurs infranchissables)	Isolation génétique / migration limitée	Faible	Faible
Débit	Prélèvement AEP sur le Boën (Gué de la Chaux et Pont de Barbe)	Limitation des débits estivaux	Faible	Faible
Morphologie	Piétinement bovin sur les petits cours d'eau amont (notamment sur le Noyer)	Risque pour les peuplements en particulier à l'étiage	Fort	Fort

10.2 Sous-contexte de l'Isable

Contexte	Sous-contexte	Conformité	
06 L' AIX	06-02 L' ISABLE	PEU PERTURBES (sur les parties en amont d'Amions)	TRES PERTURBES (zone aval du bassin et affluents)

Facteurs limitant la fonctionnalité du milieu		Impact sur les peuplements piscicoles		
Type	Nature et localisation	Effets	Impact (sur l'espèce repère)	
			Recrutement	Accueil
Continuité	Multiplés obstacles à la continuité sur le cours de l'Isable	Empêche la reconquête piscicole post sécheresse	Fort	Fort
Thermie	Thermie pénalisante sur l'aval de l'Isable et ses affluents (l'Ecu et la Patouze)	Baisse du niveau salmonicole, développement des espèces thermoresistantes	Fort	Fort
Débit	Assecs récurrents sur l'aval de l'Isable (et ses affluents)	Absence ponctuelle de l'espèce repère (extrême aval de l'Isable, Ecu et Patouze)	Fort	Fort

10.3 Sous-contexte de l'Aix aval

Contexte	Sous-contexte	Conformité
06 L' AIX	06-03 L' AIX AVAL	TRES PERTURBES

Facteurs limitant la fonctionnalité du milieu		Impact sur les peuplements piscicoles		
		Effets	Impact (sur l'espèce repère)	
Type	Nature et localisation			Recrutement
Qualité d'eau	Qualité d'eau perturbée sur le Bost (rejets anthropiques)	Développement des espèces polluoresistantes	Modéré	Modéré
Continuité	Présence de plusieurs infranchissables : populations de l'Aix déconnectées de la Loire et du contexte amont ; population de l'Onzon déconnectées de l'Aix	Faiblesse des cyprinidés rhéophiles; bride la circulation des truites dans un contexte thermiquement pénalisant	Fort	Fort
Thermie	Thermie élevée sur l'ensemble du réseau hydrographique	Conditions de vie difficiles pour la truite fario (présence relictuelle)	Fort	Fort
Morphologie	Ensablement sur les affluents	Habitats de reproduction dégradés	Fort	Fort
Débit	Hydrologie pénalisante sur les affluents (assecs)	Absence des espèces repères	MAJEUR	MAJEUR
Eléments anthropiques	Etangs de la plaine du Forez	L'Armançon et l'Onzon sont principalement peuplés d'espèces de plan d'eau (espèces lenticules et invasives)	Modéré	Modéré

10.4 Sous-contexte des Gouttes de Sac et Charavet :

Nous ne disposons pas d'information précise sur ces deux petits bassins versants. Il semble que l'hydrologie estivale (phase d'assecs régulières) et des également des problèmes de qualité d'eau (piétinement bovins, rejets agricoles) soient les facteurs limitants majeurs de la production piscicole.

*PRECONISATIONS
D'ACTION SUR LE
MILIEU ET GESTION
PISCICOLE*

11 Préconisations d'actions sur le milieu :

11.1 Orientations générales : préconisations des actions de restauration des milieux sur le bassin versant du l'Aix :

11.1.1 Axe Aix et ses petits affluents amont :

L'Aix et ses petits affluents					
Priorité (1 à 3)	Domaine d'action	Intitulé et descriptif des orientations d'actions	Effets globaux attendus	Lien SDAGE	Lien PDM
1	Continuité	Restauration de la continuité sur la partie aval de l'Aix et reconnexion avec les peuplements de la Loire	Libre circulation des espèces de la Loire vers l'Aix aval	9A ; 9B	Abs.
1		Amélioration de la continuité sur l'ensemble du cours de l'Aix	Libre circulation des espèces et meilleur accès aux zones de fraie potentielles		
2		Restauration de la continuité sur les petits affluents amont de l'Aix : la Font d'Aix, le Ban, Le Noyer, le Boën	Brassage génétique		
2	Morphologie et ripisylve	Améliorer les corridors de ripisylve sur les tronçons déficitaires des petits cours d'eau de tête de bassin	Améliorer la qualité des habitats rivulaires et piscicoles	1C	Abs.
1		Mise en défens et/ou protection des rus abritant les écrevisses à pattes blanches : le Bois Rochette, le Tranlong, la Cane et le Bénétière	Protéger les peuplements d'écrevisses pieds blancs (limiter le piétinement dans les cours d'eau)		
1	Protection	Préservation des têtes de bassin versant et des corridors verts de l'ensemble des cours d'eau	Conservation de ces milieux fonctionnels (préservation des peuplements piscicoles actuellement en place)	11A	MIA14

11.1.2 Axe Isable :

L'Isable et ses affluents					
Priorité (1 à 3)	Domaine d'action	Intitulé et descriptif des orientations d'actions	Effets globaux attendus	Lien SDAGE	Lien PDM
1	Continuité	Restauration de la continuité sur l'ensemble du cours de l'Isable	Rétablissement des migrations des peuplements de l'Aix sur l'Isable Libre circulation des espèces et meilleur accès aux zones de fraie potentielles Possibilité de recolonisation piscicole rapide post sécheresse depuis les zones de refuges estivales	9A ; 9B	MIA03
2	Morphologie, ripisylve	Protection de la ripisylve existante et restauration des secteurs discontinus et peu diversifiés	Amélioration de la qualité des habitats rivulaires et piscicoles	1C ; 9B	Abs.
		Mise en défens et/ou protection du Mardan et de l'Isable amont	Protection des populations d'écrevisses à pieds blancs		
1	Gestion quantitative	Limiter, voire arrêter les prélèvements sur les sources du haut bassin de l'Isable en période estivale (15 juin au 15 septembre)	Amélioration des conditions hydrologiques estivales	7B	RES02

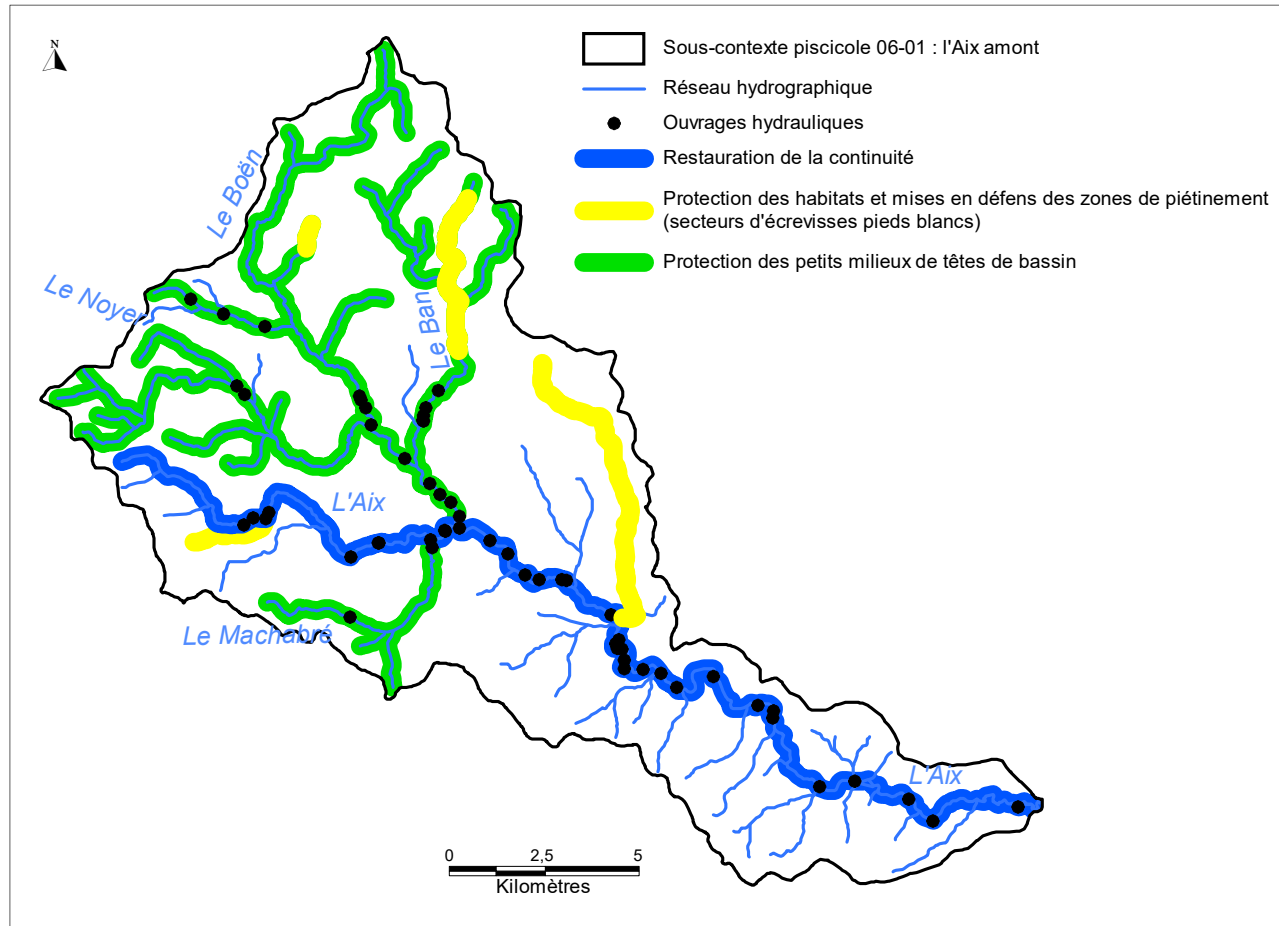
11.1.3 Les affluents aval de l'Aix :

Les affluents de l'Aix aval					
Priorité (1 à 3)	Domaine d'action	Intitulé et descriptif des orientations d'actions	Effets globaux attendus	Lien SDAGE	Lien PDM
3	Continuité	Amélioration de la continuité sur le Bost et ses affluents	Rétablissement des migrations entre les peuplements de l'Aix et du Bost	9A ; 9B	Abs.
1	Morphologie	Restauration de la morphologie et de la dynamique latérale sur les affluents de l'Aix aval	Reconnexion du cours d'eau avec la nappe et dynamisation des écoulements et limitation du réchauffement des eaux Amélioration de la qualité des habitats rivulaires et piscicoles Soutien de la reconquête d'un peuplement piscicole conforme	1C	MIA02
2	Ripisylve	Protection de la ripisylve existante et restauration des secteurs discontinus	Amélioration de la qualité des habitats rivulaires et piscicoles	1C ; 9B	MIA02
1	Assainissement	Limiter les rejets d'origines domestiques	Amélioration de la qualité de l'eau et des potentialités d'hébergement d'espèces piscicoles sensibles (ex : truite fario)	3C ; 3B ; 3A	ASS0302 ; ASS13ERU
1	Gestion quantitative	Limiter les prélèvements	Amélioration des conditions d'étiage	9A ; 9B ; 1C ; 9C	RES02
2	Gestion des plans d'eau	Limiter l'impact des plans d'eau de la Plaine du Forez (mise en place de dérivations, de systèmes de vannes etc.)	Amélioration de la qualité des eaux et des peuplements piscicoles (limiter la présence des espèces de plans d'eau et invasives dans les cours d'eau)	9A ; 9B ; 1C ; 9C	Abs.

11.2 Préconisations d'actions pertinentes dans le cadre des Plans de Gestion Piscicole :

11.2.1 Sous-contexte piscicole de l'Aix amont : 06-01 :

La Figure 69ci-contre est une synthèse des préconisations d'actions prioritaires et efficaces à mettre en place sur le bassin de l'Aix amont. Une première préconisation concerne la protection des milieux de tête de bassin (cours d'eau comme la Font d'Aix, le Ban, le Boën, le Machabré ou encore le Noyer), secteurs fragiles où des peuplements piscicoles fonctionnels sont en place.



Sur les têtes du bassin versant de l'Aix amont, des populations d'écrevisses pieds blancs continuent de peupler plusieurs petits affluents. Une action de protection de leurs habitats (passant par la mise en défens des secteurs piétinés) est proposée. La restauration de la continuité écologique sur le cours principal de l'Aix (en dehors d'infranchissables naturels) apparaît comme pertinente afin de rétablir la libre circulation des espèces (meilleurs accès aux zones de reproduction amont etc.)

Figure 69 : Localisation des préconisations des actions prioritaires sur le sous-contexte de l'Aix amont

Le tableau ci-dessous recense et détaille les actions prioritaires énoncées :

Priorité	Intitulé de l'action	Descriptif / Identification	Effets attendus
2	Etude de la restauration de la continuité piscicole et mise en œuvre sur l'Aix	Prioriser les interventions sur les ouvrages hydrauliques, en concertation avec le contrat de rivières* (nombre d'ouvrages important) Rétablissement de la continuité sur les ouvrages prioritaires	Amélioration de l'accès aux potentielles zones de frayères Libre circulation des espèces Brassage génétique
1	Préservation des populations d'écrevisses pieds blancs et de leurs habitats	Mise en défens des berges dans les zones de pâturages, notamment sur le Tranlong amont Evaluation du besoin sur les autres affluents	Préservation des peuplements astacicoles

**porté par la communauté de communes des vals d'Aix et Isable*



11.2.2 Sous-contexte piscicole de l'Isable : 06-02 :

La Figure 70 suivante est une synthèse cartographique des préconisations d'actions prioritaires et efficaces à mettre en place sur le bassin de l'Isable.

Ces dernières sont les suivantes :

- la restauration de la continuité écologique sur l'ensemble du cours de l'Isable (travail préférentiel sur le dérasement de seuils sans usage) ;
- La protection et la préservation de l'Isable amont et de ses petits affluents (la Michonnet, la Racamiolle etc.), secteurs abritant des peuplements piscicoles conformes et fonctionnels ;
- la protection des habitats sur les linéaires de cours d'eau hébergeant des écrevisses pieds blancs (Isable amont et Mardan) ;
- la non intervention sur l'Ecu et la Patouze, cours d'eau aux conditions thermiques et hydrologiques très pénalisantes (résilience des peuplements compromise).

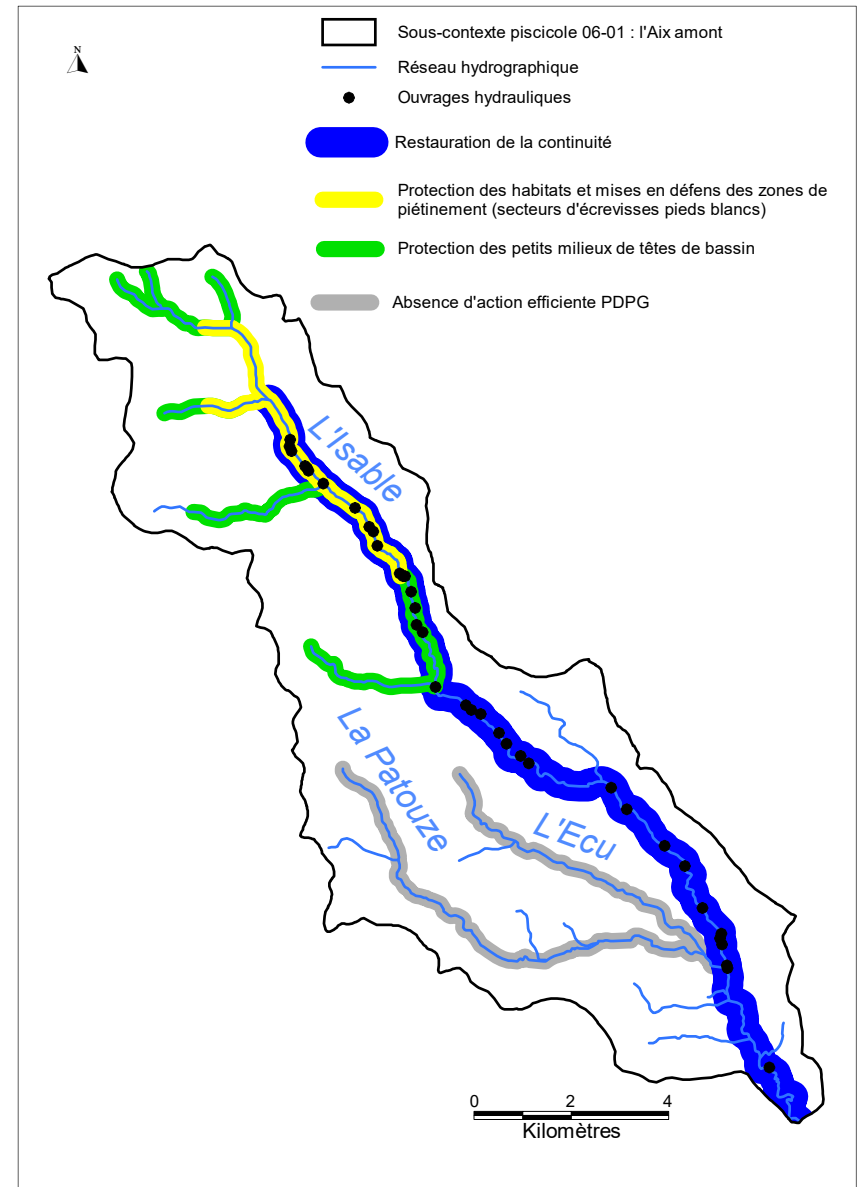


Figure 70 : Localisation des préconisations des actions prioritaires sur le sous-contexte de l'Isable

Le tableau ci-dessous recense et détaille les actions prioritaires énoncées :

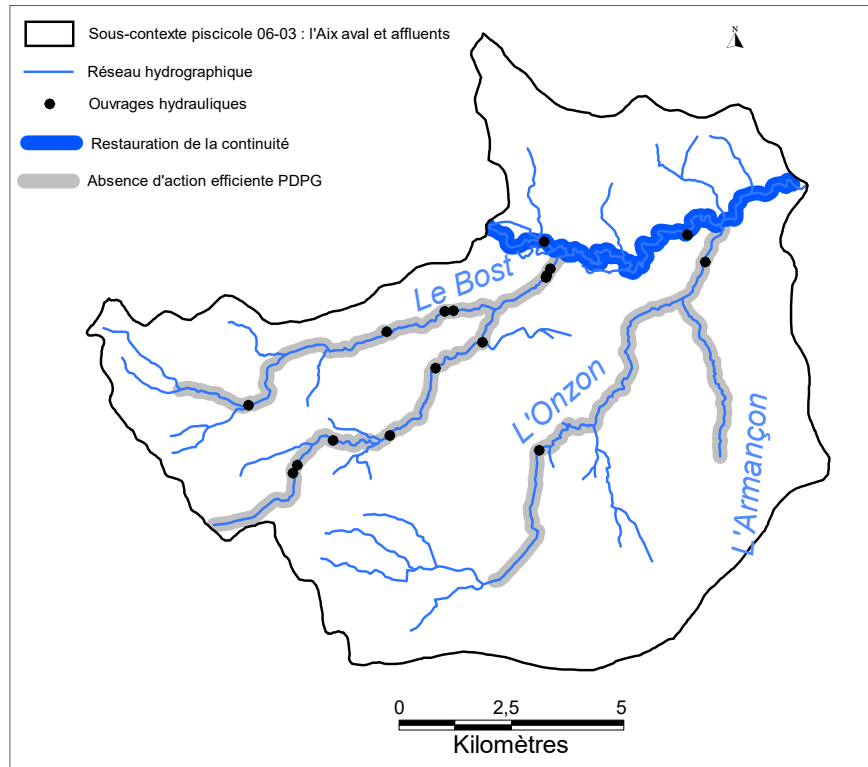
Priorité	Intitulé de l'action	Descriptif / Identification			Effets attendus
2	Restauration de la continuité écologique sur l'Isable amont jusqu'à sa confluence avec la Racamiolle	11 ouvrages* concernés :			<p>Libre circulation post sécheresse des espèces depuis les zones de refuges de l'Isable</p> <p>Recolonisation rapide des secteurs subissant des assecs estivaux</p> <p>Brassage génétique</p> <p>Amélioration de la continuité sédimentaire</p>
		Ouvrage	Localisation (commune)	Type d'intervention	
		IS_20	Crémeaux	Réorganisation des blocs	
		IS_21	Crémeaux	Suppression et réorganisation de blocs	
		IS_25	Crémeaux	Suppression et réorganisation de blocs	
		IS_26	Crémeaux	Arasement et réorganisation de blocs	
		IS_27	Crémeaux	Arasement et réorganisation de blocs	
		IS_28	Crémeaux	Suppression et réorganisation de blocs	
		IS_30	Crémeaux	Arasement et réorganisation de blocs	
		IS_31	Crémeaux	Arasement et réorganisation de blocs	
		IS_32	Chérier	Arasement et réorganisation de blocs	
		IS_33	Chérier	Réorganisation des blocs	
IS_34	Chérier	Arasement et réorganisation de blocs			

*code ouvrage de l'étude CESAME pour le contrat de rivière Aix et Isable

Priorité	Intitulé de l'action	Descriptif / Identification	Effets attendus																																							
1	Restauration de la continuité écologique sur l'Isable aval	<p>11 ouvrages* concernés :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ouvrage</th> <th>Localisation (commune)</th> <th>Type d'intervention</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IS_4</td> <td>Amions</td> <td>Arasement et aménagement de bloc</td> </tr> <tr> <td>IS_5</td> <td>Amions</td> <td>Arasement et stabilisation du profil en long</td> </tr> <tr> <td>IS_6</td> <td>Amions</td> <td>Arasement</td> </tr> <tr> <td>IS_8</td> <td>Amions</td> <td>Création d'un système de franchissement si conservation de l'usage ou arasement</td> </tr> <tr> <td>IS_10</td> <td>Souternon</td> <td>Arasement et réorganisation de blocs</td> </tr> <tr> <td>IS_11</td> <td>Souternon</td> <td>Arasement et stabilisation du profil en long</td> </tr> <tr> <td>IS_12</td> <td>Souternon</td> <td>Arasement et stabilisation des berges</td> </tr> <tr> <td>IS_15</td> <td>Saint-Polgues</td> <td>Suppression par réaménagement de blocs</td> </tr> <tr> <td>IS_16</td> <td>Saint-Polgues</td> <td>Arasement et réorganisation de blocs</td> </tr> <tr> <td>IS_17</td> <td>Saint-Polgues</td> <td>Suppression et réorganisation de blocs</td> </tr> <tr> <td>IS_18</td> <td>Saint-Polgues</td> <td>Suppression et réorganisation de blocs</td> </tr> <tr> <td>IS_19</td> <td>Crémeaux</td> <td>Suppression et réorganisation de blocs</td> </tr> </tbody> </table>	Ouvrage	Localisation (commune)	Type d'intervention	IS_4	Amions	Arasement et aménagement de bloc	IS_5	Amions	Arasement et stabilisation du profil en long	IS_6	Amions	Arasement	IS_8	Amions	Création d'un système de franchissement si conservation de l'usage ou arasement	IS_10	Souternon	Arasement et réorganisation de blocs	IS_11	Souternon	Arasement et stabilisation du profil en long	IS_12	Souternon	Arasement et stabilisation des berges	IS_15	Saint-Polgues	Suppression par réaménagement de blocs	IS_16	Saint-Polgues	Arasement et réorganisation de blocs	IS_17	Saint-Polgues	Suppression et réorganisation de blocs	IS_18	Saint-Polgues	Suppression et réorganisation de blocs	IS_19	Crémeaux	Suppression et réorganisation de blocs	<p>Libre circulation post sécheresse des espèces depuis les zones de refuges de l'Isable</p> <p>Recolonisation rapide des secteurs subissant des assecs estivaux</p> <p>Brassage génétique</p> <p>Amélioration de la continuité sédimentaire</p> <p>Rétablissement de circulation des espèces entre l'Aix et l'Isable</p>
Ouvrage	Localisation (commune)	Type d'intervention																																								
IS_4	Amions	Arasement et aménagement de bloc																																								
IS_5	Amions	Arasement et stabilisation du profil en long																																								
IS_6	Amions	Arasement																																								
IS_8	Amions	Création d'un système de franchissement si conservation de l'usage ou arasement																																								
IS_10	Souternon	Arasement et réorganisation de blocs																																								
IS_11	Souternon	Arasement et stabilisation du profil en long																																								
IS_12	Souternon	Arasement et stabilisation des berges																																								
IS_15	Saint-Polgues	Suppression par réaménagement de blocs																																								
IS_16	Saint-Polgues	Arasement et réorganisation de blocs																																								
IS_17	Saint-Polgues	Suppression et réorganisation de blocs																																								
IS_18	Saint-Polgues	Suppression et réorganisation de blocs																																								
IS_19	Crémeaux	Suppression et réorganisation de blocs																																								
1	Préservation des populations d'écrevisses pieds blancs et de leurs habitats sur l'Isable et le Mardan	Protection de la ripisylve en place et mise en défens des berges dans les zones de pâturages potentiellement soumises au piétinement	Préservation des peuplements astacicoles																																							
1	Préservation des milieux	Eviter tout impact sur l'Isable et ses affluents amont	Préservation des peuplements piscicoles fonctionnels																																							

*code ouvrage de l'étude CESAME pour le contrat de rivière Aix et Isable

11.2.3 Sous-contexte piscicole de l'Aix aval et affluents : 06-03 :



La Figure 71 suivante est une synthèse cartographique des préconisations d'actions prioritaires et efficaces à mettre en place sur le sous-contexte de l'Aix aval.

Sur ces affluents, les conditions hydrologiques et thermiques étant extrêmement pénalisantes, aucune action efficace n'a été dégagée dans le cadre des plans de gestion piscicole. Deux actions concernant la restauration de la continuité écologique sur l'Aix aval sont proposées.

Figure 71 : Localisation des actions prioritaires sur le sous-contexte de l'Aix aval et affluents

Le tableau ci-dessous explicite les actions préconisées sur ce sous contexte piscicole :

Priorité	Intitulé de l'action	Descriptif / Identification	Effets attendus
1	Restauration de la continuité sur l'Aix aval	1 ouvrage concerné : AI_2 (au niveau de la commune de Pommiers)	Rétablissement de la circulation des espèces de la Loire vers le bassin de l'Aix
2	Dérasement total du seuil Venon à Pommiers	Seuil partiellement détruit à la confluence avec l'Isable avec forte érosion régressive	Restauration du lit mineur, des berges et des habitats

12 Préconisations de gestion piscicole :

12.1 Sous-contexte piscicole 06-01 : l'Aix amont :

Gestion piscicole sur l'Aix amont	
Gestion globale préconisée sur le contexte	Gestion patrimoniale
Cas particuliers de gestion	Gestion d'usage sur le plan d'eau de Chausseterre (apport de truites adultes)
Préconisation de taille de capture	Maille à 23 cm depuis le pont de la RD53 (commune de Saint-Romain d'Urfé) jusqu'à la confluence avec la Loire
Niveau de conservation des populations natives de truites (cf. Grés et al. 2017)	FORT

12.2 Sous-contexte piscicole 06-02 : l'Isable :

Gestion piscicole sur le contexte de l'Isable	
Gestion globale préconisée sur le contexte	Gestion patrimoniale
Cas particuliers de gestion	Gestion raisonnée sur le secteur aval Amions (RD26)
Préconisation de taille de capture	Maille à 23 cm en aval de la confluence avec la Racamiole (Pont RD45) jusqu'à la confluence avec l'Aix
Niveau de conservation des populations natives de truites (cf. Grés et al. 2017)	FORT

12.3 Sous-contexte piscicole 06-03 : l'Aix aval :

<i>Gestion piscicole sur le contexte de l'Aix aval</i>	
Gestion globale préconisée sur le contexte	<i>Gestion d'usage</i>
Cas particuliers de gestion	<i>Abs</i>

12.4 Sous-contexte piscicole Goutte de Sac et de Charavet :

<i>Gestion piscicole sur le contexte des Gouttes de sac et Charavet</i>	
Gestion globale préconisée sur le contexte	<i>Gestion d'usage</i>
Cas particuliers de gestion	<i>Abs</i>

13 Bibliographie :

- ABDOLI, A. (2005). Rôle de la température dans la variabilité des traits d'histoire de vie : le cas du chabot (*Cottus gobio* L.) à l'échelle d'un réseau hydrographique (Bez, France). Rapport de thèse, 120 pages.
- AFNOR NF T90-344 (2004). Qualité de l'Eau. Détermination de l'indice poisson rivière (IPR).
- AQUASCOP (1997). Réseau départemental de suivi de la qualité des eaux des rivières « Synthèse des qualités physico-chimiques et hydrobiologiques de cours d'eau du département de la Loire de 1990 à 1996 ». FDAAPPMA42, Conseil Général de la Loire, mars 1997, 20 p. + annexes.
- ASCONIT (2009). Identification des impacts de l'application de l'article L214-18 du code de l'environnement concernant l'augmentation au 01/01/2014 des débits réservés à l'aval des ouvrages d'alimentation en eau potable du département de la Loire (février 2009). DDAF de la Loire, Rapport final, version provisoire, 141 pages.
- BARAN, P. (1995). Analyse de la variabilité des abondances de truites communes (*Salmo trutta* L.) dans les Pyrénées centrales françaises. Influence des échelles d'hétérogénéité de l'habitat. Thèse de l'INP Toulouse, Doc. Sciences Agronomiques, n° 1010, 25 avril 1995, 147 pages.
- BARAN P., DELACOSTE, M., LASCAUX, J.M. & BELAUD, A. (1993). Relations entre les caractéristiques de l'habitat et les populations de truites communes (*Salmo trutta* L.) de la vallée de la Neste d'Aure. Bull. Fr. Pêche Piscic., 331, : p. 321-340.
- BARAN P., DELACOSTE, M., LASCAUX, J.M. & LAGARRIGUE, T. (1999). Étude de l'habitat de la truite commune (*Salmo trutta*, L.) dans quatre cours d'eau à haute valeur patrimoniale de la Loire. Janvier 1999. ENSAT/FDAAPPMA42, FEOGA, Agence de l'eau Loire Bretagne, CSP, Conseil Général de la Loire. 69 pages + annexes.
- BEILLARD, J. et al. 2008 : Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons. ONEMA, mai 2008, 27p
- BELLIARD, J. et Roset., ROSET, N. (2006). L'indice poisson rivière (IPR) : Notice de présentation et d'utilisation, CSP, Ed, avril 2006, 20 pages.
- BINNS, N.A. (1982). Habitat Quality Index: procedure manual. Wyoming Game Fish Department. 209 pages.
- BINNS, N.A. & E., EISERMAN, F.M. (1979). Quantification of fluvial trout habitat in Wyoming. Trans. Am. Fish. Soc., 108 (3): p. 215-228.
- BISHAI, H.M. (1960). Upper lethal temperatures for larval salmonids. J. Cons., 25, p. 129-133.
- BRIGADE CSP (1997). Inventaire partiel des sites à écrevisses "pieds blancs" et "californiennes" (*Austropotamobius pallipes* et *Pacifastacus leniusculus*). 1989 à 1997. Rapport Brigade CSP Loire. Décembre 1997.
- CAISSIE, D., EL-JABI, N., and SATISH, M.G. (2001). Modelling of maximum daily water temperatures in a small stream using air temperatures. Journal of Hydrology, 251 (1-2) :14-18
- CAISSIE (2006). The thermal regime of rivers: a review. Freshwater Biology. 51, p. 1389--1406.
- CARLE, F. L. & STRUB, M. R. (1978). A new method for estimating population size from removal data. Biometrics Vol. 34: 621-630
- CASSELMAN, J.M. (1978). Effects of environmental factors on growth, survival and exploitation of northern pike. Spec. Publ. Am. Fish. Soc., 11, : p. 114-128.
- CESAME (2016)
- CHARVET, A. (2012). Valorisation des données du Réseau de suivi thermique pour la compréhension des dynamiques des populations de truite commune (*Salmo trutta*) dans le département de la Loire. Etude de l'année 2010. Master Sciences de la Terre, de l'Eau et de l'Environnement Ingénierie des Hydrosystèmes et des Bassins Versants Parcours IMACOF Rapport de stage FDAAPPMA42 pour l'obtention de la 2ème année de Master 83 p.

- CHEVRE, N. (2007). Micropolluants présents dans les eaux. Université de Lausanne. N Ch/13.06.07, présentation ppt.
- CONTRE CHAMP et PROGEO (2013). Etude d'opportunité en vue de la gestion concertée du bassin versant de l'Aix Rapport de phase 1 Etat des lieux et diagnostic.
- DEGIORGI, F., BAUDOT, J., GAJOT, C., RAYMOND, J.C., SANDELION, V. (1998). Les écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) de la Teyssonne (Loire). Recherches des causes de régression. Rapport CSP DR5, n° 6-69, 16p.
- 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.
- DEGIORGI F., MORILLAS N. et GRANDMOTTET J. P. (2002). Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM CSP 1994-TELEOS 2000-TELEOS 2002. Synthèse, 7p.
- DELACOSTE, M. BARAN, P. DAUBA, F., BELAUD, A. (1993). Étude du macrohabitat de la reproduction de la truite commune (*Salmo trutta*, L.) dans une rivière Pyrénéenne, la Neste du Louron. Évaluation du potentiel d'habitat physique de reproduction. Bull. Fr. Pêche Piscic., 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.
- DE LURY, D.B. (1951). On the planning of experiments for the estimation of fish populations. J.Fish. Res. Bd. Can., 18 (4) : p. 281-307.
- DURELET (2007). Exemples d'actions pour limiter l'impact des étangs sur les ruisseaux. Acte des journées techniques nationales "Gestion des ruisseaux de têtes de bassin et des zones humides associées". 55 pages.
- ECO-HYDROSPERE (2001). Impacts des plans d'eau sur les écosystèmes rivières. Rapport de synthèse pour la DIREN Champagne-Ardenne, en collaboration avec les Missions Inter Services de l'Eau (MISE) des 4 départements et avec les Agences de l'Eau., 128 pages.
- EDSALL, R.A. and ROTTIERS, D.V., (1976). Temperature tolerance of young of the year lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. J. Fish. Res. Bd Can., 33, 177-180.
- ELLIOT, J.M. (1981). Some aspect of thermal stress on freshwater teleost. In "Stress and Fish", Ed A.D. Pickering, Academic Press London.
- ELLIOT, J.M. (1982). The effects of temperature and ration size on the growth and energetics of salmonids in captivity. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 73b p. 81-91.
- ELLIOT, J.M. (1995). A new improved growth model for brown trout, *Salmo trutta*. Functional Ecology, 9, p. 290-298.
- ELLIOT, J.M. and HURLEY, M.A. (1998). A new functional model for estimating the maximum amount of invertebrate food consumed per day by brown trout, *Salmo trutta*. Freshwater Biology, 39, p. 339-349.
- 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.
- FAURE et GRES 2008 : Etude piscicole et astacicole préalable au contrat de rivière Rhins Rhodon et Trambouzan, octobre 2008 ; rapport FDPPMA69 et 42, p.
- GIEC (2007): Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Équipe de rédaction principale, Pachauri,R.K. et Reisinger, A. GIEC, Genève, Suisse., 103 pages.
- GOZLAN, R.E., TOURENQ, J.N. (1997). La Sofie : une espèce en danger. Revue de l'Agence de l'Eau. N°71 : p. 7-10.

- GRES, P. (2000a). 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 n° 2000/01 - Février 2000 - 33 p. + annexes.
- GRES, P. (2000b). - Suivis thermiques en rivières : l'Aix, le Botoret, la Mare - Bonson, le Gand et la Valencize - été 1999 - Rapport FPPMA42 n° PG 03/2000, avril 2000. 30 pages + 20 pages d'annexes.
- GRES, P. (2002). Bilan des suivis thermique et de la qualité hydrobiologique de l'Aix à Saint Germain Laval / étés 1999 - 2000 - 2001. Rapport FPPMA42 n° PG 04/2002, Janvier 2002. 14 pages + annexes.
- GRES, P., BROCHARD, P., DESCHAMPS, E., FALATAS, Y., KOLODZIEJCZYK, P., MALRAT, D., PEROTTI, P., PERROT, J.M., PURAVET, S., SALAND, P., VALFORT, D. (2004). Atlas des sites à écrevisses pieds blancs, californiennes, américaines, pattes rouges et pattes grêles dans le département de la Loire. Mise à jour janvier 2004. Rapport FPPMA42 n° PG 01/2004, 218 pages.
- Grés, P., Persat, H., Weiss, S. et Kopun, Th. 2006. Etude des populations d'Ombre commun du Forez sur l'Ance du Nord, le Lignon du Forez et l'Aix. Caractérisation Génétique et Dynamique des Populations. Rapport commun FDPPMA42, Univ CB Lyon, Karl-Franzens Universität, février 2006 ; 102 p. + annexes 20 p.
- GRES et FAURE 2010 : Etude piscicole et astacicole préalable au contrat de rivière Gier , octobre 2010 ; rapport FDAAPPMA42 et 69, p
- GRES et GACON (2013). Etude piscicole et astacicole intermédiaire au 2ème contrat de rivière Coise, mars 2013 ; rapport FDPPMA 42 et 69, 130 p
- GRES, P. et SCARAMUZZI M. (2013) «Actualisation des données piscicoles et astacicoles sur les cours d'eau du site Natura 2000 FR8201768 - Ruisseaux à moule perlière du Boen, du Ban et Font d'Aix». Rapport FDAAPPMA42, janvier 2013. 50p.
- GRES, P. et SCARAMUZZI, M (2016). Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières de la Loire. Bilan de l'année 2015 (et évolutions depuis 2002) - Rapport FDAAPPMA42/Conseil Général de la Loire, Agence de l'eau Loire Bretagne, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Conseil Régional Rhône Alpes. Juillet 2016. 145 pages + annexes.
- Grès P., Caudron A., Harrang E., Berger M. et Scaramuzzi M. (2017). IDENTIFICATION DE LA DIVERSITE GENETIQUE ET PROGRAMME DE SAUVEGARDE DES POPULATIONS DE TRUITES DU DEPARTEMENT DE LA LOIRE. Rapport Intégrant le programme interfédéral :« PROJET COMMUN INTERFEDERAL (DEPARTEMENTS :03, 38, 42, 43, 63, 69, 73, 74) DE RECHERCHE COLLABORATIVE POUR MIEUX LOCALISER, IDENTIFIER ET GERER LA DIVERSITE GENETIQUE CHEZ LA TRUITE COMMUNE (SALMO TRUTTA) A DES ECHELLES SPATIALES COHERENTES - 2012 - 2015 ». Janvier 2017 - Rapport de la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de la Loire. 262 pages
- HAURY, J., OMBREDANE, D. et Baglinière., BAGLINIERE, J.L. (1991). L'habitat de la truite commune (*Salmo trutta*, L.) en eaux courantes. In Baglinière, Maisse : La truite : biologie et écologie, 25-46, INRA Publ., Paris.
- HOKANSON, K.E.F., Mc CORMICK, J.H. and Jones., JONES, B.R. (1973). Temperatures requirement for embryos and larvae of the northern pike, *Esox lucius*, (Linnaeus). Trans. Am. Fish. Soc., 102, p. 89-100.
- HESTETLER (2001)). Modelling of maximum daily water temperatures in a small stream using air temperatures. Journal of Hydrology 251, p. 14-28.
- INTERREG III A (2006). Identification, sauvegarde et réhabilitation de populations de truites autochtones dans la vallée d'Aoste et en haute Savoie. Rapport final 2006, 284 p.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- JOBLING, M. (1981). Temperature tolerance and the final preferendum - rapid methods for the assessment of optimum growth temperatures. J. Fish. Biol., 19, p. 439-455.

- LARUE P-A. et GRES P. (1998). Etude sur l'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*, Lereboullet, 1858) et la moule perlière (*Margaritifera margaritifera*, Linné, 1758) sur les cours d'eau de la Loire inscrits au titre de la directive Habitats Natura 2000 : DIREN Rhône Alpes, Rapport FDAAPPMA42.
- LEPIMPEC, P., (2002). Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques. Pollution des milieux aquatiques. CEMAGREF Editions, ISBN2/885362-554, 159 pages.
- MILLS, D. (1971). Salmon and trout: a resource, its ecology, conservation and management. New York, St. Martin's Press, 351 pages.
- MOHSENI & STEFAN (2005). Predicting river water temperatures using the equilibrium temperature concept with application on Miramichi River catchments (New Brunswick, Canada), *HYDROLOGICAL PROCESSES* 19, p. 2137-2159.
- PDPG42 (1998). Plan départemental de Protection du Milieu Aquatique et de Gestion des ressources piscicoles, FLPPMA, CSP - Pierre GRES, septembre 1998.
- POUILLY, M., VALENTIN, S., CAPRA, H., GINOT, V., et SOUCHON, Y. (1995). Méthode des microhabitats: principes et protocoles d'application, *Bull, Fr, Pêche Piscic.*, 336, p. 41-54,.
- OBERDORFF, PONT, D., HUGUENY, B. et CHESSEL, D. (2001). A probabilistic model characterizing riverine fish communities of French rivers: a frame work for environmental assessment, *Freshwater Biology*, 46: p. 399-415.
- OBERDORFF, T., PONT, D., HUGUENY, B. et PORCHER, J.P. (2002). Development and validation of a fish-based index (FBI) for the assessment of "river health" in France (F), *Freshwater Biology*, 47: 1720 -1735.
- OBERDORFF, T., PONT, D., HUGUENY, B., BELLIARD, J., BERREBI dit THOMAS, R., et PORCHER, J.P. (2002). Adaptation et validation d'un indice poisson (FBI) pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau français, *Bull, Fr, Pêche Piscic*, n°365-366, 2002-2,3; 405-433,.
- 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.
- 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.
- RICHARD A. (1998). Gestion piscicole intervention sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles, coll Mise au point CSP Ed. 1998, 256p
- ROGERS, C. et Pont., PONT, D. (2005). Création d'une base de données thermiques devant servir au calcul de l'Indice Poisson Normalisé, Université de Lyon I, 36 pages.
- SCARAMUZZI, M. (2012). Actualisation de l'atlas des écrevisses dans le département de la Loire. Fiche des sites. FDAAPPMA42.
- SDVP42 (1990). Schéma départemental de vocation piscicole. SEAS, FDAAPPMA42.
- SILOGIC (1998). Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau, rapport de présentation - version 1 - Les études des Agences de l'Eau, n°64, janvier 1999.
- VERNEAUX, J. (1973). Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura), Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs, Essai de biotypologie, Thèse Ann., Sci, Univ, Besançon, 3 (9) 260 pages.
- VERNEAUX, J. (1976a). Biotypologie de l'écosystème eaux courantes, La structure biotypologique, Note, CR Acad., Sc., Paris, t 283, série D1663, 5 pages.
- VERNEAUX, J. (1976b). Biotypologie de l'écosystème « eaux courantes », Les groupements socio-écologiques, Note, CR Acad., Sc., Paris, t 283, série D1791, 4 pages.
- VERNEAUX, J. (1981). Les poissons et la qualité des cours d'eau, Ann., Sci, Univ, Besançon, Biologie Animale, 4 (2): p. 33-41.
- WESCHE, T.A. (1980). The WRRI trout cover rating method: development and application. *Water Resour. Ser.* 78. Laramie, WY: Water Resources Research Institute. 46 pages.

