Fédération du Jura pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique

395 rue Bercaille - 39 000 Lons le Saunier
Tél. 03 84 24 86 96 - Fax. 03 84 24 96 31
E-mail : fede39@free.fr - Site : http://www.peche-jura.com/

Evolution des potentiels piscicoles du Doubs à Dampierre et à Orchamps entre 2011 et 2015 après modification de la gestion piscicole

Etude réalisée par TELEOS-Suisse

DEGIORGI François (rapporteur)
DECOURCIERE Hervé
PARIS Jonathan

pour et avec l'appui logistique et technique de

La Fédération des AAPPMA du Jura
L'APPMA la Gaule du Bas-Jura
L'APPMA FRD

Février 2016

Sommaire

INTRODUCTION : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE **3**

METHODOLOGIE **6**

STRUCTURES DES STOCKS PISCICOLES A L'ECHELLE DE LA STATION **8**

EVOLUTION DE LA COMPOSITION QUALITATIVE DES PEUPLEMENTS 8
EVOLUTION CROISEE DES RENDEMENTS DE PECHES STATIONNELS ESTIVAUX 9
EVOLUTION CROISEE DES RENDEMENTS DE PECHES STATIONNELS AUTOMNAUX 11

EVOLUTION DES STRUCTURES TAILLE FREQUENCE PAR ESPECE **13**

STRUCTURE TAILLE-FREQUENCE DES ECHANTILLONS D'ABLETTES 13
STRUCTURE TAILLE-FREQUENCE DES ECHANTILLONS DE BREMES 14
STRUCTURE TAILLE-FREQUENCE DES ECHANTILLONS DE SPIRLINS 14
STRUCTURE TAILLE-FREQUENCE DES ECHANTILLONS DE BROCHETS 15
STRUCTURE TAILLE-FREQUENCE DES ECHANTILLONS DE SANDRES 16
STRUCTURE TAILLE-FREQUENCE DES ECHANTILLONS DE SILURES 17

ABONDANCE DES STOCKS PISCICOLES A L'ECHELLE DES LOTS **18**

EVOLUTION CROISEE DES RENDEMENTS DE PECHE PAR LOT EN ETE 2011 ET 2015 18
EVOLUTION DES RENDEMENTS DE PECHE PAR LOT EN AUTOMNE 2011 ET 2015 20

DISCUSSION ET INTERPRETATIONS **21**

TENDANCES INTERANNUELLES ET SAISONNIERES 21
IMPORTANCE DES MODIFICATIONS DE L'HABITAT AQUATIQUE A DAMPIERRE 21
EFFET RELATIF DE LA MODIFICATION DE LA GESTION HALIEUTIQUE 22

BIBLIOGRAPHIE **24**

Evolution des potentiels piscicoles du Doubs à Dampierre et à Orchamps entre 2011 et 2015 après modification de la gestion piscicole

Introduction : contexte et problématique

Entre Fraisans et Dole, le Doubs s'écoule dans un lit large et à faible pente (fig. 1). Sa vallée est bordée au sud par les cailloutis siliceux du massif forestier de Chaux et au nord par une succession de plateaux et d'avant-monts karstiques enserrant le massif gréso-granitique de la Serre. Sur ce secteur, son débit moyen annuel varie d'amont en aval de 100 à 120 m^3/s.

Son cours méandriforme, nourri d'affluents, d'arrivées phréatiques et d'exsurgence karstiques, composait originellement une mosaïque de types écologiques allant de la basse zone à Ombre à la zone à Brême en passant par la zone à Barbeau (VERNEAUX 1973). Toutefois, son aménagement pour la navigation, effectuée en grande partie dès le XIXe siècle, suivi plus récemment par la dégradation de sa qualité chimique, ont fortement réduit ses capacités biogènes.

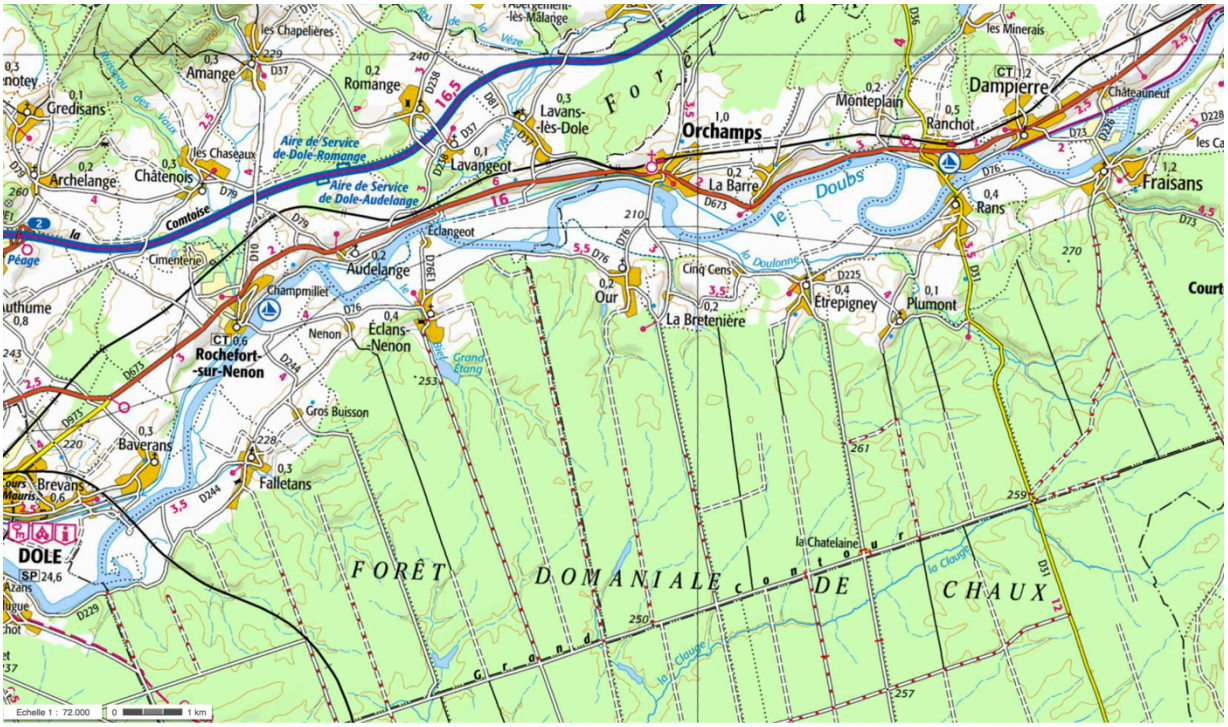

Figure 1. La vallée du Doubs entre Fraisans et Dole (39) ; source geoportail.fr

En 2011, l'étude des peuplements piscicoles de 6 stations jalonnant ce domaine d'étude avait permis d'analyser leurs structures quantitatives, leur organisation spatiale ainsi que leur tendances évolutives par rapport aux études antérieures. Ces résultats avaient été confrontés à la qualité physique du cours d'eau. Il en avait été déduit les caractéristiques suivantes.

1. Les potentiels piscicoles du Doubs étaient altérés : les espèces sensibles étaient en régression, voire en cours de disparition, au seul profit d'espèces polluo-résistantes, souvent allochtones ou exotiques, tandis que les densités de carnassiers s'avéraient presque partout médiocres à faibles…

2. Certains secteurs abritaient tout de même des potentiels relictuels encore notoires, en particulier des fortes abondances de cyprinidés d'eau vive (goujons, barbeaux, spirlins…) alors que dans une des stations (la plus en aval) les densités de sandre et de brochet étaient plus soutenues, sans être exceptionnelles.

3. Les 4 secteurs soumis à la fois à la pêche professionnelle et à la pêche amateur présentaient des densités piscicoles significativement plus faibles que les 2 secteurs ne subissant que la pression des amateurs, en particulier pour les sandres, perches et brochets.

4. La régression des potentiels piscicoles apparaissait toutefois d'avantage liée à la simplification des habitats (comblement des mortes, déconnexion de la ripisylve, rectification des affluents, débits réservés insuffisants sur certains seuils…).

Suite à cette étude, entre 2012 et 2015, la gestion halieutique a été modifiée sur deux des six secteurs étudiés en 2011 (fig. 2) :

- le lot 20, constitué par le TCC de la station A, s'étend de Fraisans à Dampierre, soit sur un linéaire de 1 960 m ; ouvert aux 2 types de pêche entre 2008 et 2011, il n'a plus été soumis qu'à la pêche à la ligne entre 2012 et 2015 ;
- *a contrario*, le lot 16, constitué par le TCC et le secteur navigable de la station C (d'Etrepigney à Orchamps), qui n'était dévolu qu'à la pêche amateur dans la période précédente, a été aussi ouvert à la pêche professionnelle de 2012 à 2015 ; ce lot s'étend sur un linéaire de 4 190 m.

Cette permutation des configurations de la gestion halieutique entre les deux secteurs était essentiellement motivée par le souci d'équilibrer la pression des pêcheurs professionnels entre les deux AAPPMA locataire du Domaine Public Fluvial sur cette partie du Doubs. Ainsi, l'association FRD, gérant un linéaire beaucoup moins important bénéficiait d'une proportion plus équilibrée de lots soumis à un seul type de pression.

Parallèlement, cette modification chiasmatique de la pression de pêche fournissait une occasion unique de vérifier l'impact relatif, sur les stocks piscicole en place, des deux catégories de pression de pêche : amateur seul d'une part et amateur ainsi que professionnelle de l'autre. Les protocoles de pêches scientifiques qui avaient été mis en œuvre mi-aout et début novembre 2011 sur ces deux stations y ont ainsi été répétés de façon identique début septembre et novembre 2012.

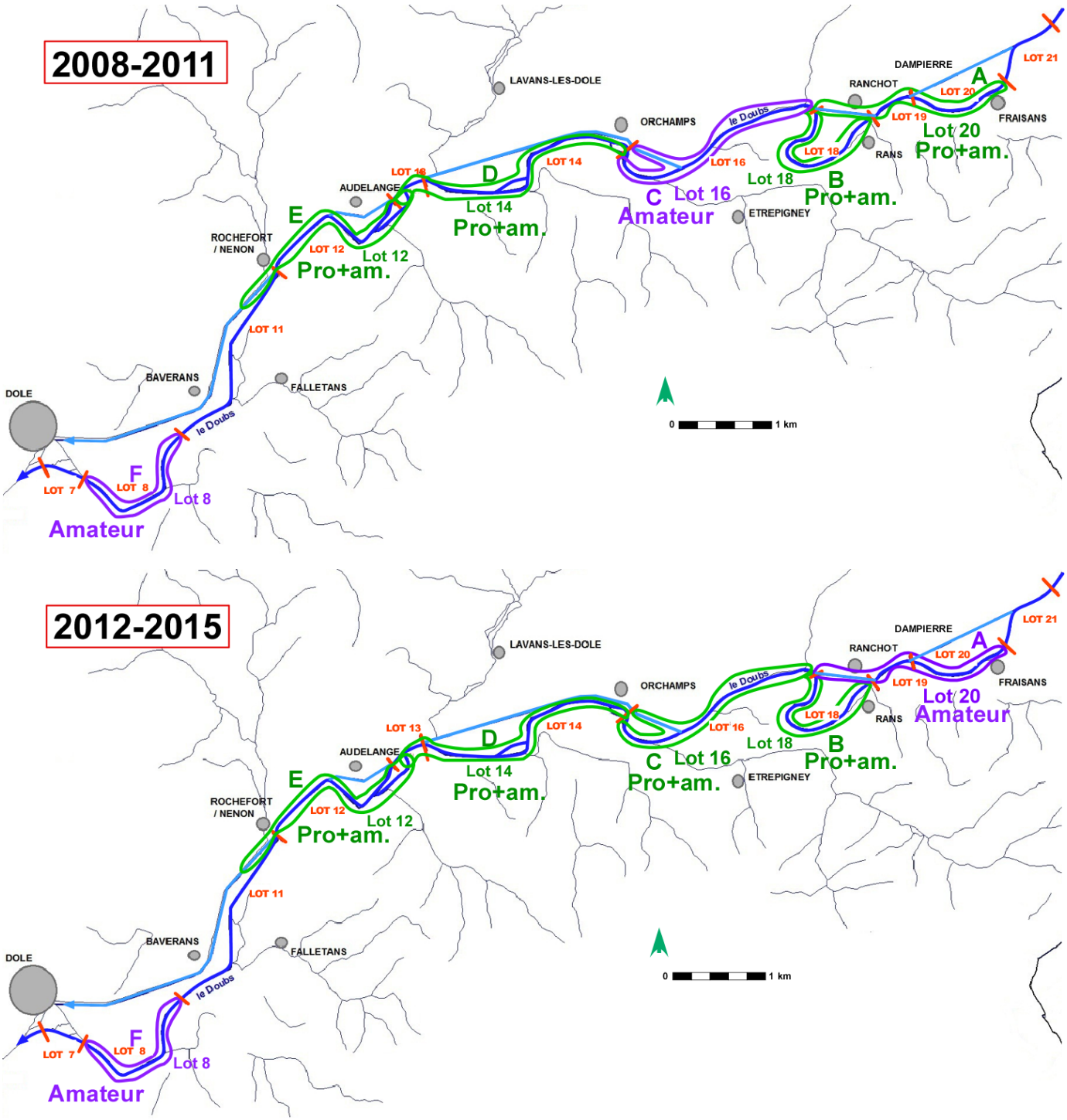

Figure 2. Délimitation des stations d'étude et localisation des lots de pêche sur le Doubs navigable jurassien (39) durant les deux dernières périodes de location du Domaine Public Fluvial ; source : Fédération des AAPPMA du Jura

Méthodologie

Pour confirmer et préciser l'impact, sur les structures des peuplements piscicoles, de la pêche professionnelle lorsqu'elle est pratiquée en plus de la pêche amateur, les mêmes efforts d'échantillonnage de l'ichtyofaune qui avaient été exercés en 2011 ont été déployés sur ces deux stations en 2015 :

- dans chacune d'entre elles, les 3 compartiments hydrauliques contigus résultant de la fragmentation du Doubs induit par son artificialisation (TCC, portion navigable et canal, fig. 3) ont été prospectés durant 2 campagnes saisonnières (respectivement, septembre et novembre 2015 contre aout et novembre 2011) ;
- durant chacune des 2 campagnes saisonnières, la totalité des habitats aquatiques non anecdotiques ont été échantillonnés simultanément, en été par pêche électrique en bateau ainsi qu'à l'aide de filets de type araignées multimailles « verticales », et en automne à l'aide des seuls filets « verticaux » (fig. 4).
- chaque habitat a été prospecté 3 fois dans chacun des compartiments et pour chacune des 2 techniques utilisées ; cette « réplication » des efforts unitaires minore la variabilité instrumentale et garantit la comparabilité des résultats.

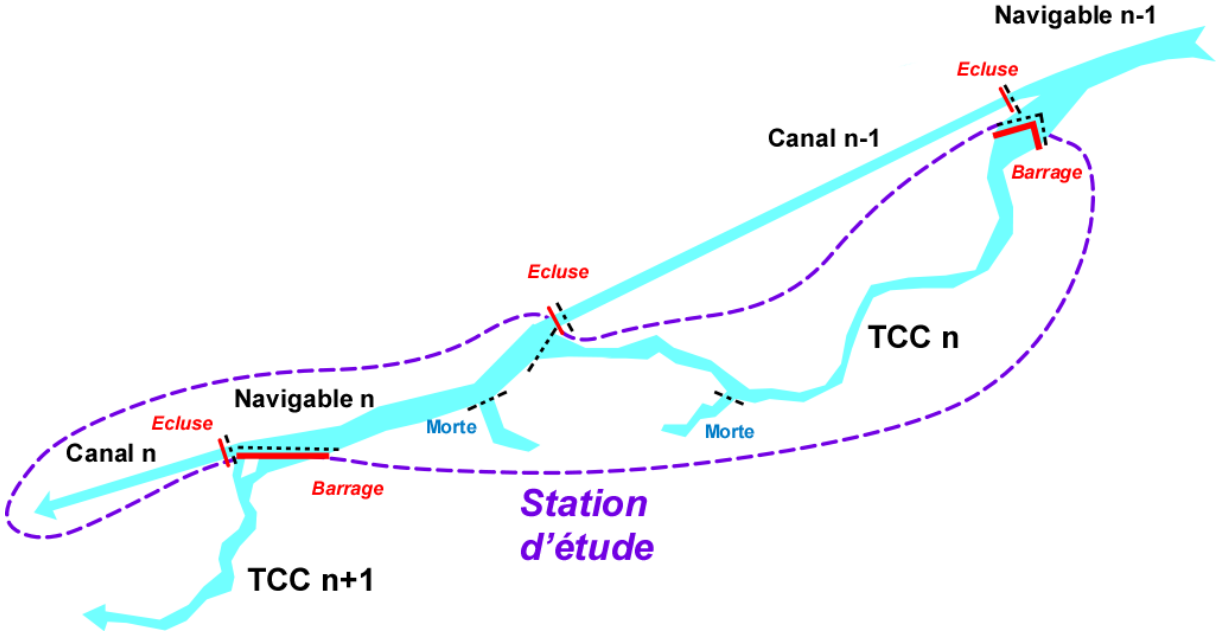

Figure 3. Schéma de la fragmentation du Doubs navigable et définition des stations d'étude (TCC = tronçon court-circuité, ne collectant qu'une partie du débit).

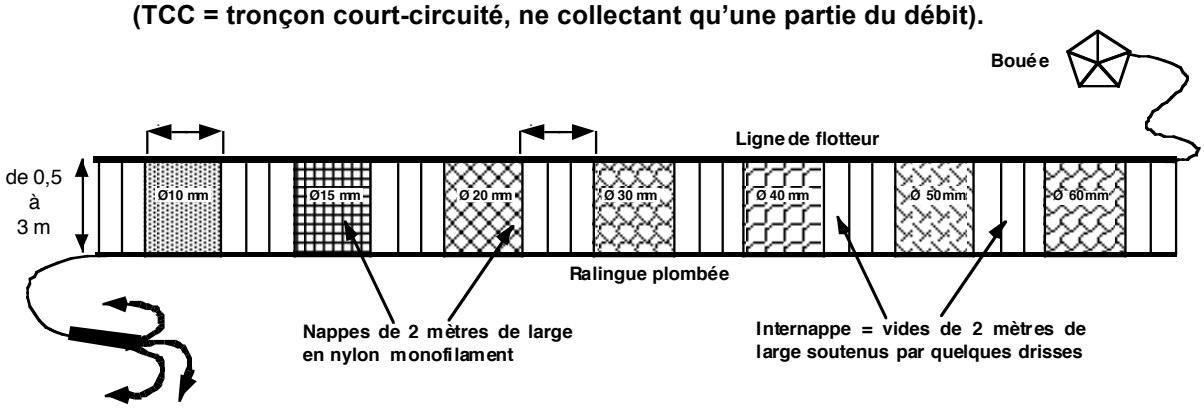

Figure 4. Schéma de montage des araignées « verticales » multimailles

Le détail des efforts de pêche montre que leur ampleur et leur intensité étaient bien, en 2015, du même ordre qu'en 2011 (tab. 1). Cependant, dans le cas de la station de Dampierre, le changement de gestion des débits au niveau du barrage de Fraisans a entrainé une importante modification des habitats lotiques, dont la surface totale a été fortement réduite.

En effet, comme ce seuil qui limite l'amont de la station et du lot 20 a été équipé d'une turbine en dérivation, les débits surversants sur les parements de l'ouvrage sont désormais beaucoup plus faibles en étiage.

			2011		**2015**	
Station	**Saison**	**Technique**	**Nombre *d'efforts***	**Surface PE *ou filet*** (m^2)	**Nombre *d'efforts***	**Surface PE *ou filet*** (m^2)
Dampierre	**été**	Pêche électrique en bateau	24	648	24	438
	été	*Araignées multimailles verticales*	*18*	*504*	*23*	*616*
	automne	*Araignées multimailles verticales*	*16*	*444*	*17*	*448*
Orchamps	**été**	*Araignées multimailles verticales*	26	566	21	568
	été	*Araignées multimailles verticales*	*22*	*616*	*22*	*686*
	automne	*Araignées multimailles verticales*	*20*	*574*	*20*	*546*

Tableau 1. Liste des espèces capturées le Doubs entre Fraisans et Dole à différentes époques

Structures des stocks piscicoles à l'échelle de la station

Evolution de la composition qualitative des peuplements

Sur les 2 stations prospectées en 2015, 24 des 26 espèces capturées en 2011 ont été retrouvées (tab. 2). Seuls le black bass, et la loche franche, déjà minoritaire en 2011 n'ont plus été échantillonnés. En revanche, le vairon a été capturé en 2015 uniquement, mais à un seul exemplaire.

Nom français	*Nom latin*	Ant	1970	1980	1990	2011	2015
Ablette	*Alburnus alburnus*	X	X	X	X	X	X
Anguille	*Anguilla anguilla*	X	X	P	P	P	P
Apron	Zingel Asper	P					
Barbeau	*Barbus barbus*	X	X	X	X	X	X
Black bass	*Micropterus salmoides*		P		X	X	
Blageon	*Leuciscus souffia*	X					
Bouvière	*Rhodeus amarus*	X	X		X	X	X
Brème	*Abramis brama*	X	X	X	X	X	X
Brème bordelière	*Blicca bjoerkna*	X	X	X	X	X	X
Brochet	*Esox lucius*	X	X	X	X	X	X
Carassin commun	*Carassius carassius*					P	P
Carpe (« *écaille* »)	*Cyprinus carpio*	X	X		X	X	X
Chabot	*Cottus gobio*	X					
Chevesne	*Squalius cephalus*	X	X	X	X	X	X
Gardon	*Rutilus rutilus*	X	X	X	X	X	X
Goujon	*Gobio gobio*	X	X	X	X	X	X
Grémille	*Gymnocephalus cernuus*		X		X	X	X
Hotu	*Chondrostoma nasus*		X	P	X	X	X
Lamproie de Planer	*Lampetra planeri*	P	?				
Loche franche	*Barbatula barbatula*	X	X			P	
Lote	*Lota lota*	X					
Ombre	*Thymalus thymalus*	X					
Perche	*Perca fluviatilis*	X	X	X	X	X	X
Perche soleil	*Lepomis gibbosus*		X	X	X	X	X
Poisson-chat	*Ameiurus melas*		X	X	X		
Pseudorasbora	*Pseudorasbora parva*					X	X
Rotengle	*Scardinius erythrophtalmus**	X	X	X	X	X	X
Sandre	Sander lucioperca			X	X	X	X
Silure	*Siluris glanis*					X	X
Spirlin	*Alburnoides bipunctatus*	X	X			X	X
Tanche	*Tinca tinca*	X	X	X	X	X	X
Toxostome	*Parachondrostoma toxostoma*	X	X	X	P		
Truite	*Salmo trutta fario*	X	P	P	X		
Truite arc en ciel	*Onchorynchus mykiss*			P	P	?	
Vairon	*Phoxinus phoxinus*	X					P
Vandoise	*Leuciscus leuciscus*	X	X	X	X	P	P
Pied blanc	*Austropotamobius pallipes*	P					
Ecrevisse américaine	*Orconectes limosus*		?	?	X	X	

LEGENDE : espèces en régression, non capturées ou anecdotiques en 2011 et 2015 ; *espèces exotiques* ; *allochtones*

Tableau 2. Liste des espèces capturées le Doubs entre Fraisans et Dole à différentes époques

Sur le plan qualitatif, on observe sur les 2 sites d'études, en 2015 comme en 2011 les mêmes tendances :

- les espèces polluosensibles sont en régression ou disparue ;
- elles sont « remplacées » par des espèces exotiques (venant d'un autre continent) ou allochtones (introduites depuis un bassin hydrographique du même continent, et probablement présents dans le Doubs avant les glaciations).

Evolution croisée des rendements de pêches stationnels estivaux

Sur le plan quantitatif, les abondances des carnassiers et de leur proies ont évolué de façon antisymétrique sur les deux stations (tab. 3 à 5 ; fig. 5) :

- les rendements de captures numériques et pondéraux des **carnassiers** (brochet, perche, sandre, silure) ont augmenté à Dampierre et diminué à Orchamps ;
- les rendements de captures pondéraux des **cyprinidés d'eau calme** (brèmes, rotengle, tanche) ont augmenté à Dampierre, et diminué ou stagnés à Orchamps ;
- la biomasse et la densité de certains **cyprinidés d'eau vives** (surtout goujons et chevesnes) ont diminué ou stagné à Dampierre, et augmenté à Orchamps.

Stations	**Pêches électriques par pôles nb/(10 ares prospectés)**				**Pêches au filet par pôles nb/(1000 m^2 de filet)**			
	Dampierre		***Orchamps***		***Dampierre***		***Orchamps***	
	aout_11	sept._15	aout_11	sept._15	aout_11	sept._15	aout_11	sept._15
Ablette	429	14	297	171	55	140	54	58
Anguille			11	2				
Barbeau	42	27	27	104	5	11	4	9
Black Bass	2							
Bouvière	68	105	108	55	3	586	1	687
Brème brd	26	9	95	16	182	89	127	118
Brème		5	4	7	15	18	39	16
Brochet	5	5	9		2			
Carassin	6					2		
Carpe		2	4	4		2		1
Chevesne	190	164	148	113	13	31	11	26
Gardon	387	126	210	153	197	211	101	235
Goujon	671	84	187	93	60	49	66	134
Gremille	6	2	11		18	65	25	9
Hotu	188	11	37	185	3	31	7	15
Loche franche	2							
Perche	14	5	37		23	8	20	15
Perche soleil	6	5			2	2		
Pseudorasbora	14	59	5	12		42		34
Rotengle	3	5	14		30	15	35	71
Sandre		2			2	5	6	1
Silure	26	32	25	9	2	10	1	3
Spirlin	102	62	180	1320		93		23
Tanche	2		9	2				
Vairon				4				
Vandoise	2			9		8		
Total	2190	724	1417	2257	*611*	1 416	*497*	1455

Tableau 3. Comparaison des rendements numériques des pêches électriques en bateau et aux filets obtenus en aout 2011 puis en septembre 2015 à Dampierre et Orchamps

	Pêches électriques par pôles kg/(10 ares prospectés)				Pêches au filet par pôles kg/(1000 m^2 de filet)			
Stations	***Dampierre***		***Orchamps***		***Dampierre***		***Orchamps***	
	aout_11	sept._15	aout_11	sept._15	aout_11	sept._15	aout_11	sept._15
Ablette	1,21	0,09	0,73	0,86	0,49	1,09	0,52	0,50
Anguille			6,58	1,20				
Barbeau	3,56	0,30	8,86	103,60	2,48	6,49	3,41	11,04
Black Bass	0,23							
Bouvière	0,11	0,32	0,14	0,15	0,02	2,62	0,01	3,01
Brème brd	2,62	0,35	2,10	0,10	16,97	9,91	16,82	6,93
Brème		1,29	2,72	0,06	7,49	4,21	16,62	3,47
Brochet	0,49	0,94	1,65		0,17			
Carassin	2,90					1,49		
Carpe		0,00	9,98	5,11		0,03		0,01
Chevesne	19,27	4,73	16,34	10,50	3,54	10,41	7,64	4,90
Gardon	11,98	7,81	10,50	6,79	10,27	13,76	9,43	12,86
Goujon	2,15	0,35	0,45	0,55	0,53	0,37	0,44	0,92
Gremille	0,12	0,05	0,08		0,43	1,10	0,44	0,23
Hotu	8,79	0,35	10,33	61,09	3,21	9,12	4,57	4,18
Loche franche	0,02							
Perche	0,92	2,57	2,29		2,60	3,18	1,40	4,18
Perche soleil	0,09	0,06			0,04	0,08		
Pseudorasbora	0,03	0,25	0,01	0,04		0,30		0,22
Rotengle	0,08	0,00	5,45		4,60	4,67	10,81	11,92
Sandre		3,41			1,56	5,96	5,88	2,66
Silure	11,29	49,23	53,70	21,05	0,99	3,02	2,09	2,01
Spirlin	0,37	0,23	0,58	4,41		0,59		0,13
Tanche	0,02		3,44	0,00				
Vairon				0,02				
Vandoise	0,08			0,13		0,09		
Total	66,30	72,33	135,90	215,67	55,00	78,48	80,00	69,16

Tableau 4. Comparaison des rendements pondéraux des pêches électriques en bateau et aux filets obtenus en aout 2011 puis en septembre 2015 à Dampierre et Orchamps

Parallèlement, les **rendements de captures pondérales toutes espèces confondues** ont augmenté dans le cas de la station de Dampierre quelque soit la technique de capture considérées (fig. 5). Dans le cas de la station d'Orchamps, le rendement de capture toutes espèces confondues a diminué au filet, mais nettement augmenté dans le cas de la pêche électrique.

Toutefois, cet accroissement apparent des densités des densités totales estivales à Orchamps est porté exclusivement par les captures réalisées sur les trois placettes prospectées à l'aval immédiat du barrage du Moulin des Malades. Dans un contexte d'eau basse et très chaude, l'agitation de l'eau et les vitesses de courant y ont provoqué des concentrations spectaculaires de cyprinidés d'eau vive et d'eau calme.

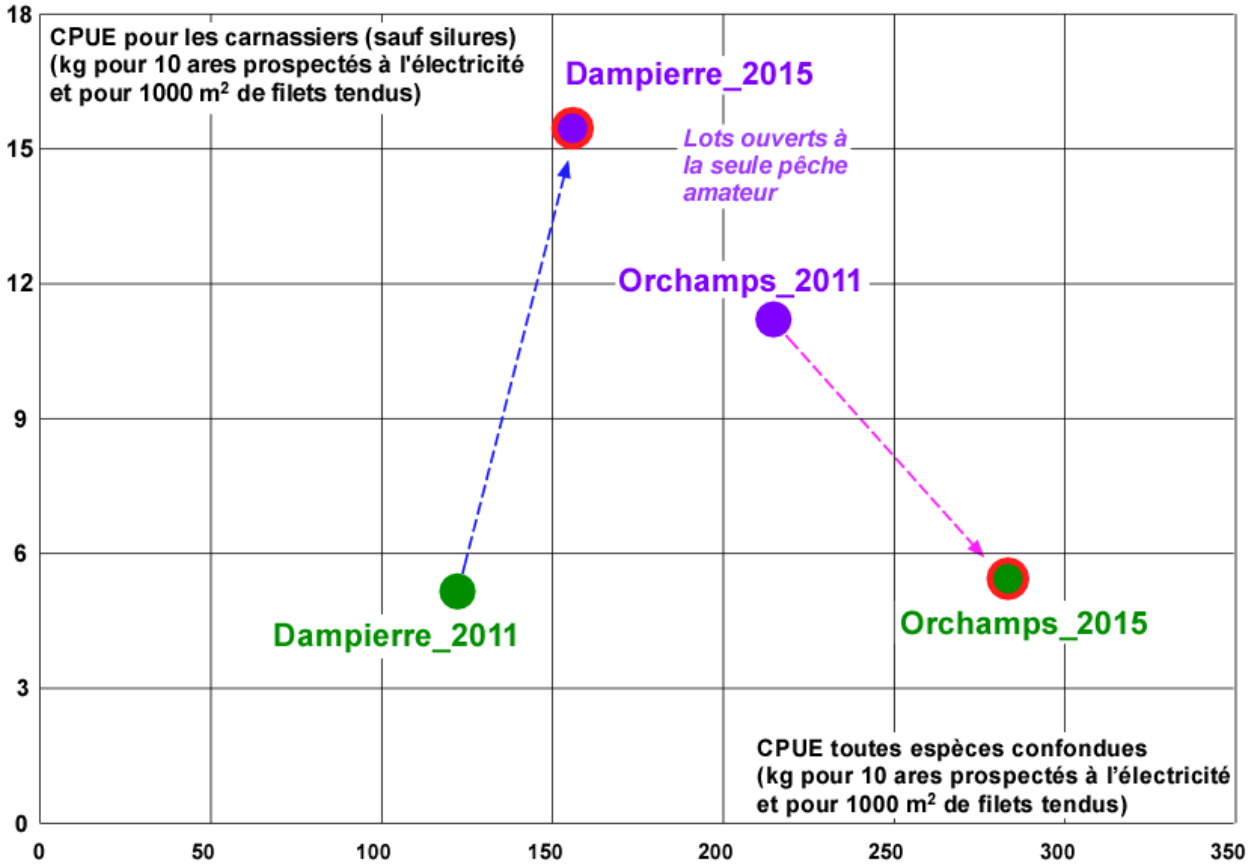

Figure 5. Comparaison des rendements de captures en carnassiers (sauf silure) et toutes espèces confondues observés en aout 2011 puis en septembre 2015 à Orchamps et à Dampierre

Cette tendance au rassemblement des poissons dans la fosse dissipation du seuil limitant l'amont de la station n'est pas du tout observée dans le cas de Dampierre, car le débit surversant sur le barrage de Fraisans était nul au moment des pêches (*cf.* partie « Discussion »).

Evolution croisée des rendements de pêches stationnels automnaux

La campagne d'automne, réalisée à l'aide des seuls filets de type araignées multimailles verticales, montre des tendances moins nettes (tab. 5).

Dans le cas de la station de Dampierre, les rendements en carnassiers sont à nouveau très faibles en 2015. Aucun brochet n'a pu être capturé. En revanche, les captures par unité d'effort ont augmenté en nombre et en masse pour les sandres et en masse pour les silures.

Dans le cas de la station d'Orchamps, la tendance est inversée pour les sandres et les silures qui ont été capturés en moins grandes abondances au mois de novembre 2015 par rapport au mois de novembre 2011. En revanche, les rendements de captures en biomasse des brochets et en perches, ainsi que toutes espèces confondues ont légèrement augmenté.

	Nb/(1000 m^2 de filet)				kg/(1000 m^2 de filet)			
Stations	***Dampierre***		***Orchamps***		***Dampierre***		***Orchamps***	
	nov._11	nov._15	nov._11	nov._15	nov._11	nov._15	nov._11	nov._15
Ablette	6	4	3	31	0,0	0,0	0,0	0,3
Barbeau	6	2	6	2	4,9	3,9	7,5	3,2
Bouvière	59	80	58	209	0,2	0,4	0,2	0,9
Brème brd	53	18	16	35	7,1	7,7	1,3	0,8
Brème	7	18	6	4	3,8	1,8	0	3,4
Brochet	2		6	2	2,2		2,5	6,2
Carassin	2	2			1,2	2,4		
Carpe			1	4			7,4	24,5
Chevesne	6	33	10	33	6,1	13,3	6,7	19,3
Gardon	85	141	67	81	10,7	7,1	4	2,0
Goujon	6	65	25	75	0,0	0,1	0,2	0,5
Gremille		22	15	20		1,1	0,3	0,5
Hotu	7	4	28	5	7,7	3,9	20,9	3,2
Perche	11	7	6	18	4,2	3,5	1	16,5
Perche soleil			1				0	
Pseudorasbora		25		20		0,2		0,2
Rotengle	11	11	7	22	0,5	3,9	3,7	3,0
Sandre	2	4	9	4	2,9	4,0	10,8	8,0
Silure	2	2	1		1,3	2,3	10,4	
Spirlin		42	1	77		0,3	0	0,5
Tanche			1				0,7	
Total	263	482	**270**	641	52,9	51,8	77,6	93,1

Tableau 5. Comparaison des rendements numériques et pondéraux des pêches aux filets obtenus en novembre 2011 puis en novembre 2015 à Dampierre et Orchamps

Cependant, la significativité des résultats automnaux doit être relativisée. En effet, d'une part, la pêche professionnelle a été officiellement suspendue sur le lot 16 dès le mois d'aout 2015 : le stock piscicole du secteur d'Orchamps a donc pu se reconstituer, y compris par dévalaison. En particulier, la perche étant une espèce mobile et non territoriale, a pu recoloniser cette portion du Doubs sans plus être soumise, durant la fin de l'été ni l'automne, à la pression de pêche professionnelle ;

D'autre part, l'étiage estival 2015 très accentué, s'est continué durant une grande partie de l'automne. Aussi, durant plus de 5 mois, le lot 20 a souffert du débit de surverse insuffisant sur le barrage de Fraisans qui constitue sa limite amont et son seul secteur normalement courant et oxygéné. Ce facteur a pu grandement contribuer à dépeupler cette partie du Doubs, y compris en provoquant la dévalaison des poissons en recherche de zones de turbulences qui soient mieux oxygénées.

Par conséquent, les résultats estivaux semblent beaucoup plus fiables pour mesurer les effets des différentes pressions de pêche. La campagne automnale présente toutefois l'intérêt de montrer à quel point la qualité physique, influencée par l'artificialisation des débits, est importante. En outre, la surverse sur les barrages, contribue aussi à améliorer la qualité de l'eau en favorisant son oxygénation. Ce mécanisme est déterminant durant les périodes chaudes.

Evolution des structures taille fréquence par espèce

La méthode d'échantillonnage employée repose sur l'utilisation conjointe de 2 techniques dont les sélectivités vis-à-vis de la taille des poissons et la sélection vis-à-vis des espèces sont complémentaires. En effet, l'électricité capture plus facilement les individus de petite taille et permet de mieux capturer les espèces occupant les habitats lotiques peu profonds. Parallèlement, les filets sont plus efficaces pour les individus de taille moyenne à grosse, en particulier dans les profonds calmes. Il est donc possible de comparer les structures tailles / fréquence des échantillons capturés dans les deux station en 2011 et en 2015 pour la plupart des espèces

Structure taille-fréquence des échantillons d'ablettes

La structure des échantillons d'ablette a fortement évolué entre 2011 et 2015 (fig. 6). Les tendances observées sont différentes pour chacune des 2 stations

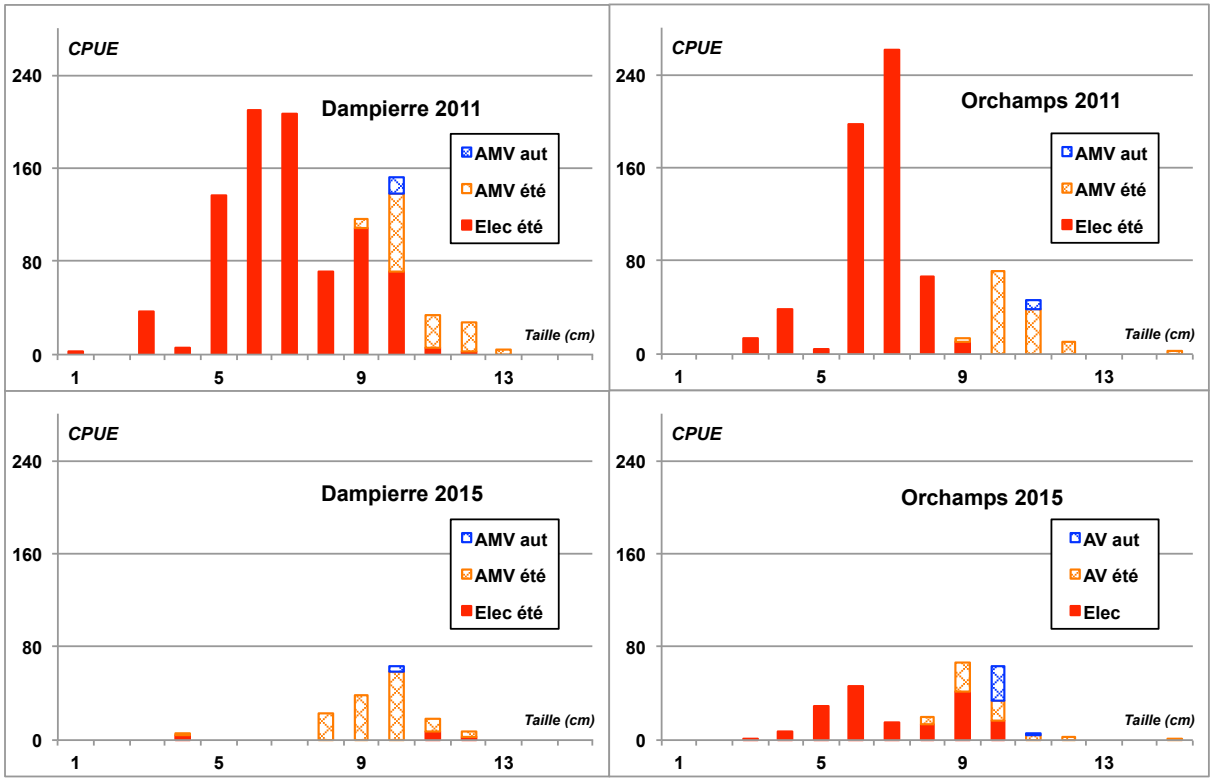

Figure 6. Comparaison des structures taille / fréquence des échantillons d'ablettes capturés à Orchamps et à Dampierre en 2011 puis en 2015 ; les CPUE représentent :

- **le nombre de capture pour 1000 m^2 prospectés à l'électricité en bateau en été (Elec été) ;**
- **le nombre de capture pour 1000 m^2 de filets tendus en été (AMV été) et en automne (AMV aut)**

Dans le cas de Dampierre, les petits individus, capturés majoritairement, en 2011, à l'électricité, dans les zones de courant à l'aval immédiat du barrage de Fraisans, n'ont pas été retrouvés en 2015. En revanche, la densité des ablettes de plus de 8 centimètres, capturables au filet dans les zones lentiques, est restée stable entre les deux époques, à un niveau moyen.

Dans le cas d'Orchamps, la densité des petits individus capturables à l'électricité a aussi fortement chuté mais de façon moins drastiques qu'à Dampierre. Cependant, le rendement de capture estival aux filets des ablettes de plus de 8 centimètres a, sur cette station, été divisé par 2, contrairement à ce qui a été observé à Dampierre.

Structure taille-fréquence des échantillons de brèmes

La structure des échantillons de brèmes a elle aussi évolué entre 2011 et 2015 (fig. 7). Les tendances observées sont à nouveau différentes pour chacune des 2 stations

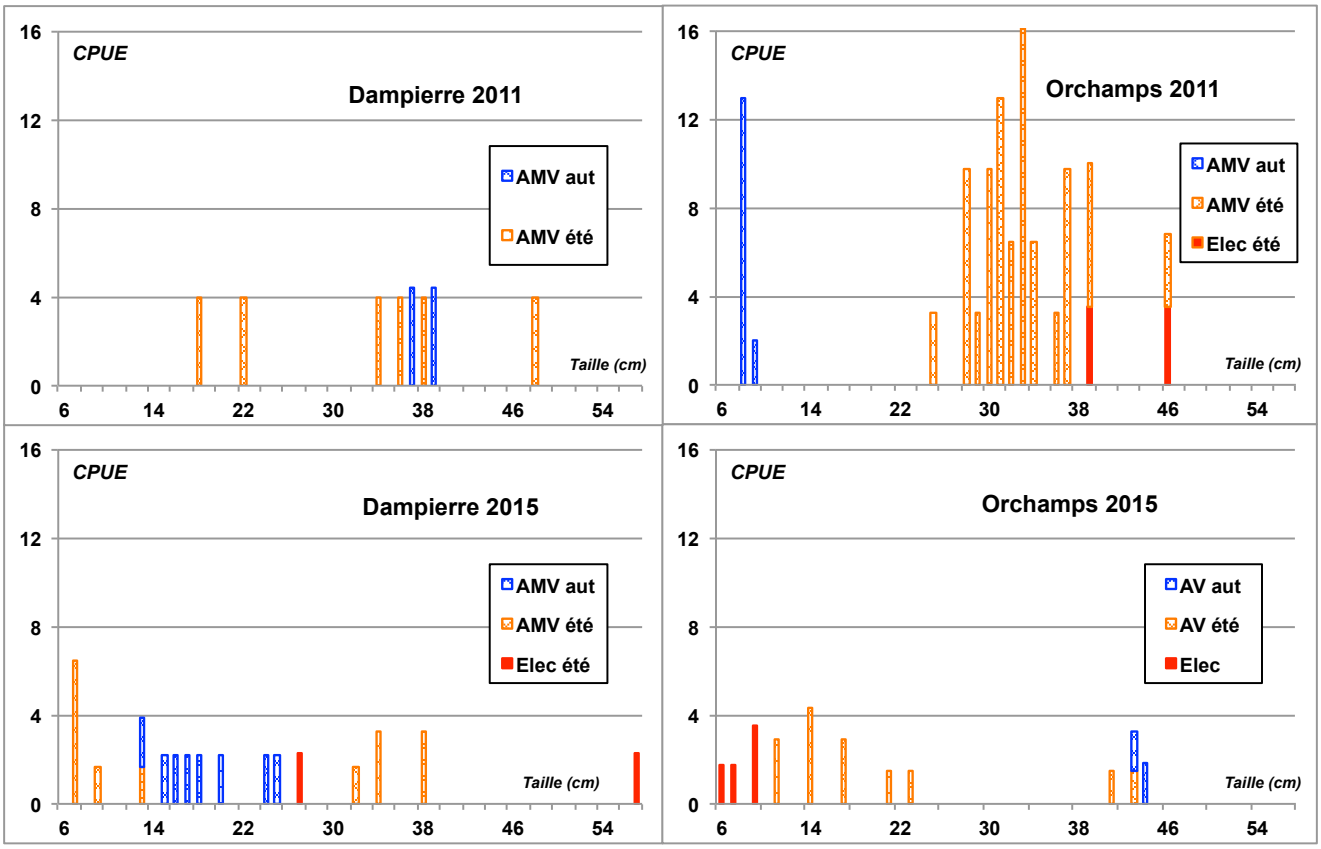

Figure 7. Comparaison des structures taille / fréquence des échantillons de brèmes capturées à Orchamps et à Dampierre en 2011 puis en 2015 ; les CPUE représentent :

- **le nombre de capture pour 1000 m^2 prospectés à l'électricité en bateau en été (Elec été) ;**
- **le nombre de capture pour 1000 m^2 de filets tendus en été (AMV été) et en automne (AMV aut)**

Structure taille-fréquence des échantillons de spirlins

La structure des échantillons de spirlin a suivi une évolution proche de celle des ablettes entre 2011 et 2015 (fig. 8). Les tendances observées différent pour chacune des 2 stations.

Dans la station de Dampierre, les fortes densités de juvéniles et d'adultes capturés à l'électricité en 2011 n'ont pas être retrouvées à l'aide de cette technique. Les bancs de spirlins semblent en particulier avoir déserté les fosses et les radiers au pied du barrage de Fraisans. *A contrario*, une densité notoire d'adultes de cette espèce a pu être capturée au filet dans les secteurs lentiques alors que cette technique n'avait permis aucune capture en 2011.

Dans la station d'Orchamps, des fortes densités de spirlins juvéniles et adultes ont été capturées à l'électricité en aout 2011 et plus encore en septembre 2015. Durant cette deuxième période, la quasi-totalité de ces poissons a été capturée à l'aval immédiat du seuil du Moulin des Malades qui limite l'amont de la station.

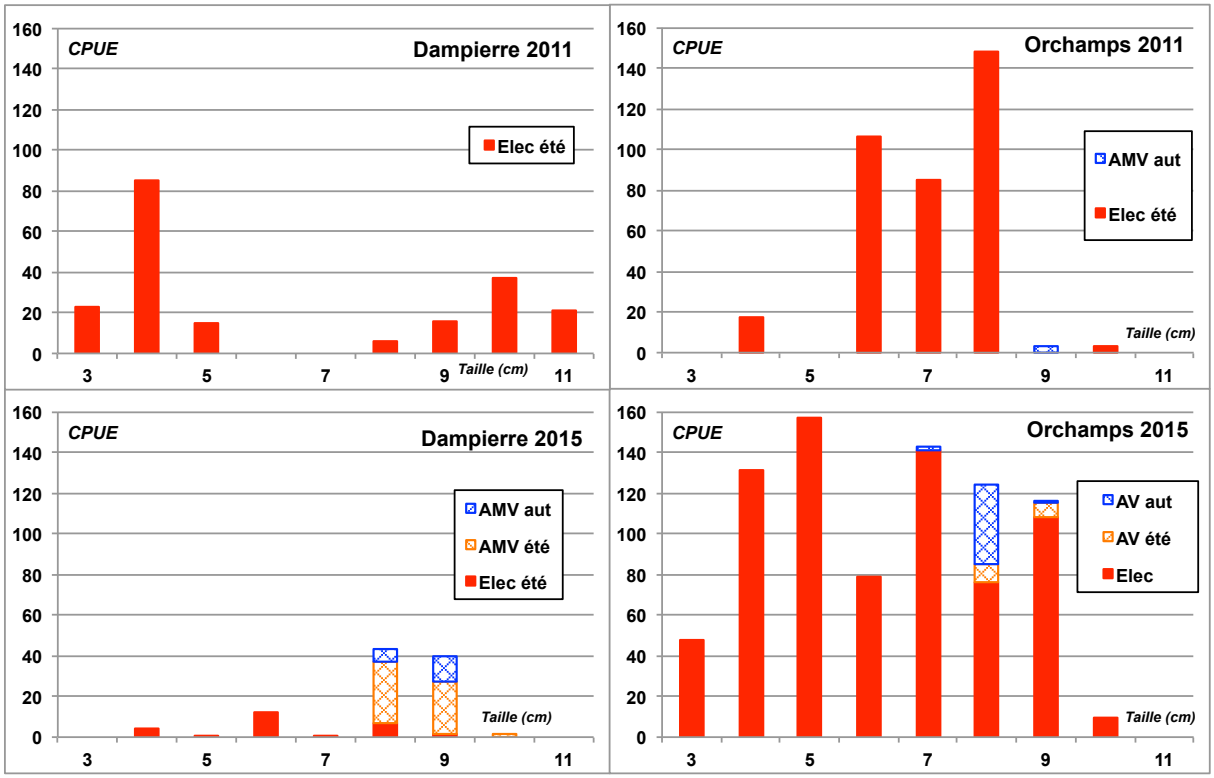

Figure 8. Comparaison des structures taille / fréquence des échantillons de spirlins capturés à Orchamps et à Dampierre en 2011 puis en 2015 ; les CPUE représentent :

- **le nombre de capture pour 1000 m² prospectés à l'électricité en bateau en été (Elec été) ;**
- **le nombre de capture pour 1000 m² de filets tendus en été (AMV été) et en automne (AMV aut)**

Structure taille-fréquence des échantillons de brochets

Le nombre de brochets capturés en 2015 est très faible sur chacune des deux stations (fig. 9). Pour cette espèce également, l'évolution des captures diffère d'une station à l'autre et traduit à nouveau la combinaison de la pression de pêche et des différents dysfonctionnements altérant les capacités biogènes du Doubs. Dans les deux stations, les densités de captures déjà moyennes à faibles en 2011, chutent jusqu'à des valeurs proches de zéro.

Toutefois dans le cas de Dampierre, il a été capturé des individus immatures en été, au moment où ils sont sédentaires. En automne, aucune capture n'a été effectuée alors que le barrage de Fraisans n'a plus déversé depuis la petite crue advenue au moins de septembre.

Dans le cas d'Orchamps, en 2015, seul un unique adulte a été capturé, en novembre, au moment ou des déplacements longitudinaux commencent à advenir pour les géniteurs. En outre, au moment de la capture, l'activité de pêche professionnelle avait cessé depuis plus de 3 mois, n'exerçant plus de pression sur les brochets, plus mobiles en automne.

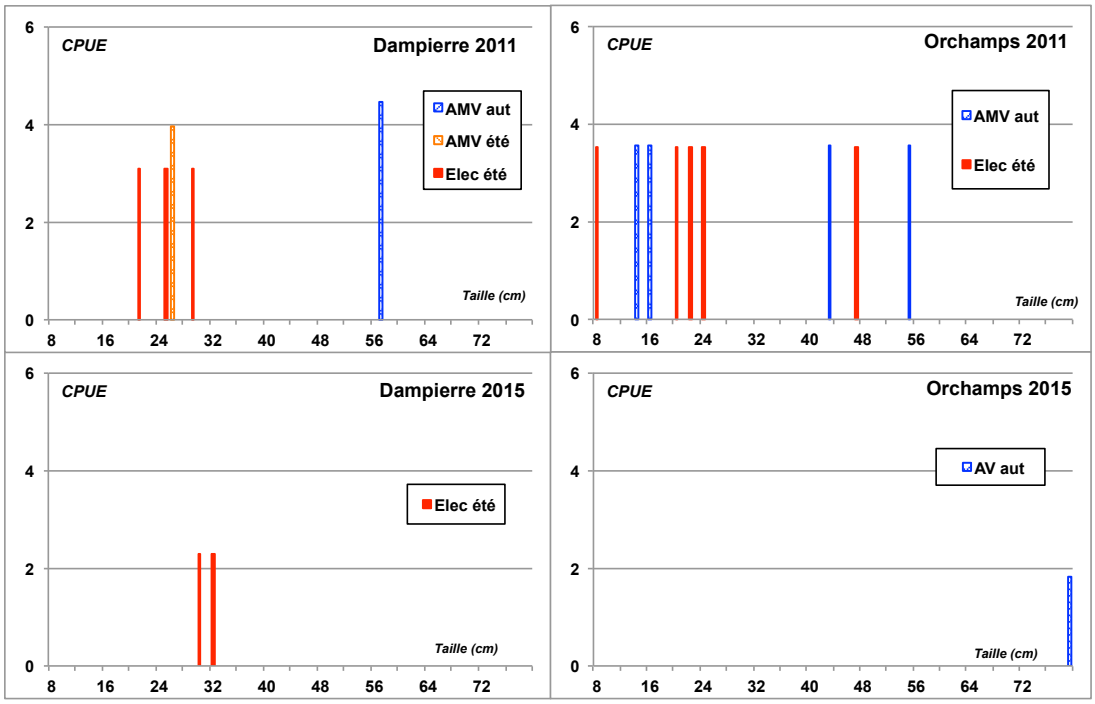

Figure 9. Comparaison des structures taille / fréquence des échantillons de brochets capturés à Orchamps et à Dampierre en 2011 puis en 2015 ; les CPUE représentent :

- **le nombre de capture pour 1000 m^2 prospectés à l'électricité en bateau en été (Elec été) ;**
- **le nombre de capture pour 1000 m^2 de filets tendus en été (AMV été) et en automne (AMV aut)**

Structure taille-fréquence des échantillons de sandres

La structure des échantillons de sandres a évolué de façon antisymétrique entre 2011 et 2015 (fig. 10). Les tendances observées pour chacune des 2 stations sont en effet inverses l'une de l'autre.

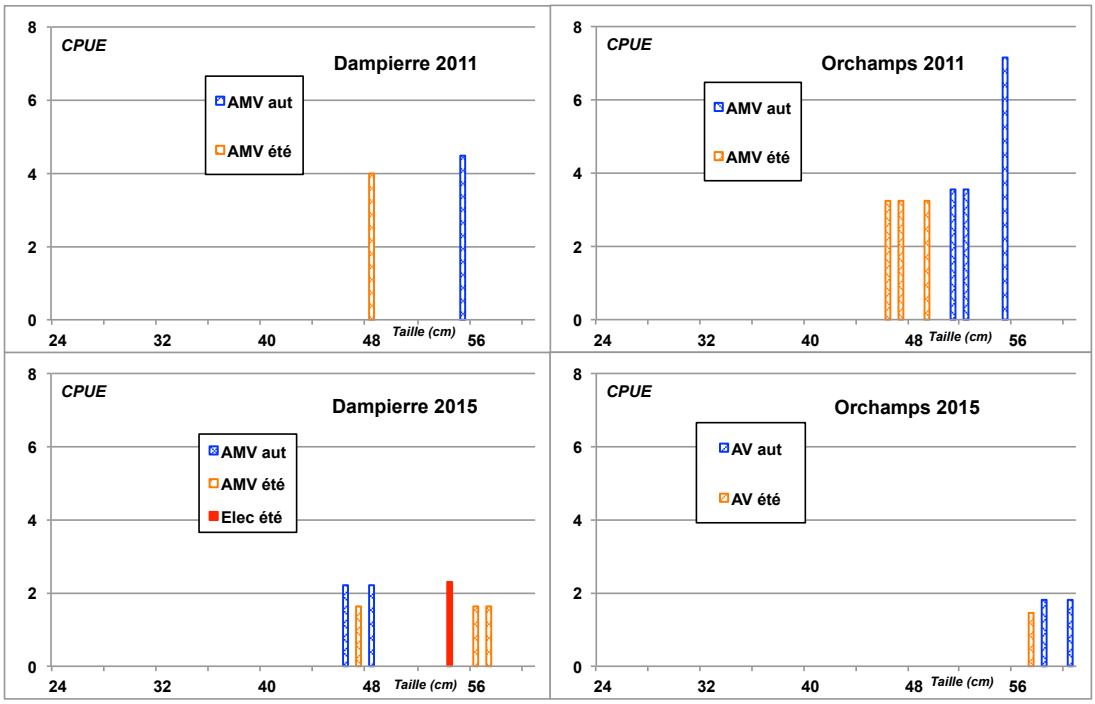

Figure 10. Comparaison des structures taille / fréquence des échantillons de sandres capturés à Orchamps et à Dampierre en 2011 puis en 2015 ; les CPUE représentent :

- **le nombre de capture pour 1000 m^2 prospectés à l'électricité en bateau en été (Elec été) ;**
- **le nombre de capture pour 1000 m^2 de filets tendus en été (AMV été) et en automne (AMV aut)**

Dans la station de Dampierre, la densité de capture en sandre a été multipliée par 1,5 de 2011 à 2015. L'abondance estimée ainsi en 2015 reste encore modeste. Dans la station d'Orchamps, l'abondance numérique des sandres qui était moyenne à bonne en 2011 a été divisée par 4 pour devenir médiocre à faible en 2015.

L'absence de capture de juvénile, dans les deux stations et aux deux époques, confirme que les systèmes latéraux de ces 2 sites d'étude ne sont pas en bon état et que leur fonctionnalité comme frayère dépend des chroniques hydroclimatiques. Dans ce contexte le recrutement est d'autant plus irrégulier que les annexes hydrauliques sont altérées. Certaines années, les sandres juvéniles peuvent aussi dévaler de secteur plus favorable à leur production.

Structure taille-fréquence des échantillons de silures

L'évolution de la structure des échantillons de silures entre 2011 et 2015 (fig. 11) suit celle des sandres. En effet, si la densité totale des silures capturés à Dampierre reste du même ordre durant les 2 époques, l'abondance des individus de plus de 50 cm double de 2011 à 2015. En revanche, elle est divisée par 3 à Orchamps.

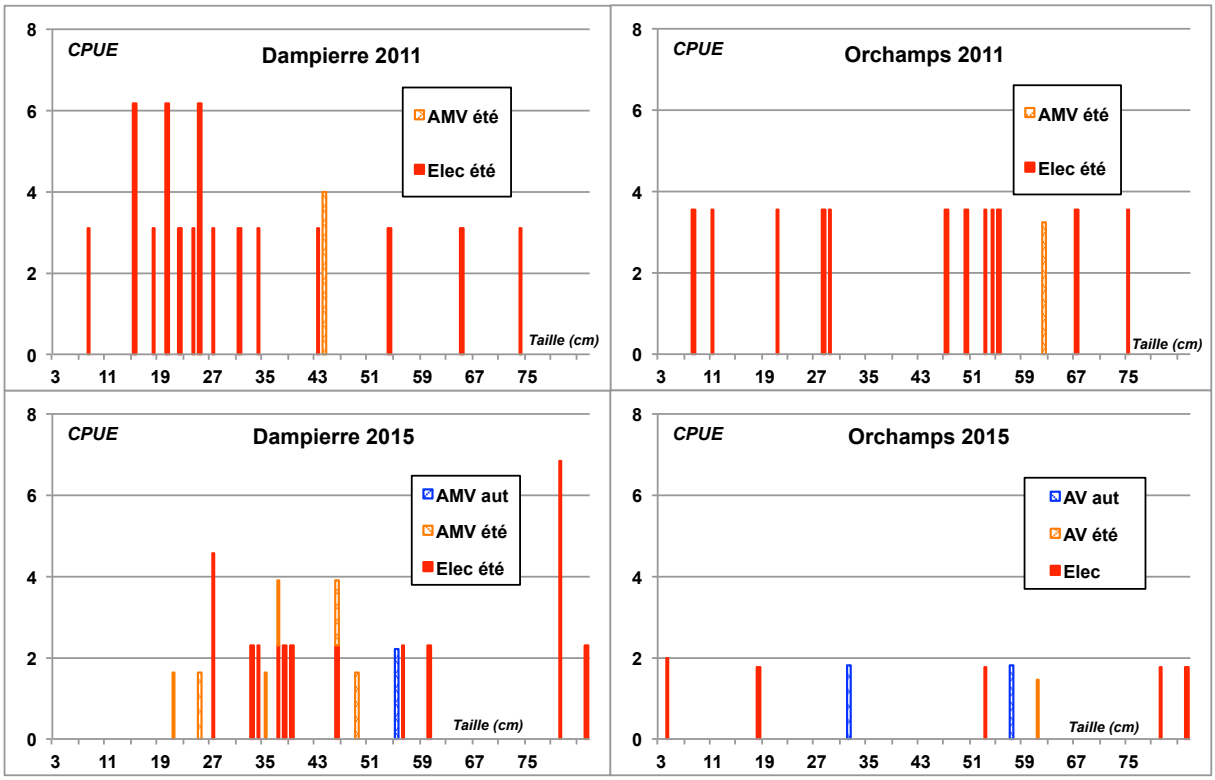

Figure 11. Comparaison des structures taille / fréquence des échantillons de sandres capturés à Orchamps et à Dampierre en 2011 puis en 2015 ; les CPUE représentent :

- **le nombre de capture pour 1000 m^2 prospectés à l'électricité en bateau en été (Elec été) ;**
- **le nombre de capture pour 1000 m^2 de filets tendus en été (AMV été) et en automne (AMV aut)**

Cette double observation croisée montre que la pêche professionnelle permet de réduire la densité de silure adulte. En revanche, au vu de l'évolution des rendements de capture de brèmes et d'ablettes, il ne semble pas que cette tendance se traduise en retour par une augmentation de la densité des cyprinidés d'eau calmes qui constituent pourtant des proies électives pour le silure.

Abondance des stocks piscicoles à l'échelle des lots

De façon à affiner ces résultats, et pour mieux percevoir l'impact « différentiel » de la pression de la pêche professionnelle quand elle s'ajoute à celle des pêcheurs amateurs, les rendements de pêche et leur évolution ont été aussi déterminés en ne considérant que les placettes prospectées sur chacun des deux lots.

Cette approche permet aussi de confronter les résultats obtenus sur ces deux secteurs avec les rendements observés en 2011 sur d'autres lots soumis ou non à la pêche professionnelle ainsi qu'à la pêche amateur. Elle confirme et renforce les tendances décelées au niveau stationnel (fig. 12).

Evolution croisée des rendements de pêche par lot en été 2011 et 2015

En particulier, durant la période estivale, les rendements de capture en **carnassiers** (silures exclus ou inclus) augmentent nettement pour le lot 20 (Dampierre) entre 2011 et 2015, alors que seule la pêche amateur y était autorisée. Les rendements de capture **toutes espèces confondues** sont du même ordre pour les deux époques considérées, mais les cyprinidés d'eau vive sont capturés en moindre abondance.

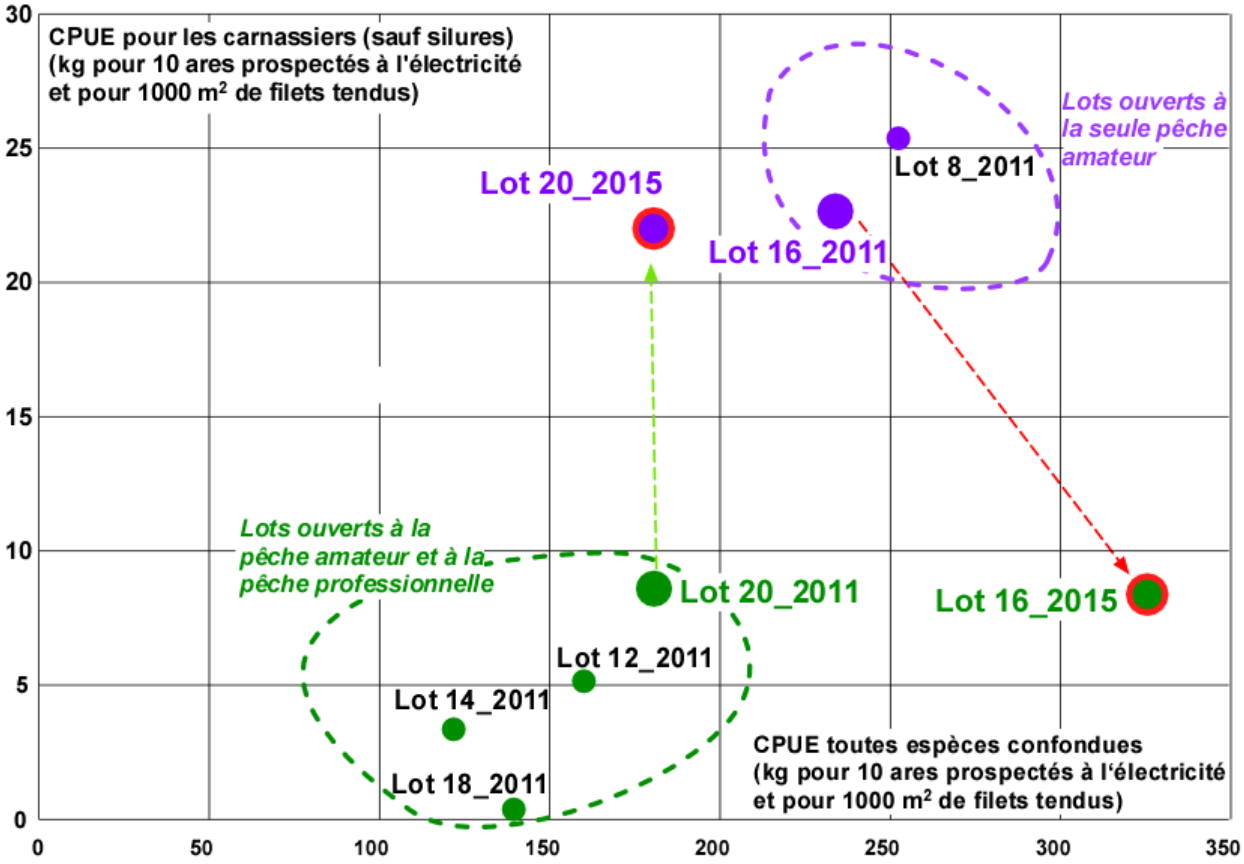

Figure 12. Comparaisons des rendements de captures obtenus, d'une part, en aout 2011 sur 6 lots de pêches jalonnant le Doubs entre Fraisans et Dole et, d'autre part, sur 2 d'entre eux échantillonnés à nouveau suivant le même protocole de prospection en septembre 2015.

A contrario, entre l'été 2011 et l'été 2015, les rendements de captures en **carnassiers** (silures exclus ou inclus) ont fortement chuté pour le lot 16 (Orchamps), désormais ouvert à la pêche professionnelle en plus de la pêche amateur. En outre, les gammes de rendements de capture mesurées durant l'été 2015 sur ce lot pour les sandres, les brochets et les perches sont de l'ordre de celles qui avaient été enregistrées sur les 4 lots ouverts aux deux types de pêches en aout 2011.

Sur ce lot 16, les rendements de pêches **toutes espèces confondues** semblent avoir nettement augmenté entre l'été 2011 et l'été 2015. Cependant, comme à l'échelle stationnelle, cette tendance n'est due qu'aux fortes densités de cyprinidés d'eau vives capturées dans les 3 placettes prospectées à l'aval immédiat du barrage du Moulin des Malades. En période de canicule, les poissons en manque d'oxygène s'y pressaient pour profiter des turbulences induites par la surverse du débit d'étiage sur les parements de l'ouvrage.

De fait, la comparaison des rendements de captures recalculés en faisant abstraction, à chaque époque, et pour les 2 stations, de ces placettes « lotiques » montre que les rendement de pêche globaux sur les habitats lénitiques augmentent à Dampierre et diminuent fortement à Orchamps (fig. 13). En effet, si les zones de fosses et de radiers constituent, en toutes périodes, des habitats déterminants pour la production piscicole, les habitats lénitiques considérés ici représentent plus de 95% de la surface de chacune des deux stations.

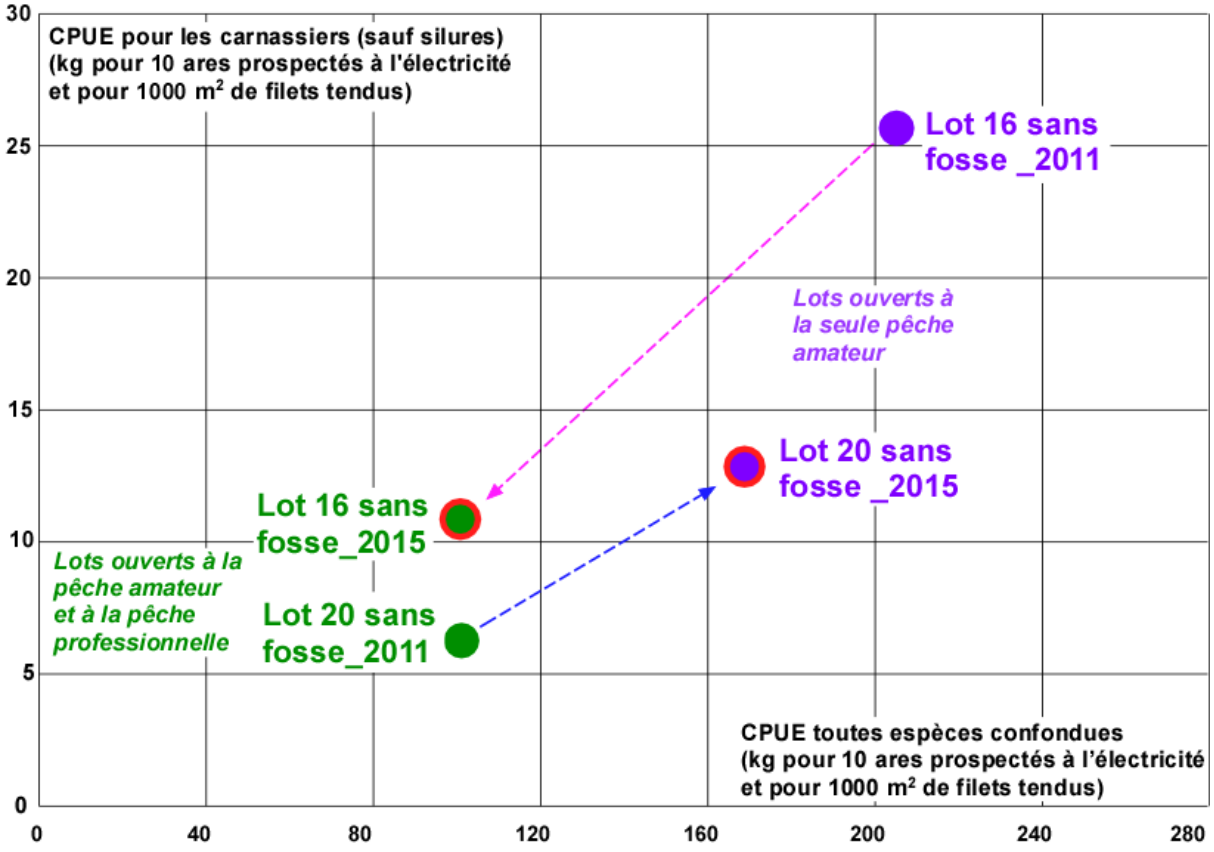

Figure 13. Comparaisons des rendements de captures obtenus en aout 2011 en septembre 2015 sur les lots 16 et 20 hors zone lotique, c'est dire sans prendre en compte les placettes prospectées dans la zone d'influence des barrages (fosses et radiers)

Evolution des rendements de pêche par lot en automne 2011 et 2015

Durant la période automnale de l'année 2015, les rendements de captures mesurés à Dampierre **sur le lot 20**, pourtant fermé à la pêche professionnelle depuis 2012, sont du même ordre que ceux enregistrés en 2011 sur tous les lots ouverts aux deux type de pêche (fig. 14).

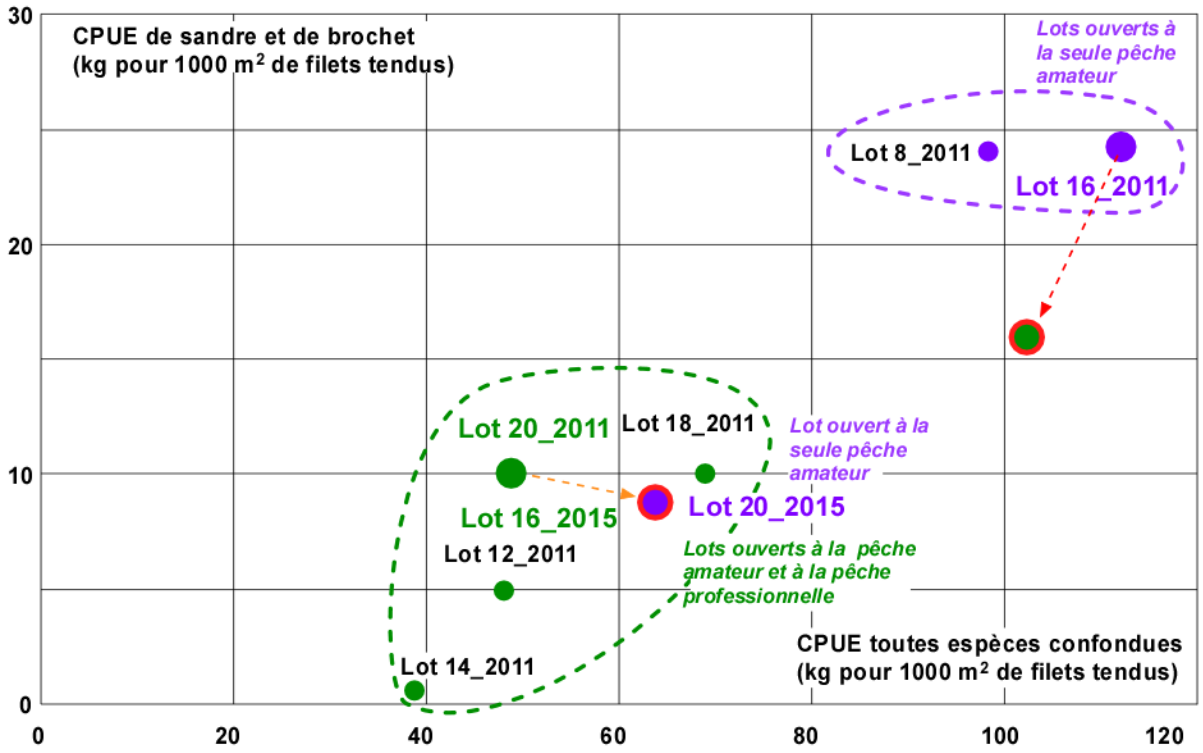

Figure 14. Comparaisons des rendements de captures obtenus, d'une part, en novembre 2011 sur 6 lots de pêches jalonnant le Doubs entre Fraisans et Dole et, d'autre part, sur 2 d'entre eux échantillonnés à nouveau suivant le même protocole de prospection en novembre 2015.

La légère diminution des rendements de capture en carnassier n'y est pas significative mais on s'attendait à voire la densités des perches, sandres et brochet augmenter en réponse à la suppression d'un des deux types de pressions de pêches. Parallèlement, l'augmentation du rendement global sur ce lot 20 entre les deux époques n'est pas non plus significative.

Il semble donc que, sur ce lot de petite taille, la diminution de la fréquence et de la valeur des débits surversant sur le parement de l'ouvrage ait un impact réduisant les stocks de poissons capturable. Cet effet est probablement amplifié par le rejet dans le Doubs des effluents de la STEP de Fraisans, apparemment peu fonctionnelle.

Sur le lot 16, la diminution, de 2011 à 2015, des rendements de captures automnaux en sandre et en brochet, ou toute espèces confondues, est sensible mais moins nette que lorsqu'on observe les rendements estivaux en zone lentique sur cette station entre les deux époques. Rappelons toutefois que la pression de pêche professionnelle avait cessé depuis début aout 2015, donc depuis plus de trois mois.

Discussion et interprétations

Tendances interannuelles et saisonnières

La comparaison station par station des rendements de capture d'été et d'automne montre que l'été 2015 n'a pas été favorable à la production piscicole pour le Doubs navigable jurassien, en particulier entre Fraisans et Dampierre. Cette tendance s'explique par le fait que la dernière saison estivale s'est révélée chaude et très peu arrosée. Par conséquent, les conditions de vie ont été plus difficiles que d'habitude pour la plupart des espèces d'eaux vives, et surtout pour les espèces autochtones, moins thermophiles.

Entre juin et septembre 2015, les débits estivaux sont durablement descendus en dessous de la valeur d'étiage accentué (soit 15 m^3/s, constituant le QMNA5), ce qui n'était pas arrivé depuis 2004 au cours des saisons estivales et printanières précédentes. Parallèlement, durant l'été 2015, la température de l'eau a dépassé 30°C durant une longue période, ce qui n'était pas non plus advenu durant l'été 2011 ni les précédents.

Importance des modifications de l'habitat aquatique à Dampierre

Dans ce contexte hydroclimatique particulier, la station de Dampierre, comprenant le lot 20, a été soumise à des conditions comparativement plus défavorables pour la vie piscicole que la station d'Orchamps. D'une part, le lot 20 collecte directement les rejets de la station de Fraisans, peu fonctionnelle. D'autre part, la zone du barrage de Fraisans et des fosses de dissipation qui la limite à l'aval est largement moins biogène depuis 2012. En effet, une grande partie des débits sont désormais dérivés vers la microcentrale qui a été remise en fonction à cette date (fig. 8).

Figure 15. Vue du barrage de Fraisans le 5/11/2015 depuis l'aval pour un débit de 14 m3/s à Rochefort sur Nénon : parement entièrement à sec et vitesses uniformément lentes dans les fosses et les radiers à l'aval de l'ouvrage

Durant une partie des périodes d'étiage moyen, et la totalité des étiages sévères, les surfaces hygropétriques constituées par le parement de ce barrage sont désormais à sec. Elles ne peuvent donc plus assurer leur rôle d'épuration et d'oxygénation.

En outre, pour les période de débits moyens à faibles, les mosaïques de courant ne sont plus aussi attractives ni aussi biogènes (fig. 16). Enfin, il est probable que les frayères à cyprinidés d'eau vive, constituées par les graviers qui se déposent à l'aval du seuil, mais qui sont maintenant moins souvent arrosés de courants forts en période d'étiage printanier, ne soient plus aussi souvent fonctionnelles.

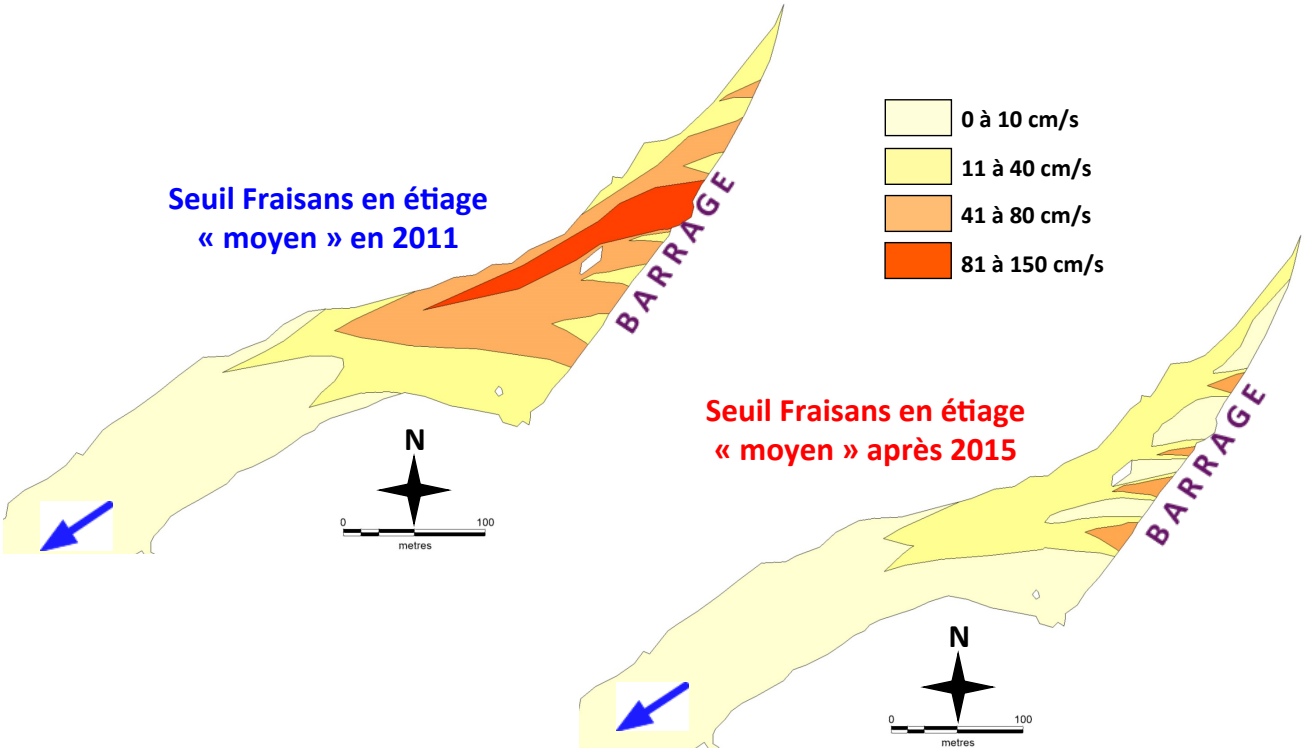

Figure 16. Evolution des mosaïques de vitesses d'écoulements à l'aval du barrage de Fraisans entre 2011 et 2015 pour un débit de 20 à 25 m3/s à Rochefort sur Nénon.

A contrario, le barrage du Moulin des Malades qui n'est plus utilisé pour alimenter l'usine électrique attenante est devenu, depuis 2012, plus biogène en période d'étiage que le seuil de Fraisans car plus rarement asséché. Toutefois, l'attractivité biogène de ce seuil limitant l'amont du lot 16 pourrait être encore améliorée car le débit qui l'arrose est en grande partie contrôlé par le barrage de Rans qui alimente le canal de navigation en dérivation. A notre connaissance, il n'existe pas de règlement d'eau définissant un débit réservé pour ces 2 ouvrages successifs.

Effet relatif de la modification de la gestion halieutique

Malgré tout, entre 2012 et 2015, la qualité de l'habitat a baissé pour le lot 20, à Dampierre, alors qu'elle est restée stable pour le lot 16, à Orchamps. Parallèlement, les perturbations de la qualité de l'eau, amplifiées par l'intensité et la durée de l'étiage en 2015, sont aussi plus importantes pour le lot de Dampierre qui collecte les rejets d'une STEP dysfonctionnelle. Par conséquent, la baisse des rendements de captures observés sur le lot 16, beaucoup plus accentuée que celle enregistrée sur le lot 20, ne peut s'expliquer que par l'augmentation de la pression de pêche.

Bilan et perspectives

1. Quand elle est pratiquée en parallèle à la pêche à la ligne, la pêche professionnelle réduit sensiblement les stocks de carnassiers et de cyprinidés d'eau calme, ce qui rend le partage de la ressource plus difficile.

   Malgré tout, les deux modes de prélèvements, s'ils sont bien gérés, pourraient cohabiter harmonieusement, mais à condition que les densités de poissons adultes appartenant aux espèces à fort intérêt halieutique soient suffisamment élevées. Les capacités biogènes du cours d'eau doivent aussi permettre la reconstitution rapide des stocks capturables.

2. Or, dans le Doubs navigable jurassien, les altérations de la qualité de l'habitat aquatique et de la qualité chimique de l'eau et des sédiments se traduisent par des réductions du potentiel piscicole beaucoup plus importantes que celles induites par la combinaison des pressions de pêches amateur et professionnelle. Si l'on veut faire cohabiter de façon harmonieuse ces deux types de pratiques halieutiques, il est donc indispensable de restaurer la rivière.

3. Ainsi, dans le cas du secteur de Dampierre, il serait judicieux de contrôler, et, le cas échéant, de réviser à la hausse le débit réservé en surverse sur le parement du barrage ; les actions de restauration des habitats aquatiques, et en particulier des annexes, doivent aussi être poursuivies et intensifiées (Téléos 2012).

4. Dans le cas du secteur d'Orchamps, un programme de réhabilitation des systèmes latéraux, comprenant une véritable restauration des Doulonnes devrait être mis en œuvre sans tarder (Téléos 2012) ; idéalement, une réflexion sur les débits réservés à instaurer pour les barrages de Rans ainsi que du Moulin des Malades pourrait aussi être engagée, de même qu'une action d'amélioration des possibilités de circulation des poissons.

5. Un système fiable de collecte et de contrôle des données sur les captures cumulées réalisées par les deux types de récolte halieutiques doit absolument être mis en place si l'on veut pouvoir gérer harmonieusement le partage de la ressource par les deux modes de pêches. Or, les données sur les récoltes sont pour l'instant inexistantes. Nous préconisons donc :

- la mise en place d'un carnet de capture volontaire pour 8 à 12 pêcheurs de l'APPMA FRD et pour 20 à 30 pêcheurs de la Gaule du Bas Jura ;
- la collecte <u>annuelle</u> des données sur pêche professionnelle, leur contrôle, puis la mise à disposition publique des résultats bruts une fois anonymés par l'administration en charge de la police de la pêche ; la médiation d'un bureau d'étude indépendant pourrait accélérer et faciliter cette démarche à condition de pouvoir trouver un financement mixte (pêcheurs pro et amateurs, aidés par l'état).

6. Ces outils permettront d'optimiser les deux types de pression de pêche en orientant les pratiques et les règlements de façon à partager harmonieusement les ressources halieutiques. Pour avoir des chances de réussir, cette démarche nécessite cependant la restauration préalable du fonctionnement optimal du cours d'eau et de ses affluents sur un linéaire suffisamment long (Téléos 2012).

Bibliographie

ARALEPBP. 1997. Liaison navigable Rhin–Rhône. Actualisation des études d'environnement. Etude de la faune piscicole. Rapport édité par la C.N.R., Lyon, 32 pp. + annexes.

BARAS E., 1992. *Contribution à l'étude des stratégies d'occupation du temps et de l'espace chez un poisson téléostéen dulcicole, le barbeau fluviatile, Barbus barbus (L.). Etude par radiopistage, pêche à l'électricité et observation directe*. Thèse de Doctorat, Univ. Liège.

BARAS E., 1993. A study of time and space utilisation strategies in the common barbel B*arbus barbus* (L.). *Cahiers d'éthologie*, 12 (2-3), 125-442.

BARAS E., 1997. Environmental determinants of residence area selection by Barbus barbus in the river Ourthe. Aquat. Living Resour., 10, 195-206.

BRAVARD J.P. et GILVEAR D.J., 1993. Structures hydro-géomorphologiques des hydrosystèmes in hydrosystèmes fluviaux. p 83-103.

BRAVARD J.P. et PETTS G.E., 1993. *Interférences avec les interventions humaines in « Hydrosystèmes fluviaux ». p 233-253.*

CETEGREF, 1982. Etude du peuplement ichtyologique du Doubs inférieur. D.Q.E.P.P. Cemagref Paris et Laboratoire d'Hydroécologie de l'Université de Franche-Comté, Besançon 21p.

COMPAGNAT P., BARAN P., 2006. La reproduction du brochet. Bilan des suivis en Bourgogne et Franche-Comté. Conseil Supérieur de la Pêche, délégation régionale de Dijon. FDAPPMA 21, 25, 70 et 71. 62p + annexes.

COMPAGNAT P., DEGIORGI F. et coll., 1995. La reproduction du brochet en Val de Saône côte d'orien. Bilan du potentiel, analyse des mécanismes fonctionnels. Rapport pour le Syndicat Mixte Saône-Doubs et l'Université de Bourgogne. 25 p + 2 annexes

CSP RHP DR5, 1994. Réseau national de bassin - mise en place du suivi piscicole : 1ère phase, propositions méthodologiques. l' Agence de l'eau RMC éd. ,44 p.+ ann.

CSP RHP DR5, 1995. Réseau national de bassin - mise en place du suivi piscicole : 2ème phase, test et validation de la méthode. Agence de l'eau RMC éd. 76 p.+ ann.

DEGIORGI F., RAYMOND J. C., 2000. *Guide technique : utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des systèmes d'eau courante.* Agence de l'eau RMC éd. 196 p.+ ann.

EIFAC Symposium sur les Méthodes de prospection, de surveillance et d'évaluation des ressources ichtyologiques dans les lacs et grands cours d'eau. Aviemore, Ecosse (R.-U.), 2–4 mai 1974 Doc. Tech. CECPI, (23):34 p. http://www.fao.org/docrep/003/F4417F/F4417F00.HTM.

FISCHER R.-A., FISCHENICH J.-C., 2000. Design Recommendations for Riparian Corridors and Vegetated Buffer Strips. http://el.erdc.usace.army.mil/elpubs/pdf/sr24.pdf.

FRUGET J.F., CENTOFANTI M., OLIVIER J.M. 1998. *The fish fauna of the Doubs River prior to completion of the Rhine-Rhône connection*. Environmental Management 22 (1) : 129-144.

FRUGET, J.F., DESSAIX, J., PLENET, S., 1996. Macroinvertebrate communities of the *Doubs* River prior to completion of the Rhine-Rh^one connection. Regulated River Research & Management 12 (6) : 617–631/

GRANDMOTTET JP., 1983. Principales exigences des téléostéens dulcicoles vis-à-vis de l'habitat aquatique. *Annls Univ. Fr. Comté Biol An 4 (4) 3-32*.

GREBE, 1992. Projet de canal à grand gabarit Rhin–Rhône. Etude bibliographique. Physicochimie et hydrobiologie. Rapport édité par la C.N.R Lyon.

ISTE, 1993. *Inventaire du peuplement ichtyologique du cours du Doubs et du canal du Rhône au Rhin entre Voujeaucourt et Crissey*. Rapport du Laboratoire d'Hydrobiologie de l'Institut des Sciences et Techniques de l'Environnement, Université de Fr.-Comté, : 73 pages + annexes.

MALAVOI J.R., 2002. *Etude du transport solide du Doubs entre Voujeaucourt et Dôle. Phase 1 : diagnostic morphologique du cours d'eau*. Ed. BCEOM pour VNF, 68 p. + annexes.

MALAVOI J.R., 2004. Etude hydraulique et morphologique de la Basse vallée du Doubs - *Syndicat Mixte Saône & Doubs* - SAFEGE - 69 p. + annexes + rapports complémentaires

ONEMA (COMPAGNAT P. et coll.) 2007. Inventaire des zones à frayères à brochets de la vallée du Doubs dans le département du Jura - *ONEMA - DIREN Franche-Comté* - 2007 - 12 p. + ann.

PONT D., TORRE F., POIZAT G., 1992. Etablissement d'une méthode pour un suivi piscicole du Rhône. Rapport U.R.A CNRS 1451, 57 p.

PORTERET V. (rapporteur) et al. 1997-a. La reproduction du Brochet dans le val de Saone. Elaboration d'une démarche conservatoire. Inventaire fonctionnel des frayères et nurseries, diagnostic sur les dysfonctionnements, recommandations pour la restauration.

PORTERET V. et al., 1997-b. La reproduction du Brochet. Investigation 1997. Validation des méthodes sur quelques sites et proposition d'un observatoire du brochet sur la Saône et la basse vallée du Doubs. Rapport pour le Syndicat Mixte Saône Doubs. 38p + 5 annexes.

REYLE P., 2009a. Microcentrale hydroélectrique. Impact sur l'environnement. L'hydroélectricité au file de l'eau. Le Doubs de Pont de Roide à Dole. Plaquette éditée pour l'Association des Riverains Industriels du Doubs. Phase 1 : Synthèse bibliographique, 66 pages.

REYLE P., 2009b. Microcentrale hydroélectrique. Impact sur l'environnement. L'hydroélectricité au file de l'eau. Le Doubs de Pont de Roide à Dole. Plaquette éditée pour l'Association des Riverains Industriels du Doubs (ARID). Phase 2 : Monographies, 111 pages.

RICKER W.E., 1980. Calculs et interprétation des statistiques des populations de poissons. Bull. Fish. Res. Board Can. 191F, 409 p.

SDVP 39 1987. Schéma De Vocation Piscicole du Jura. Document de synthèse réalisé en collaboration par le CSP DR 5, la DDAF 39 et la Fédération des AAPP du JURA.

SDVP 39 2001. *Schéma départemental de Vocation Piscicole et Halieutique du Jura - bassin versant de la Saône - état actuel et propositions d'actions*. Edité par la Fédération Départementale des AAPPMA du Jura pour le Ministère de l'Environnement, le CG 39 et l'Agence de l'Eau

TELEOS (DEGIORGI F., MORILLAS N., GRANDMOTTET J. P.), 2000. *Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle du tronçon*. Note technique interne. 20 p.

TELEOS 2001. Evolution historique des peuplements ichtyologiques du bassin rhodanien. Analyse bibliographique réalisé pour l'Agence de l'Eau RMC. Base de données et cartes.

TELEOS (DEGIORGI F., MORILLAS N., GRANDMOTTET J. P.), 2002. *Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'Indice d'Attractivité Morphodynamique (IAM)*. Note technique interne. 7 p.

VERNEAUX J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse d'Etat. Univ. Fr. Comté, Besancon, 257 p.

VERNEAUX J., 1981. Le poisson et la qualité des cours d'eau. *Annls Univ. Fr. Comté Biol An 4 (2),* 33-41.

Site web sur l'historique de la canalisation du Doubs :
http://projetbabel.org/fluvial/rica_rhone-rhin-canal.htm