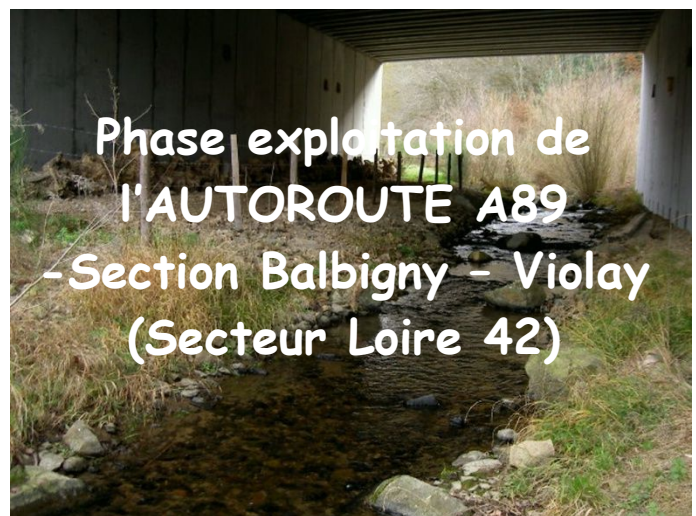
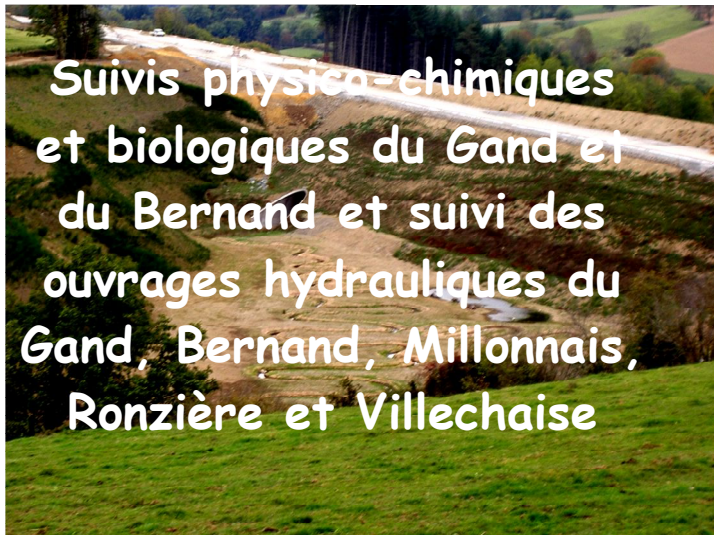


ASF

VINCI
AUTOROUTES



RESULTATS DES CAMPAGNES 2013, 2014 et 2015

Février 2016

Fédération de la Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

ZA le Bas Rollet, 6 allée de l'Europe 42480 LA FOLUILLOUSE

Tél 04 77 02 20 00 fax 04 77 02 20 09

Site web : www.federationpeche42.fr



1	INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE:	5
1.1	CONTEXTE DE L'ÉTUDE :	5
1.2	PERIMETRE D'ÉTUDE:	5
1.3	OBJECTIFS:	5
	MATERIELS ET METHODES	7
2	MATERIELS ET METHODES :	8
2.1	LOCALISATION DES STATIONS DE SUIVIS SUR LE GAND ET LE BERNAND :	8
2.2	PHYSICOCHIMIE DE L'EAU ET DES SEDIMENTS OU SUR BRYOPHYTES :	12
2.2.1	<i>Macropolluants :</i>	12
2.2.2	<i>Les Hydrocarbures :</i>	13
2.2.3	<i>Les analyses physico-chimiques métaux lourds.</i>	13
2.3	ÉTUDE THERMIQUE :	16
2.3.1	<i>Sensibilité salmonicole :</i>	16
2.3.2	<i>Matériels et méthodes :</i>	16
2.4	INDICE BIOLOGIQUE DIATOMEES IBD :	17
2.5	HYDROBIOLOGIE (IBG-DCE) :	18
2.6	SUIVI DES POPULATIONS ASTACICOLES:	19
2.6.1	<i>Suivi de l'aire de répartition</i>	19
2.6.2	<i>Suivi quantitatif : capture-marquage-recapture :</i>	19
2.7	SUIVI DES POPULATIONS PISCICOLES :	20
2.8	EVALUATION DE LA CONTINUITÉ SUR LES 5 OUVRAGES HYDRAULIQUES DU GAND, BERNAND, MILLONNAIS, RONZIERE ET VILLECHAISE :	20
	RESULTATS ET DISCUSSION	21
3	RESULTATS :	22
3.1	SUIVIS THERMIQUES (FDPPMA) SUR LE GAND :	22
3.2	PHYSICOCHIMIE DE L'EAU ET DES SEDIMENTS (PRESTATION HYDRORESTORE) :	26
3.3	HYDROBIOLOGIE IBD (PRESTATION HYDRORESTORE) :	31
3.4	HYDROBIOLOGIE IBG- DCE (SUIVI FDPPMA42) :	34
3.4.1	<i>Descriptif des stations :</i>	34
3.4.1.1	<i>Chez Chabout (GAND1, 1027) :</i>	34
3.4.1.2	<i>Bois Corcy (GAND 2, 1028) :</i>	34
3.4.1.3	<i>Montsarrat (GAND5, 1030) :</i>	35
3.4.1.4	<i>Bois de la Dame (BER1, 1032) :</i>	35
3.4.1.5	<i>Les Boucherottes (BER2, 1033) :</i>	36
3.4.1.6	<i>La Ville (BER3, 1034) :</i>	36
3.4.2	<i>Résultats IBG :</i>	37
3.4.2.1	<i>Gand :</i>	37
3.4.2.2	<i>Bernand :</i>	39
3.5	PECHES ELECTRIQUES SUR LE BERNAND ET LE GAND (SUIVI FDPPMA) :	40
3.5.1	<i>Le Bernand :</i>	40
3.5.2	<i>Le Gand :</i>	43
3.6	PROSPECTIONS ECREVISSES SUR LE GAND ET LE GANTET (SUIVI FDPPMA) :	46
3.7	DENSITE EN ECREVISSES PAR LA METHODE CMR CHRONIQUE 2007 -2015 :	49
3.7.1	<i>Données 2007 :</i>	49
3.7.2	<i>Station 1027 (Chez Chabout, amont tracé A89), CMR de 2010 à 2015 :</i>	51
3.7.3	<i>Station 1028 (Bois Corcy), CMR 2010, situation jusqu'en 2015:</i>	52
3.8	EVALUATION DE LA CONTINUITÉ SUR LES 5 OUVRAGES HYDRAULIQUES DU GAND, BERNAND, MILLONNAIS, RONZIERE ET VILLECHAISE :	53
3.8.1	<i>Le Gand :</i>	53

3.8.2	Le Bernand :	54
3.8.3	Le Villechaise, Ronzière et Millonnais:	55
3.8.4	Comparatif morphologique et habitat entre Villechaise, Ronzière et Millonnais:	61
3.8.5	Contexte piscicole des ruisseaux de Villechaise, Ronzière et Millonnais:	61
4	BIBLIOGRAPHIE :	62

Listes des cartes ; figures et tableaux :

Carte 1 :	Localisation des sites d'études pour le suivi des impacts de l'A89 sur la période 2013 à 2015.	8
Tableau 1 :	Localisation des sites d'études pour le suivi des impacts de l'A89 sur la période 2013 à 2015.	8
	Programmation des impacts de l'A89 sur la période 2013 à 2015.	9
Tableau 2 :	Méthode analytique des macropolluants suivies le Gand et le Bernand	13
Tableau 3 :	Méthode analytique des hydrocarbures et micropolluants sur eau, sédiments et bryophytes sur le Gand et le Bernand.	14
Tableau 3 suite :		15
Tableau 4 :	Correspondance entre la note IBD et le code couleur- Norme AFNOR T 90-354 & Arrêté du 25 janvier 2012	17
Tableau 5 :	Correspondance entre la note IPS et le code couleur (échelle nationale), Norme AFNOR T 90-354 –	17
Tableau 6 :	Limites de classes de qualité biologique en fonction de la note IBGN ou équivalent IBG DCE.	18
Tableau 7 :	Classes de densités numérique et pondérale pour les écrevisses à pieds blancs	19
Figure 1 :	Graphes d'évolution de la température de l'eau sur le Gand sur trois stations amont (Gand 1 1027 Chez Chabout) et aval (Gand 2 1028, Gand 3Bois Corcy et 1029 Le Rey) de juillet 2010 à février 2016	22
Figure 2 :	Graphes d'évolution de la température de l'eau sur le Gand sur trois stations amont (Gand 1 1027 Chez Chabout) et aval (Gand 2 1028, Gand 3Bois Corcy et 1029 Le Rey) de juillet 2010 à février 2016	23
Tableau des métriques	utilisées pour décrire le régime thermique du Gand	24
Tableau 8 :	Les différentes métriques thermiques générales, preferenda de la truite et période embryolaire de la truite sur les trois stations du Gand de 2010 à 2015 amont du tracé de l'A89 (Gand 1 : 1027, Chez Chabout) et aval (Gand 2 : 1028, Bois Corcy et Gand3 : 1029, Le Rey).	25
Tableau 9 :	Synthèse des classes d'état vs DCE (SEEE : arrêté de juillet 2010) des paramètres macropolluants sur les stations de suivis du Bernand et du Gand de 2011 à 2015.	26
Tableau 10 :	Synthèse des classes de qualité SEQeau V2 des paramètres micropolluants sur les stations de suivis du Bernand et du Gand de 2013 et 2015.	28
Figure 3 :	répartition des valeurs de Nitrates (mg/l N-NO3) sur le Bernand en fonction des classes de qualité du SEQeau V2 en 2013 et 2015	28
Figure 4 :	Répartition des valeurs de Nitrates (mg/l N-NO3) sur le Gand en fonction des classes de qualité du SEQeau V2 entre 2011 et 2015.	29
Tableau 11 :	Opérations de prélèvements IBD campagne 2013 et 2015 (Hydrorestore)	31
Tableau 12 :	résultats obtenus lors des campagnes IBD 2013 et 2015 sur le Bernand et le Gand (Hydrorestore)	31
Carte 2 :	Evolution de la qualité IBD sur le Gand en 2013 et 2015.	32
Carte 3 :	Evolution de la qualité IBD sur le Gand en 2013 et 2015.	33
Tableau 13 -	Résultat IBG-DCE des stations du Gand (bilan des campagnes 2011-2013-2015)	37
Tableau 14 -	Résultat IBG-DCE des stations du Bernand (bilan des campagnes 2013)	39
Figure 5 :	Qualité Indice Poisson Rivière AFNOR sur le Bernand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015	40
Carte 4 :	Biomasses moyennes de truites sur le Bernand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015	41
Carte 5 :	Densités moyennes de truites sur le Bernand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015	42
Figure 6 :	Evolution des densités et biomasses en truites sur le Bernand au niveau de la station du RSPP42 (Les Buissonnières : 123).	42
Figure 7 :	Qualité Indice Poisson Rivière AFNOR sur le Gand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2007 et 2012	43
Carte 7 :	Biomasses moyennes de truites sur le Gand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015	44
Carte 8 :	Densités moyennes de truites sur le Gand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015	45
Carte 9 :	Prospection nocturne 2015 des écrevisses à pieds blancs sur le Gand en amont et en aval du tracé de l'A89 : état actuel de la répartition de l'espèce.	46

<i>Carte 10 : Evolution des linéaires colonisé par les écrevisses à pieds blancs sur le haut bassin du Gand</i>	47
<i>Carte 11 : Prospection nocturne 2015 des écrevisses à pieds blancs sur le Gantet.</i>	48
<i>Tableau 15: résultats de l'évaluation de la qualité de la population astacicole en amont de l'ouvrage station Chez Chabout (1027) (TEREO, 2007)</i>	49
<i>Figure 8: histogramme des effectifs d'écrevisses à pieds blancs capturées en amont de l'ouvrage (station Chez Chabout) en fonction des classes de tailles (TEREO 2007)</i>	49
<i>Tableau 16: résultats de l'évaluation de la qualité de la population astacicole en aval de l'ouvrage (Tereo 2007, station Bois Corcy, 1028).</i>	50
<i>Figure 9: Histogramme des effectifs d'écrevisses à pieds blancs capturés en aval de l'ouvrage en fonction des classes de tailles (Tereo 2007, station Bois Corcy, 1028).</i>	50
<i>Figure 10: histogramme des effectifs de capture et recapture de juillet 2010 et 2011, 2012 et 2015 sur la station 1027 (Chez Chabout).</i>	51
<i>Tableau 17: Résultats de l'évaluation de la densité des populations astacicoles de 2007 à 2015 sur la station 1027 (Chez Chabout) par la méthode de CMR (Petersen).</i>	51
<i>Deux photos de février 2016 avec visualisation du bon d'écoulement dans le lit rescindé et la bonne végétalisation des berges (FDPPMA42)</i>	54
<i>Deux photos de mai 2011 avec visualisation de la rupture d'écoulement dans le lit rescindé avant son colmatage par les éléments fins naturels (FDPPMA42)</i>	54
<i>Planche photos du Villechaise (FDPPMA42)</i>	56
<i>Planche photos du Ronzière (FDPPMA42)</i>	58
<i>Planche Photos du Millonnais (FDPPMA42)</i>	60
<i>Tableau 18 : Comparatif morphologique et habitat entre Villechaise, Ronzière et Millonnais.</i>	61

1 INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE:

1.1 Contexte de l'étude :

ASF (Autoroutes du Sud de la France, Vinci Autoroutes) a réalisé l'aménagement de l'autoroute A89 sur la section Balbigny - la Tour de Salvagny entre 2008 et 2012. Selon l'arrêté préfectoral Loi sur l'Eau, les impacts potentiels de ce chantier au regard de la sensibilité du milieu aquatique (sites à écrevisse à pieds blancs) ont nécessité la mise en œuvre d'un suivi biologique en phase travaux durant 3 années (2010-2012) par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de la Loire (ci-après dénommée « FDPPMA42). Ce suivi comportait l'étude des populations piscicoles et astacicole. L'état initial avant travaux avait été dressé partiellement par le bureau d'études TERE0 (mai à juillet 2007) avec un complément de prospections des sites à pieds blancs en août 2008 par la FDPPMA42.

Depuis janvier 2013, l'autoroute est en phase d'exploitation. Dans ce cadre, et toujours selon les préconisations de l'arrêté LOI sur l'EAU, la FDPPMA42 a été missionnée par ASF pour réaliser les suivis physico-chimiques et hydrobiologiques durant trois années de 2013 à 2015. Par ailleurs, plusieurs cours d'eau ont fait l'objet de rescindement et de franchissement par le tracé autoroutier. Chaque ouvrage hydraulique doit faire l'objet de suivi et d'évaluation de leur impact sur la continuité écologique durant la période 2013-2015.

1.2 Périmètre d'étude:

Le haut bassin versant du « Gand » (K097400A sur *BD CARTHAGE®*) est concerné par cette étude: c'est-à-dire le Gand de ses sources (sous la RD1 à Violay au bois des Gagères) jusqu'au lieu dit Montsarrat en amont immédiat de la confluence avec le ruisseau le Gantet. Cela concerne aussi son principal affluent : Le ruisseau de la Doua, affluent rive droite en amont du tracé de l'A89.

Le Bernand (K0799000) est concerné sur presque tout son cours entre la zone de source et la confluence avec le fleuve Loire.

Les ruisseaux de Villechaise (K0797800), le Ronzière (K0797500), le Millonnais (K0797600) sont concernés du fait des ouvrages hydrauliques les franchissant et pour lesquels la continuité doit être évaluée.

1.3 Objectifs:

Ce suivi doit permettre d'évaluer l'impact de la mise en exploitation de l'autoroute sur la qualité des eaux superficielles et sur la qualité des sédiments et également d'apprécier les impacts éventuels sur la faune piscicole et astacicole (répartition des populations et de dynamique des populations).

Le suivi du ru de la Doua, affluent du Haut Gand, devait permettre de suivre dans le temps son rôle naturel de zone refuge pour les écrevisses à pieds blancs.

Parallèlement cela devait permettre d'évaluer la reconquête par les écrevisses à pieds blancs en 1^{er} lieu sur la zone rescindée, et en 2nd lieu en aval de l'ouvrage.

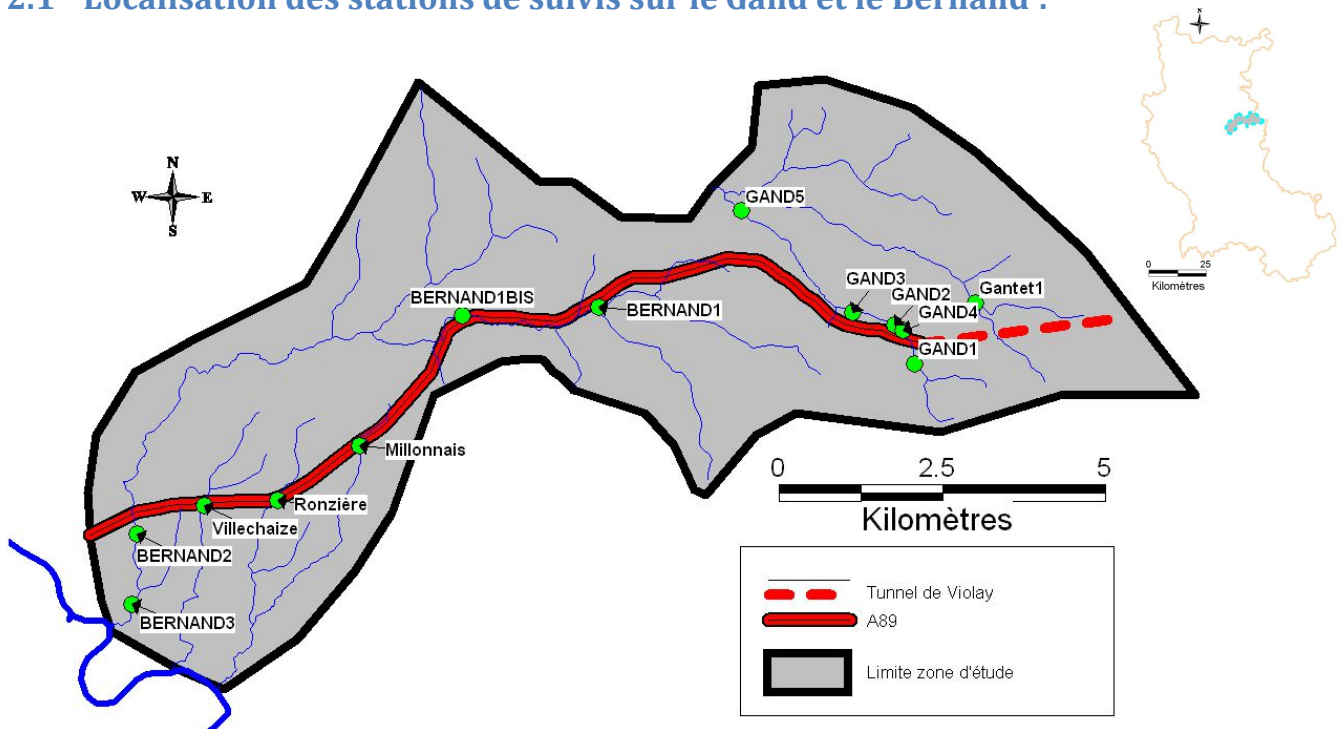
Cette étude avait pour but également d'évaluer la continuité écologique sur les ouvrages hydrauliques franchissant le Gand, le Bernand, le Villechaise, le Ronzière et Le Millonnais.

NB : plus accessoirement, démarrer un suivi sur la réintroduction d'écrevisses autochtones sur le ruisseau du Gantet par le muséum de Besançon.

Matériels et Méthodes

2 MATERIELS ET METHODES :

2.1 Localisation des stations de suivis sur le Gand et le Bernand :



Carte 1 : Localisation des sites d'études pour le suivi des impacts de l'A89 sur la période 2013 à 2015.

Tableau 1 : Localisation des sites d'études pour le suivi des impacts de l'A89 sur la période 2013 à 2015.

Stations Code	Cde_SGBD	bassin	cours d'eau	commune	lieu_dit (code station)	X12	Y12	COMMENTAIRES	Suivi eau	Suivi sédiments	IPR	IBG	IDG	CMR
BERNAND1	1032	Bernand	Bernand	SAINTE-COLOMBE-SUR-GAND	Point 1 Bois de la Dame amont bassin BAT088	749651	2097951	Station amont A89	oui	oui	oui	oui	oui	
BERNAND1BIS	123	Bernand	Bernand	SAINT-JUST-LA-PENDUE	La buissonnière, 75 aval pont RD27	747559	2097825	Station permanente réseau piscicole aval tracé			oui			
BERNAND2	1033	Bernand	Bernand	BALBIGNY	Point 2 Les Boucherottes, aval viaduc autoroutier BAT 007	742569	2094462	Station aval immédiat A89	oui	oui	oui	oui	oui	
BERNAND3	1034	Bernand	Bernand	BALBIGNY	Point 3 La Ville 1 km aval viaduc	742499	2093387	Station 1 km aval tracé	oui	oui	oui	oui	oui	
GAND1	1027	Rhins	Gand	VIOLAY	Chez Chabout (470 m amont A89) station historique 1027	754508	2097080	station suivie depuis 2007	oui	oui		oui	oui	
GAND2	1028	Rhins	Gand	VIOLAY	Bois Corcy (100 m aval A89) station historique 1028	754195	2097680	station suivie depuis 2008	oui	oui		oui	oui	
GAND3	1029	Rhins	Gand	VIOLAY	Le Rey (860 m aval A89) station historique 1029	753554	2097873	station suivie depuis 2009	oui					
GAND4	1031	Rhins	Gand	VIOLAY	Bassin situé dans le bassin situé en rive droite du Gand aval A89	754322	2097587	nouvelle station	oui					
GAND5	1030	Rhins	Gand	SAINTE-COLOMBE-SUR-GAND	Montsarrat, amont du pont desservant les habitations rive droite	751842	2099432	nouvelle station	oui	oui		oui	oui	

IPR : Indice poisson rivière ; IBG : Indice Biologique Global vs DCE ; IDG : ou IBD Indice diatomique ; CMR : capture marquage et recapture selon la méthode de Petersen.

La station Bernand 1bis (123) est une station supplémentaire appartenant au réseau de suivi des peuplements piscicoles sous maîtrise d'ouvrage de la FDPMA42 sur laquelle seules des pêches électriques d'inventaires sont réalisées chaque année au début du mois de septembre depuis 2008.

Stations	BERNAND1				BERNAND2				BERNAND3				GAND1				GAND2				GAND3				GAND4 (bassin)				GAND5							
code	1032				1033				1034				1027				1028				1029				1031				1030							
année	2014				2014				2014				2014				2014				2014				2014											
mois	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10
paramètres																																				
Suivi eau :																																				
○ Oxygène dissous (mgO ₂ /l)																																				
○ Taux de Saturation en O ₂ (%)																																				
○ DBO5 (mg O ₂ /l)																																				
○ Carbone organique (mg C/l)																																				
○ Température (C°)																																				
○ PO ₄ ⁻⁻⁻ (mg/l)																																				
○ Phosphore total (mg P/l)																																				
○ NH ₄ ⁺ (mg/l)									oui				oui				oui				oui															
○ Nitrites : NO ₂ (mg/l)									oui				oui				oui				oui															
○ Nitrates : NO ₃ (mg/l)									oui				oui				oui				oui															
○ pH (unités)																																				
○ Conductivité (µS/cm)																																				
○ Chlorures (mg/l)																																				
○ Sulfates (mg/l)																																				
HAP (mg/l)																																				
○ Hydrocarbures totaux (mg/l)																																				
- Suivi sédiments :																																				
HAP																																				
○ Hydrocarbures totaux (mg/l)																																				
○ Plomb (Pb) (mg/l)																																				
○ Zinc (Zn) (mg/l)																																				
○ Cuivre (Cu) (mg/l)																																				
○ Cadmium (Cd) (mg/l)																																				
- Métaux sur Bryophytes																																				
Stations	BERNAND1				BERNAND2				BERNAND3				GAND1				GAND2				GAND3				GAND4				GAND 5							
Biologie																																				
IPR					oui								oui				oui												oui							
IBG																																				
IDG																																				
CMR écrevisse																																				

Stations	BERNAND1				BERNAND2				BERNAND3				GAND1				GAND2				GAND3				GAND4 (bassin)				GAND5							
Code	1032				1033				1034				1027				1028				1029				1031				1030							
année	2015				2015				2015				2015				2015				2015				2015											
mois	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10
paramètres																																				
Suivi eau :																																				
○ Oxygène dissous (mgO ₂ /l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Taux de saturation en O ₂ (%)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ DBO5 (mg O ₂ /l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Carbone organique (mg C/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Température (C°)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ PO ₄ ⁻⁻⁻ (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Phosphore total (mg P/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ NH ₄ ⁺ (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
○ Nitrites : NO ₂ (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
○ Nitrates : NO ₃ (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
○ pH (unités)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Conductivité (µS/cm)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Chlorures (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Sulfates (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ HAP (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
○ Hydrocarbures totaux (mg/l)			oui	oui			oui	oui			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui									oui	oui	oui	oui
Suivi sédiments :																																				
○ HAP (mg/l)			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
○ Hydrocarbures totaux (mg/l)			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
○ Plomb (Pb) (mg/l)			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
○ Zinc (Zn) (mg/l)			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
○ Cuivre (Cu) (mg/l)			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
○ Cadmium (Cd) (mg/l)			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
Métaux sur Bryophytes			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			oui			
Stations	BERNAND1				BERNAND2				BERNAND3				GAND1				GAND2				GAND3				GAND4				GAND 5							
Biologie																																				
IPR	oui				oui				oui				oui				oui								oui											
IBG					problème assec								oui				oui								oui											
IDG	oui				oui				oui				oui				oui								oui											
CMR écrevisse													oui																							

2.2 Physicochimie de l'eau et des sédiments ou sur bryophytes :

2.2.1 Macropolluants :

Les paramètres physico-chimiques *in situ* :

Les paramètres *in situ* sont relevés systématiquement lors de la réalisation d'indices biologiques : L'oxygène dissous (mg O₂/l), le taux de saturation en O₂ dissous (%), la conductimétrie et le pH. Le pH est déterminant pour la distribution des diatomées de par les effets induits sur la solubilité des différents minéraux et sur la disponibilité du carbone. La conductimétrie donne une idée de la minéralisation globale de l'eau puisqu'elle est corrélée avec la teneur des ions présents en solution dans l'eau. La saturation en oxygène et l'oxygène dissous fournissent entre autres une indication du rendement photosynthétique des végétaux aquatiques, de l'activité des bactéries des cycles bio-géochimiques, ainsi que de l'état de décomposition de la matière organique.

Les paramètres physico-chimiques généraux :

Les paramètres physico-chimiques mesurés à partir d'échantillon d'eau sont les suivants : les MES, la DBO (mg/l), le carbone organique (mg/l), l'azote, le phosphore, les orthophosphates, les sulfates, les chlorures, les anions et les cations du cycle de l'azote.

L'azote : il joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. C'est un élément essentiel de la photosynthèse, qui permet la transformation de la matière minérale en tissu végétal. La plupart des plantes autotrophes n'absorbent l'azote que sous forme ionique, soluble dans l'eau : anions NO₃- (nitrates) et cations NH₄⁺ (ammonium). Le plus grand nombre d'espèces montre une alimentation mixte, pouvant assimiler les deux sortes d'ions. Lorsque l'azote est présent sous forme de nitrates et se trouve en excès dans le milieu, il peut devenir un facteur limitant, notamment en eau douce. D'après le cycle de l'azote, l'ammonium résulte de la réduction du nitrate et il n'est pratiquement pas toxique pour les plantes.

Phosphates : il est principalement exogène dans les milieux aquatiques. Sa mesure permet de mettre en évidence une pollution organique des eaux. De plus, il constitue un facteur limitant pour le développement de la plupart des végétaux aquatiques en eau douce.

La DBO : ou Demande Biochimique en Oxygène correspond à la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau. Il s'agit donc d'une consommation potentielle de dioxygène par voie biologique. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau (toute matière organique biodégradable polluante entraîne une consommation de l'oxygène) au cours des procédés d'autoépuration. La DBO permet de mesurer la qualité d'une eau (eaux superficielles : rivières, lacs..., eaux usées : stations d'épuration, rejets industriels...). L'eau analysée contient une quantité de matières organiques biodégradables, rejetées dans le milieu naturel, ces matières organiques vont être dégradées par voie biologique ce qui va entraîner un développement de microorganismes aérobies. Cette prolifération provoquera une chute de l'oxygène dissous dans le milieu récepteur et conduira à l'asphyxie des espèces présentes. Cette analyse permet donc de connaître l'impact du rejet dans le milieu récepteur.

Les MES : ou Matières en suspension, elles jouent un rôle majeur dans l'environnement et certains cycles biogéochimiques. Leur rôle est positif, neutre ou négatif selon les cas, par exemple négatif quand les MES sont dues à des phénomènes anormaux d'érosion, de pollution ou d'eutrophisation/dystrophisation. Les MES peuvent asphyxier les espèces quand elles sont présentes en excès, ou provoquer des anoxies momentanées (en interdisant la photosynthèse tout en étant source de consommation d'oxygène).

Le carbone organique : Les matières organiques naturelles sont principalement issues de la décomposition des végétaux, des animaux et des micro-organismes ; mais aussi des polluants industriels. Elles influencent les propriétés organoleptiques de l'eau (odeur et goût) ; elles peuvent être la cause d'une certaine toxicité acquise au cours du traitement, par le biais de la métabolisation de certains composés ; elles influencent directement la stabilité biologique de l'eau dans le réseau de distribution.

Tableau 2 : Méthode analytique des macropolluants suivies le Gand et le Bernard

Paramètre	Code CAS	Sandre	Cofrac	Norme	LQ	Méthode
Analyses physicochimiques						
Cations						
Ammonium	1336-21-6	1335	✓	selon NF T90-015-2	0,05 mg/l NH4+	Spectrophotométrie automatisée
Anions						
Nitrites	14797-65-0	1339	✓	NF EN 26777	0,02 mg/l NO2-	Spectrophotométrie
Nitrates	14797-55-8	1340	✓	NF EN ISO 13995	0.5 ma/l NO3-	Flux continu (CFA)
Paramètre	Code CAS	Sandre	Cofrac	Norme	LQ	Méthode
Analyses physicochimiques						
Analyses physicochimiques de base						
Demande biochimique en oxygène (5 jours)		1313	✓	NF EN 1899-2	0,5 mg/l O2	Sans dilution
Azote Kjeldahl		1319	✓	NF EN 25663	1 mg/l N	Distillation
Phosphore total	7723-14-0	1350	✓	NF EN ISO 6878	0,010 mg/l P	Minéralisation et spectrophotométrie (Ganlimède)
Demande chimique en oxygène		1314	✓	ISO 15705	20 mg/l O2	Spectrophotométrie
Anions						
Orthophosphates	14265-44-2	1433	✓	selon NF EN ISO 6878	0,01 mg/l PO4 ⁻⁻⁻	Spectrophotométrie automatisée

2.2.2 Les Hydrocarbures :

L'impact varie selon la nature de l'hydrocarbure, le type d'exposition, les espèces exposées. Une exposition directe provoque la mort des espèces. Mais la contamination d'une espèce varie aussi selon sa morphologie et sa sensibilité au pouvoir toxique des molécules. Les molécules d'hydrocarbure peuvent également provoquer des effets à long terme tels que des dommages sur les œufs des poissons, les larves et les jeunes spécimens, anéantissant ainsi plusieurs générations. Par ailleurs, une intoxication peut survenir par bioaccumulation dans la chaîne alimentaire rien qu'en mangeant des espèces qui ont stocké dans leurs corps une quantité non mortelle de pétrole. Enfin, les films mono-moléculaires d'hydrocarbures présents à la surface de l'eau peuvent freiner les échanges gazeux entre eau et atmosphère et influencent le processus de photosynthèse.

2.2.3 Les analyses physico-chimiques métaux lourds

Les sédiments et les bryophytes ont la capacité d'intégrer et de concentrer certains éléments présents dans l'eau. Certains polluants présents en très faible concentration dans l'eau tels que les micropolluants organiques et métalliques sont donc facilement détectables dans les sédiments et bryophytes.

Le Cuivre, le Cadmium, le Plomb et le Zinc sont des métaux lourds. Ils sont plus ou moins bio-assimilables et peuvent être bio-concentrés par la chaîne alimentaire. Ainsi, ils possèdent un caractère potentiellement toxique pour les organismes.

Tableau 3 : Méthode analytique des hydrocarbures et micropolluants sur eau, sédiments et bryophytes sur le Gand et le Bernand.

Paramètre	Code CAS	Sandre	Cofrac	Norme	LQ	Méthode
Schéma (T41) : 17 H.A.P : HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES						
HAP						
2-méthyl fluoranthène	33543-31-6	1619	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
2-méthyl naphtalène	91-57-6	1618	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Acénaphtène	83-32-9	1453	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Anthracène	120-12-7	1458	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Benzo (a) anthracène	56-55-3	1082	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Benzo (b) fluoranthène	205-99-2	1116	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Benzo (k) fluoranthène	207-08-9	1117	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Benzo (a) pyrène	50-32-8	1115	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Benzo (g,h,i) pérylène	191-24-2	1118	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	193-39-5	1204	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Chrysène	218-01-9	1476	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Dibenzo (a,h) anthracène	53-70-3	1621	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Fluoranthène	206-44-0	1191	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Fluorène	86-73-7	1623	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Naphtalène	91-20-3	1517	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Pyrène	129-00-0	1537	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Phénanthrène	85-01-8	1524	✓	Méthode M_ET083	10 ng/l	GC/MS après extr. SPE
Paramètre	Code CAS	Sandre	Cofrac	Norme	LQ	Méthode
Schéma (16HAP) : 16 HAP DANS LES SEDIMENTS						
HAP						
Fluoranthène	206-44-0	1191	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Benzo (b) fluoranthène	205-99-2	1116	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Benzo (k) fluoranthène	207-08-9	1117	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Benzo (a) pyrène	50-32-8	1115	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Benzo (g,h,i) pérylène	191-24-2	1118	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	193-39-5	1204	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Anthracène	120-12-7	1458	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Acénaphtène	83-32-9	1453	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Chrysène	218-01-9	1476	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Dibenzo (a,h) anthracène	53-70-3	1621	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Fluorène	86-73-7	1623	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Naphtalène	91-20-3	1517	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Pyrène	129-00-0	1537	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Phénanthrène	85-01-8	1524	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
2-méthyl fluoranthène	33543-31-6	1619	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Benzo (a) anthracène	56-55-3	1082	✓	NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE
Somme des HAP quantifiés		6966		NF X33-012	10 µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE

Tableau 3 suite :

Préparation

Préparation d'un sédiment			✓	Méthode interne		Séchage, tamisage
---------------------------	--	--	---	-----------------	--	-------------------

Analyses physicochimiques de base

Matière sèche		1799	✓	NF ISO 11465	1,0 % MB	Gravimétrie
C10-C40 hydrocarbures		7007	✓	Méth.interne M_ST061 version 3	25 mg/kg MS	GC/FID après ASE

Métaux

Minéralisation aux micro-ondes			✓	NF EN 13346 partie C		Minéralisation aux micro-ondes
Cadmium total	7440-43-9	1388	✓	selon NF EN ISO 13346 et NF EN ISO 11885	0,5 mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation eau régale
Cuivre total	7440-50-8	1392	✓	selon NF EN ISO 13346 et NF EN ISO 11885	10 mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation eau régale
Plomb total	7439-92-1	1382	✓	selon NF EN ISO 13346 et NF EN ISO 11885	5 mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation eau régale
Zinc total	7440-66-6	1383	✓	selon NF EN ISO 13346 et NF EN ISO 11885	5 mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation eau régale

Paramètre	Code CAS	Sandre	Cofrac	Norme	LQ	Méthode	Prix
-----------	----------	--------	--------	-------	----	---------	------

Schéma (8METB) : 8 METAUX SUR BRYOPHYTES**Métaux**

Minéralisation aux micro-ondes			✓	Méthode interne		Minéralisation aux micro-ondes HNO3 36%	
Chrome total	7440-47-3	1389	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,25 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Cuivre total	7440-50-8	1392	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,25 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Arsenic total	7440-38-2	1369	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,10 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Cadmium total	7440-43-9	1388	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,05 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Nickel total	7440-02-0	1386	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,25 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Plomb total	7439-92-1	1382	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,10 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Zinc total	7440-66-6	1383	✓	Méthode interne M_SM139 v2	0,25 mg/kg MS	ICP/MS après minéralisation aux micro-ondes	
Mercure total	7439-97-6	1387		NF EN 1483	0,025 mg/kg MS	SAA sans flamme après minéralisation	

2.3 Etude thermique :

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. On peut considérer que les exigences thermiques des écrevisses sont proches.

2.3.1 Sensibilité salmonicole :

L'espèce truite, espèce repère de la majorité du réseau hydrographique étudié, a des exigences très strictes vis-à-vis de ce paramètre physique des eaux. Eaux froides, bien oxygénées (**Haury et al., 1991**), tels sont les éléments de base pour qu'une population de truites se développe normalement. De très nombreux auteurs placent une limite thermique de 20°C durant la période estivale pour la truite (**Jobling, 1981 ; Elliot, 1981 ; Elliot, 1982 ; Haury et al., 1991**). Plus récemment, ce seuil de 20°C a été revu à la baisse. La limite des 17,5-18°C (sur la base du calcul de la moyenne des moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds = $T_{moy_{30jcons}}$) serait alors plus proche de la réalité. Ceci non pas à l'échelle individuelle, mais bien au niveau de la réponse globale de la population des truites communes en milieu naturel et en particulier le stade truitelle de l'année ou "O+" (mécanismes de mortalité naturelle, alimentation, croissance, abondance ; **Elliot, 1995, Elliot et Hurley, 1998 ; Baran et al., 1999 ; étude sur la truite en Bourgogne, DR CSP/ONEMA, Baran ; Garmendia, FDPPMA09, com.pers.**..). 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.

2.3.2 Matériels et méthodes :

La mise en place de 3 thermographes enregistreurs à pas horaire (marque ProSensor, modèle HOBO U22 Pro v2.) a été réalisée sur les trois stations du Gand (1027 : Chez Chabout, 1028 : Bois Corcy, 1029 : Le Rey) en juillet 2010. Les thermographes ont été placés sous un couvert boisé à l'abri du soleil le plus profondément possible pour éviter qu'ils soient exondés.



Le seuil des 17,5-18°C (limite fonctionnelle pour la truite fario) a été déterminé pour chaque station étudiée en calculant :

- la moyenne des valeurs moyennes journalières des 30 jours consécutifs les plus chauds $T_{moy_{30jcons}}$;
- les fréquences d'occurrence des températures, supérieures ou égales à ce seuil.

L'utilisation du logiciel **MACMASALMO** a permis de définir les métriques les plus importantes des régimes thermiques des cours d'eau *vis-à-vis* de la truite fario (*i.e.* : **MAC**ro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux **M**ilieus **A**quatiques **SALMO**nicoles - Version 1.0 -mars 2010 - Q. DUMOUTIER, L. VIGIER, A. CAUDRON Rapport SHL 293.2010FDP74.10/03, 29 pages).

2.4 Indice biologique diatomées IBD :

Cf. Proposition commerciale du bureau d'études Hydrorestore.

L'**Indice Biologique Diatomées ou IBD** (anciennement appelé IDG) a été conçu pour une application à l'ensemble des cours d'eau. Il a été mis au point en 1996 et normalisé par l'AFNOR en 2001 sur demande des Agences de l'Eau pour le diagnostic des pollutions trophiques sur l'ensemble du réseau français. Il repose sur une liste taxonomique simplifiée (taxons appariés de ces algues unicellulaires à frustules siliceuses) et un guide pour l'utilisateur incluant des éléments d'aides à la détermination. En 2006, la norme a été corrigée, avec une assise taxonomique plus large, l'amélioration des profils écologiques retenus, une pondération accrue des variables caractérisant l'anthropisation et l'intégration d'une dimension « impacts de pollutions toxiques. L'outil rénové a été évalué et répond ainsi mieux aux exigences de la DCE.

Les prélèvements ont été effectués selon la norme AFNOR NF T 90-354 (2007).

Le calcul de l'IBD s'effectue grâce au logiciel OMNIDIA comme le stipule la Norme AFNOR T 90-354. La validation des résultats s'effectue après avoir pris connaissance du passé de chaque station de prélèvement (tableau 4).

Tableau 4 : Correspondance entre la note IBD et le code couleur- Norme AFNOR T 90-354 & Arrêté du 25 janvier 2012

Classe de couleur	Qualité biologique	Note IBD (Nationale)	Note IBD (HER 3)
Bleu	Très bonne qualité	≥17	≥18
Vert	Bonne qualité]17-13]]18-16]
Jaune	Qualité moyenne]13-9]]16-13]
Orange	Qualité médiocre]9-5]]13-9,5]
Rouge	Mauvaise qualité	< 5	< 9,5

Le calcul de la note IBD est complété par le calcul de l'IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique - Coste, Cemagref, 1982). Cet indice est fondé sur la pondération « abondance-sensibilité spécifique ». Il représente l'avantage de prendre en compte la totalité des espèces présentes dans les inventaires. De plus, il est plus sensible à la dégradation de la qualité du milieu que l'IBD. Il donne également une note sur 20 (Tableau 5). Il se calcule de la même manière que l'IBD, sur le logiciel OMNIDIA.

Tableau 5 : Correspondance entre la note IPS et le code couleur (échelle nationale), Norme AFNOR T 90-354 -

Classe de couleur	Qualité biologique	Note IPS
Bleu	Très bonne qualité	≥17
Vert	Bonne qualité]17-13]
Jaune	Qualité moyenne]13-9]
Orange	Qualité médiocre]9-5]
Rouge	Mauvaise qualité	< 5

2.5 Hydrobiologie (IBG-DCE) :

(Réalisé en interne par la FDPPMA42).

Utilisation de la nouvelle méthodologie de 2008 avec 12 prélèvements par station et détermination au genre (de certains groupes taxonomiques de macroinvertébrés d'eau douce) dans le cadre des suivis pour la DCE (nommé ici « IBG DCE ») (voir les normes de prélèvement expérimental XP T 90-333 de septembre 2009 et de tri XP T 90-388 de juin 2010). Le protocole « IBG DCE » permet de combiner les avantages des approches IBGN et AQEM, tout en réduisant leurs inconvénients. Il répond à trois objectifs :

- fournir une image représentative du peuplement d'invertébrés d'une station en séparant la faune des habitats dominants et des habitats marginaux ;
- permettre la mise en œuvre d'un nouvel indice multi-métrique d'évaluation de l'état écologique ;
- permettre le calcul avec une marge d'incertitude acceptable de la note IBGN qui reste la méthode officielle durant une période transitoire.

Cette méthode doit répondre à deux contraintes pratiques :

- rester compatible avec le protocole mis en œuvre sur le réseau de référence ;
- ne requérir qu'une augmentation limitée du coût par rapport à l'IBGN.

Il est à noter que l'échantillonnage est réalisé en période de basses eaux.

Quelque soit la taille du cours d'eau la station devra être aussi représentative que possible de la morphologie du tronçon, y compris des éventuelles altérations hydromorphologiques.

Pour la représentation de la note équivalent IBGN, les limites de classes suivantes sont appliquées (cf. Tableau 6.).

Tableau 6 : Limites de classes de qualité biologique en fonction de la note IBGN ou équivalent IBG DCE.

Classe	Excellente	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Note IBGN ou IBG DCE recalculé	> ou égal 17	16 à 13 ≤	12 à 9 ≤	8 à 5 ≤	< ou égal 4

La robustesse de la note est calculée en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique. Cette réévaluation permet de savoir si la note indicielle initiale a été surestimée.

Par ailleurs, l'Indice de diversité taxonomique Shannon-Weaver sera calculé, cet indice de diversité est celui qui est le plus couramment utilisé dans la littérature, il est calculé selon la formule :

$$H' = -\sum ((N_i/N) * \log_2 (N_i/N))$$

Où N_i : nombre d'individus d'une espèce donnée Et N : nombre total d'individus.

L'indice d'équitabilité selon Pielou a été aussi calculé selon la formule :

$$J' = H' / \log_2 S$$

Où $\log_2 S$ correspond à la diversité maximale soit $H'_{\max} S$: richesse spécifique. Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

2.6 Suivi des populations astacicoles

L'ensemble des suivis astacicoles a eu lieu durant la période estivale de plus forte activité.

2.6.1 Suivi de l'aire de répartition

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. Les affluents (en l'occurrence le ru de la Doua et le bois des Gagères) hébergeant l'espèce ont été prospectés également. Le ruisseau du Gantet a été prospecté sur le linéaire où ont été déversées, le 25 septembre 2012, les écrevisses élevées au muséum de Besançon.

- Certaines écrevisses observées ont été capturées à la main puis mesurées (classes de 5 mm), sexées, afin de vérifier leur état sanitaire. La présence d'exuvies ou de débris d'individus sera également recherchée, notamment sur les zones où l'espèce n'a pas été identifiée.
- Un comptage grossier par tronçon a été réalisé dans le but d'observer en première approche les fluctuations de densité au sein du linéaire colonisé.

Les prospections ont été menées avec un matériel désinfecté, les populations d'écrevisses étant particulièrement sensibles à différents types d'agents pathogènes potentiellement véhiculés entre cours d'eau par l'homme. La gendarmerie de Saint-Symphorien-de-Lay a été avertie lors de chaque session.

2.6.2 Suivi quantitatif : capture-marquage-recapture :

Cette technique consiste à prélever de nuit, en deux ou trois passages, la totalité des individus de plus de 2 centimètres observés sur la station d'étude. A cette occasion, chaque individu est mesuré, pesé, sexé et marqué puis remis à l'eau sur la station. 48 heures plus tard, une autre campagne est menée. A l'aide de la formule de Petersen, le comptage du nombre d'individus marqués et non marqués permet d'estimer l'effectif total d'individus présents sur la station.

Les résultats quantitatifs rapportés en densités numériques et pondérales à l'hectare, permettent d'évaluer le niveau de population par rapport aux référentiels établis (DEGIORGI in BELLANGER, 2007) (tableau 7) :

Tableau 7 : Classes de densités numérique et pondérale pour les écrevisses à pieds blancs

Classe de densité	Abondance (ind./ha)	Biomasse (kg/ha)
Classe 1 très faible	< 4000	< 32
Classe 2 faible	4000- 7000	32-64
Classe 3 moyenne	7000 - 14000	64-128
Classe 4 forte	14000 - 28000	128-256
Classe 5 très forte	28000	>256

Ce suivi quantitatif annuel devait porter sur les 2 stations (GAND1 Chez Chabout et GAND2 : Bois Corcy) qui ont fait l'objet d'un état initial par le bureau d'études TERE0 en 2007, puis suivis par la FDPPMA 42 entre 2010 et 2012.

☞ NB : Etant donné les faibles niveaux de populations observés lors de la première prospection nocturne de juillet 2013, il a été décidé de ne pas intervenir à nouveau pour perturber la population qui semblait très fragile. De plus l'espèce a totalement disparue en aval de l'ouvrage du Gand et a été remplacée par les écrevisses californiennes.

Le suivi par CMR n'a donc été reconduit qu'en juillet 2015.

2.7 Suivi des populations piscicoles :

La technique d'étude consiste en la réalisation de pêches électriques d'inventaire avec 1 ou passages successifs (De Lury) sur 3 stations du Gand et 3 stations du Bernard. Les espèces prélevées font l'objet d'une biométrie pour le recueil des données : dénombrement, biomasse et tailles sont relevés individuellement pour toutes les espèces. Les poissons et écrevisses capturés sont ensuite remis à l'eau sur la station sauf les espèces invasives qui ont été détruites.

Le matériel portatif de type Martin pêcheur (Dream électronique) ou FEG 1700 (EFKO) ou bien fixe de type Héron (Dream électronique) utilisé est agréé et vérifié (par l'APAVE).

La dynamique des populations est étudiée par l'analyse des abondances et des structures en tailles et sexe/ratio des espèces. L'Indice Poisson Rivière est employé (norme NF T90-344). Le référentiel mis au point par Verneaux est également utilisé, en se basant sur les grilles d'abondance spécifiques réactualisées par la Délégation Régionale 5 (Lyon) du CSP/ONEMA **De Giorgi et Raymond, 2000**). Le niveau typologique théorique est confronté au niveau typologique observé lors des inventaires, ce qui permet d'apprécier les déséquilibres piscicoles traduisant des dysfonctionnements du cours d'eau.

Les stations suivies en pêche électrique ont fait l'objet d'un suivi semi-quantitatif de l'habitat et des paramètres morphologiques : hauteur d'eau, substrat, répartition des faciès, estimation des abris selon une fiche de description des stations standardisée mise au point par la Fédération de Pêche de la Loire. Ces inventaires piscicoles permettent également un suivi photographique des sites. L'AAPPMA de Sainte-Colombe-sur-Gand, l'ONEMA SD42 et la DDT de la Loire ont été tenus systématiquement informés de l'ensemble des suivis réalisés.

2.8 Evaluation de la continuité sur les 5 ouvrages hydrauliques du Gand, Bernard, Millonnais, Ronzière et Villechaise :

Il s'agit d'un suivi visuel et photographique, ainsi que des relevés de terrain simples sur les habitats disponibles et sur les déconnexions possibles de transit écologique et alluvionnaire de part et d'autre et sous les ouvrages hydrauliques :

- Deux passages par an : un en basse eau (été) un en eau moyenne ou forte (automne hiver) ;
- Photographies de différents points toujours suivant le même angle ;
- Avis d'expert sur la qualité d'habitat et les possibilités de franchissement piscicole.

Résultats et discussion

3 RESULTATS :

3.1 Suivis thermiques (FDPPMA) sur le Gand :

Le suivi a débuté le 22 juillet 2010 par des relevés horaires en continu soit des chroniques de 5 années et 6 mois (derniers relevés du 02/02/2016) (cf. figure 1 et 2 et tableau 8) :

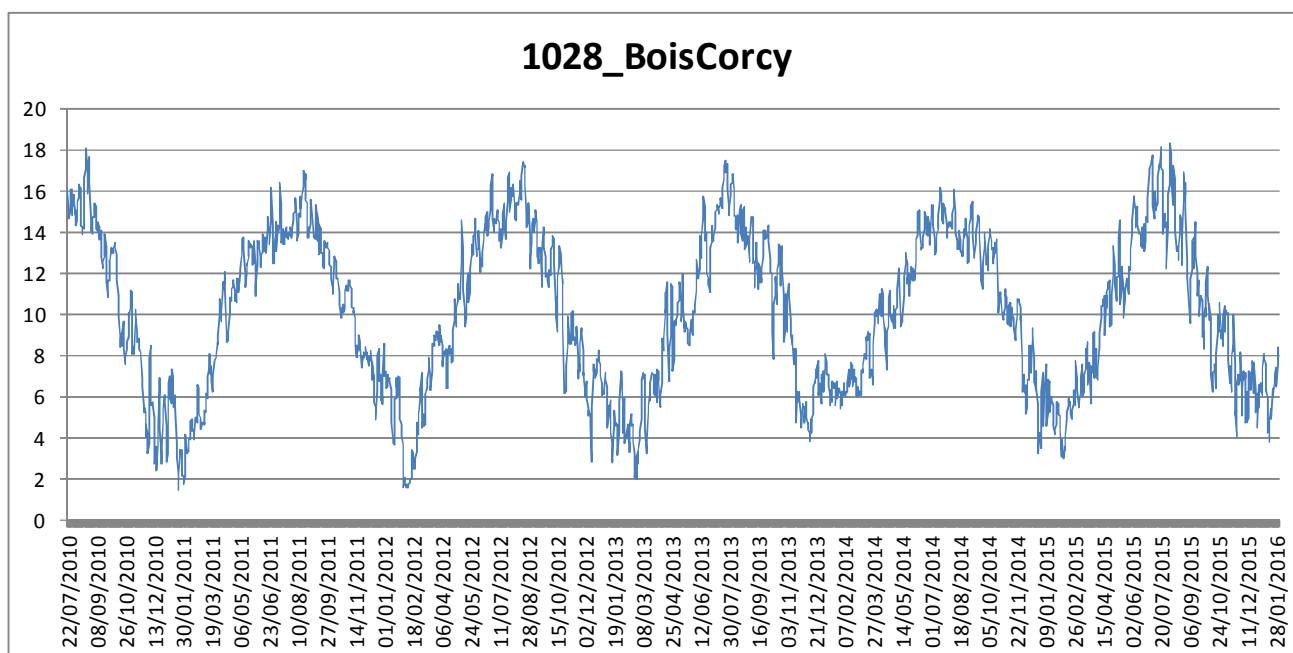
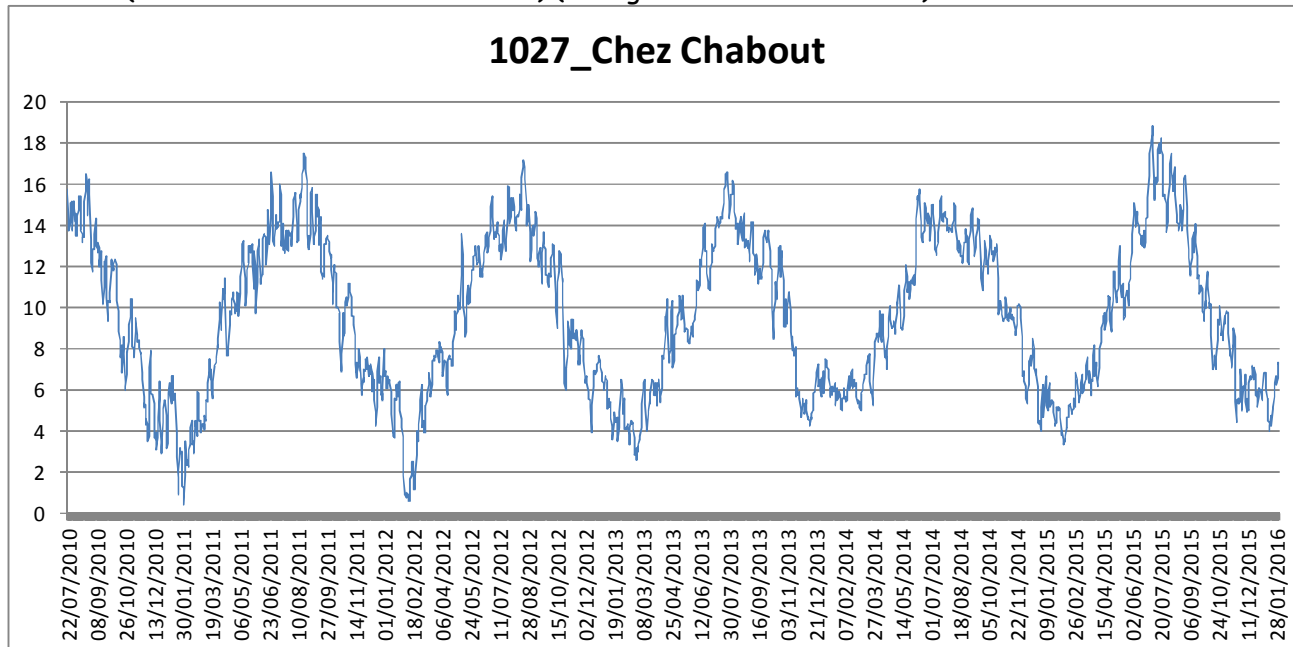


Figure 1 : Graphes d'évolution de la température de l'eau sur le Gand sur trois stations amont (Gand 1 1027 Chez Chabout) et aval (Gand 2 1028, Gand 3 Bois Corcy et 1029 Le Rey) de juillet 2010 à février 2016

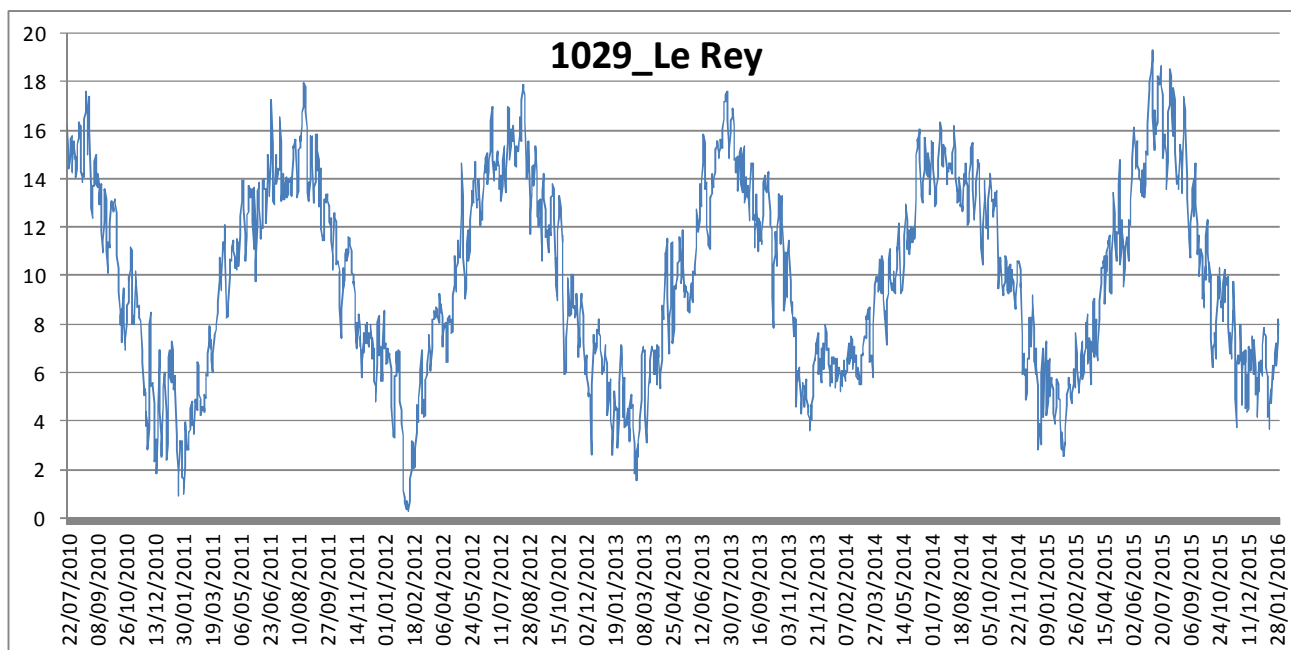


Figure 2 : Graphes d'évolution de la température de l'eau sur le Gand sur trois stations amont (Gand 1 1027 Chez Chabout) et aval (Gand 2 1028, Gand 3 Bois Corcy et 1029 Le Rey) de juillet 2010 à février 2016

La plage thermique du cours d'eau se situe entre 0 et 21°C. La période estivale, considérée comme la plus contraignante dans la région pour la vie piscicole, met en avant des régimes thermiques globalement assez frais (≈ 16 ou 17°C pour les températures moyennes des moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds). Ces conditions sont favorables pour la truite fario et les écrevisses.

Tableau des métriques utilisées pour décrire le régime thermique du Gand

Catégorie	Code variable	Désignation succincte
Rappel	Dd Période	Date de début de la période étudiée
	Df Période	Date de fin de la période étudiée
	Durée	Durée de la période en jours
Thermie générale	Ti min	Température instantanée minimale
	Ti max	Température instantanée maximale
	ATi	Amplitude thermique sur la période étudiée
	Ajmax Ti	Amplitude thermique journalière maximale
	D Ajmax Ti	Date à laquelle l'amplitude thermique journalière maximale a été observée
	Tmj min	T° moyenne journalière minimale
	Tmj max	T° moyenne journalière maximale
	Atmj	Amplitude thermique des moyennes journalières
	D Tmj	Date à laquelle la T° instantanée maximale a été observée
Tmp	T° moyenne de la période	
Preferendum thermique	Tm30j max	T° moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Dd Tm30j max	Date de début de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Df Tm30j max	Date de fin de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Nbj Tmj 4-19	Nombre total de jours durant lesquels la T° est comprise entre 4 et 19°C
	%j Tmj 4-19	Pourcentage de jours où la T° moy journalière est comprise entre 4 et 19°C
	Dd Tmj <4	Date à laquelle la T° moy journalière est pour la première fois < 4°C
	Df Tmj <4	Date à laquelle la T° moy journalière est pour la dernière fois < 4°C
	%j Tmj <4	Pourcentage de jours où la T° moy journalière est < 4°C
	%j Tmj >19	Pourcentage de jours où la T° moy journalière est > 19°C
	Nb Ti > 19	Nombre d'heures totales où la T° instantanée est > 19°C
	Nb sq Ti > 19	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent > 19°C
	Nbmax Ti csf > 19	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent > 19°C
	Nb Ti >= 25	Nombre d'heures totales où la T° est ≥ 25°C
Nb sq Ti >= 25	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C	
Nbmax Ti csf >= 25	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C	
Developpement potentiel MRP	Nb Ti >= 15	Nombre d'heures totales où la T° est ≥ 15°C
	Nb sq Ti >= 15	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
	Nbmax Ti csf >= 15	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
Phase de vie embryolarvaire (PEL)	D50 ponte	Date médiane de ponte rentrée par l'utilisateur
	Nbj Inc	Nombre de jours d'incubation
	D50 Ecl	Date médiane d'éclosion
	Nbj Rsp	Nombre de jours de résorption
	Nbj PEL	Nombre total de jours de la phase de vie Embryo-Larvaire
	D50 Emg	Date médiane d'émergence
	Nb Ti > 15 (PEL)	Nombre d'heures totales où la T° est > 15°C pendant la PEL
	Nb sq Ti > 15 (PEL)	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	Nbmax Ti csf > 15 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	Nb Ti < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures totales où la T° est < 1,5°C pendant la PEL
	DNb sq Ti < 1.5 (PEL)	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C
Nbmax Ti csf < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C	

Les amplitudes journalières moyennes sont nettement plus importantes sur la station la plus aval 1029 Le Rey. Néanmoins on ne note pas de problème particulier en aval du tracé autoroutier.

Tableau 8 : Les différentes métriques thermiques générales, préférence de la truite et période embryolaire de la truite sur les trois stations du Gand de 2010 à 2015 amont du tracé de l'A89 (Gand 1 : 1027, Chez Chabout) et aval (Gand 2 : 1028, Bois Corcy et Gand3 : 1029, Le Rey).

Code interne	Début période	Fin période	T moy-moyennes 30 jours le plus chauds (°C)	Température moyenne des maximums 30 jours	Début N jours les + chauds (Dd Tmn)max	Fin N jours les + chauds (Df Tmn)max	Nb jours T<=préferendum (Nb Tmn)	% jours T<=préferendum (% Tmn)	Première date T<=préferendum (Dd Tmk<C)	Dernière date T<=préferendum (Df Tmk<C)	% jours T<=préferendum (% Tmk<C)	% jours T>=préferendum (% Tmk>19°C)	Nb heures T>=préferendum (NbT)>19°C	Séquence max T>=préferendum (Nbmax Tseq=19°C)	Nb séquences T>=préferendum (NbseqT)>19°C	T seuil légal (°C)	Nb heures T>=légal (Nb T)>=	Séquence max T>=légal (Nbmax Tseq>=)	Nb séquences T>=légal (NbseqT)>=	Amplitude journalière max (A)max(T)
1027	01/10/2009	01/10/2010	14.66	15.54	29/07/2010	28/08/2010										25	0	0	0	3.6
1027	01/10/2010	01/10/2011	15.19	16.23	12/08/2011	11/09/2011	322	88	03/12/2010	03/03/2011	12	0	0	0	0	25	0	0	0	6.27
1027	01/10/2011	01/10/2012	15.26	15.95	26/07/2012	25/08/2012	333	91	15/01/2012	10/03/2012	9	0	0	0	0	25	0	0	0	4.5
1027	01/10/2012	01/10/2013	15.09	15.76	10/07/2013	09/08/2013	348	95	12/12/2012	15/03/2013	5	0	0	0	0	25	0	0	0	3.57
1027	01/10/2013	01/10/2014	14.38	15.02	07/06/2014	07/07/2014	366	100			0	0	0	0	0	25	0	0	0	4.06
1027	01/10/2014	01/10/2015	16.84	17.54	29/06/2015	29/07/2015	358	98	05/02/2015	12/02/2015	2	0	12	12	1	25	0	0	0	2.84
1028	01/10/2009	01/10/2010	15.64	17.23	29/07/2010	28/08/2010										25	0	0	0	6.77
1028	01/10/2010	01/10/2011	15.07	17.07	12/08/2011	11/09/2011	327	89	03/12/2010	19/02/2011	11	0	6	2	5	25	0	0	0	7.02
1028	01/10/2011	01/10/2012	16.04	17.60	26/07/2012	25/08/2012	339	92	15/01/2012	24/02/2012	8	0	6	3	2	25	0	0	0	6.38
1028	01/10/2012	01/10/2013	15.97	18.55	08/07/2013	07/08/2013	341	93	12/12/2012	16/03/2013	7	0	47	7	12	25	0	0	0	8.87
1028	01/10/2013	01/10/2014	14.82	16.36	13/07/2014	12/08/2014	365	100	13/12/2013	13/12/2013	0	0	0	0	0	25	0	0	0	9.14
1028	01/10/2014	01/10/2015	16.19	18.65	25/06/2015	25/07/2015	357	98	29/12/2014	11/02/2015	2	0	100	10	39	25	0	0	0	10.89
1029	01/10/2009	01/10/2010	15.41	16.98	29/07/2010	28/08/2010										25	0	0	0	4.86
1029	01/10/2010	01/10/2011	15.41	16.91	12/08/2011	11/09/2011	321	88	30/11/2010	19/02/2011	12	0	30	7	6	25	0	0	0	6.8
1029	01/10/2011	01/10/2012	16.05	17.76	25/07/2012	24/08/2012	337	92	15/01/2012	27/02/2012	8	0	15	5	6	25	0	0	0	6.17
1029	01/10/2012	01/10/2013	16.04	18.01	08/07/2013	07/08/2013	340	93	12/12/2012	16/03/2013	7	0	22	5	7	25	0	0	0	8.25
1029	01/10/2013	01/10/2014	14.90	16.30	14/07/2014	13/08/2014	364	99	12/12/2013	13/12/2013	1	0	1	1	1	25	0	0	0	8.11
1029	01/10/2014	01/10/2015	17.08	19.62	28/06/2015	28/07/2015	350	96	29/12/2014	12/02/2015	4	0	180	12	30	25	0	0	0	7.99

Code interne	Début période	Fin période	Date amplitude journalière max (D A)max(T)	Moyenne journalière max (Tmj)max	Moyenne journalière min (Tmj)min	Amplitude des Temp. moy journalières	Seuil MRP (°C)	Nb heures T>=MRP (NbT)>=	Séquence max T>=MRP (Nbmax Tseq)>=	Nb séquences T>=MRP (NbseqT)>=	Nb heures T>=PEL (NbT)>=	Séquence max T>=PEL (Nbmax Tseq)>=	Nb séquences T>=PEL (NbseqT)>=	Nb heures T<=PEL (NbT)<=	Séquence max T<=PEL (Nbmax Tseq)<=	Nb séquences T<=PEL (NbseqT)<=	Date médiane de ponte	Période d'incubation	Date d'écllosion	Durée totale PEL	Date d'émergence	Période résorption
1027	01/10/2009	01/10/2010	31/07/2010	16.51	9.33			352.5	86	25	non calculée											
1027	01/10/2010	01/10/2011	07/04/2011	17.45	0.45	17	15	680	221	34	0	0	0	159	63	10	10/11/2010	86	04/02/2011	147	06/04/2011	61
1027	01/10/2011	01/10/2012	11/05/2012	17.1	0.59	16.51	15	517	187	30	0	0	0	313	259	5	10/11/2011	70	19/01/2012	142	31/03/2012	72
1027	01/10/2012	01/10/2013	24/04/2013	16.6	2.58	14.02	15	351	163	15	0	0	0	0	0	0	10/11/2012	66	15/01/2013	137	27/03/2013	71
1027	01/10/2013	01/10/2014	05/05/2014	15.69	4.25	11.44	15	269	21	24	0	0	0	0	0	0	10/11/2013	75	24/01/2014	132	22/03/2014	57
1027	01/10/2014	01/10/2015	08/07/2015	18.79	3.35	15.44	15	1195	379	16	0	0	0	0	0	0	10/11/2014	59	08/01/2015	125	15/03/2015	66
1028	01/10/2009	01/10/2010	31/07/2010	18.07	10.78			698.5	135	45	non calculée											
1028	01/10/2010	01/10/2011	05/07/2011	17.01	1.47	15.54	15	966	31	135	0	0	0	19	10	2	10/11/2010	80	29/01/2011	142	01/04/2011	62
1028	01/10/2011	01/10/2012	14/05/2012	17.43	1.54	15.89	15	1116	182	87	0	0	0	52	10	11	10/11/2011	59	08/01/2012	129	18/03/2012	70
1028	01/10/2012	01/10/2013	24/04/2013	17.46	1.96	15.5	15	918	111	88	0	0	0	11	11	1	10/11/2012	65	14/01/2013	134	24/03/2013	69
1028	01/10/2013	01/10/2014	05/05/2014	16.15	3.79	12.36	15	750	28	104	0	0	0	0	0	0	10/11/2013	73	22/01/2014	125	15/03/2014	52
1028	01/10/2014	01/10/2015	07/08/2015	18.27	2.99	15.28	15	1255	191	102	0	0	0	0	0	0	10/11/2014	55	04/01/2015	119	09/03/2015	64
1029	01/10/2009	01/10/2010	31/07/2010	17.6	10.08			605.5	87	39	non calculée											
1029	01/10/2010	01/10/2011	29/05/2011	17.96	0.95	17.01	15	948	219	82	0	0	0	118	55	7	10/11/2010	83	01/02/2011	144	03/04/2011	61
1029	01/10/2011	01/10/2012	02/04/2012	17.91	0.31	17.6	15	1110	182	83	0	0	0	286	212	7	10/11/2011	63	12/01/2012	135	24/03/2012	72
1029	01/10/2012	01/10/2013	24/04/2013	17.61	1.57	16.04	15	896	162	69	0	0	0	19	13	4	10/11/2012	66	15/01/2013	136	26/03/2013	70
1029	01/10/2013	01/10/2014	05/05/2014	16.32	3.59	12.73	15	776	31	79	0	0	0	0	0	0	10/11/2013	74	23/01/2014	128	18/03/2014	54
1029	01/10/2014	01/10/2015	21/04/2015	19.3	2.55	16.75	15	1437	236	75	0	0	0	0	0	0	10/11/2014	57	06/01/2015	123	13/03/2015	66

On note que l'été 2015, avec la période caniculaire du 25 juin au 25 juillet, est de loin sur la chronique la période la plus chaude enregistrée. Concernant le risque de développement de la maladie rénale proliférative (MRP affectant la truite fario quand cumul heures où T moy >15°C dépasse 360 h) on ne note quasiment aucun risque (cumul heure max < 300 heures) sauf en 2015 pour la station 1027.

La durée de la phase embryolaire (sous gravier) pour la truite fario est assez variable est dépend donc de la rigueur des hivers : de 123 à 147 jours. Les périodes d'émergence des larves de truites se situent entre fin mars et début avril. La phase froide délicate où la température peut être < à 1,5°C (impact sur le développement embryonnaire) est réduite et globalement interprétée comme peu impactante pour les œufs et larves de truites.

3.2 Physicochimie de l'eau et des sédiments (prestation Hydrorestore) :

Les résultats bruts sont présentés dans les tableaux 9 et 10 (et voir en détails les rapports de campagnes 2013 à 2015 : Hydrorestore).

Tableau 9 : Synthèse des classes d'état vs DCE (SEEE : arrêté de juillet 2010) des paramètres macropolluants sur les stations de suivis du Bernand et du Gand de 2011 à 2015.

Libellé	Code	Site	Période	Classe d'état	Niveau de confiance	Déclassants
Bilan de l'oxygène	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2011	Bon	Faible	
Nutriments	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2011	Bon	Faible	
Bilan de l'oxygène	1029	Gand (1029) Le Rey	2011	Moyen	Faible	9 mg/l COD
Nutriments	1029	Gand (1029) Le Rey	2011	Bon	Faible	
Bilan de l'oxygène	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2012	TresBon	Faible	
Nutriments	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2012	Bon	Faible	
Bilan de l'oxygène	1029	Gand (1029) Le Rey	2012	TresBon	Faible	
Nutriments	1029	Gand (1029) Le Rey	2012	Bon	Faible	
Bilan de l'oxygène	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2013	Moyen	Moyen	10 mg/l COD
Température	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2013	Bon	Faible	
Acidification	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2013	Médiocre	Moyen	6.14 mg/l O2 et 61% SAT
Température	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2013	Bon	Faible	
Acidification	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1029	Gand (1029) Le Rey	2013	TresBon	Moyen	
Température	1029	Gand (1029) Le Rey	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1029	Gand (1029) Le Rey	2013	Bon	Faible	
Acidification	1029	Gand (1029) Le Rey	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1030	Gand (1031) Montsarrat	2013	TresBon	Moyen	
Température	1030	Gand (1031) Montsarrat	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1030	Gand (1031) Montsarrat	2013	Moyen	Faible	5,7 mg/l COD
Acidification	1030	Gand (1031) Montsarrat	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2013	Médiocre	Moyen	4.94mg/l O2 et 49% SAT
Température	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2013	Bon	Faible	
Acidification	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2013	TresBon	Moyen	
Température	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2013	Bon	Faible	
Acidification	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2013	TresBon	Moyen	
Température	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2013	Bon	Faible	
Acidification	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1034	Bernand (1034) La Ville	2013	Bon	Moyen	
Température	1034	Bernand (1034) La Ville	2013	TresBon	Moyen	
Nutriments	1034	Bernand (1034) La Ville	2013	Bon	Faible	
Acidification	1034	Bernand (1034) La Ville	2013	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2014	TresBon	Faible	
Température	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2014	TresBon	Moyen	
Nutriments	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2014	Bon	Faible	

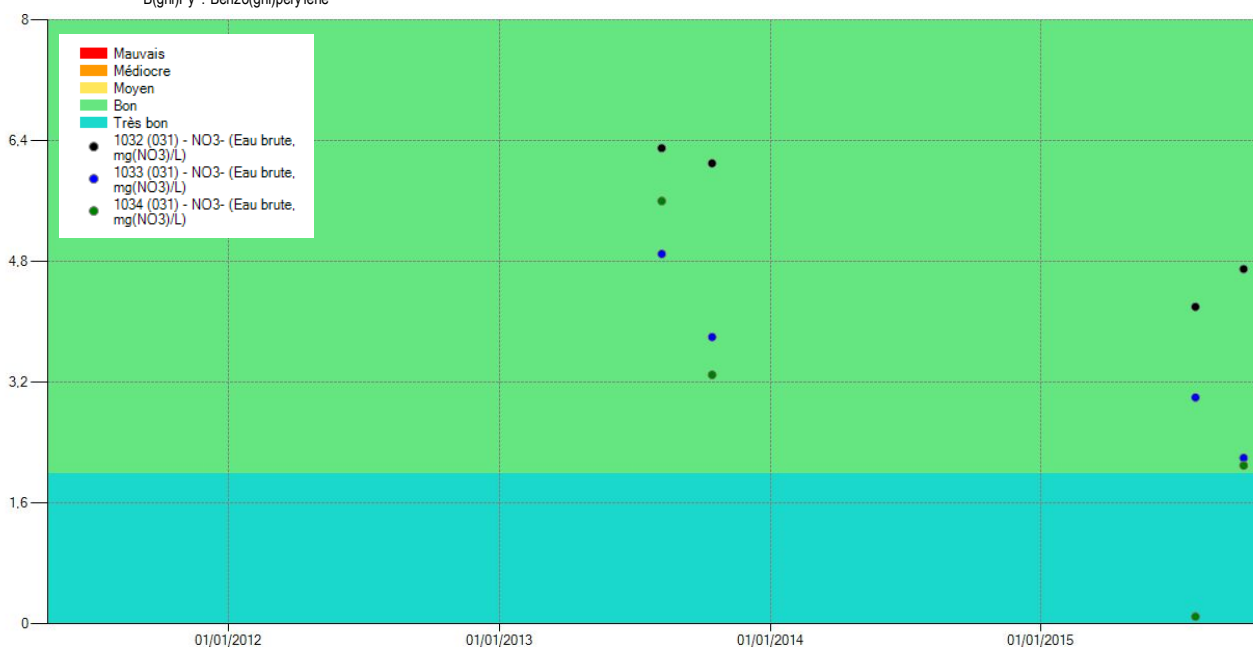
Libellé	Code	Site	Période	Classe d'état	Niveau de confiance	Déclassants
Acidification	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2014	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1029	Gand (1029) Le Rey	2014	TresBon	Faible	
Température	1029	Gand (1029) Le Rey	2014	TresBon	Moyen	
Nutriments	1029	Gand (1029) Le Rey	2014	Bon	Faible	
Acidification	1029	Gand (1029) Le Rey	2014	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2014	TresBon	Faible	
Température	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2014	TresBon	Moyen	
Nutriments	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2014	Bon	Faible	
Acidification	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2014	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2015	Bon	Moyen	
Température	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2015	Bon	Faible	
Acidification	1027	Gand(1027) Chez Chabout	2015	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2015	TresBon	Moyen	
Température	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2015	Bon	Faible	
Acidification	1028	Gand (1028) Bois Corcy	2015	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1029	Gand (1029) Le Rey	2015	TresBon	Faible	
Température	1029	Gand (1029) Le Rey	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1029	Gand (1029) Le Rey	2015	Bon	Faible	
Acidification	1029	Gand (1029) Le Rey	2015	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1030	Gand (1031) Montsarrat	2015	Bon	Moyen	
Température	1030	Gand (1031) Montsarrat	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1030	Gand (1031) Montsarrat	2015	Bon	Faible	
Acidification	1030	Gand (1031) Montsarrat	2015	Bon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2015	TresBon	Faible	
Température	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2015	TresBon	Faible	
Acidification	1031	Gand(1031) sortie bassin tampon aval A89	2015	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2015	Bon	Moyen	
Température	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2015	TresBon	Faible	
Acidification	1032	Bernand (1032) Bois de la Dame	2015	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2015	Bon	Moyen	
Température	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2015	TresBon	Moyen	
Nutriments	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2015	Bon	Faible	
Acidification	1033	Bernand(1033) Les Boucherottes	2015	TresBon	Moyen	
Bilan de l'oxygène	1034	Bernand (1034) La Ville	2015	Mauvais	Moyen	Carbone Organique dissous (1- 28 - 28/07/2015)
Température	1034	Bernand (1034) La Ville	2015	Moyen	Moyen	22.17 °C
Nutriments	1034	Bernand (1034) La Ville	2015	Moyen	Faible	0.17 mg/l Pt et 0.18 mg/l PO4
Acidification	1034	Bernand (1034) La Ville	2015	Bon	Moyen	

Sur l'ensemble des suivis depuis 2011, la qualité des eaux des cours d'eau étudiés est globalement bonne. On note quelques rares déclassements (COD) peut impactant sur la biologie et quelques valeurs limites en oxygène en pleine période estivale.

Tableau 10 : Synthèse des classes de qualité SEQeau V2 des paramètres micropolluants sur les stations de suivis du Bernand et du Gand de 2013 et 2015.

Stations		Classe de qualité globale SEQ eau V2								
Code	Nom	Groupes de paramètres (EAU)	juin-13	juil-13	août 13	oct-13	mai-15	juin-15	juil-15	oct-15
1027	GAND1	HAP (Hydrocarbures aromatiques Polycycliques) SUR EAU BRUTE	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1028	GAND2	HAP (Hydrocarbures aromatiques Polycycliques) SUR EAU BRUTE	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1030	GAND5	HAP (Hydrocarbures aromatiques Polycycliques) SUR EAU BRUTE	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1032	BER1	HAP (Hydrocarbures aromatiques Polycycliques) SUR EAU BRUTE			< LQ	< LQ			< LQ	< LQ
1033	BER2	HAP (Hydrocarbures aromatiques Polycycliques) SUR EAU BRUTE			< LQ	< LQ			< LQ	< LQ
1034	BER3	HAP (Hydrocarbures aromatiques Polycycliques) SUR EAU BRUTE			< LQ	< LQ			B(ghi)Py	< LQ
1027	GAND1	HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sédiments)			B(a)P				< LQ	
1028	GAND2	HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sédiments)			< LQ				< LQ	
1030	GAND5	HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sédiments)			< LQ				< LQ	
1032	BER1	HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sédiments)			< LQ				< LQ	
1033	BER2	HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sédiments)			< LQ				∑ HAP	
1034	BER3	HAP - Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sédiments)			< LQ				< LQ	
1027	GAND1	Micropolluants minéraux (sédiments)			< LQ				Cd Pb Zn	
1028	GAND2	Micropolluants minéraux (sédiments)			Cd Pb				Cd Pb	
1030	GAND5	Micropolluants minéraux (sédiments)			Cd Pb				Pb	
1032	BER1	Micropolluants minéraux (sédiments)			< LQ				< LQ	
1033	BER2	Micropolluants minéraux (sédiments)			< LQ				< LQ	
1034	BER3	Micropolluants minéraux (sédiments)			< LQ				< LQ	
1027	GAND1	Micropolluants minéraux (bryophytes)			Ar Cd Pb				Ar Cd Pb	
1028	GAND2	Micropolluants minéraux (bryophytes)			Ar Cd				Ar Cd	
1030	GAND5	Micropolluants minéraux (bryophytes)			Ar				Ar Cd	
1032	BER1	Micropolluants minéraux (bryophytes)			Ar				Ar	
1033	BER2	Micropolluants minéraux (bryophytes)			Ar				Ar	
1034	BER3	Micropolluants minéraux (bryophytes)			Ar				Ar	

B(a)P: Benzo(a)pyrène
 Cd: Cadmium
 Pb: Plomb
 Ar: Arsenic
 Zn: Zinc
 < LQ : inférieur au limite de quantification
 ∑ HAP : Somme des 14 HAP
 B(ghi)Py : Benzo(ghi)pérylène


Figure 3 : répartition des valeurs de Nitrates (mg/l N-NO3) sur le Bernand en fonction des classes de qualité du SEQeau V2 en 2013 et 2015

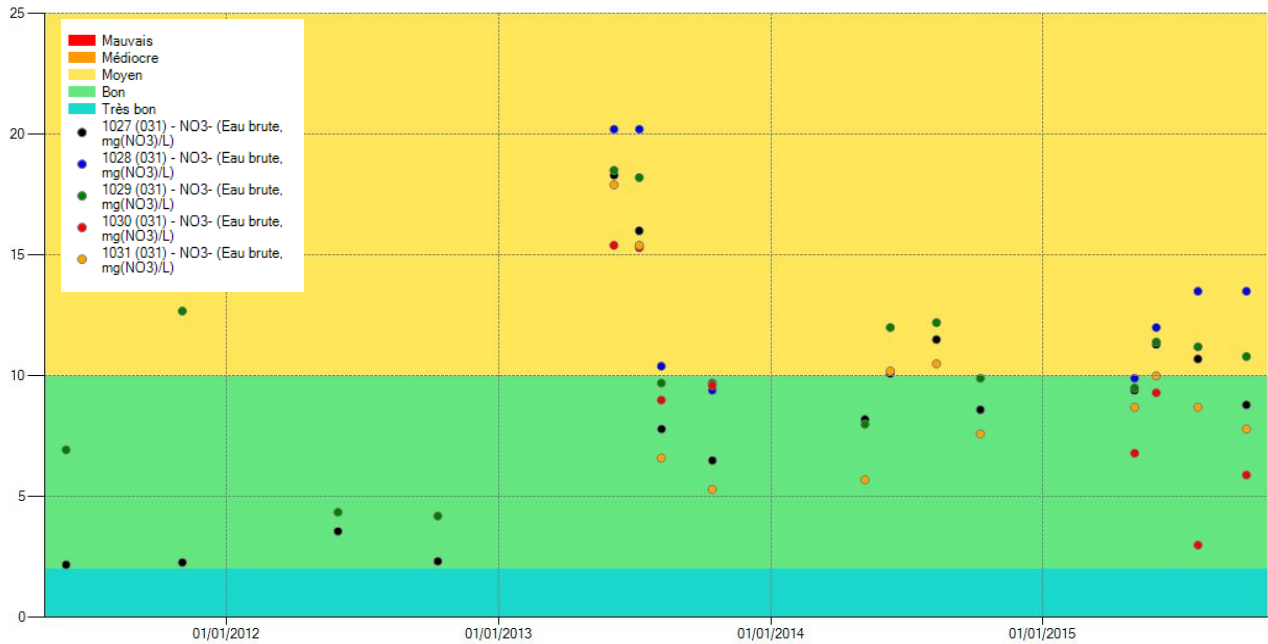


Figure 4 : Répartition des valeurs de Nitrates (mg/l N-NO₃) sur le Gand en fonction des classes de qualité du SEQeau V2 entre 2011 et 2015.

Synthèse sur la qualité des eaux du Bernard et du Gand :

Pour le Gand, en dehors des Nitrates présents sur tous les points de mesures (valeurs modérées comprises entre 2.19 et 20.2 mg/l, classe bonne à moyenne selon le SEQeau V2 qualité des eaux), liés au fond agricole, on ne note que des déclassements ponctuels pour le paramètre carbone organique dissous. Ce paramètre physico-chimique peut être lié aux conditions naturelles (zone humide), il n'est pas un élément toxique pour la biologie. La sortie du bassin tampon (Gand4) ne pose pas de problème, on ne note qu'une faible valeur en oxygène dissous en octobre 2013 sans conséquence sur le milieu vue la dilution dans le cours d'eau. Pour ces paramètres macropolluants, on ne note pas de modification entre amont et aval de l'ouvrage autoroutier. La qualité des eaux est bonne.

Concernant les hydrocarbures, rien n'est détecté en aval de l'ouvrage, la seule valeur déclassante (11 µg/kg Benzo (a) pyrène dans les sédiments : produit dans les fumées de combustion de la biomasse, les gaz d'échappement automobiles, surtout avec un moteur diesel) est observée sur la station Gand1 (1027) en amont de l'autoroute (lessivage de la RD1 au niveau du Bois des Gagères ?).

Pour les micropolluants sur sédiments et bryophytes, on note une proportion importante d'Arsenic sur tous les points (contexte naturel¹). Cf. « Etude BRGM : extrait de l'étude Artignan et al.(1995a): Les teneurs en arsenic atteignent 3100 ppm dans les sols, avec un fond géochimique moyen de l'ordre de 48 ppm. Au Nord-Est (i.e. : du département de la Loire), il est clairement lié aux volcanites riches en mispickel, prolongement de la série de la Brévenne. Ce minéral est facilement altérable et donc l'arsenic est facilement mobilisable dans les eaux. »

¹ Le fond pédogéochimique naturel (FPGN) est la concentration d'un élément chimique dans un sol (que ce soit un élément majeur - ou un élément en traces) résultant des évolutions naturelles, géologiques et pédologiques, en dehors de tout apport d'origine humaine (

Plus inquiétante, la présence de Cadmium aussi bien en amont qu'en aval du tracé. On note aussi la présence non négligeable de plomb dans les sédiments sur la station Gand 1 en amont du tracé autoroutier.

Pour le Bernand, la qualité des eaux est bonne sur les trois stations étudiées entre amont (BER1) et aval du tracé autoroutier (BER2 et 3). On retrouve un fond persistant (mais en classe bonne) de Nitrates liés au fond agricole.

Pour les hydrocarbures, aucune molécule ne dépasse seule le seuil de quantification. On note sur la station BER2 (1033 les Boucherottes) un cumul des 14 HAP en 2015 (classe moyenne).

Enfin, concernant les micropolluants sur sédiments et bryophytes, on note, comme pour le Gand, le fond géochimique très présent en Arsenic.

Par contre ce bassin versant est exempt de contamination par le Cadmium. Etant donné les natures similaires des bassins versants avec celui du Gand, on peut donc supposer une perturbation anthropique de ce métal dit de transition qui n'existe pas à l'état natif (il est obtenu industriellement comme sous-produit de la métallurgie du zinc, également dans les ateliers de traitement des métaux). Sur le haut BV du Gand (branche de la Doua la station GAND1 amont tracé A89 étant touchée), il n'y a pas à notre connaissance d'industrie métallurgique à Violay.

3.3 Hydrobiologie IBD (prestation Hydrorestore) :

Le Tableau 11 récapitule les opérations de terrain : station, date et préleveur. Les prélèvements ont été effectués selon la norme AFNOR NF T 90-354 (2007) :

Tableau 11 : Opérations de prélèvements IBD campagne 2013 et 2015 (Hydrorestore)

N° station	Cours d'eau	07/08/2013	28/07 et 01/10/2015
Bernand 1	Bernand	MS & AT	MS & AT
Bernand 2	Bernand	MS & AT	MS & AT
Bernand 3	Bernand	MS & AT	MS & AT
Gand 1	Gand	MS & AT	MS & AT
Gand 2	Gand	MS & AT	MS & AT
Gand 5	Gand	MS & AT	MS & AT

Les résultats obtenus lors de la campagne 2013 et 2015 sont synthétisés dans le Tableau 12.

Tableau 12 : résultats obtenus lors des campagnes IBD 2013 et 2015 sur le Bernard et le Gand (Hydrorestore)

Station Lieu dit	GAND1		GAND2		GAND5	
	Chez Chabout		Bois Corcy		Montsarrat	
	2013	2015	2013	2015	2013	2015
IBD	13,3	13,7	13,9	11,5	14,9	8,6
Nbr d'espèces	41	25	43	28	30	25
Nbr de genres	28	18	27	20	17	15
IPS	13,9	12,9	12,7	11,8	15,3	8,9
Indices de Shannon	4,08	3,63	4,3	3,72	3,37	3,18
	Diversité optimale	Diversité optimale	Diversité optimale	Diversité optimale	Bonne diversité	Bonne diversité
Indice équitabilité	0,76	0,78	0,79	0,77	0,69	0,68
	Très bon équilibre de la population	Très bon équilibre de la population	Très bon équilibre de la population	Très bon équilibre de la population	Bon équilibre de la population	Bon équilibre de la population
Classe qualité	Bon état	Bon état	Bon état	Etat moyen	Bon état	Etat médiocre
Classe état DCE	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MEDIOCRE	MOYEN	MAUVAIS
Station Lieu dit	BER1		BER2		BER3	
	Bois de la Dame		Les Boucherottes		La Ville	
	2013	2015	2013	2015	2013	2015
IBD	14,9	14,5	15,1	12,8	14,1	10,4
Nbr d'espèces	33	32	31	35	30	33
Nbr de genres	17	19	17	17	15	19
IPS	14,3	14,2	14,3	10,7	12,8	9,7
Indices de Shannon	3,37	3,47	3,05	4,24	3,66	3,91
	Bonne diversité	Bonne diversité	Bonne diversité	Diversité optimale	Bonne diversité	Bonne diversité
Indice équitabilité	0,67	0,69	0,62	0,83	0,75	0,78
	Bon équilibre de la population	Bon équilibre de la population	Bon équilibre de la population	Bon équilibre de la population	Très bon équilibre de la population	Très bon équilibre de la population
Classe qualité	Bon état	Bon état	Bon état	Etat moyen	Bon état	Etat moyen
Classe état DCE	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MEDIOCRE	MOYEN	MEDIOCRE

Synthèse sur la qualité des diatomées du Bernard et du Gand : (Hydrorestore)

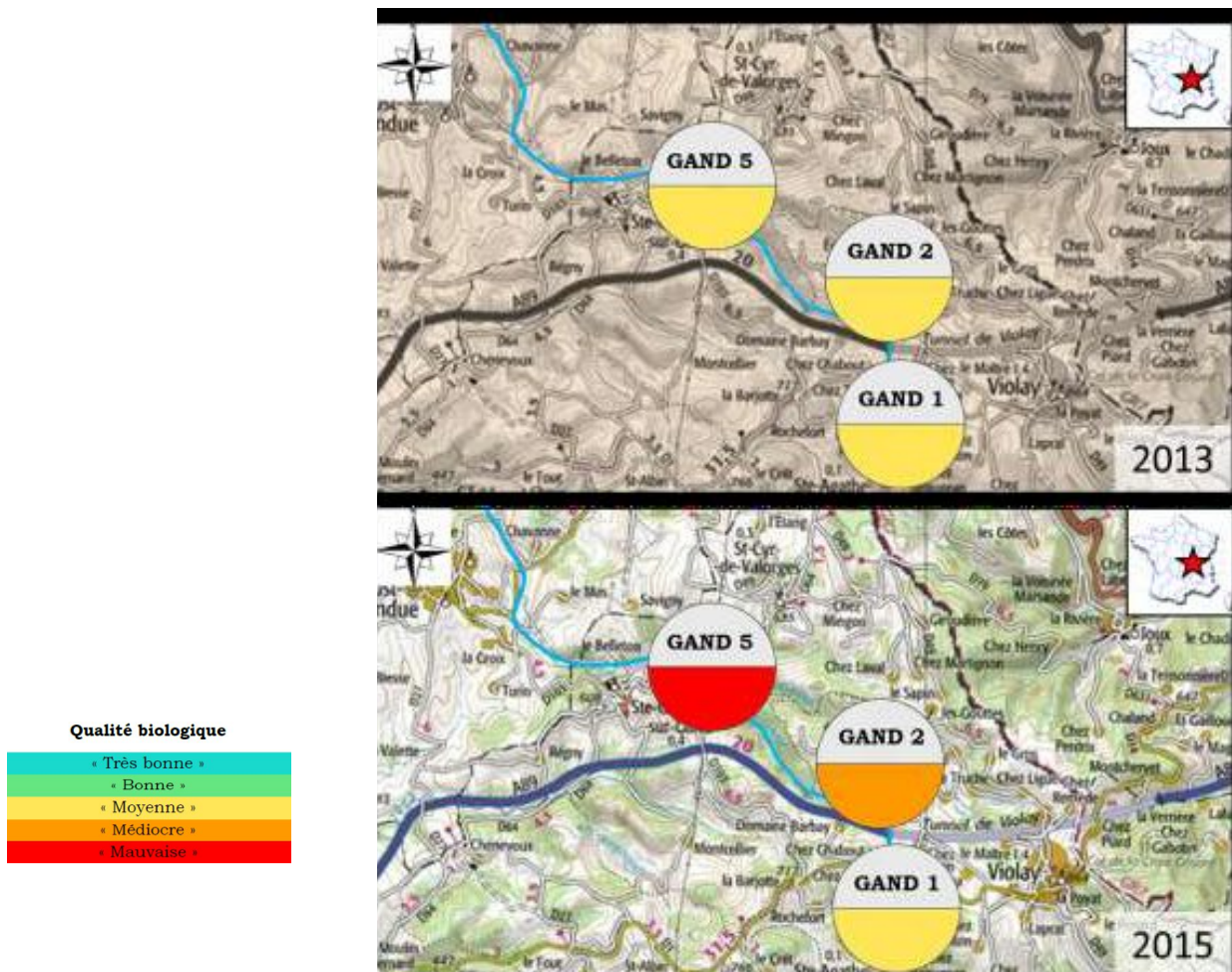
Gand :

Les résultats de la campagne 2015 sur le Gand permettent l'obtention d'indices de 13,7, de 11,5 et de 8,6/20 d'amont en aval (respectivement les stations Gand 1, Gand 2 et Gand 5) ; soit une perte de 5,1 points. Ces notes confèrent au cours d'eau une qualité " Moyenne ", « Médiocre » et « Mauvaise » selon les seuils de qualité de l'Hydroécocorégion 3 - Massif Central Sud.

Ainsi, l'évolution de la qualité écologique le long du tronçon étudié présente une dégradation significative au regard de l'IBD en 2015, corrélée à un gradient de matières organiques.

La qualité biologique du Gand était « Moyenne » et l'indice était similaire sur les 3 stations en 2013. La station de référence, Gand 1, présente une qualité biologique similaire entre 2013 et 2015 ; le déclassé observé sur Gand 2 et Gand 5 en 2015 pourrait être imputé à l'infrastructure autoroutière.

L'IPS présente une évolution similaire à l'IBD entre les stations entre les deux années d'étude. On note toutefois, en 2013, une diminution de l'IPS entre l'amont et l'aval immédiat du passage du cours d'eau sous l'autoroute A89.



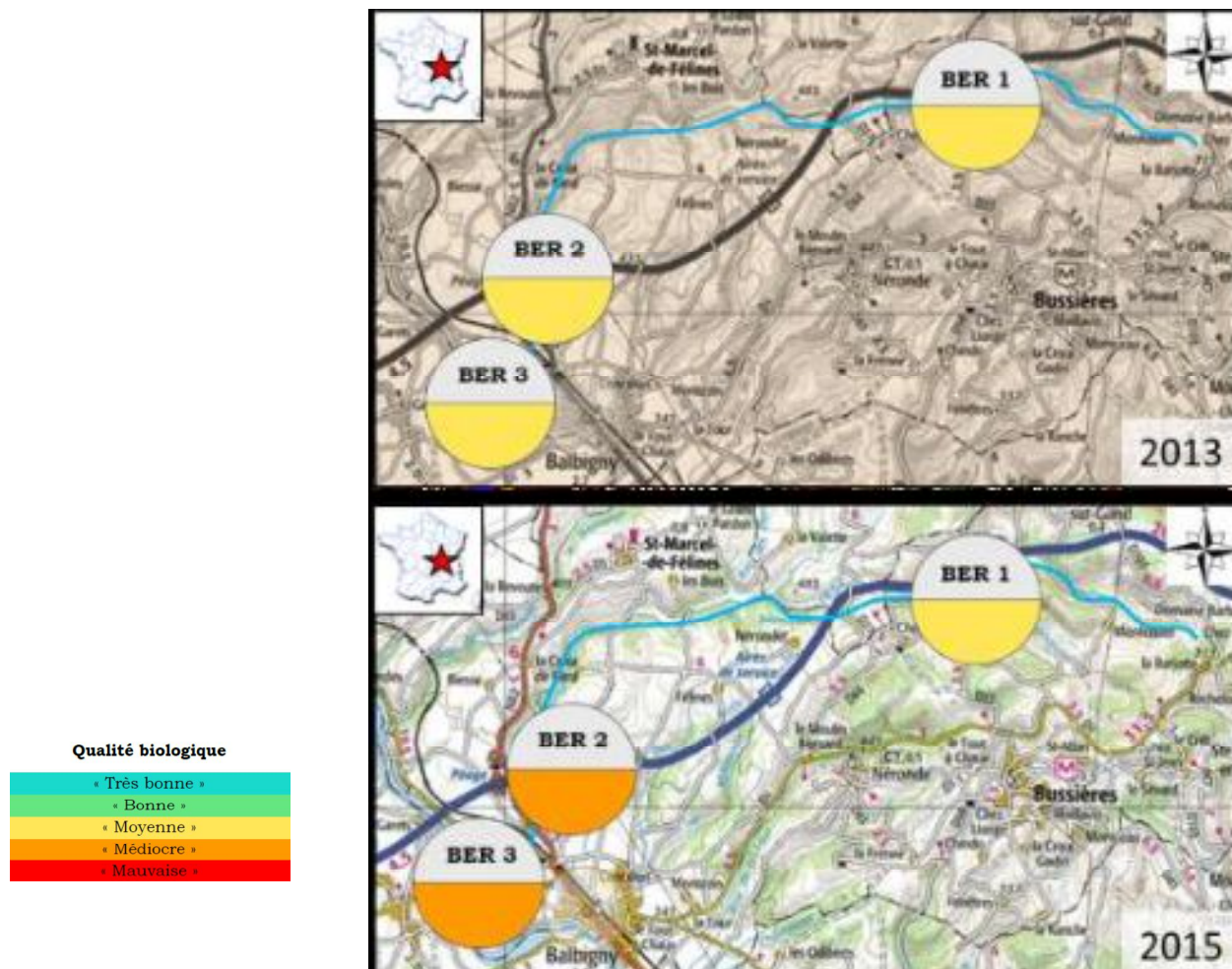
Carte 2 : Evolution de la qualité IBD sur le Gand en 2013 et 2015.

Bernard :

Les résultats de la campagne 2015 sur le Bernard permettent l'obtention d'indices de 14,5, de 12,8 et de 10,4/20 d'amont en aval (respectivement les stations Bernard 1, Bernard 2 et Bernard 3). Ces notes confèrent au cours d'eau une qualité " Moyenne " et « Médiocre » selon les seuils de qualité de l'Hydroécocorégion 3 - Massif Central Sud. Ainsi, l'évolution de la qualité écologique le long du tronçon étudié présente une dégradation significative au regard de l'IBD en 2015; corrélée à une augmentation de la pollution organique.

La qualité biologique du Bernard était « Moyenne » et l'indice était similaire sur les 3 stations en 2013.

La station de référence, Bernard 1, qui a subi les mêmes contraintes hydrologiques de la canicule et de la sécheresse de juillet 2015 que sur tout le cours du Bernard, présente une qualité biologique similaire entre 2013 et 2015 ; les déclassements observés sur Bernard 2 et Bernard 3 en 2015 pourraient être imputés à l'infrastructure autoroutière.



Carte 3 : Evolution de la qualité IBD sur le Gand en 2013 et 2015.

3.4 Hydrobiologie IBG- DCE (suivi FDPPMA42) :

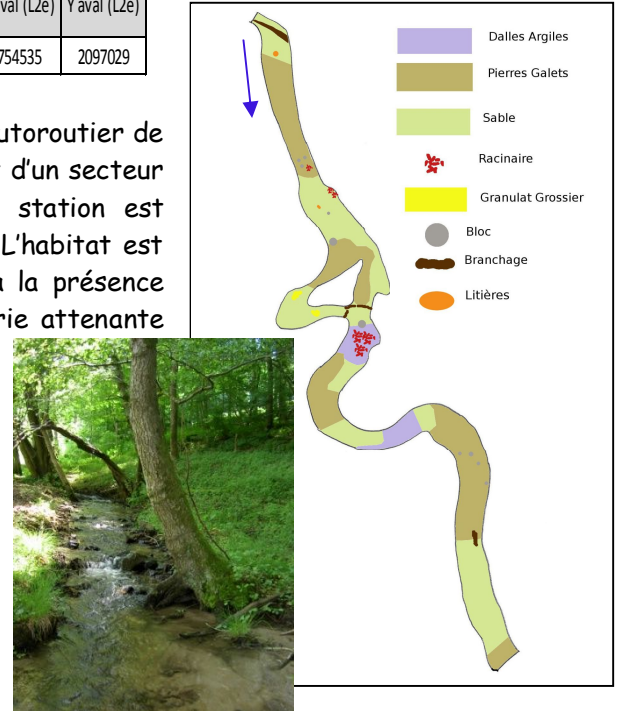
Les 6 stations du Bernand et du Gand ont été prélevées en juillet 2013 et 2015² dans de bonnes conditions d'échantillonnage (sans coup d'eau trois semaines avant). Le tri et la détermination des prélèvements conservés dans l'alcool à 99% ont été réalisés à l'automne 2013.

3.4.1 Descriptif des stations :

3.4.1.1 Chez Chabout (GAND1, 1027) :

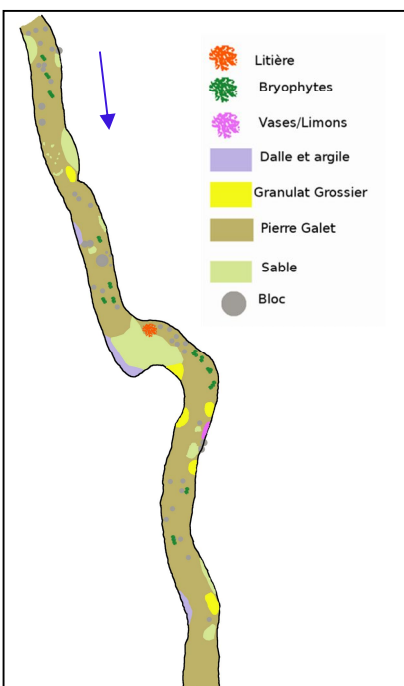
Station	Distance à la source (m)	Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur mouillée (m)	limite de plein bord (m)	Surface mouillée (m ²)	surface marginale (m ²)	X aval (L2e)	Y aval (L2e)
1027	1 250	690	42	1,28	2,35	53,8	2,7	754535	2097029

La station 1027 est située 450 m en amont du tracé autoroutier de l'A89, en limite de zone boisée et de prairie pâturée. Il s'agit d'un secteur bien ombragé et avec une bonne diversité de faciès. La station est composée d'hauteur d'eau et de vitesses de courant faibles. L'habitat est représenté de pierres - galets et de sable, mais on notera la présence éparse de racinaires et de branchages. Par ailleurs, la prairie attenante subit un pâturage bovin très problématique. Ce phénomène, fut intensifié au niveau de la station hydrobiologique, au cours de l'année 2012 et aussi en 2013 : les conséquences sont une perte des hauteurs d'eau dans les fosses suite à un colmatage par les matières fines et sableuses. Ceci peu considérablement altérer au fil des saisons la qualité biologique du Gand. Des travaux de mis en défens des berges ont été réalisés à l'automne 2013 par le SYRRTA, protégeant ainsi le cours d'eau du bétail.



3.4.1.2 Bois Corcy (GAND 2, 1028) :

Station	Distance à la source (m)	Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur mouillée (m)	limite de plein bord (m)	Surface mouillée (m ²)	surface marginale (m ²)	X aval (L2e)	Y aval (L2e)
1028	2 200	640	47	1,24	1,56	58,3	2,9	754206	2097637



La station du bois Corcy est positionnée environ 200 m en aval immédiat de l'ouvrage, en rive droite se trouve une prairie humide utilisé en pâturages bovins. En rive gauche un talus boisé de différentes essences occupe la berge. Il est à noter que ce secteur offre des hauteurs d'eau un peu plus importantes que la station 1027 et des vitesses semblables. D'autre part, visuellement on constate un colmatage par des éléments fins (sable/limon) dans les zones lenticues. Ce colmatage est lié au piétinement bovin important des berges en amont de la zone d'emprise des travaux mais aussi sur la parcelle de cette station. Il est lié également au départ de matériaux du

Les bryophytes, habitat de choix pour les invertébrés benthiques, sont absentes ainsi que les racinaires ; en effet, aucun arbre de bordure n'est présent sur la station, seule une strate herbacée est présente. Ce sont les sédiments minéraux de grande taille (pierres et galets) qui dominent en représentativité.

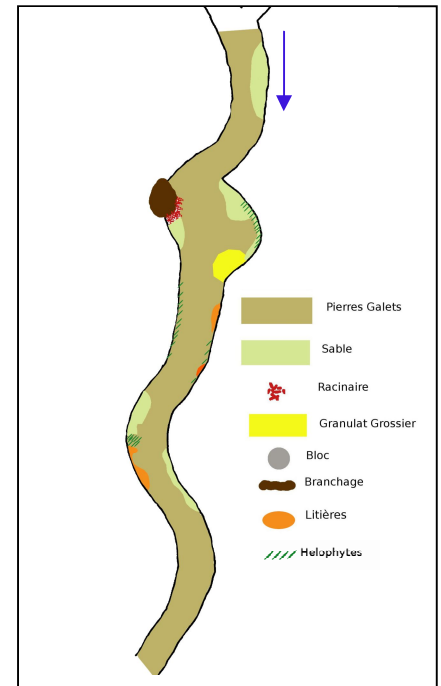
² Le Bernand du fait d'un assec précoce n'a pas été prélevé en 2015.

3.4.1.3 Montsarrat (GAND5, 1030) :

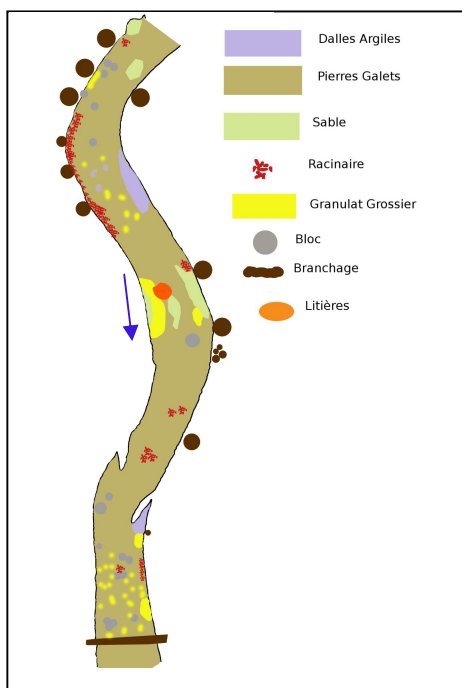
Station	Distance à la source (m)	Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur mouillée (m)	limite de plein bord (m)	Surface mouillée (m ²)	surface marginale (m ²)	X aval (L2e)	Y aval (L2e)
1030	5 500	530	27	1,09	1,29	29,4	1,5	751860	2099408

La station de Montsarrat, est située en amont de la route acheminant au lieu dit du même nom. Elle se situe, 3,5 km en aval de l'ouvrage vouté du Gand, et présente un lit peu étalé et une pente moyenne plus faible. Son environnement de bordure est composé à 100% de prairies occupées par les bovins.

La ripisylve est absente, seuls quelques arbres et arbustes sont clairsemés le long du Gand ; la strate herbacée apporte un ombrage limité de bordure. L'habitat benthique est plutôt varié et assez biogène avec 84% de pierres - galets et des vitesses diversifiées. D'autre part, on remarque la présence d'hélophytes dans les vitesses plus calmes (plat et bordure), absentes des stations 1027 et 1028. Le colmatage par les sédiments fins est toujours présent mais moins prégnant en comparaison avec les stations de l'amont, en effet, les sables et limons comptabilisent 12% de la station malgré un caractère plus lentique. En terme de perturbations directes sur la station, hormis la faible ripisylve, l'impact piétinement est quasi absent en raison d'une sous exploitation bovine de la parcelle pour le moment.



3.4.1.4 Bois de la Dame (BER1, 1032) :



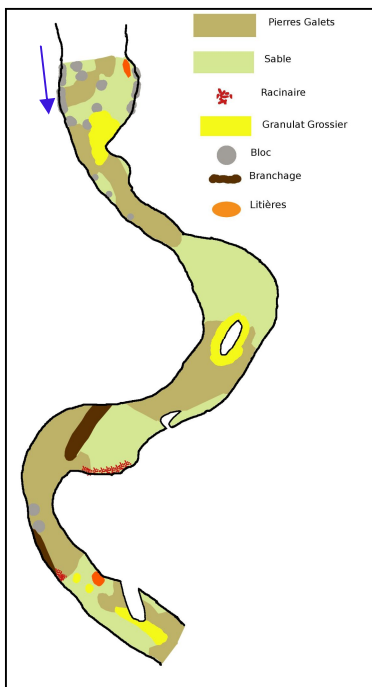
Station	Distance à la source (m)	Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur mouillée (m)	limite de plein bord (m)	Surface mouillée (m ²)	surface marginale (m ²)	X aval (L2e)	Y aval (L2e)
1032	4 000	490	48	1,79	3,65	85,9	4,3	742449	2093294

Le Bernand en aval immédiat de la confluence avec le Régnand offre des habitats assez diversifiés malgré une forte dominance des pierres et galets (80%). A 4 km des sources, la station se caractérise par des faciès de faible pentes avec de long plat et des radiers très courts (<1,5 m de long). Les hauteurs d'eau sont plus importantes que sur le Gand et les fonds paraissent dans leurs globalités plus colmatés par les matières fines.

Parallèlement, le cours d'eau est très ombragé par une ripisylve bien en place et diversifiée en essences et en strates. Cette végétation rivulaire permet d'offrir des habitats de choix très biogènes : racinaires et de branchages, pour tout le cortège invertébrés.

Le Bernand possède aussi des eaux naturellement plus turbides en raison de matière très fines en suspension comparativement au cours du Gand.

3.4.1.5 Les Boucherottes (BER2, 1033) :



Station	Distance à la source (m)	Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur mouillée (m)	limite de plein bord (m)	Surface mouillée (m ²)	surface marginale (m ²)	X aval (L2e)	Y aval (L2e)
1033	11 100	340	91	4	5,59	364,0	18,2	742561	2094445

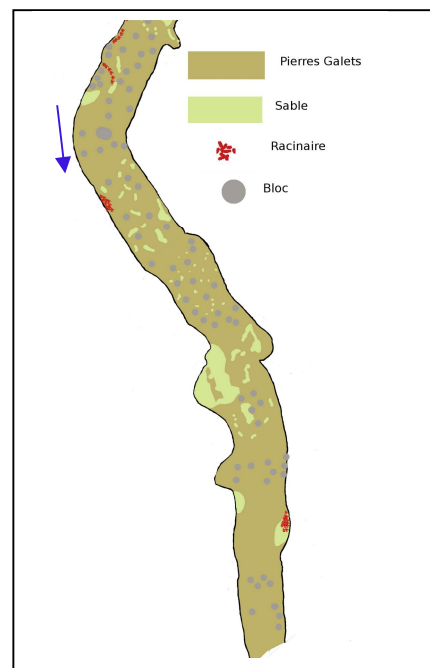
La station du Bernard au niveau des Boucherottes en aval du bassin tampon BAT007 a pour but d'évaluer l'impact du tracé de l'A89 sur le milieu. Sur ce tronçon, le Bernard court en fond de vallon au milieu d'une ripisylve bien constituée. Les habitats sont globalement bien plus profonds et la largeur de la ligne d'eau plus conséquente. La pente moindre autorise quand même la présence de radiers assez importants dominés à 100% par les pierres galets et des vitesses faibles à moyennes. A noter que la station est largement dominée par les zones lenticues (plats courants et plats lents). La granulométrie de ces faciès plus lents est plus diversifiée que sur la station BER1 (1032) avec 2 substrats dominants : les sables et les sédiments de grandes et moyennes tailles. Le cours d'eau traverse des pâturages bovins bien clôturés ne provoquant pas piétinement. Les vitesses globalement lentes et les petits débits estivaux sont à l'origine d'un colmatage des fonds par les matières fines dans l'ensemble des zones lenticues.

3.4.1.6 La Ville (BER3, 1034) :

Station	Distance à la source (m)	Altitude (m)	Longueur (m)	Largeur mouillée (m)	limite de plein bord (m)	Surface mouillée (m ²)	surface marginale (m ²)	X aval (L2e)	Y aval (L2e)
1034	12 400	320	68	3,43	6,34	233,2	11,7	749673	2097922

Le Bernard avant sa confluence dans la Loire (lieu dit : La Ville), est assez homogène en terme d'habitats. En effet, ici le cours d'eau présente incision du lit importante (2 à 3m par rapport au haut de berge en lien avec l'incision du lit de la Loire).

Le fond du cours d'eau est dominé par les sédiments de grandes et moyennes tailles (68%) et des blocs (25%). Le sable est présent dans tous les interstices et possède quelques langues de dépôt dans les profonds. Le colmatage par les matières fines est toujours présent comme sur les stations BER1 (1032) et BER2 (1033), l'eau est plutôt turbide dans les fosses. Pour ce qui est des habitats marginaux, on note uniquement la présence de racinaires.



3.4.2 Résultats IBG :

3.4.2.1 Gand :

Tableau 13 - Résultat IBG-DCE des stations du Gand (bilan des campagnes 2011-2013-2015)

Code station	Rivière	Date	variété taxonomique	classe de variété	Groupe Indicateur	Taxon indicateur	note_ibgn	qualité_ibgn	ibgn et robustesse	H'	J'
1027	Gand	06/06/2011	32	9	7	Goeridae	15	bon	15(15)	2,49	0,5
1027	Gand	17/07/2012	26	8	8	Philopotamidae	15	bon	15(14)	2,5	0,53
1027	Gand	08/07/2013	29	9	9	Perlodidae	17	très bon	17(14)	1,56	0,32
1027	Gand	15/07/2015	38	11	7	Leuctridae	17	très bon	17(17)	2,27	0,19
1028	Gand	08/07/2013	31	9	7	Leuctridae	15	bon	15(15)	2,02	0,41
1028	Gand	15/07/2015	40	11	9	Perlidae	19	très bon	19(17)	2,69	0,24
1030	Gand	09/07/2013	33	10	9	Perlidae	18	très bon	18(15)	3,11	0,62
1030	Gand	15/07/2015	31	9	9	Perlidae	17	très bon	17(15)	2,19	0,19

Chez Chabout (GAND1, 1027) :

Pour la campagne hydrobiologique de 2015, la classe de qualité et la note sont supérieures à celles de 2011 et 2012 et identique à 2013 : soit une note IBGN de 17/20 robuste (17/20), la classant en "très bonne". 38 taxons ont été dénombrés avec un groupe indicateur de rang 7 : Plécoptères de la famille des Leuctridae. On perd donc le GFI 9 Perlodidae observé en 2013. Le peuplement reste cependant assez cohérent avec la qualité du milieu malgré un certain déséquilibre mis en évidence avec les indices de Shannon (H') et d'équirépartition (J'). On remarque qu'un apport de matières organiques, provoquant un relatif colmatage des zones lenticues, est favorable aux taxons de la famille des Gammaridae et Baetidae. Ceci est à mettre en relation avec à un petit débit et un piétinement bovin qui est resté important sur les parcelles adjacentes jusqu'à l'automne 2013.

Si l'on compare les 4 années de suivi de la station 1027 on constate une évolution positive de la note. D'autre part, on remarque l'apparition de taxons sensibles en plus grand nombre et comptabilisables pour la note. Les notes de robustesse restent assez très similaires (2011, 2012, 2013) et en classe bonne, cela confirme donc la régularité de la station malgré des fluctuations sur les familles très polluosensibles. Dans l'ensemble les peuplements de macroinvertébrés étaient légèrement déséquilibrés, avec des indices de Shannon (H') et Piélu (J') moyen à faible favorisant certains taxons préférant un excès de matières organiques allochtones (piétinement et déjection du bovin et apport du milieu forestier).

Bois Corcy (GAND2, 1028) :

Pour la station 1028, on obtient une note de 19/20 en 2015, ce qui la classe en très bonne qualité biologique en nette amélioration par rapport à 2013. Une grande diversité taxonomique (40 taxons) est observée avec un groupe faunistique GFI 9 (Plécoptères particulièrement oxyphiles : Perlidae). La robustesse de 17/20 se rapproche de la qualité de la station GAND1 1027. La diversité taxonomique est plus importante que 2013 (31 taxons) avec une meilleure répartition du peuplement en H'.

Montsarrat (GAND5, 1030) :

Le Gand à Montsarrat en 2015 est de très bonne qualité IBGN avec une note de 17/20. Le taxon indicateur retenu parmi les 31 identifiés est représenté par les plécoptères « Perlidae » (GFI 9), taxon particulièrement oxyphile et polluosensible. La robustesse de la note est de 15/20 comme en 2013 démontrant une légère surestimation de la note. Malgré cette robustesse un peu altérée, il s'agit d'un milieu préservé avec dominance de certains taxons (Gammaridae, Chironomidae et Baetidae), ce qui est assez fréquent sur l'ensemble des cours d'eau ligériens, traduisant un petit apport de matières organiques d'origine naturelle et agricole.

En synthèse sur le Gand :

Globalement sur l'ensemble des trois stations, on peut difficilement caractériser un impact actuel de l'aménagement autoroutier. Il est cependant dommage qu'aucun suivi hydrobiologique n'ait été réalisé avant (2007-2008) et pendant (2009-2010) la grosse phase de chantier : terrassement et remblai du vallon durant laquelle un colmatage accru du cours d'eau et une importante mortalité invertébrée et piscicole (mise en eau de l'ouvrage vouté du Gand) avaient été constatés.

Le piétinement bovin s'est intensifié durant la période 2011 - 2013 conduisant à une banalisation d'un point de vu habitat en termes de hauteur d'eau et de granulométrie. Cette situation est aujourd'hui résolue par la mise en défens des berges par des clôtures à l'automne 2013 (travaux du syndicat de rivière Rhins Rhodon et Trambouzan SYRRTA suite aux accords SYRRTA ASF).

La qualité de l'eau et des habitats diversifiés restent cependant très favorables aux macroinvertébrés benthiques avec la présence de taxons très sensibles (Perlidae, Perlodidae) et une diversité taxonomique importante.

3.4.2.2 Bernard :

En raison des assecs précoces en juillet 2015, les prélèvements n'ont pas pu être réalisés. De plus cet étiage ayant perduré jusqu'à l'automne, et compte tenu du temps de recolonisation post sécheresse (6 mois) nous n'avons pas jugé utile de réaliser des prélèvements à l'automne 2015.

Tableau 14 - Résultat IBG-DCE des stations du Bernard (bilan des campagnes 2013)

Code station	CodRiviere	date	effectifs B1+B2	variete taxonomique	classe de variete	Groupe Indicateur	Taxon indicateur	calcul_ibgn3+station+ classe_gi_gi	note_ibgn	qualite_ibgn	classe_qualite_ibgn	ibgn et robustesse	H'	J'
1040	Bernand	09/07/2013	2235	23	7	7	Goeridae	7,2	13	bon	V	13(13)	1,26	0,28
1041	Bernand	10/07/2013	3406	23	7	7	Goeridae	7,2	13	bon	V	13(13)	1,25	0,28
1042	Bernand	10/07/2013	4582	23	7	6	Ephemeridae	6,1	12	moyen	J	12(11)	0,26	0,06

Bois de la Dame(1032) :

Sur cette station en aval immédiat de sa confluence avec le ruisseau le Régnand, la note IBGN 2013 est de 13/20 avec une robustesse identique. Le taxon indicateur est de rang 7 (Les Goeridae), et la diversité taxonomique s'élève à 23. La classe de qualité de ce tronçon du Bernard est bonne. Une analyse plus fine du peuplement permet de constater un fort déséquilibre. Il est traduit par des indices de Shannon et de Piélou critique respectivement de 1,26 et 0,28, ceci étant attesté par la dominance de Gammaridae, représentant 80% du peuplement. D'autre part, un quart des taxons est représenté par un seul individu, montrant malgré la robustesse, une fragilité de la note.

Les Boucherottes (1033) :

Le Bernard en aval du dernier ouvrage de l'A89 est classé en 2013 en bonne qualité avec une note de 13/20 et avec 23 taxons et les Goeridae comme indicateur (GFI 7). Il s'agit d'un résultat très similaire avec la station du Bois de la Dame, en effet, tous les paramètres d'analyses du peuplement benthiques sont équivalents. L'analyse de ce peuplement est la même avec une disparité dans la répartition des taxons. Ici aussi, les Gammaridae dominent largement le peuplement à près de 90% (présence importante de matières organiques fines particulières ou grossières).

La Ville (1034) :

La station amont confluence avec la Loire présente la qualité biologique 2013 la plus faible du linéaire avec 12/20 et une qualité moyenne avec 23 taxons et les Ephemeridae comme groupe indicateur. La robustesse est d'un point en dessous soit 11/20. Les indices de diversité taxonomique (H') et d'équirépartition des peuplements (J') sont au plus bas avec des valeurs proches de zéro. On remarquera aussi que la domination par les Gammaridae qui est toujours effective avec une représentation de 96% des effectifs totaux du peuplement. Ils sont essentiellement présents dans le seul substrat marginal présent sur la station (système racinaire).

Pour le Bernard, il s'agit de la première campagne hydrobiologique connue par la FDPPMA42, on constate sur l'ensemble des stations un cours d'eau de qualité moyenne à bonne avec une homogénéité des notes sur les 3 stations. Ce cours d'eau est perturbé en comparaison avec les données du Gand. Dans la globalité, le gradient amont aval n'est pas respecté avec très peu de différences entre les résultats des 3 échantillonnages.

3.5 Pêches électriques sur le Bernard et le Gand (suivi FDPPMA) :

Pour les pêches électriques 3 sites ont été réalisés sur le Bernard en 2013 et 2015. La station aval tracé (BERNAND2_1033) au lieu dit les Boucherottes, n'a pas pu être échantillonnée en 2013 car le propriétaire de la parcelle (détenteur du droit de pêche) n'avait pas donné son autorisation pour accéder sur le point de pêche. Nous avons pu pêcher ce site en 2014 et 2015. Par ailleurs la FDPPMA suit la qualité piscicole du Bernard en aval du tracé sur une station pérenne du RSPP de la Loire (en aval du pont de la RD27 au lieu dit les Buissonnières). Nous présentons donc les résultats 2013 à 2015 et les données disponibles antérieures sur ces sites et sur l'ensemble du bassin versant.

3.5.1 Le Bernard :

Qualité IPR :

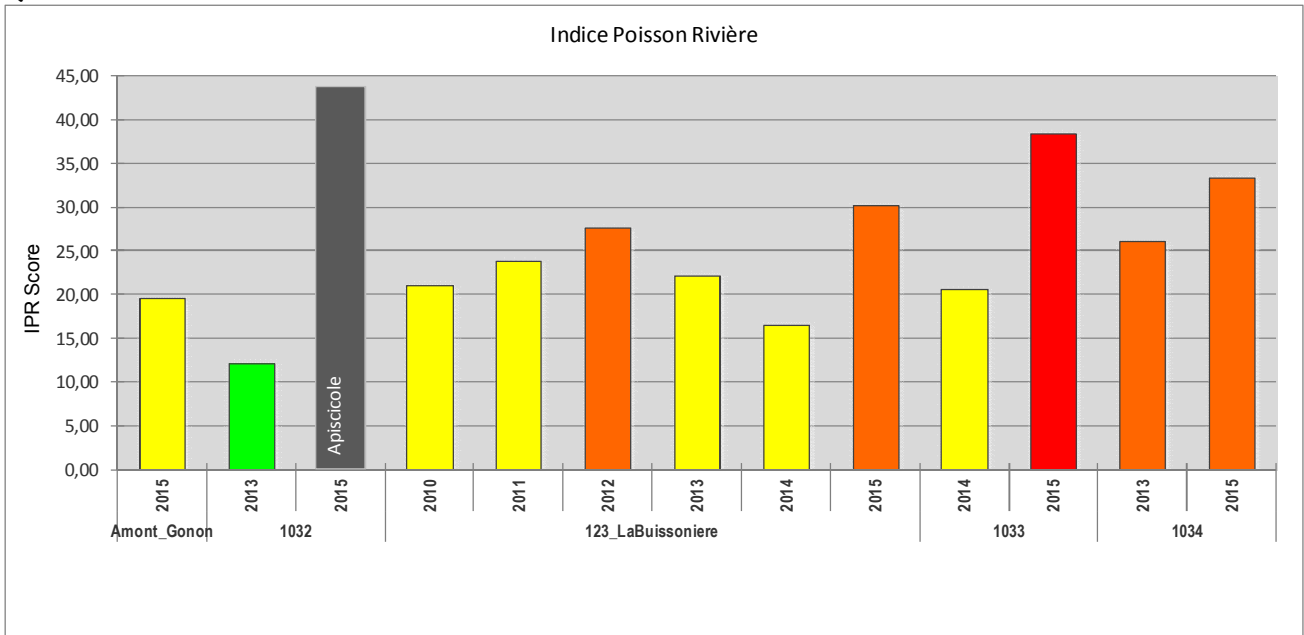


Figure 5 : Qualité Indice Poisson Rivière AFNOR sur le Bernard en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015

1032 : Bois de la Dame amont A89 ; 123 : La Buissonnière aval A89 et RD27 ; 1033 : Les Boucherottes aval immédiat A89 ; 1034 : La Ville clé de bassin versant.

La qualité IPR est bonne à moyenne sur le cours amont du Bernard dont le peuplement est dominé par la truite avec des loche-franches et des vairons ainsi que des écrevisses californiennes (figure 5). La qualité se dégrade en 2015 dans un contexte hydrologique exceptionnel ayant entraîné des assècs.

Sur le cours aval, proche de la Loire, (BER3 : La Ville), le cortège d'espèces s'étoffe avec la remontée d'espèces depuis le fleuve Loire. Le peuplement électif est composé de truites, chevaines, goujons, loche-franches et vairons ; mais on constate la présence de nombreuses espèces plus indicatrices d'eaux calmes comme gardons, rotengles, tanches et des espèces invasives : pseudorasbora, perche soleil, poisson chat et écrevisses californiennes. Les qualités IPR 2013 et 2015 est médiocre en lien avec cet écart entre le peuplement attendu et observé.

Qualité salmonicole :

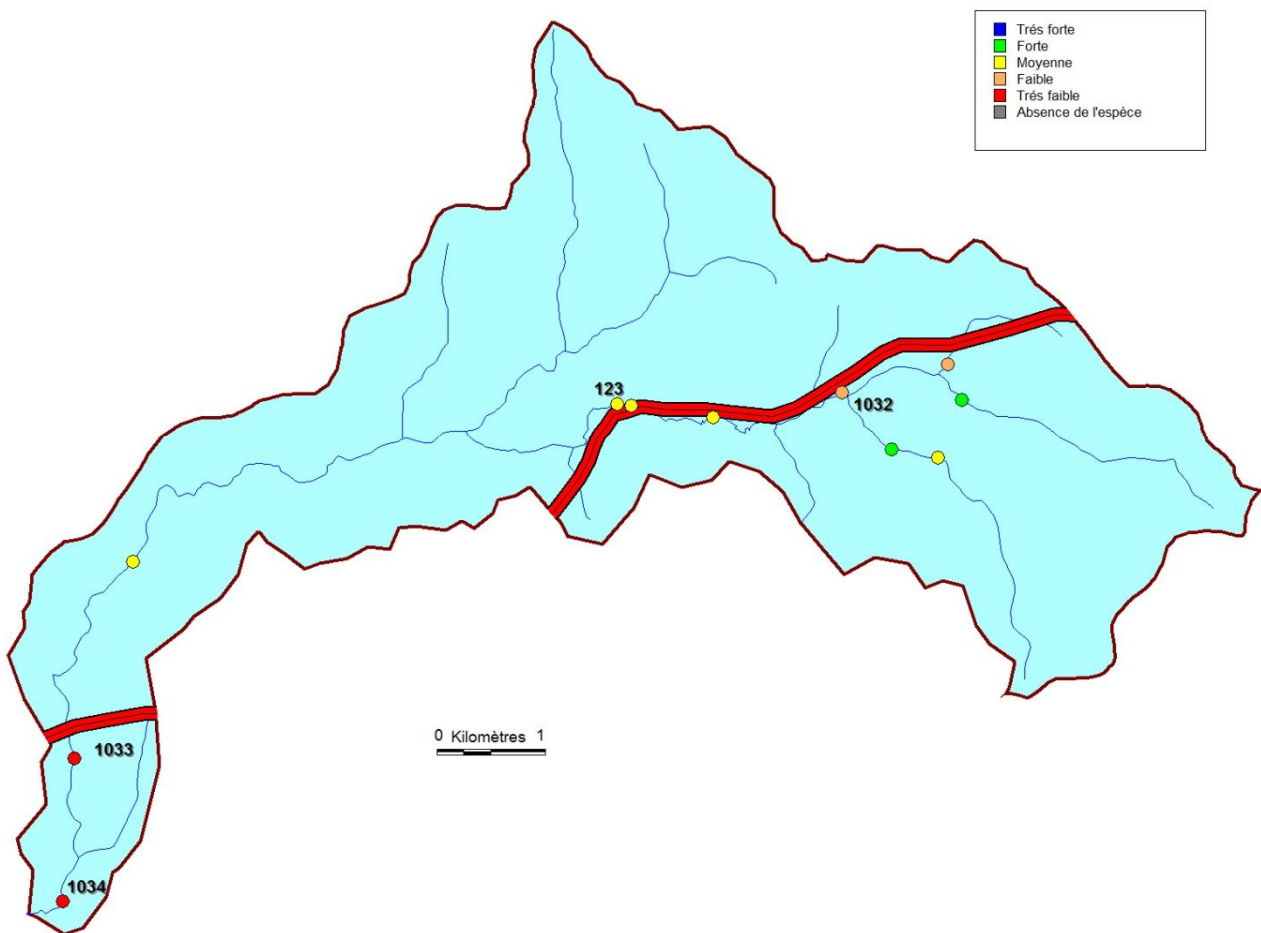
Tout comme les notes IPR et l'analyse des peuplements en fonction du niveau typologique du Bernard, les classes de densités et biomasses moyennes en truites affichent une nette dégradation de la qualité salmonicole selon un gradient amont-aval (Carte 4 et 5).

Sur le cours amont, le Régnand (affluent du Bernard) affiche des classes de densités très fortes à moyennes pour des biomasses fortes. La station la plus en amont du Bernard présente des densités fortes avec des biomasses très fortes, ce qui traduit un bon niveau salmonicole.

Sur le cours intermédiaire, le niveau salmonicole se dégrade légèrement, avec des densités faibles à moyennes et des biomasses moyennes à fortes.

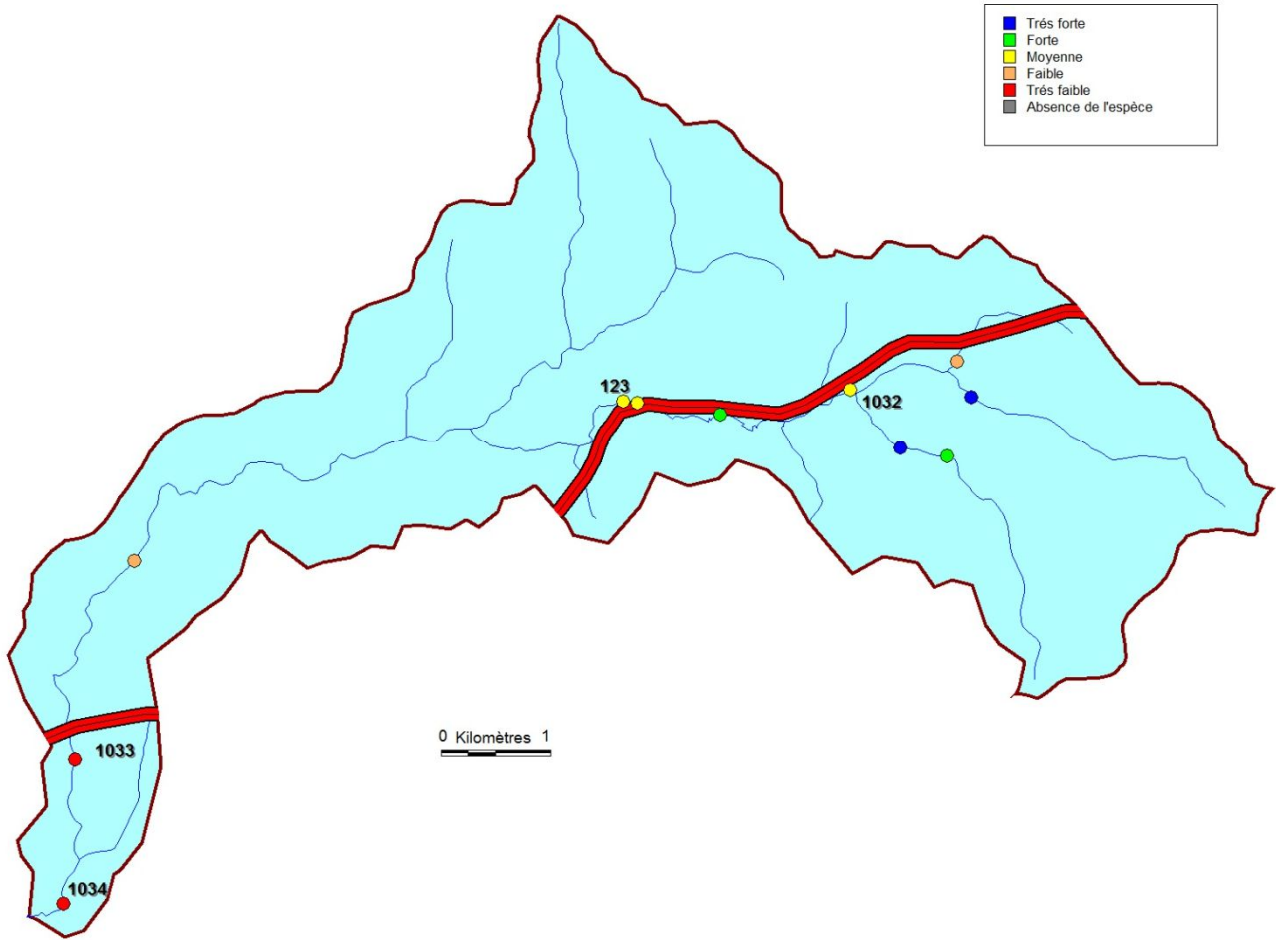
Sur l'extrême partie aval, les densités et biomasses sont très faibles, témoignant d'un niveau salmonicole dégradé (cartes 4 et 5).

Biomasse (kg/ha) moyenne en truites fario sur le Bernard entre 2010 et 2015



Carte 4 : Biomasses moyennes de truites sur le Bernard en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015

Densité (ind/ha) moyenne en truites fario sur le Bernard entre 2010 et 2015



Carte 5 : Densités moyennes de truites sur le Bernard en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015

Le niveau salmonicole du Bernard suit la tendance de l'IPR : à savoir une qualité plutôt bonne sur le cours amont et une dégradation au fur et à mesure que l'on s'éloigne des sources. Le cours d'eau subit des problèmes réguliers de manque d'eau en été, associé à des élévations de température préjudiciables pour la truite fario.

La station de la Buissonnière, suivie depuis de nombreuses années dans le cadre du réseau piscicole permanent, fait état de fluctuations interannuelles importantes (cf. figure 6) que l'on peut directement corrélérer avec les conditions hydrologiques estivales. Il semblait se dessiner une amélioration entre 2012 et 2014 mise à mal par la sécheresse de l'été 2015 qui a conduit à une baisse brutale du niveau d'abondance suite aux assècs par tronçon et aux conditions thermiques très défavorables.

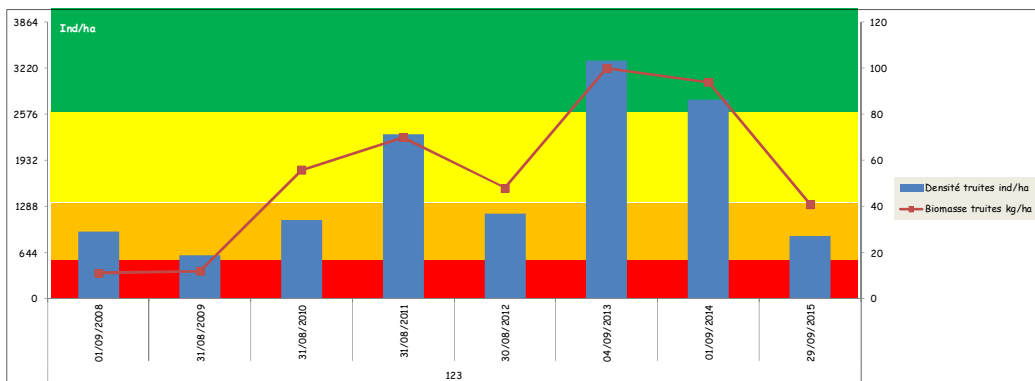


Figure 6 : Evolution des densités et biomasses en truites sur le Bernard au niveau de la station du RSPP42 (Les Buissonnières : 123).

3.5.2 Le Gand :

Qualité IPR :

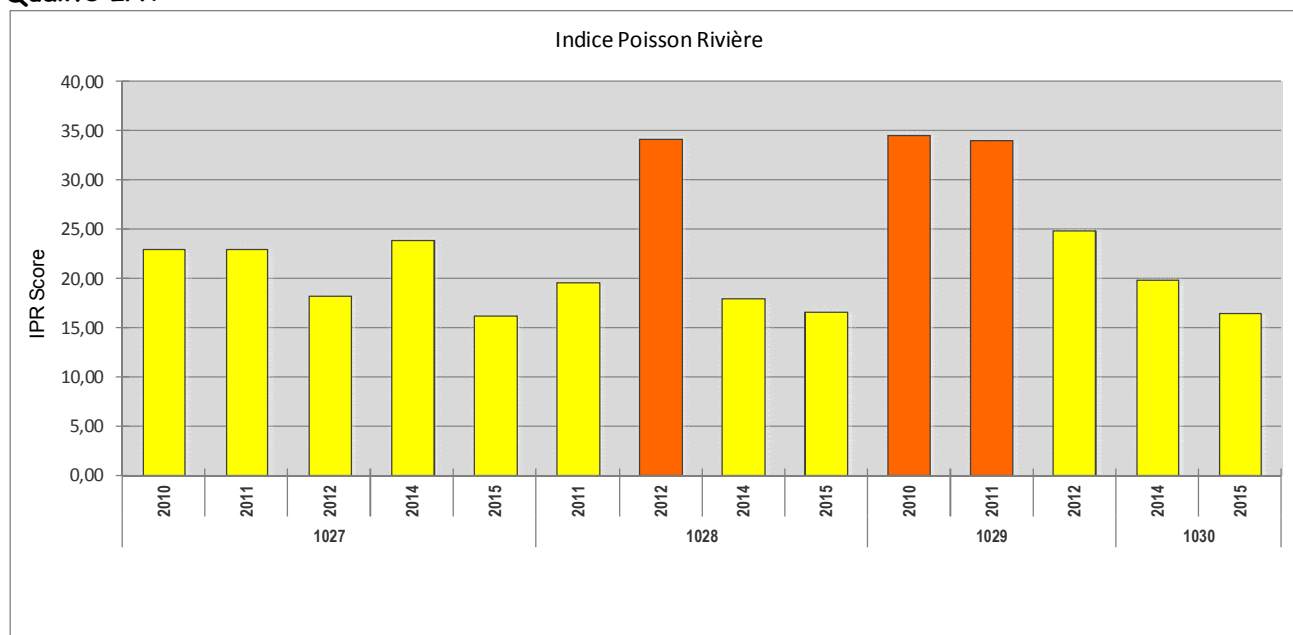


Figure 7 : Qualité Indice Poisson Rivière AFNOR sur le Gand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2007 et 2012

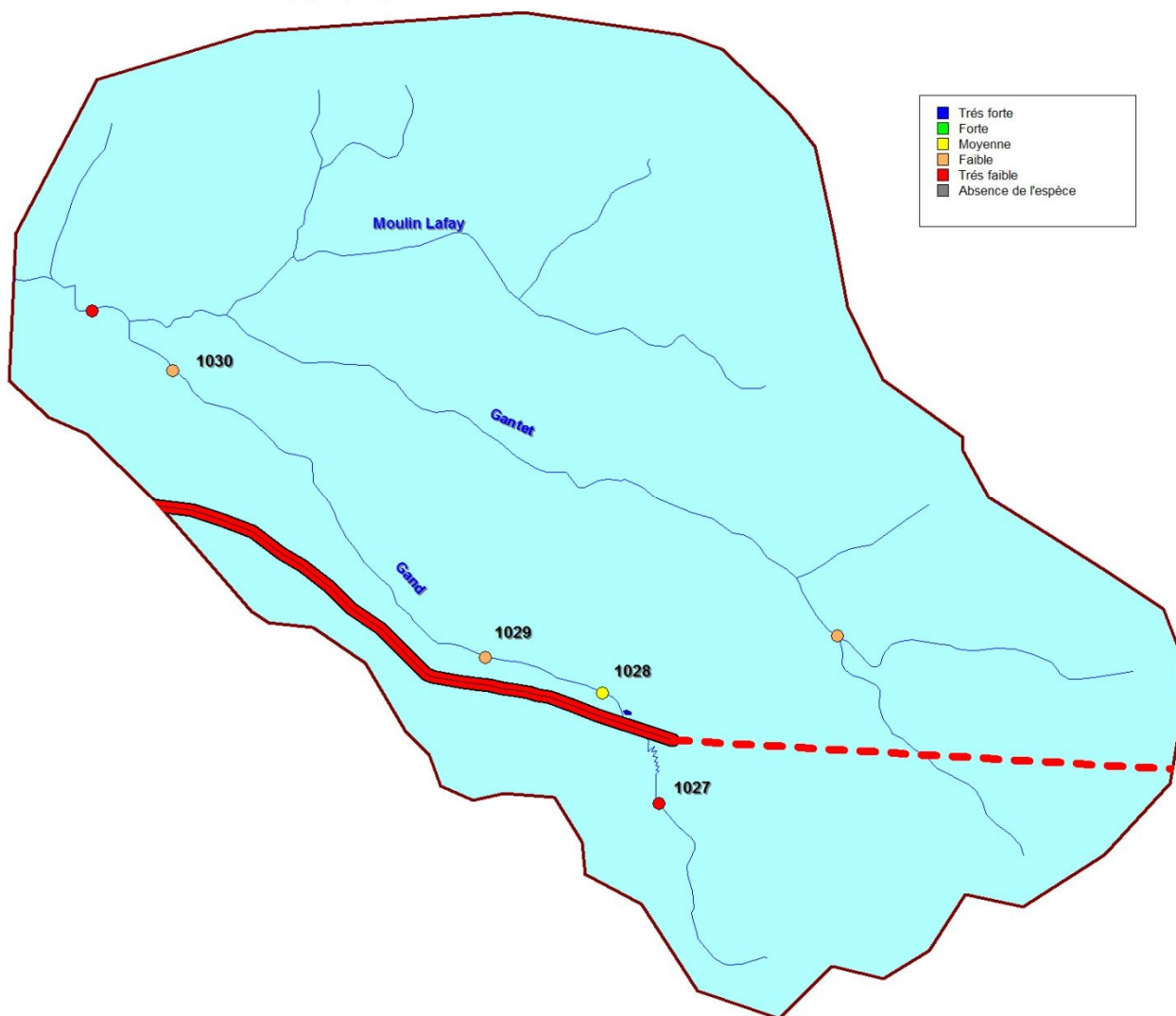
1027 : Chez Chabout amont A89 ; 1028 : Bois Corcy aval immédiat A89 ; 1029 : Le Rey 800 m aval A89 ; 1030 : Montsarrat sortie de bassin versant du haut Gand.

Seule la truite (et les écrevisses sur GAND1 Chez Chabout) est présente avec quelques rares vairons. L'absence de chabot pénalise le calcul de l'IPR qui classe le cours d'eau en état moyen à mauvais entre 2010 et 2015 (Figure 7).

En juin 2010, la station de Bois Corcy était apiscicole en lien avec l'impact de la pollution par montée brutale de pH suite à la mise en eau de l'ouvrage vouté du Gand à l'automne 2009

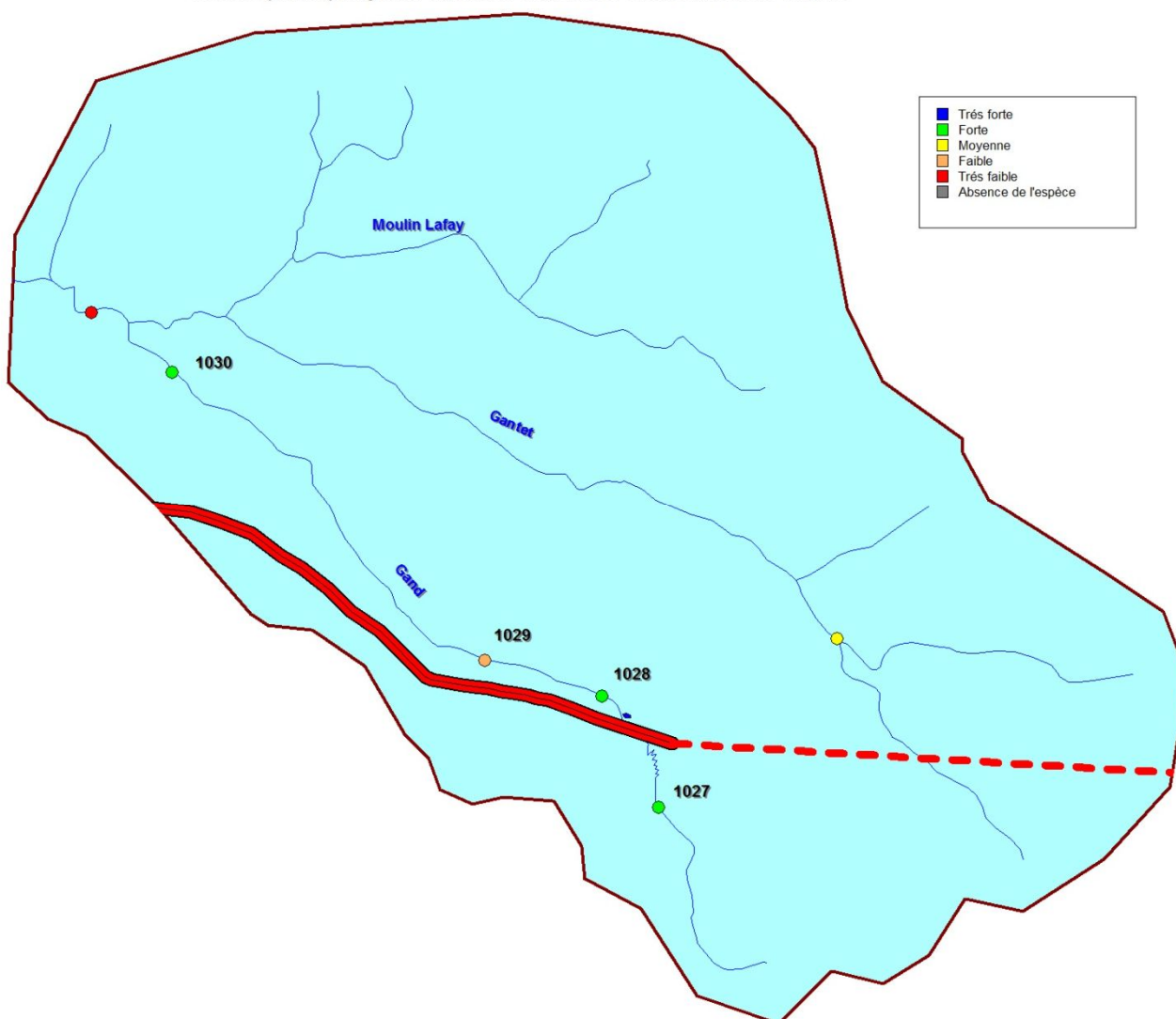
Qualité Salmonicole :

Biomasse (kg/ha) moyenne en truites fario sur le Gand entre 2010 et 2015



Carte 6 : Biomasses moyennes de truites sur le Gand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015

Densité (ind/ha) moyenne en truites fario sur le Gand entre 2010 et 2015



Carte 7 : Densités moyennes de truites sur le Gand en amont et aval du tracé de l'A89 entre 2010 et 2015

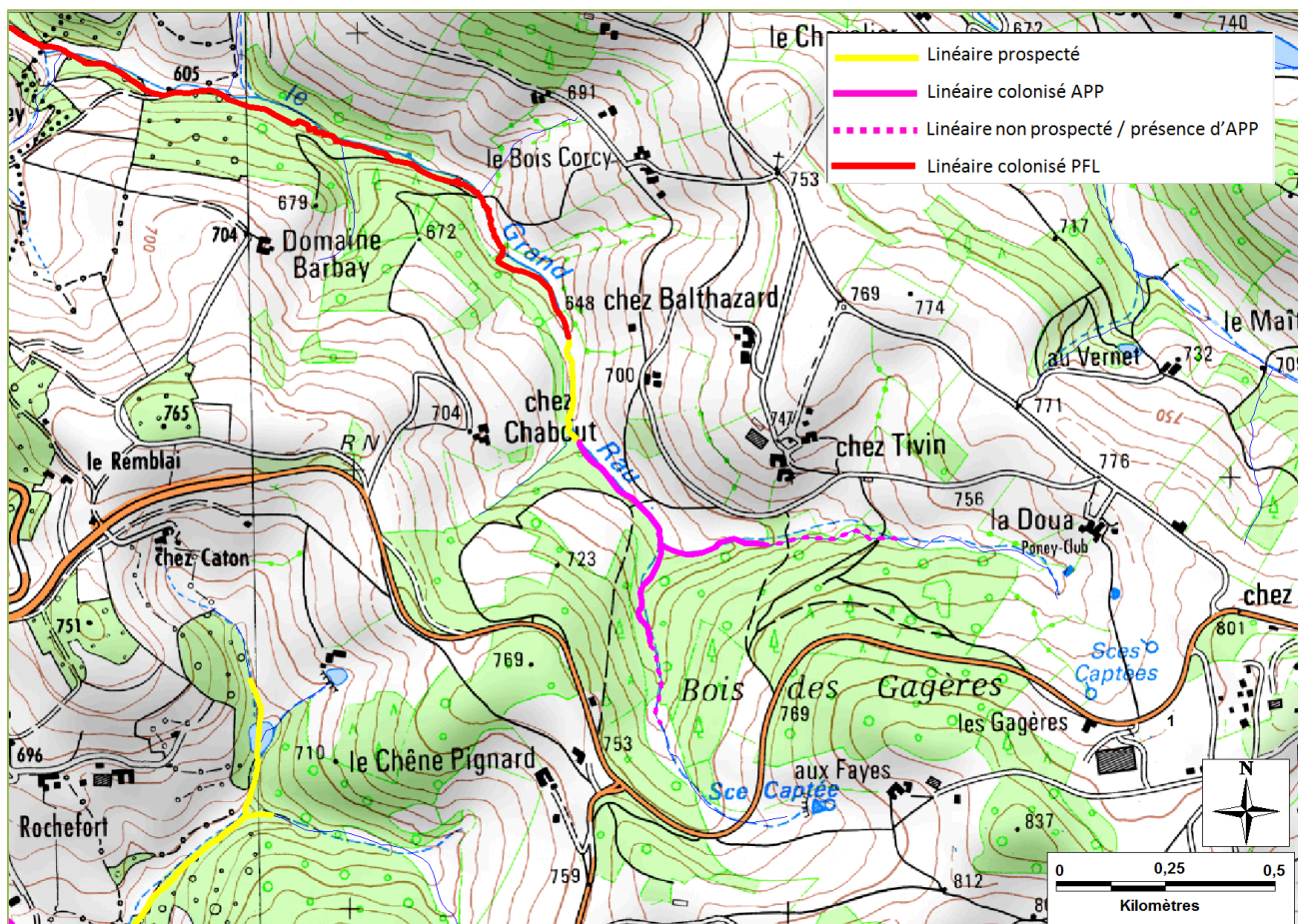
La qualité salmonicole (densité par hectare de truite en fonction du référentiel massif Central cristallin) est forte sur la station Gand1 (1027 : Chez Chabout) en amont du tracé. En aval immédiat sur le site Gand2 (1028 : Bois Corcy), la situation est fluctuante et les derniers relevés de 2015 font état d'un bon niveau en truite fario. Au niveau de Chez le Rey (1029) la situation salmonicole s'améliore en 2012 par rapport à 2010-2011 avec passage en classe moyenne. Cette station n'a pas été suivie entre 2013 et 2015. En sortie du haut bassin du Gand, la station 1030 (Montsarrat) présente une densité salmonicole moyenne entre 2013 et 2015.

Les biomasses sont faibles car les individus sont essentiellement des juvéniles d'âge 0+ (truitelles de l'année ayant éclos en avril) et des truitelles ayant un hiver en rivière (1+).

Sur le cours aval au niveau du pont de Gand, soit 500 m en aval de la station de Montsarrat, la situation salmonicole est dégradée par les problèmes de manque d'eau en été (perte d'habitat) comme sur tout le cours d'eau (mais cela est moins marqué sur l'amont où le débit d'étiage est soutenu par les zones humides rivulaires permettant de conserver un débit et une thermie favorables).

3.6 Prospections écrevisses sur le Gand et le Gantet (suivi FDPPMA) :

Pour le suivi des tronçons colonisés par les écrevisses sur le tronçon amont-aval du tracé sur le Gand, plusieurs prospections nocturnes ont été réalisées au cours des étés 2008 à 2015 sur le cours complet du Gand au début (entre Montsarrat et les sources) puis ensuite sur son cours amont vu la disparition progressive de l'espèce : prospection du linéaire entre l'amont du vallon du Rey et les deux branches de la Doua et du Bois des Gagères. Ces suivis ont été réalisés en faisant une estimation visuelle des densités. Ils ont été complétés par des prospections sur le Gantet au lieu dit la Truche sur la zone de réintroduction des écrevisses (25 septembre 2012) élevées au muséum de Besançon.

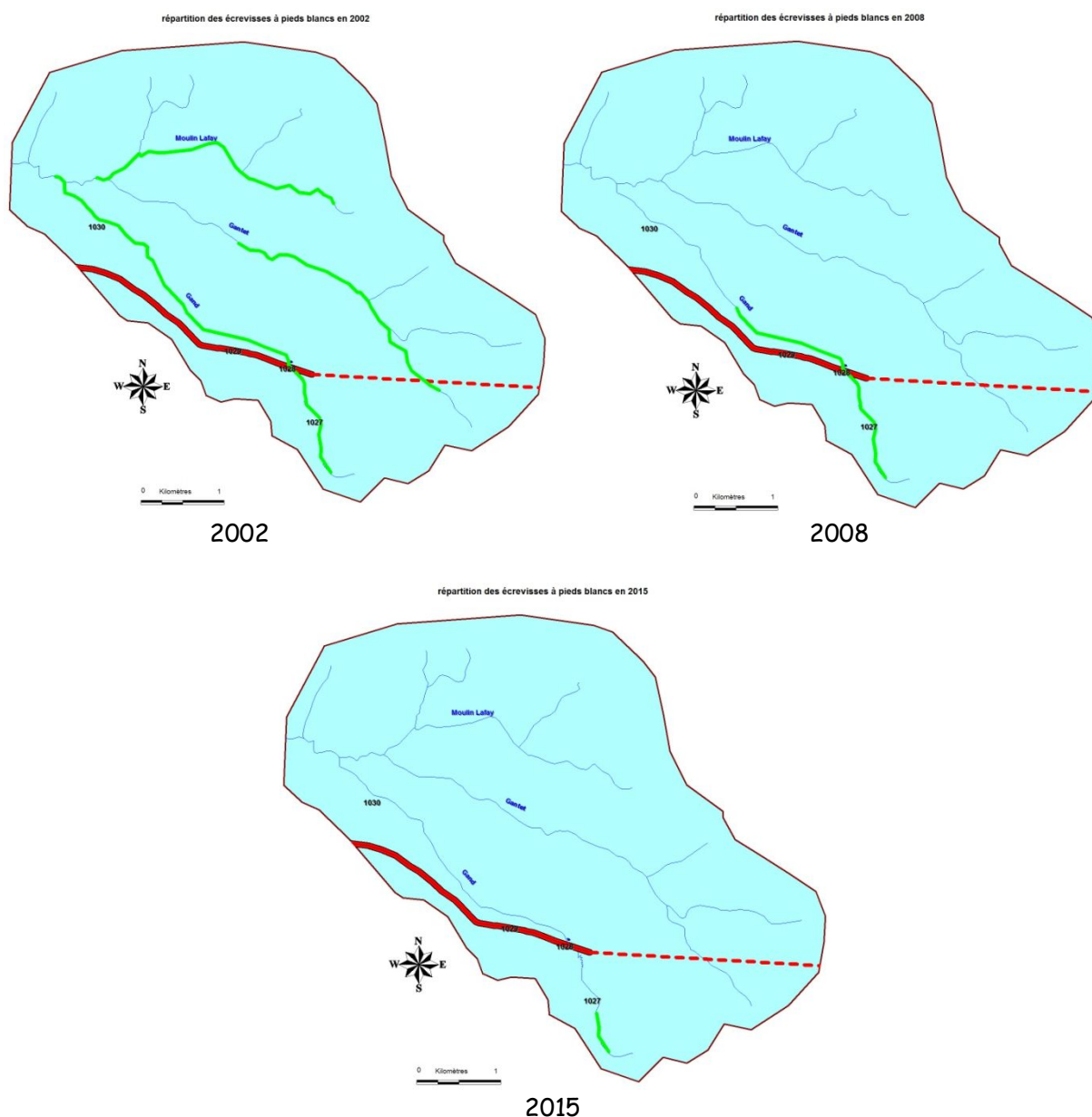


Carte 8 : Prospection nocturne 2015 des écrevisses à pieds blancs sur le Gand en amont et en aval du tracé de l'A89 : état actuel de la répartition de l'espèce.

Le Gand :

Le site initial du Gand avant 2003 (suivi lors de l'été 2002 du Conseil Supérieur de la Pêche, D. Valfort agent commissionné) était compris entre les zones apicales et la confluence avec le ruisseau du Moulin Lafay en aval du lit dit Montsarrat soit près de 6 km. La sécheresse de l'été 2003 a impacté massivement cette population, mais aussi celle du Gantet et du ruisseau de Moulin Lafay (carte 10).

Celle-ci était cependant encore présente en densité forte à faible entre les zones de sources et Bois Corcy (TEREO, 2007). En 2008, la FDPPMA avait réalisé un suivi sur tout le vallon mettant en évidence une reconquête progressive mais la population s'arrêtait cependant à l'aplomb du hameau du Rey. Les suivis menés par TERE0 et la FDPPMA laissaient penser à une phase de recolonisation. Malheureusement, suite à la mise en eau de l'ouvrage vouté du Gand, la pollution au pH élevée (>10) de novembre 2009 a éradiqué les écrevisses du secteur aval du tracé, écrevisses qui n'ont pas colonisé le secteur aval depuis.



Carte 9 : Evolution des linéaires colonisés par les écrevisses à pieds blancs sur le haut bassin du Gand

Entre 2009 et 2013, la densité observée sur le cours amont de l'A89 a été divisée par trois ou quatre en lien avec un colmatage important des habitats suite à un piétinement bovins conséquent sur de nombreuses parcelles. Le SYRRTA en charge du contrat de rivières Rhins Rhodon et Trambouzan a réalisé (conformément aux accords avec ASF) à l'automne 2013 et début 2014 une mise en défens des berges (pose de clôtures et abreuvoirs) sur une bonne partie du linéaire du Gand en amont et en aval du tracé de l'A89.

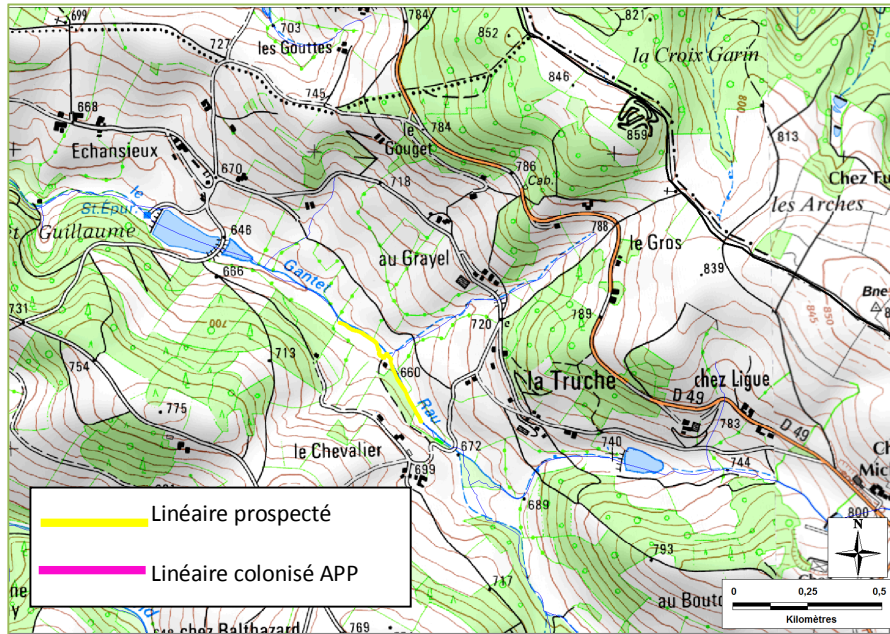
Les écrevisses californiennes sont désormais présentes sur presque tout le territoire du Haut Gand et occupent la place où les écrevisses pieds blancs étaient observées en 2002. Ces écrevisses californiennes remontent désormais dans la zone humide en amont du tracé de l'A89. La population d'écrevisses à pieds blancs est plus que menacée et est maintenant confinée à quelques centaines de mètres entre Chez Chabout les zones de sources du Bois des Gagères et de la Doua.

Le Gandet :

Ce site à écrevisses à pieds blancs a disparu suite à la sécheresse de 2003. Une tentative de réintroduction a eu lieu le 25/09/2012 (353 individus) par le muséum de Besançon. Un seul individu avait été observé en juillet 2013, 50m en aval du pont de la Truche.

Aucune APP observée en 2014 et 2015 (carte 11). Les conditions d'observations de 2015 ne permettent pas d'affirmer la présence ou l'absence d'écrevisses, et reste à compléter dans de meilleurs conditions.

A noter que lors des campagnes de pêche électrique (FDPPMA42 : 2008 à 2015) de la station du réseau piscicole située 50 m en amont du pont de la Truche, aucune APP n'a été capturée ou observée.



Carte 10 : Prospection nocturne 2015 des écrevisses à pieds blancs sur le Gandet.

3.7 Densité en écrevisses par la méthode CMR chronique 2007 -2015 :

Des opérations de capture -marquage -recapture des écrevisses ont été menées en 2007 par TERE0 et de 2010 à 2015 par la FDPPMA42.

3.7.1 Données 2007 :

L'opération CMR, réalisée par TERE0 en juillet 2007, fournit des données relatives aux populations astacicoles présentes l'année précédent le commencement des travaux (voir tableau 15 et figure 7).

Tableau 15: résultats de l'évaluation de la qualité de la population astacicole en amont de l'ouvrage station Chez Chabout (1027) (TERE0, 2007)

CMR	2007
Effectif estimé	80
Densité / m ²	2,01
Classe de densité	Forte

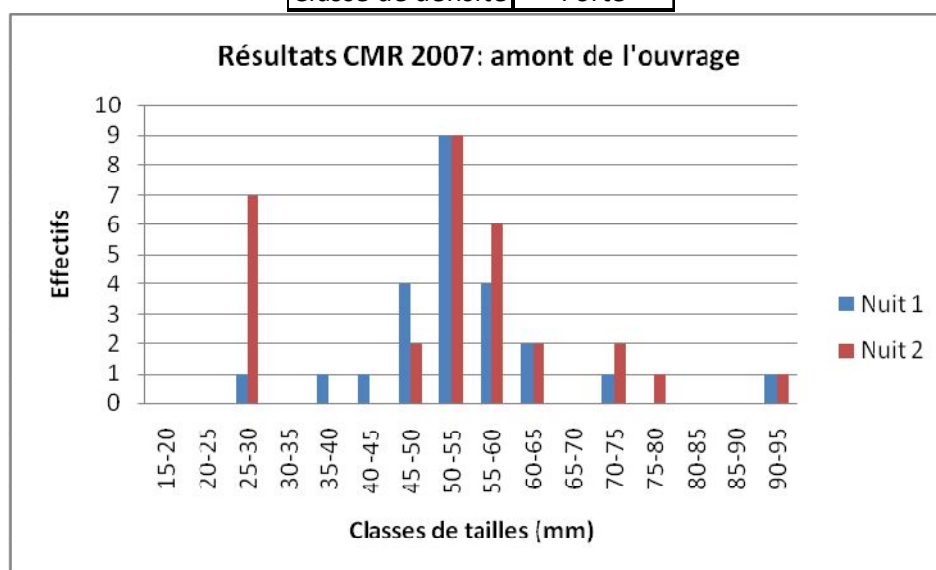


Figure 8: histogramme des effectifs d'écrevisses à pieds blancs capturées en amont de l'ouvrage (station Chez Chabout) en fonction des classes de tailles (TERE0 2007)

En 2007, le Gand amont accueillait une population d'écrevisses à pieds blancs pouvant être qualifiée de forte. En effet, l'estimation des densités d'*A.pallipes* selon la méthode de Petersen a mis en évidence la présence d'environ 2 individus par mètre carré. Une dominance des stades adultes est constatée, à savoir ceux dont la taille est supérieure ou égale à 50 mm. Quant aux jeunes sujets (de taille inférieure à 30 mm), ils ne restent que faiblement représentés. Ces faibles densités de juvéniles peuvent néanmoins provenir de la difficulté de capture des petits individus face à ceux de tailles plus importantes. Cet aspect semble néanmoins atténué par les résultats de recapture (nuit 2) puisqu'ils traduisent une densité plus importante de juvéniles.

En aval de la construction de l'ouvrage (station de Bois Corcy 1028), les données traduisent une réduction notable de la population astacicole (figure 8 et tableau 16).

Tableau 16: résultats de l'évaluation de la qualité de la population astacicole en aval de l'ouvrage (Tereo 2007, station Bois Corcy, 1028).

CMR	2007
Effectif estimé	20
Densité / m ²	0,5
Classe de densité	Faible

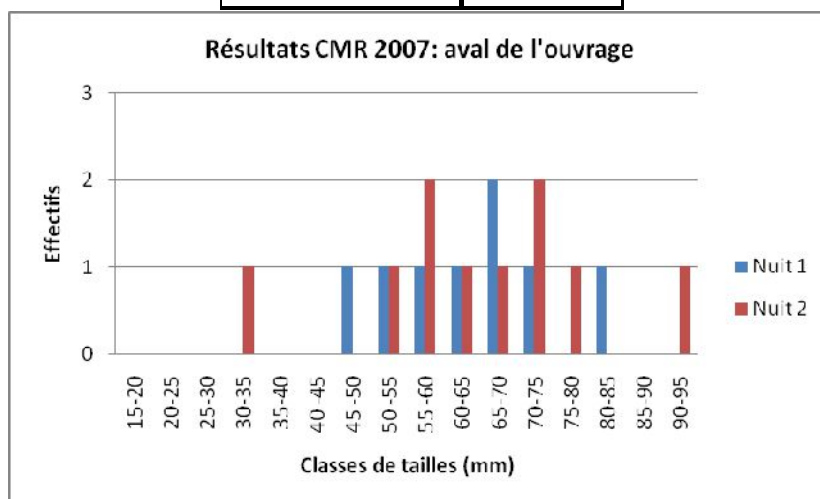


Figure 9: Histogramme des effectifs d'écrevisses à pieds blancs capturés en aval de l'ouvrage en fonction des classes de tailles (Tereo 2007, station Bois Corcy, 1028).

Les densités d'individus au mètre carré chutent de 2 à 0,5. D'une densité forte en *A. pallipes* en amont de l'ouvrage, le Gand se voit attribuer une densité faible en aval. De plus, aucun juvénile n'avait été capturé. Malgré l'écart notable entre les populations d'écrevisses à pieds blancs situées en amont de l'ouvrage et celles situées en aval, ces résultats témoignaient de la capacité du Gand à accueillir ces populations. Compte tenu des fluctuations interannuelles des populations, des difficultés d'échantillonnage liées au protocole CMR, on ne peut pas considérer que ce bilan annuel 2007 soit vraiment représentatif du niveau réel initial de la population.

3.7.2 Station 1027 (Chez Chabout, amont tracé A89), CMR de 2010 à 2015 :

Les données recueillies attestent de la présence de toutes les classes d'âges sur ce tronçon du Gand. En terme d'effectif, les adultes sont plus représentés que les juvéniles. Une part plus importante de juvéniles est souvent capturée la seconde nuit. Les effectifs de juvéniles semblent donc plus représentatifs de la composition de la population d'*A.pallipes*, la population est équilibrée.



Station chez Chabout (FDPPMA : février 2016)

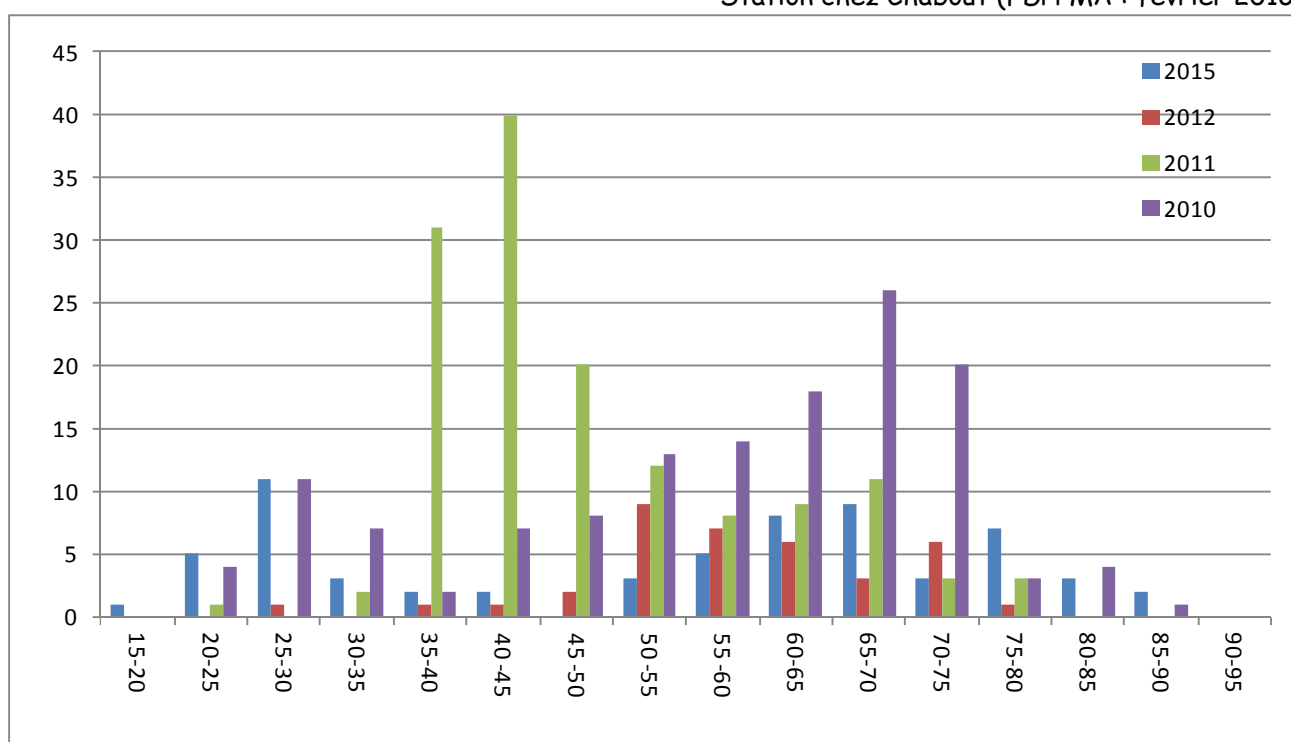


Figure 10: histogramme des effectifs de capture et recapture de juillet 2010 et 2011, 2012 et 2015 sur la station 1027 (Chez Chabout).

Tableau 17: Résultats de l'évaluation de la densité des populations astacicoles de 2007 à 2015 sur la station 1027 (Chez Chabout) par la méthode de CMR (Petersen).

Ruisseau	Station	Date	Longueur	Largeur	Surface	Total_capture	Effectif_n1	Effectif_n2	Effectif_n3	Effectif_non_marqué_n2	Effectif_non_marqué_n3	Poids_total_echantillon	Sex_ratio	Effectif_estimé	Ecart_type	Densité_estimée (ind/m ²)	Classe_densité	Biomasse estimée (kg/ha)	Classe_densité_poids	Espèce	Opérateur	Méthode
Gand	Chabout_CMR	16/07/2007	33	1,2	39,8	45	24	30		9			0,8			2,01	4	157	4	APP	TEREO	Petersen
Gand	Chabout_CMR	28/07/2010	49	0,9	44	115	55	83		60		553	0,8	195	30,544	4,42	5	213	4	APP	FDPPMA42	Petersen
Gand	Chabout_CMR	18/07/2011	49	0,88	43,1	111	87	53		24		663	0,8	157	23,684	3,65	5	218	4	APP	FDPPMA42	Petersen
Gand	Chabout_CMR	23/07/2012	49	0,88	43,1	33	14	23		19		279	0,8	71	27,413	1,65	4	139	4	APP	FDPPMA42	Petersen
Gand	Chabout_CMR	01/07/2015	49	0,88	43,1	54	28	36		26		574	1,3	97	23,662	2,24	4	238	4	APP	FDPPMA42	Petersen

Commentaires 2010 et 2011 :

La densité en écrevisses est en classe excellente d'après le référentiel de la DR ONEMA de Lyon (Degiorgi: plus de 2.8 ind/m²). La population comprend toutes les classes d'âge des ind 1+ (20-25 mm) aux adultes >= 3 ou 4+ (>50 mm) avec une prédominance des stades adultes qui, avec la technique de CMR à la main de nuit, sont plus facilement échantillonnables que les juvéniles de petite taille.

Commentaires 2012 :

La densité chute fortement d'un facteur 2 on passe de 3.65 à 1.65 ind/m² soit la chute d'une classe de qualité (excellente à bonne). Cette chute est imputable à la dégradation des habitats (ensablement) lié au piétinement bovin intensif sur la station avec impact mécanique et déjections. Compte tenu de cette observation, aucune opération de CMR n'a été réalisée en 2013 pour laisser tranquille la population. Suite à la sollicitation de la FDPPMA, le SYRRTA a lancé les opérations de mise en défens des berges du Gand amont en automne 2013.

Commentaires 2015 :

Des contraintes hydrologiques ne nous ont pas permis de réaliser correctement la CMR au cours de juillet 2014. Nous n'avons donc pu refaire cette manipulation qu'au cours de l'été 2015. La densité augmente un peu par rapport à 2012, mais reste en deçà des observations de 2010 et 2011. En revanche la biomasse totale en écrevisses est un peu supérieure aux valeurs de 2010 et 2011. La population est relativement bien structurée. La densité 2015 ne prend pas en compte l'observation de près de 60 juvéniles de l'année (<12 mm) capturés lors de la CMR2 du 01 juillet (juvéniles portés encore par les femelles). On voit nettement l'effet positif de la mise en défens des berges par rapport au piétinement abusif de l'été 2012. Les berges sont propres et stables, le lit est très peu colmaté par les fines.

Etat global de la population :

De façon globale, la population régresse fortement puisque la limite aval du site, qui atteignait en 2012 la zone humide reconstituée par ASF, remonte de 500 m pour se retrouver juste 100 m en aval du site de la CMR. Le noyau résiduel de la population se retrouve donc confiné en amont de ce point et sur les deux branches de la Doua et du Bois des Gagères avec des niveaux de densité qualifié fort heureusement de bon. La très mauvaise nouvelle réside en la capture d'écrevisses de Californie en aval de l'ouvrage vouté du Gand et la présence de celle-ci dans la zone humide. Cette menace biologique est majeure.

3.7.3 Station 1028 (Bois Corcy), CMR 2010, situation jusqu'en 2015:

En juillet 2010, une opération CMR avait été réalisée sur la station 1028 (Bois Corcy, aval immédiat du tracé de l'A89). Après deux passages successifs, aucune écrevisse à pieds blancs n'a été capturée. De plus, aucune vie piscicole n'avait été mise en évidence, ce qui avait été confirmé lors de la pêche électrique réalisée le 28 juillet 2010. Ces résultats témoignent encore une fois de l'impact majeur de la pollution au pH liée à la mise en eau de l'ouvrage vouté du Gand.

En aval des travaux et au niveau de la station 1028, les populations astacicoles ont été massivement détruites en 2009 et n'ont toujours pas recoloniser pleinement le milieu. Ce sont les écrevisses californiennes qui colonisent désormais en 2015 cette portion de cours d'eau. En revanche, les populations piscicoles (truites en particulier) sont de nouveau bien présentes.

3.8 Evaluation de la continuité sur les 5 ouvrages hydrauliques du Gand, Bernard, Millonnais, Ronzière et Villechaise :

3.8.1 Le Gand :

L'ouvrage de franchissement du Gand (90 m) et la zone rescindée (env. 30 m) ne présente pas de discontinuités hydraulique et piscicole en période de hautes et moyennes eaux soit une bonne partie de l'année. Il a par contre été constaté une **rupture d'écoulement** sous l'ouvrage vouté au plus fort des épisodes estivaux notamment en 2011 (été sec et chaud). En 2013, les conditions hydrologiques assez favorables en été n'ont plus révélé ce problème, mais il est également probable que le charriage et les matières en suspension, les fines et le sable aient commencé à colmater les interstices des éléments granulométriques rapportés en phase travaux pour refaire le lit mineur. En 2015, malgré la canicule et la sécheresse, le lit du Gand sous l'ouvrage vouté a toujours tenu l'eau.

Néanmoins, si la continuité semble être assurée, les conditions habitationnelles de l'ouvrage vouté sont jugées mauvaises : faible lame d'eau, peu ou pas d'abris et pas de fosse. Cette situation perdure et devrait pouvoir être améliorée.

Le lit rescindé en aval est maintenant bien végétalisé et stabilisé et de meilleure qualité en habitat que le lit sous l'ouvrage vouté.



Hiver 2010

FDPPMA42



été 2011



printemps 2013

Hydrorestore



Février 2016

3.8.2 Le Bernand :

Le franchissement du Bernand est réalisé par un pont suspendu large avec un fond naturel reconstitué assez intéressant d'un point de vue habitat (abris de sous blocs et lame d'eau suffisante pour le franchissement piscicole en tout temps).



Deux photos de mai 2011 avec visualisation de la rupture d'écoulement dans le lit rescindé avant son colmatage par les éléments fins naturels (FDPPMA42)

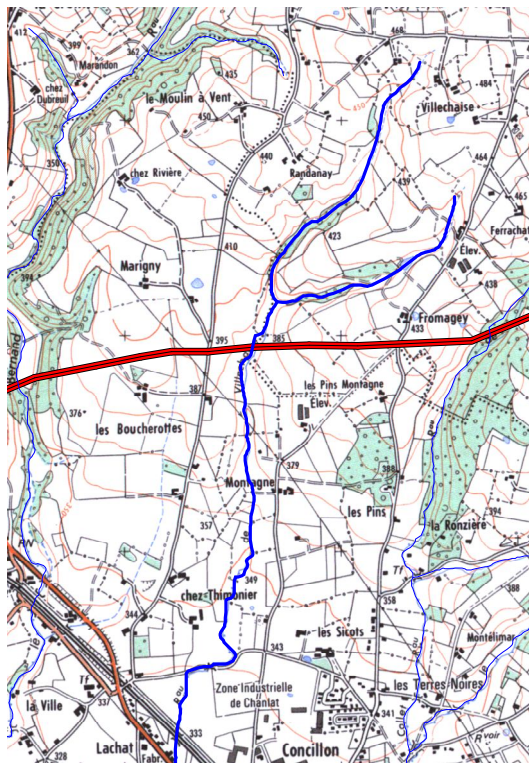


Deux photos de février 2016 avec visualisation du bon d'écoulement dans le lit rescindé et la bonne végétalisation des berges (FDPPMA42)

La partie rescindée en aval de l'ouvrage de franchissement a été particulièrement bien réussie. Si dans les années précédentes (cas de 2011 voir **photo ci-dessus**), on pouvait observer une perte en eau dans le lit rescindé, perte liée au manque de colmatage naturelle par les fines et sables grossiers des fractions granulométriques implantées dans le nouveau lit, les conditions actuelles font état d'un chenal très diversifié (nombreux blocs, systèmes racinaires des saules). Le lit actuel est maintenant bien ombragé par les saules qui ont eu une forte croissance, ce tronçon a donc été rapidement colonisé par les poissons et les truites notamment. C'est ce que nous avons pu constater lors d'un sondage réalisé en septembre 2013 : environ 2 truites par mètre linéaire de cours d'eau (largeur moyenne 2.5 m) sont présentes.

3.8.3 Le Villechaise, Ronzière et Millonnais:

Le Villechaise :



Le Ruisseau de Villechaise est localisé au nord du bourg de Balbigny, il est coupé par le tracé de l'A89 à 1500 m de ces sources. Le cours amont du tracé est caractérisé par un lit de moins d'un mètre de large bordé de prairies humides. La partie aval de l'ouvrage sur sa portion naturelle, est en zone prairiale avec une ripisylve bien développée, mais il s'agit d'un cours subsistant un piétinement bovin important et un dépôt conséquent de matières fines dans l'ensemble des faciès.

Dans sa traversée de l'ouvrage le cours du Villechaise est rescindé sur une longueur de 70 m. La partie retravaillée en aval immédiat de l'A89 quant à elle subit plusieurs perturbations :

- lors des investigations estivales, une rupture des écoulements (perte dans le lit non étanche) a été constatée mais qui se restitue à l'aval du lit reconstitué. Il y a donc uniquement des écoulements souterrains en période critique. Ceci est problématique mais devrait s'améliorer au fil du temps avec un colmatage naturel par les fines.

- Dans un second temps, une pente importante de tronçon crée de nombreuses ruptures de pentes de 0,30 à 0,90 étant infranchissables par bon nombre d'espèces piscicoles (mais le cours d'eau est apiscicole voir § 3.8.5).

Comparé à sa partie naturelle en aval, le gabarit de la zone rescindée est assez bien réalisé. Cependant, il est constaté à la restitution des eaux souterraines un fort dépôt ferromagnésien, colmatant ainsi l'habitat sur les 30 premiers mètres, ceci lié au lessivage de la zone de remblais.

On peut tout de même noter une réussite du côté de l'implantation de la végétation rivulaire dans la zone retravaillée, en effet celle-ci est plutôt dense et stabilise bien les berges. Voir photo ci-après.

Planche photos du Villechaise (FDPPMA42)

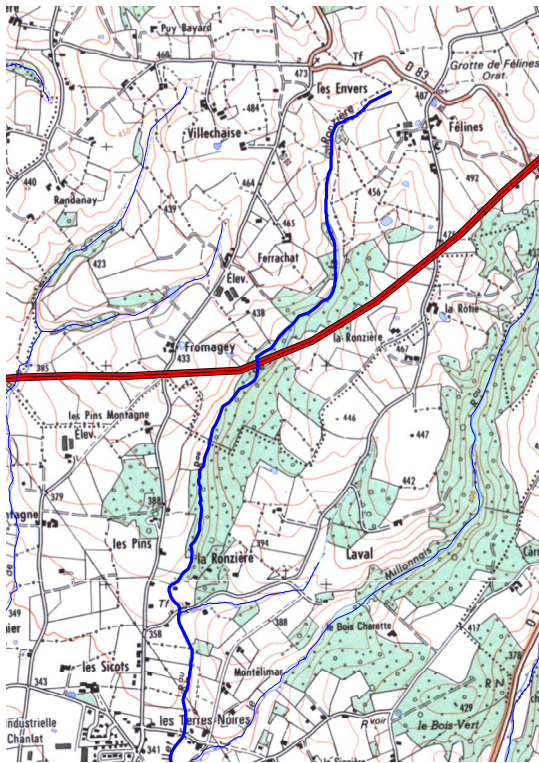


Lit du Villechaise assec (juillet 2013) dans sa partie rescindée - Même tronçon en février 2014



Villechaise 50m en aval de la zone rescindée Dépôt ferromagnésien en aval de l'ouvrage (juillet 2013)

Le Ronzière :



Le Ronzière est lui aussi localisé au nord de Balbigny. Long de 3700m, il conflue dans le Millonnais et traverse l'A89 à 1600 m de ses sources. Il s'agit d'un ruisseau de gabarit plus important que le Villechaise. En effet, sa largeur moyenne est de 2 m contre moins d'un mètre pour le Villechaise. En aval de l'ouvrage, dans sa partie naturelle, il possède des habitats peu profonds, et composés à 70% de sable et de granulat grossier avec la présence de pierres et galets dans les radiers.

La zone rescindée est cependant bien plus riche en termes d'habitats piscicoles avec de nombreux blocs créant des petites fosses de 20 à 40cm de profondeur.

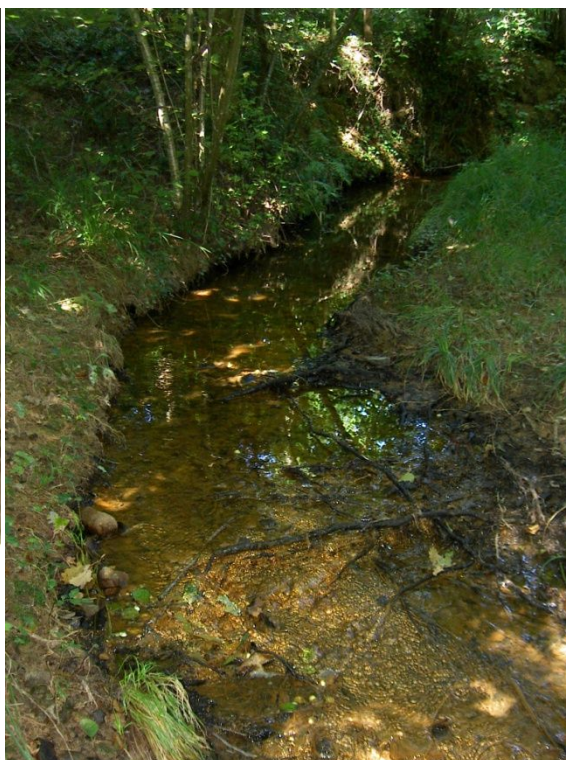
En termes de perturbation, on note la présence de mini-seuils en enrochements infranchissables pour les petites espèces (loches franches, vairons...) d'une hauteur moyenne à 30 cm (mais le milieu est apiscicole cf. § 3.8.5).

D'autre part, le bassin de rétention des eaux de pluies en rive droite apporte au travers de ces écoulements souterrains de nombreuses particules ferromagnésiennes qui colmatent fortement les 50 mètres aval immédiat de la zone d'emprise.

Cependant, contrairement au Villechaise, il s'agit d'un secteur où il n'a pas été constaté de rupture des écoulements au cours de la visite de terrain sur la zone renaturée.

Voir planche photo ci-après.

Planche photos du Ronzière (FDPPMA42)



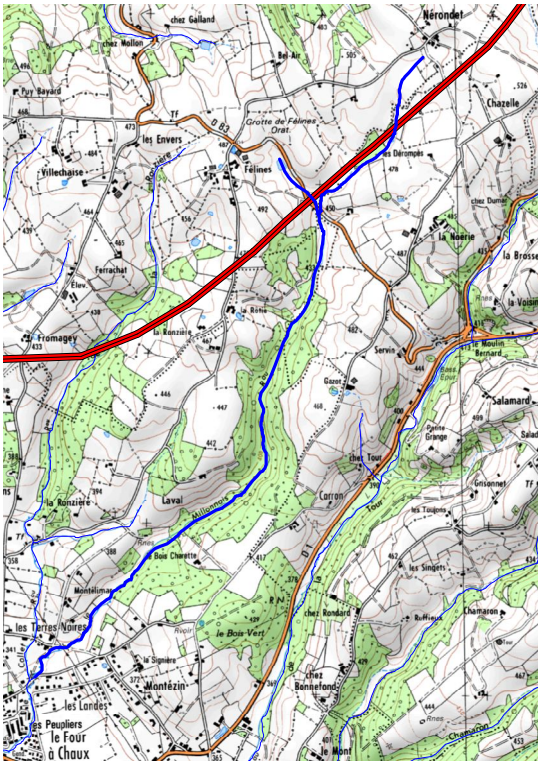
Ronzière dans sa traversé de l'A89 - Lit naturel du Ronzière, 50 m en aval de la zone rescindée



Lit artificiel du Ronzière avec petit infranchissable d'une trentaine de centimètres au cours de l'été 2013

Le Millonnais :

Le Millonnais est un cours d'eau affluent du Ronzière, en rive gauche. Localisé au nord est de Balbigny.



Sa source principale est celle provenant du lieu dit « Félines ».

Il s'agit d'un ruisseau de même gabarit que la Ronzière avec une largeur de lit mouillé d'environ 1,5 à 2 m. La granulométrie en aval de l'ouvrage de l'A89 est composée en majorité par des sédiments fins de type sable et gravier. L'habitat est globalement pauvre au niveau piscicole, en effet la granulométrie est peu variée, les sous berges sont peu importantes.

Parallèlement, on note une forte érosion des berges sur sa partie naturelle, en aval de l'ouvrage.

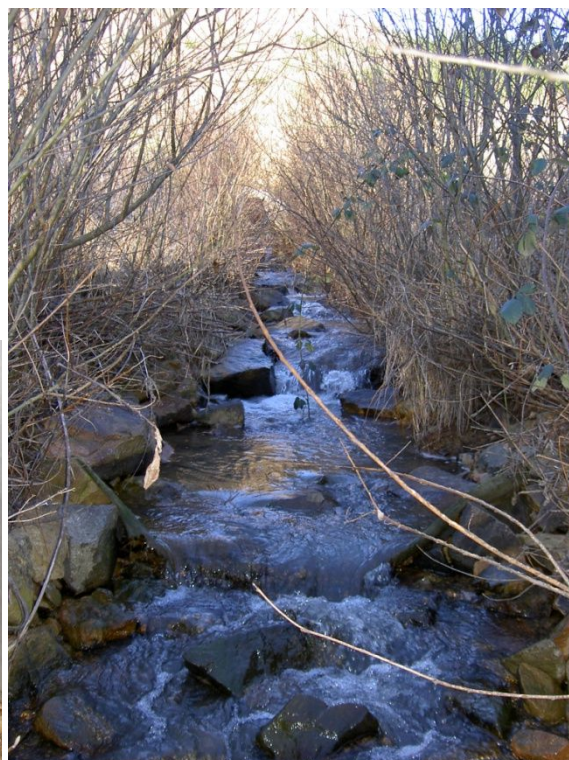
Comme sur le Ronzière, la zone renaturée en aval immédiat de l'ouvrage est assez riche en termes d'habitats piscicoles, grâce à une diversification des écoulements avec de nombreux blocs créant de petites fosses de 20 à 40cm.

Pour ce qui est des perturbations sur la continuité en aval et dans l'ouvrage, il n'est rien constaté, car le cours a été prospecté en période de haute eaux en février 2014. Il serait intéressant de parcourir à nouveau le tronçon concerné lors de la période estivale 2014 car ce ruisseau doit subir des assecs comme le Villechaise et le Ronzière.

Planche Photos du Millonnais (FDPPMA42)



Millonnais aval de l'A89 zone naturelle (février 2014)



Millonnais dans sa traversé de l'A89 Millonnais rescindé en aval de l'ouvrage

3.8.4 Comparatif morphologique et habitat entre Villechaize, Ronzière et Millonnais:

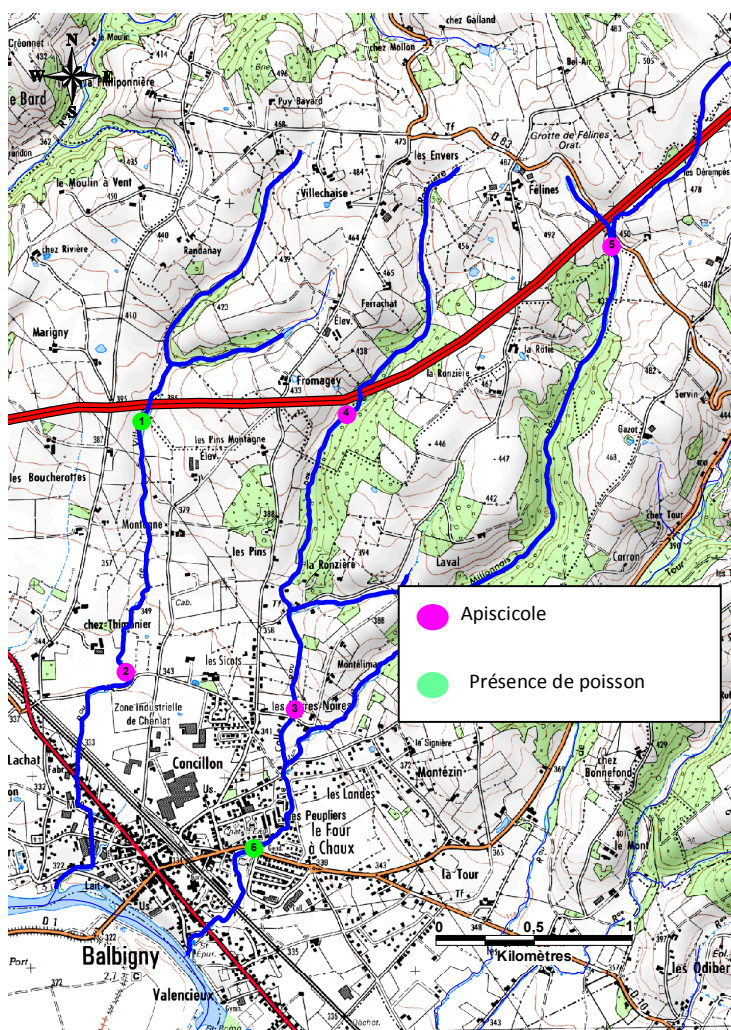
Dans leur globalité, les trois cours d'eau sont peu riches en termes d'habitats, malgré la présence d'abris et de fractions granulométriques variés sur le cours du Villechaize et du Ronzière (cf. tableau 18) :

Tableau 18 : Comparatif morphologique et habitat entre Villechaize, Ronzière et Millonnais.

Éléments d'habitats physiques	Villechaize		Ronzière		Millonnais	
	naturelle	rescindée	naturelle	rescindée	naturelle	rescindée
Portion de cours d'eau						
Continuité piscicole	+++	+	+++	++	-	+
Abri	++	+	++	++	+	++
Fosse	++	+	+++	++	+	+
Quantité d'eau en période d'étiage	-	---	-	-	--	---
Granulométrie	+++	+	+++	+	-	+
Diversité d'écoulements	+++	+	++	+	+	+
Colmatage	faible	moyen	fort	moyen	moyen	faible

Les habitats sont néanmoins bridés par le débit estival en 2013. En effet, il s'agit de petits ruisseaux présentant des débits critiques en périodes d'étiages, voir même régulièrement des assecs partiels et totaux. Etant donné leur caractère quasiment apiscicole, l'enjeu de continuité n'a plus vraiment cours. On notera la réussite de la stabilisation du lit mineur et de la végétalisation efficace de ces tronçons rescindés.

3.8.5 Contexte piscicole des ruisseaux de Villechaize, Ronzière et Millonnais:



	n°station	Espèces piscicoles présentes
Villechaize	1	Carassin
	2	aucune
Ronzière	3	aucune
	4	aucune
Millonnais	5	aucune
	6	Vairon

Ces petits cours d'eau sont apiscicoles en amont de Balbigny. En effet, les sondages de février 2014 ont révélé uniquement la présence de carassin sur le cours amont de Villechaize (poissons non électifs du secteur dévalant d'un des plans d'eau en amont).

On notera, uniquement sur le bas du Millonnais la présence d'une population naturelle de vairons assez bien structurée dans le bourg de Balbigny, avec toutes les classes de taille et une densité moyenne. La limite amont de cette population reste cependant non identifiée.

D'autre part, il semblerait que des infranchissables soient placés à proximité du fleuve Loire car aucune espèce n'a pu être inventoriée (comme les chevesnes, goujons, loche-franches, spirilins, ...).

4 Bibliographie :

- AFNOR NF T90-344 (2004)**. Qualité de l'Eau. Détermination de l'indice poisson rivière (IPR).
- ARTIGNAN D., CHERY L., HUSSON Y. (1995a)** - Valorisation de l'inventaire géochimique du département de l'Ardèche. Rap. BRGM R 38398, 22 p.
- ARTIGNON D., CHERY L., HUSSON Y. (1995b)** - Valorisation de l'inventaire géochimique du département de la Loire. Rap. BRGM R 38397, 21 p.
- 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/FDPPMA42**, FEOGA, Agence de l'eau Loire Bretagne, CSP, Conseil Général de la Loire. 69 pages + annexes.
- BEILLARD, J. et al. (2008)** : Guide pratique de mis 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.
- BISHAI, H.M. (1960)**. Upper lethal temperatures for larval salmonids. **J. Cons.**, 25, p. 129-133.
- 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.
- CONTRE Champ, PROGEO Env't (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 R.0045-02 (89 pages) Septembre 2013
- DEGIORGI, F. et Raymond., RAYMOND, JC. (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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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., 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.
- 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.
- GRES, P. (2000).** - Suivis thermiques en rivières : l'Aix, le Botoret, la Coise, 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 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» Campagnes de l'été 2012. **Rapport FDPMA42 n° PG/MS01/2013** pour le syndicat des monts de la Madeleine, janvier 2013, 50 pages + annexes.
- HAURY, J., OMBREDANE, D. et Baglinière., BAGLINIERE, J.L. (1991).** L'habitat de la truite commune (*Salmo trutta*, L.) en eaux courantes. In **Baglinière, Maise : La truite : biologie et écologie**, 25-46, INRA Publ., Paris.
- HOKANSON, K.E.F., Mc CORMICK, J.H. and 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.
- HYDRORESTORE (2013).** Rapports de campagnes « Réseau de Suivi de l'A89 (Loire) » Juin (16 p), Juillet (16 p), Aout (24 p), Octobre (18 p) 2013.
- HYDRORESTORE (2013).** Rapports de campagnes « Réseau de Suivi de l'A89 (Loire) » IBD (53 p) DECEMBRE 2013.
- HYDRORESTORE (2014).** Rapports de campagnes « Réseau de Suivi de l'A89 (Loire) » mai (13 p), Juin (12 p), Aout (12 p), Octobre (12 p) 2014.
- HYDRORESTORE (2015).** Rapports de campagnes « Réseau de Suivi de l'A89 (Loire) » mai (32 p), Juin (34 p), Juillet (57 p), Octobre (50 p) 2015.
- MILLS, D. (1971).** Salmon and trout: a resource, its ecology, conservation and management. **New York, St. Martin's Press**, 351 pages.
- 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,.

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.

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.