





Caractérisation environnementale de la retenue des Bariousses (Treignac, Corrèze)

Rapport définitif

2012

Delphine REBIERE, Irstea Christine ARGILLIER, Irstea Romain ROY, EDF R&D/Irstea

















Caractérisation environnementale de la retenue des Bariousses Rebiere D., Argillier C., Roy R.







Caractérisation environnementale de la retenue des Bariousses Rebiere D., Argillier C., Roy R.

Sommaire

INTRODUCTION	2
1. PRESENTATION DE LA RETENUE DES BARIOUSSES	3
2. METHODOLOGIE APPLIQUEE	4
2.1. CARACTERISATION DES FORCES MOTRICES SUR LE BASSIN VERSANT	4
2.2. CARACTERISATION DES FORCES MOTRICES SUR LES CORRIDORS RIVULAIRES	4
2.3. CARACTERISATION DES BERGES ET DU LITTORAL	
2.3.1. Protocole LHS	
2.3.2. Protocole ALBER	
2.3.3. Protocole CHARLI	
2.4. CARACTERISATION DE LA CUVETTE	
2.4.1. Relevé bathymétrique	
2.4.2. Substrats de fond	
3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	8
3.1. CARACTERISATION DES FORCES MOTRICES SUR LE BASSIN VERSANT	8
3.2. CARACTERISATION DES FORCES MOTRICES SUR LA ZONE RIVULAIRE	
3.3. CARACTERISATION DU LITTORAL ET DES BERGES	
3.3.1. Résultats de l'application du protocole LHS	11
3.3.2. Résultats de l'application du protocole ALBER	
3.3.3. Résultats de l'application du protocole CHARLI	
3.4. CARACTERISATION DE LA CUVETTE	
3.4.1. Forme de la cuvette	
3.4.2. Nature des substrats du fond de la cuvette	
3.5. Comparaisons des forces motrices et des pressions mesurees sur les Bariousse	
CELLES MESUREES SUR D'AUTRES RETENUES	
3.5.1. Forces motrices du bassin versant, protocole BAVELA	
3.5.2. Forces motrices sur les corridors rivulaires	
3.5.3. Forces motrices sur les corridors rivulaires estimées avec le protocole CORILA 3.6. Comparaisons des habitats des Bariousses a ceux d'autres retenues	
3.6.1. Données du LHS	
3.6.2. Informations procurées par le protocole ALBER	25 26
3.6.3. Qualité des habitats étudiée avec le protocole CHARLI	
•	
SYNTHESE ET DISCUSSION	
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEYES	37

Introduction

La retenue des Bariousses fait l'objet d'un travail de thèse, débutée fin 2010 au centre Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) d'Aixen-Provence en partenariat avec EDF R&D, dont l'objectif consiste à établir un modèle prédictif des réponses des communautés piscicoles face aux pressions anthropiques, et notamment aux variations des niveaux d'eau. Pour cela, le travail est scindé en trois étapes : (i) caractérisation des assemblages piscicoles, (ii) étude du milieu et (iii) analyse des facteurs de structuration des assemblages. La présente étude répond à la seconde étape nécessaire à la création de modèles pressions/impacts.

Certaines caractéristiques environnementales à plus larges échelles, notamment l'occupation des sols, vont déterminer les apports entrant dans le lac (eau, matériaux dissous et particulaires) (Pourriot and Meybeck, 1995; Hade, 2007) et, par conséquent, influencer la dynamique des rejets chimiques dans le lac (Müller et al., 1998; Sliva and Williams, 2001; Tong and Chen, 2002) et la nature des substrats au travers de la sédimentation (Müller et al., 1998; Hade, 2007). La présence de contaminants dans les lacs est positivement corrélée à une occupation urbaine et agricole des sols, mais négativement au couvert végétal (Müller et al., 1998; Sliva and Williams, 2001; Tong and Chen, 2002). De plus, les forces motrices à proximité immédiate des lacs (dans la zone rivulaire) peuvent fortement modifier la qualité hydromorphologique (Bragg et al., 2003; Winfield, 2004; Acreman et al., 2005; Rowan et al., 2006a). Les usages liés à la retenue peuvent également entrainer une altération de l'hydromorphologie (dégradation des habitats de rives induite par le batillage par exemple). Enfin, la forme de la cuvette lacustre influence la stratification thermique de la retenue et la disponibilité des habitats littoraux et centraux.

Ainsi, la caractérisation hydromorphologique de la retenue nécessite une approche à différentes échelles spatiales emboitées: le bassin versant, le corridor rivulaire, les berges et la zone littorale. Nous nous attacherons ici à (i) identifier les forces motrices qui s'exercent sur le bassin versant et dans le corridor rivulaire, (ii) qualifier l'état des berges et du littoral et (iii) caractériser la forme de la cuvette, à même d'influencer les biocénoses et en particulier les communautés piscicoles. Les caractéristiques du lac des Bariousses seront comparées à celles d'autres MEFM (Masse d'Eau Fortement Modifiée) présentes dans les grands bassins hydrographiques français.

1. Présentation de la retenue des Bariousses

Ce plan d'eau se situe dans le département de la Corrèze (19), sur la commune de Treignac (Figure 1). Cette retenue a été crée suite à la construction d'un barrage par EDF sur le lit de la Vézère, à des fins hydroélectriques. Elle a permis ensuite le développement d'activités de loisirs (baignade, nautisme, pêche).

La retenue des Bariousses est de type monomictique puisqu'elle n'est soumise qu'à un seul brassage annuel des eaux. Le substrat géologique du lac est de nature granitique.

Les principales caractéristiques morphodynamiques de la retenue des Bariousses sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Descripteurs morphométriques de la retenue des Bariousses à une côte de 511,4 m NGF

Superficie	84,16	ha
Volume	6193447,72	m3
Profondeur maximale	20,38	m
Profondeur moyenne	7,35	m
Périmètre	8,93	km

Le barrage possède une longueur totale de 315 m. La mise en eau du lac date de 1951 et la dernière vidange a été réalisée en 1997. Le temps de séjour moyen de cette retenue est évalué à 12 jours par EDF, mais atteint 42 jours à l'étiage.

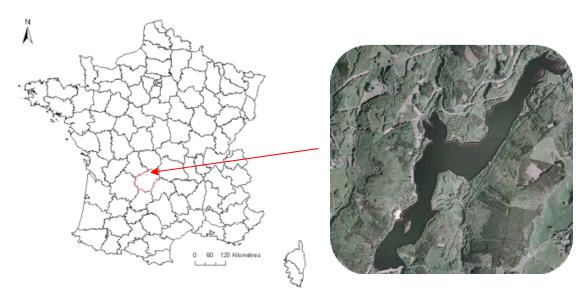


Figure 1. Situation géographique de la retenue des Bariousses

EDF utilise la force cinétique de l'eau pour la transformer en énergie électrique ce qui induit des fluctuations du niveau d'eau. La retenue est caractérisée par des côtes hautes en période estivale et plus basse en hiver afin de concilier les usages. Entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre 2011, la côte minimale observée est approximativement de 507,2 m NGF et la côte maximale est de 513.4 m NGF. Les plus fortes amplitudes ont été observées durant l'hiver. Ces variations de niveau d'eau sont susceptibles de nuire aux organismes aquatiques par leur amplitude et leur fréquence (Poirel *et al.*, 1996). Les communautés piscicoles et les macro-invertébrés sont impactés au travers de leurs conditions d'alimentation, d'abri, de repos et de reproduction, principalement par la perte de la végétation aquatique en zone littorale (Winfield, 2004; Launois, 2011).

2. Méthodologie appliquée

Différents protocoles (Tableau 2) ont été mis en œuvre pour caractériser :

- les forces motrices sur le bassin versant et à proximité du lac ;
- la qualité et l'altération des habitats ;
- la forme de la cuvette;
- la nature des substrats de fonds.

Tableau 2. Synthèse des données disponibles pour la caractérisation environnementale des Bariousses

Echelle	Nature des données	Protocole	Données	Période	Intervenant
Bassin versant	Forces motrices	BAVELA BAssin VErsant LAcustre	Occupation du sol Corine Land Cover, densité de population, surplus en azote		Onema Irstea
Corridors rivulaires	Forces motrices	Extraction sur SIG	Occupation du sol Corine Land Cover, densité de population		Onema Irstea
	Forces motrices	CORILA COrridors RIvulaires LAcustres	Occupation du sol BD Topo		Onema Irstea
Berges et littoral	Hydromorphologie/ Altération des habitats	ALBER ALtérations des BERges	Linéaire de berges modifiées	Janvier 2011	Irstea
		LHS/LHMS Lake Habitat Survey / Lake Habitat Modification Score	Sous scores	Juin 2010	Aquabio
	Hydromorphologie/ Qualité des habitats	CHARLI Caractérisation des HAbitats des Rives et du LIttoral	Linéaire des différentes composantes d'habitats	Janvier 2011, octobre 2011	Irstea
		LHS/LHQA Lake Habitat Survey / Lake Habitat Quality Assessment	Sous scores	Juin 2010	Aquabio
Cuvette	Bathymétrie	Batymétrie des plans d'eau	Carte bathymétriques, descripteurs morphométriques	Janvier 2011	Irstea
	Substrats de fond	Mesures acoustiques	Substrats au fond du lac	Juillet 2011	Inra

2.1. Caractérisation des forces motrices sur le bassin versant

Le protocole BAVELA permet de délimiter les bassins versants à partir d'un SIG (Système d'Information Géographique) et d'extraire des données spatiales (Heyd *et al.*, 2012). Il est ainsi possible d'obtenir des informations sur l'occupation du sol (surface en km²) et la densité de population (hab/km²) à partir de Corine Land Cover (Gallego, 2001). De même, le surplus en azote (kg) a été calculé selon le modèle NOPOLU (Commissariat Général au Développement Durable, 2010).

2.2. Caractérisation des forces motrices sur les corridors rivulaires

Dans le but d'identifier les forces motrices à une échelle plus fine que celle du bassin versant, des buffers (zones tampons) ont été déterminées autour de la retenue. Deux séries de buffers ont été définies :

- une série de zones distantes de 200, 500 et 1000 m des berges créés à l'aide d'un SIG, puis croisées avec les données Corine Land Cover. Cela permet d'acquérir des informations sur la proportion de différents types d'occupation du sol et sur la densité de population ;
- une série de zones tampon distantes de 15 à 300 m à partir des berges puis croisées avec les données d'occupation des sols extraites de la BD TOPO® selon le protocole des Corridors Rivulaires Lacustres/CORILA (Alleaume and Argillier, 2012). La BD TOPO® contient une description des éléments du territoire et de ses infrastructures avec une précision métrique, structurée en objets. On obtient ainsi un pourcentage d'occupation du sol en fonction dans les différentes zones tampon.

2.3. Caractérisation des berges et du littoral

Trois protocoles ont été mis en œuvre pour caractériser l'état des berges et leurs altérations : le Lake Habitat Survey (LHS), ALBER et CHARLI.

2.3.1. Protocole LHS

Le Lake Habitat Survey permet de caractériser la qualité des habitats et leurs altérations au travers d'un relevé de terrain (Rowan *et al.*, 2006b). Sur 10 points, répartis de manière équidistante sur le pourtour du lac, la berge, la zone riveraine et littorale sont caractérisées par des descripteurs de la végétation et du substrat (Figure 2). Simultanément, le pourtour du lac est décrit grossièrement entre les 10 points (occupation des sols, pressions...).

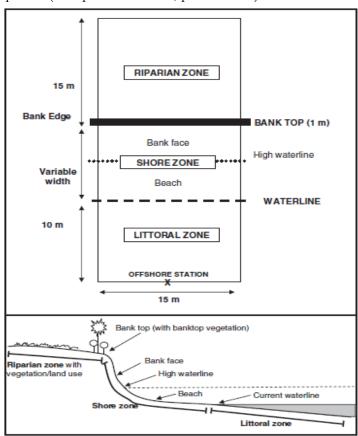


Figure 2. Délimitation des différentes zones d'un lac selon le protocole du Lake Habitat Survey (d'après Rowan et al., 2006)

Les informations ainsi collectées permettent de calculer deux scores : le Lake Habitat Quality Assessment (LHQA) et le Lake Habitat Modification Score (LHMS). Le premier score peut avoir une valeur maximale de 116 qui est attribuée à une zone très diversifiée et favorable au développement et au maintien de l'activité biologique. Cette note se calcule en sommant des sous-scores relatifs à chaque compartiment étudié (zone riveraine, berge, littoral, lac) (Annexe 1). Le second score permet de qualifier l'altération des habitats en sommant les notes les plus déclassantes pour chaque sous-score (Annexe 2). Cet indice peut atteindre une note maximale de 42 pour laquelle l'anthropisation est maximale.

2.3.2. Protocole ALBER

Ce protocole caractérise les modifications d'origine anthropique des rives. Il est basé sur une photo-interprétation d'orthophotos associée à des observations de terrain (Alleaume *et al.*, 2012a). Différentes étapes sont nécessaires pour mettre en œuvre ce protocole. La première consiste en la

préparation de cartes à partir des photos aériennes géoréférencées issues de la BDOrtho®. Vient ensuite la phase de terrain réalisée lorsque le lac est au niveau des plus hautes eaux, repérée par la présence d'une marque au niveau du substrat et/ou une absence de végétation pérenne pour les retenues marnantes. La prospection se fait depuis un bateau en parcourant le pourtour du lac. Cette étape permet de décrire la nature, la diversité et la répartition des modifications présentes classées en 6 catégories (renforcement, apport de matière, extraction de matière, compactage/érosion, hydrologie et aménagement). La présence d'un barrage dans une retenue artificielle n'est pas considérée comme une altération puisque l'ouvrage fait partie intégrante des retenues. Lors de la dernière étape, les informations recueillies sont restituées sur SIG afin d'extraire des métriques en pourcentage de linéaire modifié pour chaque catégorie par rapport au périmètre total du plan d'eau.

2.3.3. Protocole CHARLI

Cette méthode s'emploie à décrire la qualité des habitats de la ligne d'interface eau-terre à la zone littorale par leur nature et leur diversité (Alleaume *et al.*, 2012b). De la même manière que pour le protocole ALBER, la mise en place de la méthode se décompose en trois étapes : préparation des fonds de carte, prospection de terrain, restitution sous SIG avec extraction des métriques. La phase de terrain se fait par une prospection en bateau du pourtour du lac. Un habitat n'est pris en compte que si son linéaire est supérieur à 25 m ou dominant sur un tronçon de même longueur. Les métriques obtenues s'expriment en pourcentage de linéaire par rapport au périmètre total du plan d'eau.

Le protocole CHARLI a été réalisé à 2 côtes différentes : 511,4 m en janvier et 508.98 m en octobre. Cela permettra d'étudier l'évolution des linéaires d'habitats avec une baisse du niveau d'eau.

2.4. Caractérisation de la cuvette

2.4.1. Relevé bathymétrique

Le relevé bathymétrique de la retenue a été effectué suivant le protocole préconisé par Irstea (Alleaume *et al.*, 2010). Il est réalisé à une côte supérieure ou égale à la côte normale d'exploitation. Le relevé a été obtenu à l'aide d'un échosondeur couplé à un système de positionnement par satellites (GPS). Ce dernier permet d'enregistrer les coordonnées du point sondé alors que l'échosondeur fournit la valeur de la profondeur grâce aux phénomènes de réflexion d'ondes acoustiques. La distance minimale entre deux points échantillonnés est d'environ 15 m sur les zones de faibles pentes et d'environ 5 m sur les zones plus accidentées. Trois types de trajectoires ont été réalisés (Figure 3):

- a) une série de radiales en créneaux tous les 35 m perpendiculaires à la plus grande longueur du plan d'eau (en rouge) ;
 - b) 3 radiales permettant de vérifier la qualité des mesures (en vert) ;
- c) un parcours sur le pourtour du lac (bleu) dans la limite proche de la profondeur 0,5-1 m (en bleu).

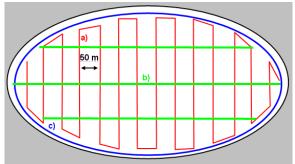


Figure 3. Représentation schématique du plan d'échantillonnage d'un relevé bathymétrique (d'après Alleaume et al., 2010)

A la suite de cet échantillonnage, des points ont été géo-référencés sur les berges au niveau du contact entre la terre et l'eau. Cette phase d'acquisition va permettre d'interpoler des données et obtenir

une carte bathymétrique et des descripteurs morphométriques (profondeur maximale, volume...) à partir d'un SIG.

Ces descripteurs ont ensuite été utilisés pour calculer les deux indices suivants :

- le facteur de forme de la cuvette - Vd/Volume development (Hakanson, 2005). Si le Vd est supérieure à 1 cela indique une cuvette de type concave alors qu'une valeur inférieure à 1 reflète une cuvette de forme convexe (De Bortoli and Argillier, 2006; Johansson *et al.*, 2007);

Vd = volume*(profondeur moyenne/profondeur maximale)

- le facteur de développement des rives - SLDF/Shoreline development factor (Eadie and Keast, 1984). Plus la valeur de cet indice est élevée, plus les berges sont découpées. Le SLDF est un indicateur de la diversité des habitats (Keith and Allardi, 2001; Launois, 2011).

SLDF = périmètre/(
$$\sqrt{4\pi}$$
*surface)

2.4.2. Substrats de fond

Le protocole permettant d'obtenir les substrats des fonds lacustres a été développé par l'Inra de Thonon (Institut national de la recherche agronomique) et Irstea. Le substrat est déterminé à l'aide d'un échosondeur mono-faisceau couplé à un appareil d'analyse du signal acoustique et à un système de positionnement par satellites (GPS) (Poulain *et al.*, 2011). Ce dernier permet d'enregistrer les coordonnées du point sondé alors que l'échosondeur fournit des classes de réponses acoustiques des fonds lacustres ayant des propriétés similaires. On obtient ainsi une carte de la nature des substrats.

Les informations géographiques ont été analysées à l'aide du logiciel ARCGIS 9.3.1.

2.5. Analyse comparative

Une comparaison graphique des caractéristiques hydromorphologiques de la retenue des Bariousses et de celles mesurées sur d'autres retenues MEFM (Masse d'Eau Fortement Modifiée) de cinq grands bassins hydrographiques français (Adour-Garonne (AG), Loire-Bretagne (LB), Rhin-Meuse(RM), Rhône Méditerranée & Corse (RMC) et Seine-Normandie (SN)) a été menée. De la même manière, les forces motrices à l'échelle du bassin versant et de la zone rivulaire de la retenue des Bariousses seront comparées à celles des autres systèmes. Les effectifs des retenues étudiées par bassin sont présentés dans le Tableau 3 et la liste des retenues en Annexe 3.

Cette comparaison graphique est réalisée à l'aide de boxplots (Annexe 4), dont la taille est proportionnelle au nombre d'observations. Le bassin Artois-Picardie n'a pas été pris en compte car il ne compte qu'une seule retenue MEFM.

Tableau 3. Effectifs des retenues MEFM par bassin hydrographique

	Forces	H	ydromorph	ologie
	motrices	LHS	ALBER	CHARLI
AG	88	50	20	9
LB	146	97	0	0
RM	15	4	3	3
RMC	51	40	8	6
SN	21	14	7	6

3. Résultats et interprétations

3.1. Caractérisation des forces motrices sur le bassin versant

Le bassin versant des Bariousses a une superficie de 229,36 km² avec une pente maximale de 34,55 °. Son altitude varie entre 514 et 968 m, avec une moyenne de 788 m.

Le bassin versant est majoritairement couvert de forêts notamment de conifères (38,22 %) et de prairies (23,70 %) (Tableau 4, Figure 4). Ce territoire compte moins de 1 % de terres artificialisées.

La densité de population est de 7,64 hab/km² avec une hétérogénéité de distribution ; la densité est plus forte au nord-est de la retenue.

Le surplus en azote est estimé à 238996.99 kg. Ce dernier est inférieur à la moyenne obtenue sur l'ensemble des retenues françaises à savoir 876207 kg.

Il faut toutefois noter que la présence de la retenue de Viam, en amont de celle des Bariousses, joue certainement un rôle épurateur vis-à-vis des flux de matières et de nutriments.

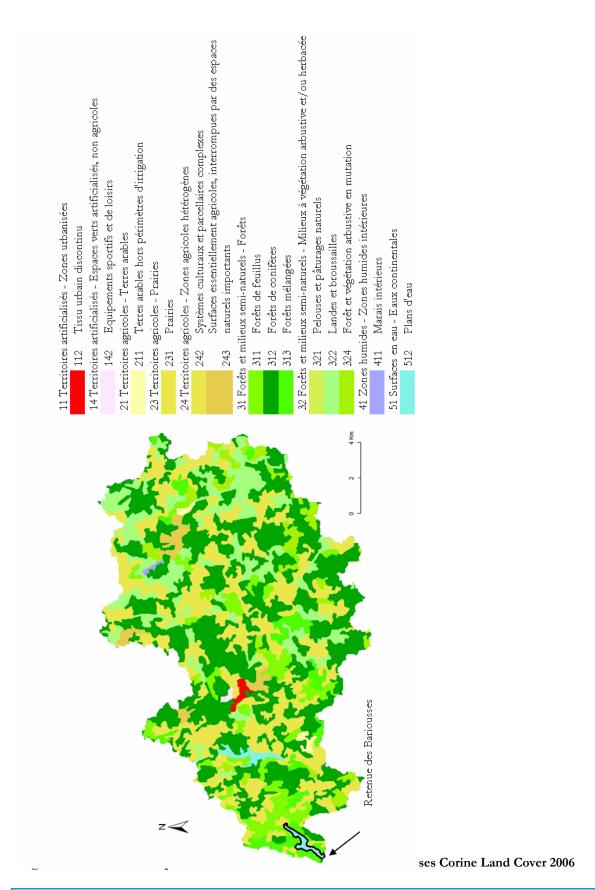
Sur le bassin versant du lac des Bariousses, les valeurs d'occupation du sol et de densité de population sont comprises entre les valeurs seuils, utilisées pour définir les conditions de référence des plans d'eau dans l'exercice d'intercalibration européenne des méthodes utilisant l'ichtyofaune (Pédron *et al.*, 2008). Seule la proportion en forêts et milieux semi-naturels est inférieure au seuil de rejet (Tableau 5).

Tableau 4. Types d'occupation des sols sur le bassin versant des Bariousses selon la nomenclature Corine Land Cover 2006 (protocole BAVELA)

						Occupation des sols (%)
1	Territoires	11	Zones urbanisées	112	Tissu urbain discontinu	0.34
	artificialisés	14	Espaces verts artificialisés, non agricoles	142	Equipements sportifs et de loisirs	0.13
			<u> </u>		Total	0.48
2	Territoires	21	Terres arables	211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	0.47
	agricoles	23	Prairies	231	Prairies	23.70
		24	Zones agricoles	242	Systèmes culturaux et parcellaires complexes	4.99
			hétérogènes	243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	1.96
					Total	31.12
3	Forêts et	31	Forêts	311	Forêts de feuillus	6.83
	milieux semi-			312	Forêts de conifères	38.22
	naturels			313	Forêts mélangées	3.99
		32	Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	321	Pelouses et paturages naturels	0.01
				322	Landes et broussailles	13.82
				324	Forêts et végétation arbustive en mutation	4.37
					Total	67.24
4	Zones Humides	41	Zones humides intérieures	411	Marais intérieurs	0.13
5	Surfaces en eau	51	Eaux continentales	512	Plans d'eau	1.04

Tableau 5. Comparaison des valeurs des forces motrices du bassin versant des Bariousses aux critères de sélection pour le choix des sites de référence « plan d'eau » au niveau européen

	Valeur de référence	Seuil de rejet	Bariousses
Territoires artificialisés (%)	< 0.4	> 0.8	0.48
Territoires agricoles (%)	< 20	> 50	31.12
Forêts et milieux semi-naturels (%)	> 80	< 70	67.24
Densité de population (hab/km²)	< 10	> 30	7.64



Le bassin versant des Bariousses se caractérise par :

- une forte dominance de zones naturelles ou semi-naturelles ;
- un faible taux d'urbanisation (densité de population et territoires artificialisés) ;
- des zones agricoles de type prairie d'où une faible superficie en sol nu.

3.2. Caractérisation des forces motrices sur la zone rivulaire

Les zones tampons de 200 à 1000 m sont largement occupées par des forêts de feuillus et de conifères (Tableau 6, Figure 5). Le reste est représenté par des prairies ou des zones agricoles hétérogènes. Plus on s'éloigne des berges, plus les surfaces de prairies augmentent et inversement pour les surfaces arborées.

A cette échelle avec Corine Land Cover, les zones humides, les surfaces en eau et les territoires artificialisés ne sont pas détectés. La densité de population augmente avec la distance à la berge : 5,93 hab/km² à 200 m, 6,66 hab/km² à 500 m et 8,18 hab/km² à 1000 m.

Tableau 6. Types d'occupation des sols dans les zones tampons de 200 à 1000 m selon la nomenclature Corine Land Cover 2006

						Occu	pation de	s sols (%)
						200m	500m	1000m
2	Territoires	23	Prairies	231	Prairies	8.63	14.41	26.02
	agricoles	24	Zones agricoles hétérogènes	242	Systèmes culturaux et parcellaires complexes	8.45	5.97	2.66
			Ü		Total	17.08	20.37	28.68
3	Forêts et milieux	31	Forêts	311	Forêts de feuillus	10.61	14.70	20.24
	semi-naturels			312	Forêts de conifères	4.13	11.91	19.50
				313	Forêts mélangées	61.89	50.61	30.53
					Total	76.63	77.22	70.26

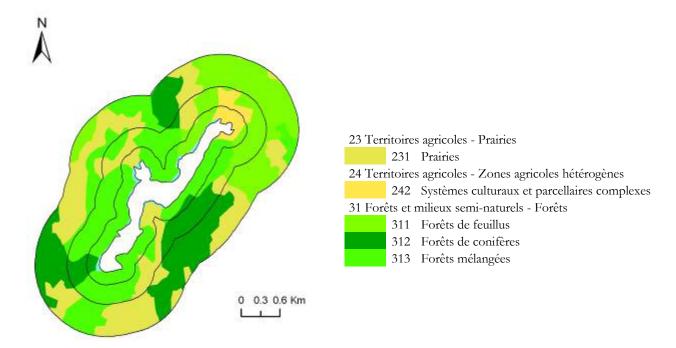


Figure 5. Carte de l'occupation des sols dans les zones tampons de 200 à 1000 m des berges de la retenue des Bariousses selon la nomenclature Corine Land Cover 2006

Dans les zones tampons de 15 à 300 m, plus de 70% du sol est occupé par des zones arborées (Tableau 7, Figure 6). Cependant, une diminution de la surface forestière est observée lorsque la distance à la berge augmente.

Un réseau routier dominé par une route à 1 chaussée, notamment dans la zone tampon de 50 m, longe le lac dans sa quasi-totalité. Aucune voie ferrée n'est présente.

Tableau 7. Types d'occupation des sols dans les zones tampons de 15 à 300 m des berges (protocole CORILA)

					Occi	ipation (des sols	(%)		
Thème	Classe	Sous classes	15m	25m	50m	100m	150m	200m	250m	300m
Réseau routier	Route	Route à 1 chaussée	2.90	4.63	4.95	3.70	3.17	2.99	2.75	2.40
		Route empierrée	1.64	1.14	0.76	0.61	0.51	0.43	0.36	0.33
		Chemin	0.86	0.64	0.41	0.35	0.29	0.29	0.27	0.27
		Sentier	0.00	0.01	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
		Total	5.40	6.42	6.17	4.70	4.01	3.74	3.41	3.03
Hydrographie	Tronçon Cou	ırs d'Eau	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16
Végétation	Zone Végétation	Zone arborée	77.97	75.18	74.49	74.30	74.54	74.27	73.80	74.67



Figure 6. Carte de l'occupation des sols dans les zones tampons de 15 à 300 m des berges de la retenue des Bariousses (protocole CORILA)

La zone rivulaire de la retenue des Bariousses est caractérisée par

- une large dominance des zones arborées ;
- des surfaces en prairies qui augmentent avec la distance à la berge ;
- une faible densité de population ;
- un réseau routier sur tout le pourtour du lac.

3.3. Caractérisation du littoral et des berges

3.3.1. Résultats de l'application du protocole LHS

Les scores les plus élevés sont obtenus pour les usages du lac (In Lake Use) avec 3 pressions recensées et pour l'hydrologie (Hydrology) du fait du marnage (Tableau 8). Aucune espèce végétale

envahissante n'a été identifiée. De même, la retenue ne semble pas soumise à des mécanismes d'érosion.

L'altération des habitats sur la retenue des Bariousses est principalement due aux activités présentes sur le lac et particulièrement aux fluctuations du niveau d'eau engendrées par la production d'électricité.

La qualité des habitats riverains est notée 12/20 (sous score du LHQA). Cette note moyenne résulte de la faible diversité de l'occupation des sols naturels et des substrats de berges (Tableau 8). La note de qualité des berges est de 13/24 car aucun des 10 points d'observation ne possède de ligne de dépôt, ni de talus et du fait de la faible diversité des substrats. La zone littorale est notée 14/32 notamment du fait de l'absence de macrophytes. La qualité globale du lac est évaluée à 20/36 car on note un faible nombre d'îles et l'absence d'îles deltaïque.

Il ressort que les substrats et l'occupation des sols sont majoritairement naturels, mais que leur diversité est faible. Ceci se traduit par un score du Lake Habitats Quality Assessment assez moyen (59/116).

Tableau 8. Scores du Lake Habitat Survey obtenus sur la retenue des Bariousses en 2010 (Aquabio)

	Sous score	Score	Score max
	Shore Zone Modification	4	8
	Shore Zone Intensive Use	2	8
T 1 II 1' . M 1'C' .'	In Lake Use	6	8
Lake Habitat Modification Score	Hydrology	8	8
Score	Sediment Regime	0	6
	Nuisance Species	0	4
	LHMS	20	42
	Riparian	12	20
	Shore	13	24
Lake Habitat Quality	Littoral	14	32
Assessment	Lac	20	36
	LHQA	59	116

3.3.2. Résultats de l'application du protocole ALBER

Près de 13 % du linéaire de rives de la retenue de Treignac présentent des altérations notamment en rive droite (Tableau 9, Figure 7). La plus importante est induite par des enrochements. Cependant, cette altération peut augmenter le nombre de caches notamment pour les poissons. Avec moins de 3 %, l'apport de sable pour la création d'une zone de baignade et le compactage des berges sont les deux autres principales sources d'altérations. Les rives possèdent des équipements liés aux activités récréatives (ponton, mise à l'eau, pont) sur moins de 1 % du périmètre du lac.

Tableau 9. Proportion de berges modifiées sur la retenue des Bariousses (protocole ALBER)

Thématique	Code	Signification	Linéaire (%)
RENFORCEMENT	RMa	Avec cavités	0.33
	RMs	Sans cavité	0.31
	Е	Enrochement	6.3
		Total	6.80
APPORT DE MATIERE	ASa	Sable	2.91
	AGr	Gravats, Graviers	0
	DS	Décharge sauvage	0
		Total	2.91
EXTRACTION DE MATIERE	ESe	Sédiments, argiles	0.00
	ESa	Sable	0.00
	EGr	Gravier/Galet	0.00
	EB	Blocs	0.00
		Total	0.00
COMPACTAGE/ EROSION	Cm	Compactage	2.44
	ER	Erosion marquée	0.00
		Total	2.44
HYDROLOGIE	Pe	Prise d'eau	0.31
	Re	Restitution	0.04
	AMo	Afférent modifié	0.06
		Total	0.41
AMENAGEMENT	Pt	Pont	0.03
	Ро	Port	0.00
	J	Jetée – Ponton	0.07
	Mae	Mise à l'eau	0.27
	Pla	Platelage	0.00
	Can	Canalisation	0.00
		Total	0.37
AUTRE	Со	Coupe	0.00
	NA	Non accessible	0.00
		Total	0.00
Total de berges	s modifié	ées	12.93

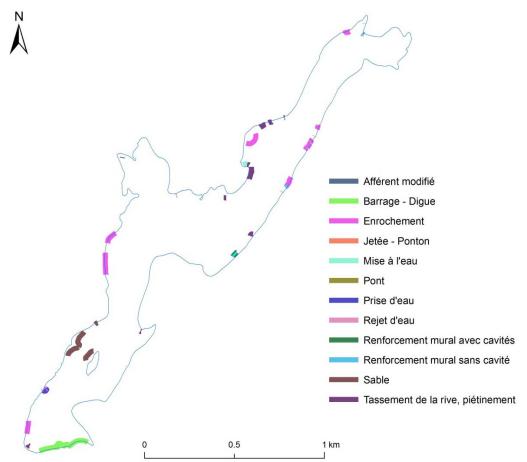


Figure 7. Situation géographique des altérations des berges sur la retenue des Bariousses (protocole ALBER)

3.3.3. Résultats de l'application du protocole CHARLI

Sur l'ensemble du pourtour du lac, 4 afférences sont observées.

Quelle que soit la cote du relevé, les cinq types de substrats de rive sont présents (Tableau 10, Figure 8). Les blocs et le sable sont les deux substrats les plus représentés mais on observe une diminution des blocs et une augmentation du linéaire sable/limon avec la diminution du niveau d'eau. De même, la vase se fait plus présente.

En ce qui concerne la végétation, aucun hydrophyte et bryophyte n'est présent, quel que soit le niveau d'eau (Tableau 10, Figure 9). En janvier, 6 types de végétation de rive sont identifiés avec une nette dominance de la végétation surplombante, des ligneux émergents vivants et des hélophytes. Sur un même linéaire il est possible de rencontrer plusieurs types de végétation : par exemple de la végétation surplombante avec des hélophytes ou des ligneux émergents. Le chevelu racinaire est majoritairement présent sur l'île. Le lac est dépourvu de sous berges.

Avec la baisse du niveau d'eau, la perte de végétation de rive est importante. En effet, sur le pourtour du lac, moins de 4% du linéaire est recouvert par de la végétation contre plus de 80 % à la côte maximale. Le marnage entraine une déconnexion avec la végétation de rive, une baisse de la disponibilité en abris, en zone de reproduction et de nourriture.

Tableau 10. Proportion en linéaire des composantes d'habitats sur les Bariousses à deux côtes NGF différentes : 511,4 m (janvier 2011) et 509,98 m (octobre 2011) (protocole CHARLI)

			Janvier (511.4 m)	Octobre (509.98 m)	Différence
Thématique	Code	Composante d'habitat	linéaire (%)	linéaire (%)	(%)
SUBSTRAT	VA	Vase : (<2 μm)	1.97	10.61	8.64
	SL	Sable, Limon (2 μ m – 2 mm)	37.72	47.58	9.86
	GR	Graviers (2 mm – 2 cm)	0.91	4.15	3.24
	GA	Galets $(2 \text{ cm} - 20 \text{ cm})$	7.56	8.77	1.21
	BL	Blocs (> 20 cm)	46.96	23.23	-23.74
	DA	Dalles	4.87	5.66	0.79
SOUS-BERGE	SB	Sous-berge	0.00	0.00	0.00
VEGETATION	HE	Hélophytes	17.00	0.00	-17.00
	VS	Végétation surplombante	58.54	3.65	-54.89
	LE	Ligneux émergents vivants	31.06	0.00	-31.06
	LM	Ligneux morts	1.72	0.00	-1.72
	CR	Chevelu racinaire	1.36	0.00	-1.36
	LI	Litière ou débris organiques grossiers	6.59	0.00	-6.59
	BR	Bryophytes	0.00	0.00	0.00
	HF	Hydrophytes flottantes	0.00	0.00	0.00
	HI	Hydrophytes immergées	0.00	0.00	0.00
	CA	Colmatage algal	0.00	0.00	0.00
AUTRE	NA	Non Accessible	0.00	0.00	0.00

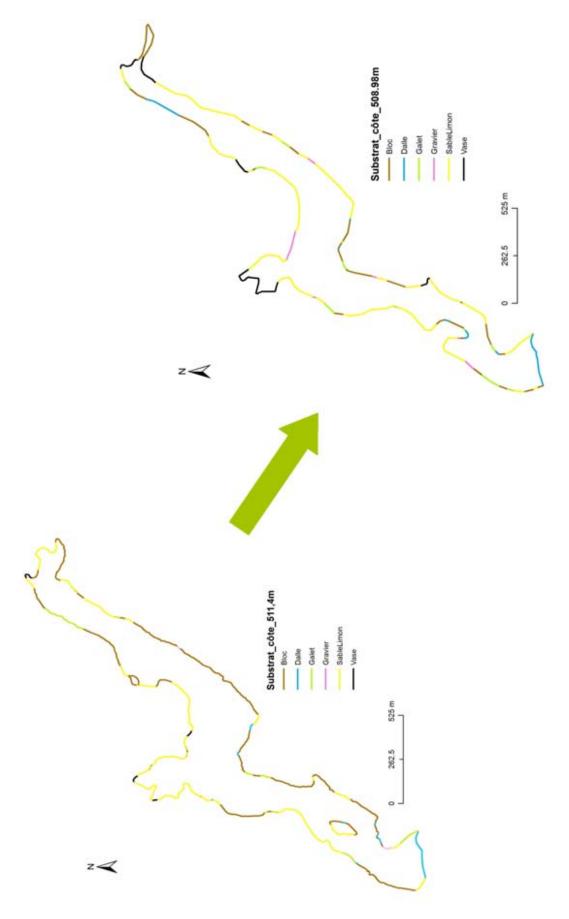
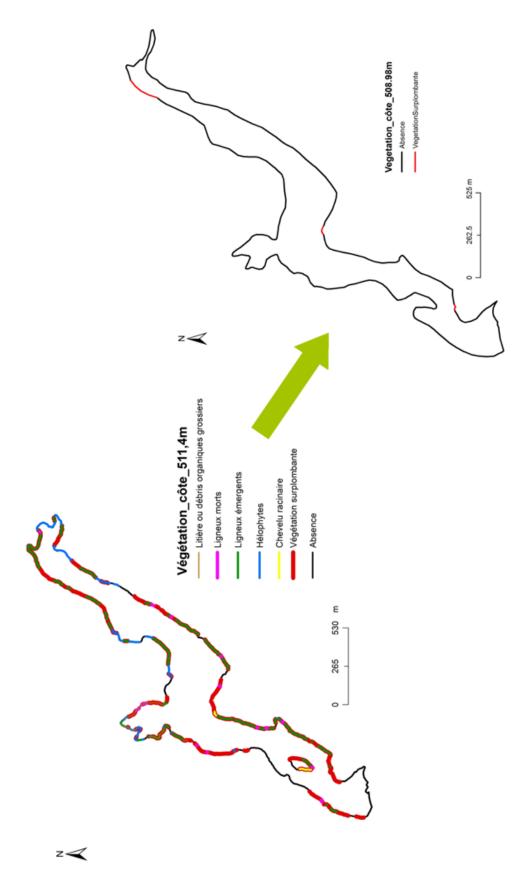


Figure 8. Carte des substrats sur le pourtour du lac des Bariousses à deux côtes NGF différentes : 511,4 m (janvier 2011) et 509,98 m (octobre 2011) (protocole CHARLI)



(janvier 2011) et 509,98 m (octobre 2011) (protocole CHARLI)

NGF différentes : 511,4 m

La qualité des habitats est peu élevée au regard du LHQA, du fait de la faible diversité des substrats et de la végétation. Cependant, ces deux composantes sont naturelles. Les blocs et le sable représentent les substrats littoraux dominants. La strate arborée est largement dominante au travers de la végétation surplombante et des ligneux émergents. Aucune sous berges n'est présente sur la retenue.

Au vue du LHMS, les habitats sont moyennement altérés avec une note de 20/42. Les principales altérations physiques sont induites par des enrochements, l'apport de sable, le compactage et quelques aménagements. L'altération la plus impactante pour l'ichtyofaune est la perte importante de la végétation de rive avec le marnage.

3.4. Caractérisation de la cuvette

3.4.1. Forme de la cuvette

La retenue des Bariousses possède des pentes douces dans la zone amont et en rive droite (Figure 10), à l'inverse du reste du lac. De plus, le facteur de forme (Vd), égal à 1,08, indique une cuvette du type concave (De Bortoli and Argillier, 2006), notamment en rive gauche (Figure 10).

Les berges de la retenue sont peu découpées aux vues de la faible valeur du facteur de développement des berges (SLDF : 2,68). De l'amont ver l'aval, la zone la plus profonde représente l'ancien lit de la Vézère.

La présence de classes de couleur claire au niveau du barrage s'explique par la présence d'une ligne de bouée empêchant un relevé précis de la bathymétrie, ces points ont été mal extrapolés.

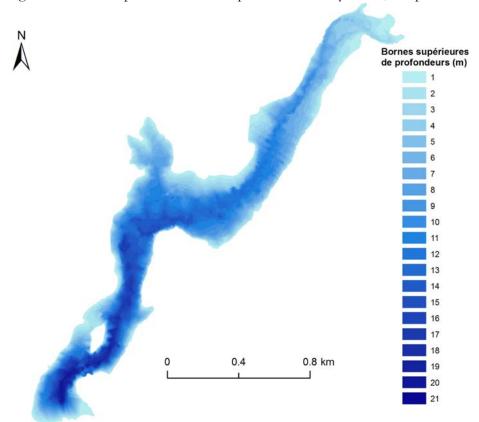


Figure 10. Carte bathymétrique des Bariousses à la côte 511,4 m NGF

3.4.2. Nature des substrats du fond de la cuvette

Le fond de la retenue des Bariousses est caractérisé par 4 types de substrats (Figure 11). La vase représente le substrat dominant qu'elle soit croutée (32,56 %), molle (23,32 %) ou mélangée avec du sable (27,39 %). La présence de blocs est assez marginale puisqu'elle ne représente que 3,35 % de la surface totale de la retenue.

Le mélange sable et vase est présent à l'amont au niveau de l'afférence de la Vézère. Ensuite, dès le milieu de la retenue, la vase est dominante.

Le fond de la retenue présente peu de diversité, peu de caches et de substrats favorables à la reproduction des espèces strictement lithophiles.

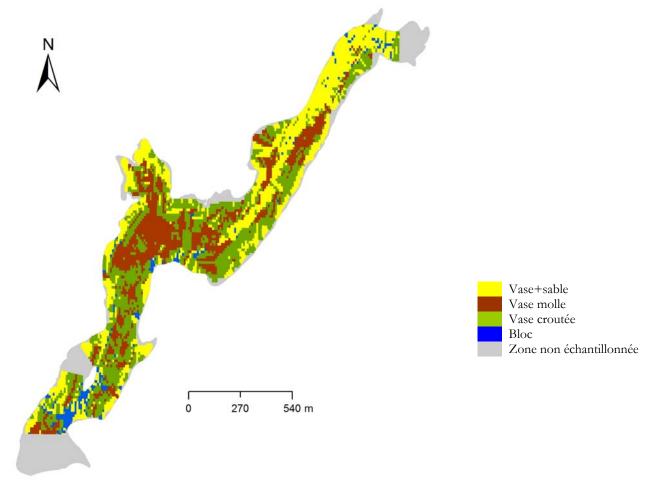


Figure 11. Carte des substrats du fond de la retenue des Bariousses (Inra 2011)

3.5. Comparaisons des forces motrices et des pressions mesurées sur les Bariousses à celles mesurées sur d'autres retenues

3.5.1. Forces motrices du bassin versant, protocole BAVELA

Les résultats sont présentés Figure 12 et Tableau 13. Par rapport aux autres retenues du bassin versant Adour Garonne, les forces motrices relatives à l'urbanisation (densité de population et superficie en territoires artificialisés) du lac des Bariousses sont inférieures aux moyennes qui sont elles aussi relativement faibles; il en est de même du surplus en azote et de la surface des terres agricoles. Inversement, la retenue des Bariousses est caractérisée par une proportion importante de zones forestières sur son bassin versant.

Ces tendances se retrouvent si la comparaison est faite avec les retenues des autres bassins à quelques exceptions près. Les retenues de l'Agence Rhin Meuse ont des faibles valeurs de surplus en azote dont la valeur maximale est inférieure à la valeur observée sur la retenue des Bariousses. Les bassins versants des retenues du bassin Rhône Méditerranée & Corse ont, par rapport à la retenue des Bariousses, des surfaces plus faibles en terres agricoles et plus fortes en zones forestières.

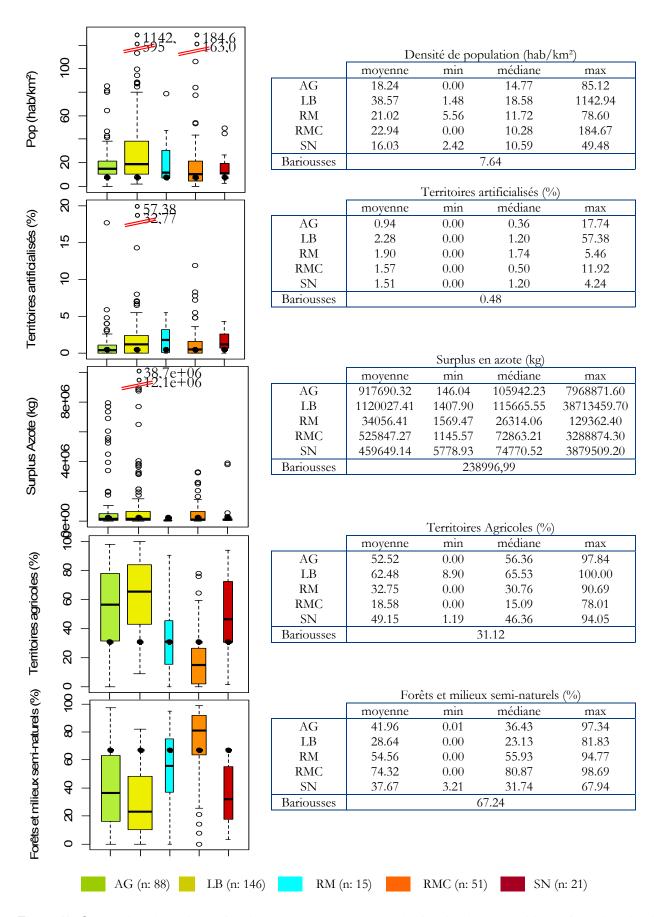


Figure 12. Occupation des sols des bassins versants des retenues des bassins hydrographiques français selon la nomenclature Corine Land Cover 2006, le lac des Bariousses est représenté par un point noir

3.5.2. Forces motrices sur les corridors rivulaires

Les valeurs de densités de populations, d'occupation des sols en territoires artificialisés et agricoles autour du lac des Bariousses sont inférieures aux valeurs moyennes mesurées sur les retenues d'Adour Garonne quelle que soit la zone tampon considérée, à l'inverse des surfaces de forêts et de milieux semi-naturels (Figure 13, Tableau 11, Tableau 13).

Lorsque l'on compare les valeurs des forces motrices qui s'exercent sur les Bariousses aux valeurs moyennes mesurées pour les retenues des autres bassins hydrographiques, cette même tendance est observée, exceptée pour le bassin Rhône Méditerrané & Corse. En effet, les corridors rivulaires des retenues de ce bassin sont caractérisés par des surfaces moyennes plus faibles en terres agricoles et plus fortes en zones forestières dans la zone tampon se situant à 1 km des berges.

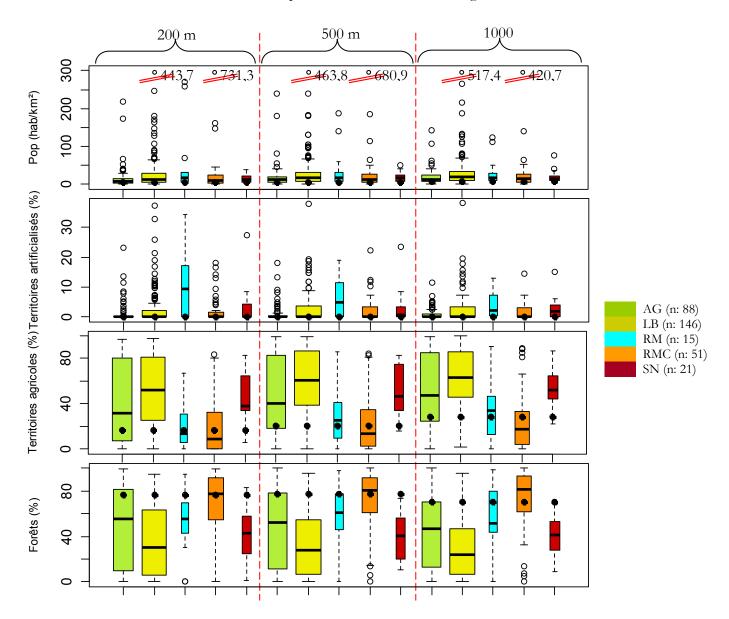


Figure 13. Occupation des sols des corridors rivulaires des retenues des bassins hydrographiques français selon la nomenclature Corine Land Cover 2006, le lac des Bariousses est représenté par un point noir

Tableau 11. Synthèse des forces motrices et des pressions sur les corridors rivulaires des retenues des bassins hydrographiques français selon la nomenclature Corine Land Cover 2006

		Densité c	le popul	Densité de population (hab/km²)	/ban²)	Territ	oires artifi	Territoires artificialisés (%)	<u></u>	Terri	toires agr	Territoires agricoles (%)		Forêts et	milieux s	Forêts et milieux semi-naturels (%)	8
		moyenne	min	rnédiane	tnax	moyenne	min	mé diane	Max	moyenne	min	rné diane	max	moyenne	mim	rné diane	Max
AG	200m	16.11	0.00	9.02	218.67	1.17	0.00	0.00	23.28	40.97	0.00	31.34	96.34	49.35	00.00	55.22	99.51
LB		30.34	1.44	13.81	443.78	2.65	0.00	0.00	37.35	51.94	0.00	52.37	97.66	35.52	0.00	30.16	94.49
RM		51.57	5.14	17.99	270.20	9.62	0.00	9.58	34.42	22.44	0.00	13.52	67.00	54.37	0.00	55.23	94.66
RMC		33.63	0.00	10.13	731.32	2.06	0.00	0.00	18.17	20.57	0.00	8.85	83.07	69.44	0.00	77.65	99.44
SN		15.23	2.89	12.74	38.31	3.04	0.00	0.00	27.43	45.16	5.72	37.99	82.69	40.52	1.56	43.13	83.26
Barriousses	tsses		5.93	33			0.00				17.08				76.63	52	
AG	500	19.09	0.00	11.79	240.31	1.14	0.00	00:00	18.29	47.63	0.00	40.06	98.57	47.50	00.00	52.41	99.85
LB		31.75	1.70	17.03	463.82	2.54	0.00	0.00	37.82	59.24	0.00	60.43	98.60	31.98	0.00	28.28	95.74
RM		38.06	5.68	17.39	187.60	6.20	0.00	4.84	19.20	29.84	0.00	25.78	85.43	57.43	0.00	60.79	7676
RMC		33.87	0.13	12.96	680.93	2.24	0.00	0.00	22.21	21.58	0.00	13.97	84.10	72.74	0.00	80.25	99.79
SN		18.50	3.18	17.02	51.77	2.91	0.00	98.0	23.64	51.10	15.68	46.73	82.73	40.66	10.72	40.15	73.58
Barriousses	155es		99'9	56			0.00				20.37	7			77.22	23	
AG	1000tm	19.45	0.00	13.85	142.80	96:0	0.00	0.00	11.62	52.18	0.00	47.33	99.20	44.81	00.00	46.98	99.94
LB		34.00	2.14	19.24	517.43	2.46	0.00	0.00	38.16	63.53	2.22	62.79	99.45	29.07	0.00	23.85	95.65
RM		31.38	4.45	17.80	124.81	4.17	0.00	2.14	13.15	35.57	0.00	33.68	90.56	56.77	0.13	51.17	98.69
RMC		27.66	0.26	15.23	420.79	1.87	0.00	0.00	14.53	23.03	0.00	17.76	80.08	73.23	0.00	81.36	99.91
SN		20.82	90.9	14.94	76.29	2.64	0.00	1.90	15.28	55.52	22.49	52.20	86.56	38.71	8.72	41.17	67.97
Bariousses	155e5		8.18	81			00:00				28.68	~			70.26	92	

Toutes les valeurs des pressions potentielles mesurées sont inférieures à 15% de la surface du corridor rivulaire (Figure 14, Tableau 12, Tableau 13). La proportion maximale en réseau routier a été observée dans la zone tampon de 15 m d'une retenue du bassin Rhône Méditerranée & Corse. Le réseau routier autour du lac des Bariousses est plus important que les moyennes calculées sur les retenues des cinq bassins, quelle que soit la taille du buffer.

La moitié des retenues des cinq bassins ne possèdent pas de voies ferrées dans leur zone rivulaire, ce qui est le cas de la retenue des Bariousses. La proportion maximale mesurée est de 2,05 % de l'occupation du sol sur une retenue du bassin Seine Normandie (barrage des Charmes), dans la zone tampon de 25 m autour des berges. Ce critère est donc assez peu discriminant.

La moitié des retenues des bassins sont caractérisées par des surfaces de végétation plus faibles que celles rencontrés sur les zones tampons de la retenue des Bariousses qui présente en moyenne des corridors plus arborés.

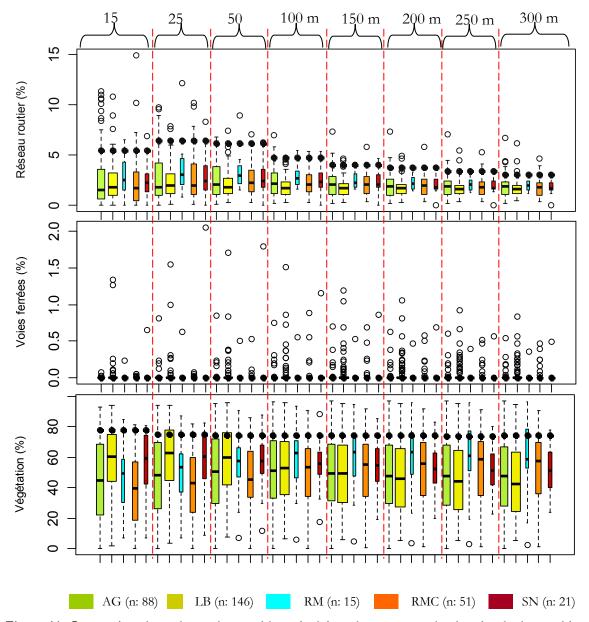


Figure 14. Occupation des sols sur les corridors rivulaires des retenues des bassins hydrographiques français (protocole CORILA), le lac des Bariousses est représenté par un point noir

Tableau 12. Synthèse des forces motrices et des pressions sur les corridors rivulaires des retenues des bassins hydrographiques français (protocole CORILA)

, , , ,		Réseau routier (%)			Voies ferrées (%)			Végétation (%)					
		moyenne	min	médiane	max	moyenne	min	médiane	max	moyenne	min	médiane	max
AG	15m	2.72	0.00	1.49	11.34	0.00	0.00	0.00	0.08	44.18	0.00	44.48	93.08
LB		2.24	0.00	1.79	10.76	0.02	0.00	0.00	1.34	58.23	1.48	60.68	94.05
RM		3.03	0.00	2.50	6.49	0.02	0.00	0.00	0.24	45.69	6.89	49.43	84.81
RMC		2.39	0.01	1.65	14.91	0.00	0.00	0.00	0.05	37.06	0.00	39.56	81.25
SN		2.58	0.00	2.24	6.86	0.03	0.00	0.00	0.66	54.16	6.94	59.32	81.07
Bariouses		5.40			0.00			77.97					
AG	25m	2.83	0.00	1.78	9.73	0.02	0.00	0.00	0.80	47.09	0.00	48.48	94.31
LB		2.22	0.08	1.94	7.82	0.02	0.00	0.00	1.55	59.52	3.15	62.98	94.34
RM		3.70	0.82	3.06	12.13	0.04	0.00	0.00	0.63	50.41	6.77	53.62	87.27
RMC		2.70	0.11	1.96	10.17	0.00	0.00	0.00	0.08	41.40	0.00	42.71	81.85
SN		2.86	0.00	2.37	8.28	0.10	0.00	0.00	2.05	56.74	8.45	60.60	82.75
Bariouses		6.42			0.00			75.18					
AG	50m	2.60	0.09	2.08	6.82	0.02	0.00	0.00	0.85	49.81	0.00	50.63	95.59
LB		2.01	0.25	1.80	7.36	0.03	0.00	0.00	1.71	57.90	7.50	59.97	95.75
RM		3.33	1.49	2.95	8.95	0.03	0.00	0.00	0.50	55.86	6.64	57.68	90.84
RMC		2.62	0.22	2.24	7.04	0.01	0.00	0.00	0.52	46.75	0.00	45.49	86.12
SN		2.90	0.00	2.43	6.27	0.09	0.00	0.00	1.80	57.66	11.86	57.26	87.95
Bario	Bariouses		6.17			0.00			74.49				
AG	100m	2.25	0.17	2.13	6.95	0.02	0.00	0.00	0.75	50.38	0.00	51.29	96.72
LB		1.77	0.28	1.71	4.57	0.04	0.00	0.00	1.51	53.01	6.49	53.02	96.18
RM		2.79	1.57	2.68	5.44	0.04	0.00	0.00	0.55	59.19	5.54	62.70	93.69
RMC		2.23	0.28	2.04	5.36	0.04	0.00	0.00	0.88	50.65	0.01	53.58	90.56
SN		2.56	0.00	2.35	5.36	0.06	0.00	0.00	1.16	55.21	17.65	55.89	88.41
Bariouses		4.70				0.00			74.30				
AG	150m	2.05	0.16	2.01	7.33	0.02	0.00	0.00	0.70	49.45	0.00	49.35	97.06
LB		1.70	0.28	1.69	4.61	0.04	0.00	0.00	1.19	49.56	5.63	49.27	95.57
RM		2.48	1.56	2.19	4.10	0.04	0.00	0.00	0.53	60.30	4.40	63.42	95.01
RMC		2.05	0.38	2.01	5.79	0.03	0.00	0.00	0.68	51.95	0.28	55.26	91.66
SN		2.23	0.00	2.09	4.67	0.04	0.00	0.00	0.86	53.37	19.40	54.44	85.58
Bario	ouses		4.	01			0.0	00			74.	54	
AG	200m	1.93	0.19	1.83	7.35	0.02	0.00	0.00	0.63	48.54	0.00	47.80	97.13
LB		1.67	0.30	1.67	4.87	0.03	0.00	0.00	1.05	47.03	5.36	45.65	95.14
RM		2.25	1.41	2.10	3.33	0.03	0.00	0.00	0.46	60.73	3.43	63.17	95.88
RMC		1.94	0.39	1.93	5.76	0.03	0.00	0.00	0.58	52.72	1.20	55.61	92.04
SN		2.02	0.00	1.82	3.92	0.03	0.00	0.00	0.68	52.33	19.89	52.08	82.86
Bariouses		3.74			0.00			74.27					
AG	250m	1.84	0.19	1.82	7.03	0.02	0.00	0.00	0.60	47.69	0.00	47.48	97.10
LB		1.65	0.37	1.60	5.47	0.03	0.00	0.00	0.92	45.08	5.33	43.91	95.26
RM		2.07	1.27	2.04	3.12	0.03	0.00	0.00	0.40	60.88	2.80	61.13	96.17
RMC		1.85	0.38	1.80	5.26	0.03	0.00	0.00	0.51	53.18	1.18	58.92	91.47
SN		1.89	0.00	1.72	3.49	0.03	0.00	0.00	0.57	51.54	22.57	51.41	80.39
Bariouses		3.41				0.00			73.80				
AG	300m	1.78	0.16	1.82	6.73	0.02	0.00	0.00	0.54	46.81	0.00	47.90	96.79
LB		1.64	0.40	1.56	6.15	0.03	0.00	0.00	0.84	43.51	5.30	42.52	94.87
RM		1.97	1.17	1.98	2.98	0.02	0.00	0.00	0.35	60.76	2.34	58.91	96.25
RMC		1.76	0.37	1.78	4.65	0.03	0.00	0.00	0.46	53.47	1.37	57.65	90.52
SN		1.80	0.00	1.70	3.18	0.02	0.00	0.00	0.49	50.74	23.58	51.29	78.04
Bariouses		3.03			0.00			74.67					

Tableau 13. Comparaison entre les valeurs des forces motrices et des pressions mesurées sur les Bariousses et les valeurs moyennes obtenues sur les retenues du bassin Adour Garonne et au niveau national (= : pas de différence, < > valeurs inférieures ou supérieures par rapport aux Bariousses)

		Bariousses - Adour	Bariousses -
		Garonne	National
Bassin versant	Densité de population (hab/km²)	<	<
(BAVELA)	Territoires artificialisés (%)	<	<
	Surplus en azote (kg)	<	<
	Territoire agricoles (%)	<	<
	Forêts et milieux semi-naturels (%)	>	>
Corridors rivulaires	Densité de population (hab/km²)	<	<
(Corine Land Cover)	Territoires artificialisés (%)	<	<
	Territoire agricoles (%)	<	<
	Forêts et milieux semi-naturels (%)	>	>
Corridors rivulaires	Réseau routier (%)	>	>
(CORILA)	Zone arborée	>	>

La retenue des Bariousses concentre moins de pressions potentiellement impactantes que ce soit à l'échelle du bassin versant ou de la zone rivulaire par rapport aux valeurs moyennes des forces motrices mesurées sur les retenues du bassin Adour Garonne et de l'ensemble des retenues françaises. Seul le réseau routier est plus développé sur le corridor rivulaire des Bariousses comparé à la moyenne des autres retenues.

La proportion de végétation, à la fois sur le bassin versant et la zone rivulaire des Bariousses, est plus élevée que la moyenne des retenues d'Adour Garonne et de l'ensemble des retenues.

3.6. Comparaisons des habitats des Bariousses à ceux d'autres retenues

3.6.1. Données du LHS

Le score LHMS mesuré sur l'ensemble des plans d'eau varie entre 0 et 36 ce qui couvre presque toute la gamme d'intensité de dégradation (valeur maximale de 42). Le lac des Bariousses a des habitats plus altérés que la moyenne obtenue en Adour Garonne, Loire Bretagne et Seine Normandie (Figure 15). De plus, les valeurs mesurées sur les Bariousses sont supérieures à la médiane de ces mêmes bassins.

Les valeurs du LHQA mesurées sur les retenues ne couvrent pas toute la gamme de variation prévue par l'indice (0-116) ; globalement, les retenues françaises ont donc une qualité des habitats qui n'est jamais optimale. La qualité des habitats mesurée sur les Bariousses est cependant supérieure aux moyennes calculées sur les cinq bassins. De même, 50% des retenues sur chaque bassin ont des valeurs inférieures à celle obtenue sur les Bariousses.

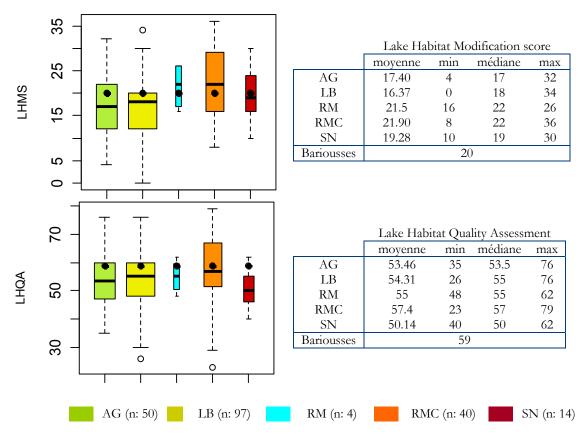


Figure 15. Etat des habitats des retenues des bassins hydrographiques français selon le Lake Habitat Survey, le lac des Bariousses est représenté par un point noir

3.6.2. Informations procurées par le protocole ALBER

La retenue des Bariousses est caractérisée par une proportion en linéaire renforcé supérieure à celui de la moitié des retenues des bassins Adour Garonne, Rhône Méditerranée & Corse et Seine Normandie (Figure 16). A l'inverse, les retenues de Rhin Meuse sont en moyenne plus altérées (moyenne : 27,47 %) que le lac de Treignac avec une valeur maximale de près de 60 %.

L'apport de matière et le compactage sont plus élevés sur les Bariousses que sur la moitié des retenues des bassins hydrographiques français.

Il n'existe aucune extraction de matière sur les retenues étudiées, sauf en Adour Garonne (barrage de Gensac-lavit/82 et Pareloup/12).

L'altération de l'hydrologie des Bariousses est supérieure à l'altération moyenne observée sur les retenues des bassins, exceptés dans le bassin Rhin Meuse.

Plus de 50% des retenues des bassins hydrographiques possèdent un taux d'aménagement supérieur à celui rencontré sur les Bariousses.

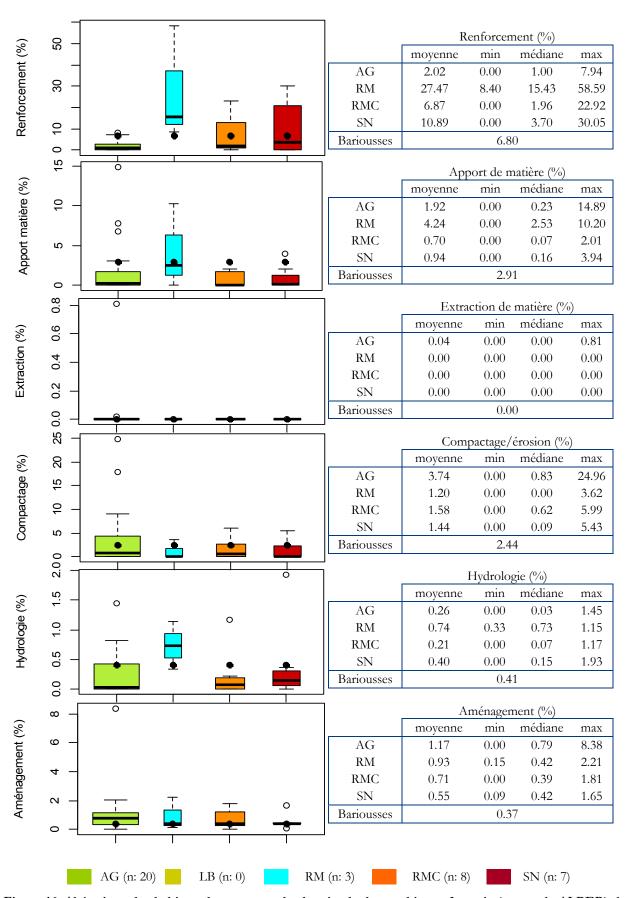


Figure 16. Altérations des habitats des retenues des bassins hydrographiques français (protocole ALBER), le lac des Bariousses est représenté par un point

3.6.3. Qualité des habitats étudiée avec le protocole CHARLI

Les Bariousses sont caractérisées par une proportion en substrat de type vase supérieure à celle de la moitié des retenues des bassins hydrographiques (Figure 17). Cependant, on note une grande variabilité des valeurs mesurées au sein des bassins, sauf en Seine Normandie.

La proportion en sable et limon des Bariousses est la plus faible observée en Adour Garonne. Elle est également inférieure à la moyenne des valeurs mesurées sur les retenues de Rhin Meuse et Seine Normandie.

La moitié des retenues des divers bassins possède une proportion en gravier supérieure à la valeur observée sur les Bariousses.

Le taux moyen de galets et de dalles des retenues est plus important que celui des Bariousses, excepté en Adour Garonne. En ce qui concerne les blocs, leur proportion sur le lac des Bariousses est largement supérieure aux valeurs rencontrées sur les retenues des bassins.

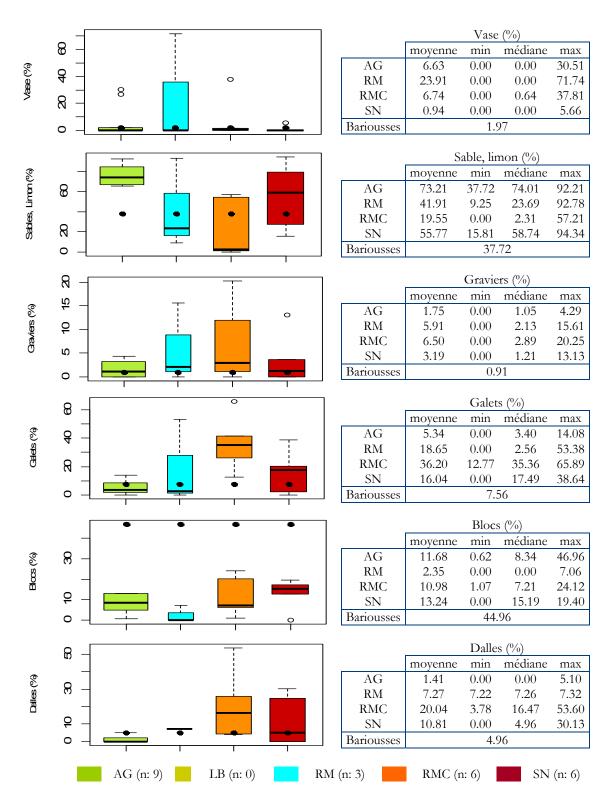
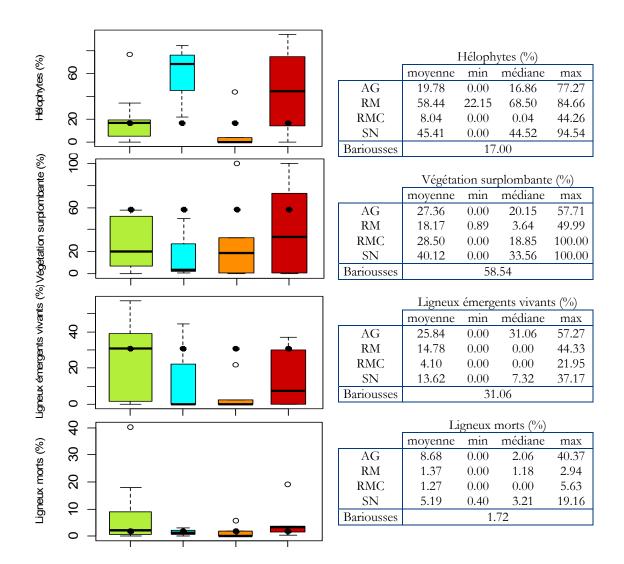


Figure 17. Substrats des berges et du littoral des retenues des bassins hydrographiques français (protocole CHARLI), le lac des Bariousses est représenté par un point noir

La retenue des Bariousses peut être caractérisée par :

- une proportion en végétation surplombante et en ligneux émergents supérieure aux moyennes rencontrées sur les retenues des bassins (Figure 18). De plus, ces deux types de végétation sont absents de certaines retenues ;
- un taux d'hélophytes inférieur aux moyennes des bassins, à l'exception de Rhône Méditerranée & Corse ;
- un faible linéaire de ligneux morts et de chevelu racinaire comme sur la quasi-totalité des retenues (mis à part pour une retenue en Adour Garonne : lac de Miélan/32) avec cependant des valeurs supérieures à celles mesurées sur la moitié des retenues de certains bassins ;

- une bonne proportion de litière en comparaison des valeurs moyennes mesurées dans les bassins hydrographiques ;
- une absence de bryophytes, ce qui est également le cas des retenues des bassins Rhin Meuse et Rhône Méditerranée & Corse. A l'inverse, la zone littorale du lac de la Prade (Adour Garonne) en est totalement recouverte ;
- une proportion en hydrophytes inférieure aux moyennes rencontrées sur les retenues des bassins. Aucune retenue de Rhône Méditerranée & Corse ne présente d'hydrophytes flottantes ;
- une absence de colmatage algal comme sur l'ensemble des retenues de Rhône Méditerranée & Corse. Le barrage d'Astarac en Adour Garonne est entièrement colmaté.



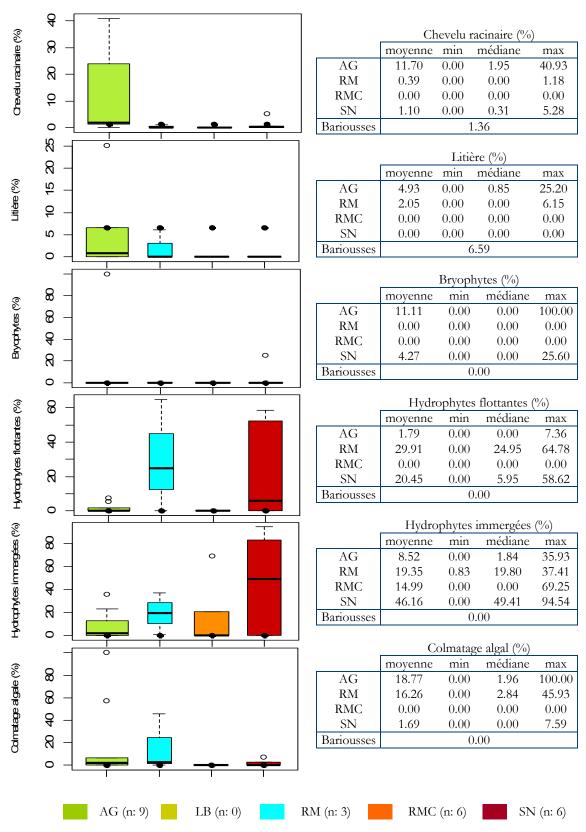


Figure 18. Végétation des berges et du littoral des retenues des bassins hydrographiques français (protocole CHARLI), le lac des Bariousses est représenté par un point noir

Synthèse et discussion

La retenue des Bariousses est caractérisée par une cuvette de type concave avec un linéaire de rives peu découpé. Ces deux caractéristiques limitent la disponibilité en habitats au sein de la zone littorale (De Bortoli and Argillier, 2006) ainsi que leur diversité (Keith and Allardi, 2001). Le fond de la

cuvette est très homogène en termes de substrats avec une dominance de vase, ce qui suggère une teneur élevée en matière organique (Hade, 2007).

Le bassin versant et la zone rivulaire de la retenue des Bariousses sont caractérisés par une forte dominance des surfaces forestières, un faible taux d'urbanisation, quelques prairies, ainsi peu de sources de pollutions sont attendues. L'urbanisation apporte principalement des métaux lourds et des hydrocarbures, alors que l'agriculture décharge de la matière solide, des nutriments et des pesticides (Tong and Chen, 2002). On peut par conséquent s'attendre à un apport faible en métaux lourds, pesticides et autres contaminants dans la retenue du fait :

- des faibles sources de pollutions ;
- du rôle épurateur de la ripisylve qui capte les eaux de ruissellement et les nutriments et diminuent l'érosion et donc les apports de matière solide (Hade, 2007) ;
- de la retenue de Viam plus en amont qui intercepte une partie des eaux de ruissellement et des contaminants.

Il est à noter qu'une partie des zones forestières est composée de résineux qui provoquent l'acidification des sols et des surfaces en eau environnantes (Lavabre and Andréassian, 2000). Cette acidité est renforcée par la nature granitique de la roche mère au faible pouvoir tampon (Hade, 2007) de la retenue des Bariousses. Par conséquent, l'ichtyofaune acido-tolérante sera prédominante telle que la perche ou le brochet (Schlumberger, 2002).

Les habitats littoraux de la retenue des Bariousses sont dominés par une forte proportion de végétation surplombante et de ligneux émergents vivants. Cela procure de l'ombre et permet de diminuer le réchauffement des eaux (Hade, 2007). On note aussi la présence d'hélophytes et de chevelu racinaire. L'ensemble de ces composantes d'habitats est nécessaire aux communautés biologiques tout au long de leur cycle de développement. Par exemple, la faune piscicole occupe la zone littorale de façon permanente ou occasionnelle selon les échelles temporelles (journée ou saison) pour se nourrir, se reproduire ou se protéger des prédateurs (Winfield, 2004). Les substrats de rives les plus présents sur le lac des Bariousses sont les blocs et le sable. Ce dernier permet l'implantation de macrophytes enracinées (Pourriot and Meybeck, 1995), de macro-invertébrés de type fouisseurs (Tachet et al., 2000) et représente un site de reproduction pour certaines espèces lithophiles (Keith and Allardi, 2001). Les blocs sont des zones potentielles de repos et de refuges contre les prédateurs (Brind'Amour et al., 2005).

Les habitats des berges et du littoral de la retenue des Bariousses sont soumis à des fluctuations du niveau qui impactent fortement la zone littorale. Cela se traduit par une perte importante de la végétation sur la zone littorale, qui est essentielle aux communautés biologiques (zone de reproduction, de refuge, de nourrissage). Le marnage entraine une baisse de la diversité et de la biomasse en invertébrés (Brauns et al., 2008) et perturbe, par conséquent, les relations trophiques avec l'ichtyfaune (Launois, 2011). Cette dernière est également impactée directement par le marnage (i) avec la mise en péril du dépôt des œufs sur la végétation et de leur incubation (Winfield, 2004; Launois, 2011) et (ii) avec la diminution des zones de maturation pour les juvéniles et des territoires de chasse par les poissons piscivores (Weaver et al., 1997; Schmieder, 2004). Les activités récréatives sur le lac génèrent également des altérations des habitats (Ostendorp et al., 2004; Schmieder, 2004). Cela se traduit, sur la retenue des Bariousses, par le renforcement et le compactage des berges, la présence d'aménagements et par l'apport de sable (plages). Les altérations physiques ne représentent qu'un faible linéaire, mais leurs impacts peuvent être importants (Rowan et al., 2011). De plus, une fréquentation élevée en période estivale peut entrainer des perturbations sur la physico-chimie des eaux (MES, ...), les habitats (tassement des berges...) et sur la biocénose (dérangement, pêche...) (Hade, 2007; Launois, 2011).

Le présent rapport fait état d'une synthèse des éléments environnementaux de la retenue des Bariousses, principalement sur les forces motrices, les pressions et les caractéristiques hydromorphologiques susceptibles d'impacter les communautés biologiques, piscicoles en particulier. La figure suivante est une illustration de l'intensité de ces paramètres par rapport aux observations réalisées sur les retenues de l'ensemble du bassin (Figure 19).

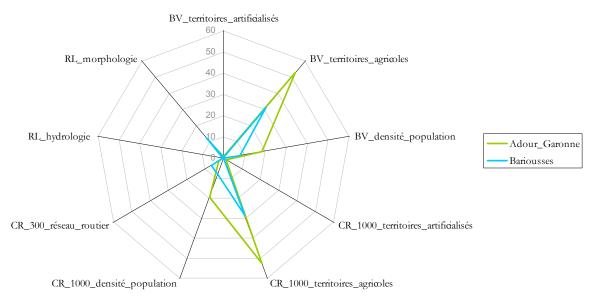


Figure 19. Synthèse des forces motrices et des pressions s'exerçant sur la retenue des Bariousses à différentes échelles spatiales (BV: bassin versant, CR_300: corridors rivulaires de 15 à 300 m des berges, CR_1000: corridors rivulaires de 200 à 1000 m des berges, RL: rives et littoral. La valeur pour les corridors rivulaires correspond à la valeur maximale observée sur les zones tampons. Territoires_artificialisés, territoires_agricoles et réseau_routier en % d'occupation du sol, densité_population en hab/km², hydrologie et morphologie (= renforcement+apport matière+extraction matière+compactage+aménagement) en % de linéaire de rives modifiées)

Les caractéristiques environnementales mises en évidence dans ce rapport seront analysées au regard des peuplements piscicoles afin de dégager des facteurs de structuration de ces peuplements, dans le cadre de la thèse de M.Roy, conduite en partenariat entre Irstea et EDF R&D.







Caractérisation environnementale de la retenue des Bariousses Rebiere D., Argillier C., Roy R.

Bibliographie

Acreman, M. C., Dunbar, M. J., Hannaford, J., Black, A. R., Rowan, J. S. & Bragg, O. M. (2005). Development of environmental standards (water resources) - Stage 1: Identification of hydromorphological parameters to which the aquatic ecosystem is sensitive. p. 100. Wallingford: Centre for Ecology & Hydrology.

Alleaume, S. & Argillier, C. (2012). Corila : Corridors Rivulaires Lacustres (version 2012). p. 22. Aix en Provence: Irstea.

Alleaume, S., Lanoiselée, C. & Argillier, C. (2010). Bathymétrie des plans d'eau. Protocole d'échantillonnage et descripteurs morphométriques. p. 23. Aix-en-Provence: Cemagref.

Alleaume, S., Lanoiselée, C. & Argillier, C. (2012a). AlBer: Protocole de caractérisation des Altérations des Berges (version 2012). p. 30. Aix en Provence: Irstea.

Alleaume, S., Lanoiselée, C., Heyd, C. & Argillier, C. (2012b). Charli: Protocole de Caractérisation des HAbitats des Rives et du Littoral (version 2012). p. 30. Aix en provence: Irstea.

Bragg, O. M., Duck, R. W., Rowan, J. S. & Black, A. R. (2003). Review of methods for assessing the hydromorphology of lakes. p. 130: Environment Agency, University of Dundee.

Brauns, M., Garcia, X. F. & Pusch, M. T. (2008). Potential effects of water-level fluctuations on littoral invertebrates in lowland lakes. *Hydrobiologia* **613**, 5-12.

Brind'Amour, A., Boisclair, D., Legendre, P. & Borcard, D. (2005). Multiscale spatial distribution of a littoral fish community in relation to environmental variables. *Limnology and Oceanography* **50**, 465-479.

Commissariat Général au Développement Durable (2010). NOPOLU-volet Agricole - Guide méthodologique

(Ministère de l'Ecologie, d. l. E., du Développement durable et de la Mer, ed.), p. 115.

De Bortoli, J. & Argillier, C. (2006). Hydromorphologie lacustre, mesure de son altération et réponses biologiques - Etude bibliographique. p. 34.

Eadie, J. M. & Keast, A. (1984). Resource heterogeneity and fish species diversity in lakes. *Canadian Journal of Zoology* **62**, 1689-1695.

Gallego, J. (2001). Comparing CORINE Land Cover with a more detailed database in Arezzo (Italy). In *Towards Agri-environmental indicators*, pp. 118-125. Copenhagen: European Environment Agency.

Hade, A. (2007). Nos lacs les connaître pour mieux les protéger. Fides.

Hakanson, L. (2005). The importance of lake morphometry for the structure and function of lakes. *International Review of Hydrobiology* **90**, 433-461.

Heyd, C., Alleaume, S. & Argillier, C. (2012). BAVELA, BAssin VErsant LAcustre: Méthode de délimitation et extraction de données spatiales. Aix-en-Provence: Irstea.







Johansson, H., Brolin, A. A. & Hakanson, L. (2007). New approaches to the modelling of lake basin morphometry. *Environmental Modeling & Assessment* 12, 213-228.

Keith, P. & Allardi, J., eds. (2001). Atlas des poissons d'eau douce de France. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle.

Launois, L. (2011). Impact des facteurs anthropiques sur les communautés piscicoles lentiques : vers l'élaboration d'un indice poisson. In *Sciences de l'environnement (251)*, p. 209. Aix-Marseille: Université de Provence.

Lavabre, J & Andréassian, V. (2000). La forêt : un outil de gestion des eaux ? Cemagref-Éditions – Collection GIP ECOFOR. P. 116

Müller, B., Lotter, A. F., Sturm, M. & Ammann, A. (1998). Influence of catchment quality and altitude on the water and sediment composition of 68 small lakes in Central Europe. *Aquatic Sciences* **60**, 316-337.

Ostendorp, W., Schmieder, K. & Johnk, K. (2004). Assessment of human pressures and their hydromorphological impacts on lakeshores in Europe. *International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology* **4**, 379-395.

Pédron, S., Laplace-Teyture, C., Mazzella, L., Bertrin, V., De Bortoli, J. & Argillier, C. (2008). Intercalibration de l'évaluation de l'état des plans d'eau. p. 28. Aix-en-Provence: Cemagref.

Poirel, A., Merle, G., Salençon, M. J. & Travade, F. (1996). Gestion hydraulique et ressources piscicoles dans les retenues hydroélectriques. Thonon les Bains.

Poulain, T., Guillard, J. & Argillier, C. (2011). Détermination des substrats lacustres par hydroacoustique : application au suivi de qualité morphologique. *Journal des Sciences Halieutiques et Aquatiques* 3, 67-71.

Pourriot, R. & Meybeck, M. (1995). Limnologie générale. Paris: Masson.

Rowan, J. S., Carwardine, J., Duck, R. W., Bragg, O. M., Black, A. R., Cutler, M. E. J., Soutar, I. & Boon, P. J. (2006a). Development of a technique for Lake habitat survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 16, 637-657.

Rowan, J. S., Greig, S. J., Armstrong, C. T., Smith, D. C. & Tierney, D. (2011). Development of a classification and decision-support tool for assessing lake hydromorphology. *Environmental Modelling & Software*.

Rowan, J. S., Soutar, I., Bragg, O. M., Carwardine, J. & Cutler, M. E. J. (2006b). Lake Habitat Survey in the United Kingdom. p. 70. Dundee: Environmental Systems Research Group.

Schlumberger, O. (2002). Exigences écophysiologiques de quelques espèces de poissons lacustres. p. 29. Montpellier: Cemagref, Unité Ressources Ichtyologiques en Plans d'Eau.

Schmieder, K. (2004). European lake shores in danger - concepts for a sustainable development. Limnologica 34, 3-14.







Sliva, L. & Williams, D. D. (2001). Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water Research* **35**, 3462-3472.

Tachet, H., Richoux, P., Bourgnaud, M. & Usseglio-Polatera, P. (2000). *Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie*. Paris: CNRS Editions.

Tong, S. T. Y. & Chen, W. L. (2002). Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of Environmental Management* **66**, 377-393.

Weaver, M. J., Magnuson, J. J. & Clayton, M. K. (1997). Distribution of littoral fishes in structurally complex macrophytes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **54**, 2277-2289.

Winfield, I. J. (2004). Fish in the littoral zone: ecology, threats and management. *Limnologica* **34**, 124-131.







Annexes

- Annexe 1: Détails du calcul du Lake Habitat Quality Assessment
- Annexe 2 : Détails du calcul du Lake Habitat Modification Score
- Annexe 3 : Liste des retenues fortement modifiées utilisées lors de l'analyse comparative
- Annexe 4 : Interprétation d'une boxplot de Tukey







Annexe 1. Détails du calcul du Lake Habitat Quality Assessment

Soms scores	Variables	Paramètres et calcul	note 0	note 1	note 2.	note 3	note 4	note finale
	structure de la végétation, complexité	nombre PO où plusieurs strates sont présentes	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	
	longévité de la végétation	nombre PO où recouvrement des arbres Ø >0,3 m >10% (classe 2 et +)	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	
Riparian	recouvrement des occupations des sols naturels	nombre PO où le milieu est naturel	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	somme de chaque variable / 20
	diversité des occupations des sols naturels	nombre de milieux naturels recensés sur les 10 PO	0	-	2	3	VI 4	
	diversité de substrats de haut de berge	nombre de substrats recensés sur les 10 PO	0	1	2	3	≥ 4	
	présence de talus de terre et sable > 1m	nombre PO avec h>1m et substrats	0	1 à 3	4à6	7 à 8	9 et 10	
	PO avec ligne de dépôts	nombre de PO présentant une ligne de débris	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	
Choul	proportion de berges naturelles	nombre de PO avec substrat naturel	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	somme de chaque
SHORE	diversité des berges naturelles	nombre de substrats recensés sur les 10 PO	0	1	2	3	\ 4	variable / 24
	proportion de grèves naturelles	nombre de PO avec substrat naturel	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	
	diversité des substrats de grève	nombre de substrats recensés sur les 10 PO	0	1	2	3	∀	
	variations de profondeur (coefficient de variation)	coefficient de variation (moyenne /écart type) de profondeur rapporté à 10 m sur les 10 PO	0	> 25	> 50		> 75	
	recouvrement des substrats naturels	nombre de PO avec substrat littoral	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	
	diversité des substrats littoraux naturels	nombre de substrats littoraux naturels recensés sur les 10 PO	0	1	2	3	VI 4	
100000000000000000000000000000000000000	recouvrement des macrophytes	moyenne du recouvrement des macrophytes sur les 10 PO par classe	0	-	2	8	4	somme de chaque
Littoral	extention littorale des macrophytes	macrophytes sur les 10 PO par classe	0	1 à 3	4 à 6	7 à 8	9 et 10	variable / 32
	diversité des macrophytes	nombre de types de macrophytes recensés sur les 10 PO	0	1	2	3	≥ 4	
	recouvrement des habitats piscicoles	moyenne du recouvrement des habitats sur les 10 PO par classe	0	П	2	ю	4	
	diversité des habitats littoraux	nombre de types d'habitats recensés sur les 10 PO	0	1	2	3	VI 4	
	variables	paramètres et calcul	note 0	note 5	note 10	note 15	note 20	
	diversité des habitats naturels	nombre d'habitats différents recensés sur les 10 sections	0	1	2	3	4	
	variables	paramètres et calcul	note 0	note 2	note 5	note 10		
Lake	nombre d'îles	nombre d'îles	0	1	2 à 4	> 5		somme de chaque variable / 36
	variables	paramètres et calcul	note 0	note 2	note 4	note 6		
	nombre d'îles deltaïques	nombre de types d'îles deltaïques (à l'exclusion des dépôts de sable et limon non végétalisés)	0	1	2	3		
O - noint d'observation	vation						score max	score max LHOA: 112

PO : point d'observation Le score du LHQA est égal à la somme des notes de chaque variable des sous scores







score max LHMS: 42

Annexe 2. Détails du calcul du Lake Habitat Modification Score

Sous scores	Variables	Paramètres et calcul	note 0	note 2	note 4	note 6	note 8	note finale
1	% rive en génie civil		< 10 %	< 10% 10 à 29% 30 à 49% 50 à 74%	30 à 49 %	50 à 74 %	> 75 %	
Shore Zone Modification	protections des berges	nombre PO avec berge modifiée	0 ou 1	2	3 ou 4	5 à 7	8 \	note de la variable la plus déclassante
	affouillements	nombre PO avec berge modifiée		> 3				,
Shore Zone	% rive avec couverture non naturelle		< 10 %	10 à 29 %	10 à 29 % 30 à 49 % 50 à 74 %	50 à 74 %	> 75 %	note de la variable la
Intensive Use	PO avec couvert non naturel	nombre PO avec une occupation des sols non naturelle	0 ou 1	2	3 ou 4	5 à 7	> 8	plus déclassante
In Lake Use	pressions/activités sur le lac	nombre de pressions présentes	0	1	2	3	> 3	note la plus déclassante
	hydrologie - structures hydrauliques	présence d'un barrage sans passe à poissons					1	
	hydrologie - structures hydrauliques	nombre de structures hydrauliques recensées	0 ou 1	2	> 3			
Hydrology	hydrologie - retenue amont	si présence		1				note de la variable la
	hydrologie - usages	si usage principal = électricité ou protection contre inondations ou AEP (Adduction Eau Potable)				1		pius declassante
	hydrologie - variations des niveaux d'eau	variation d'eau annuelle				1m	0,5 à 5 m	
;	% rive érodée		< 25%	25 à 49 % 50 à 69 %	50 à 69 %	% 02 <		
Sediment Regime	PO avec dépôts	nombre PO avec sédimentation sur substrat		3 à 4	5 à 6			note de la variable la plus déclassante
)	% recouvrement îles et dépôts	% recouvrement îles et dépôts	< 25 %	25 à 49 % 50 à 69 %	50 à 69 %	> 70%		,
Nuisance Species	présence de végétation nuisible/exotique	nombre PO où des espèces nuisibles ont été détectées en zone riparienne + nombre PO où des espèces nuisibles ont été détectées dans les milieux aquatiques	0 ou 1	2 on 3	4 ≤			note la plus déclassante

PO : point d'observation Le score du LHMS est égal à la somme des notes les plus déclassantes pour chaque sous score







Annexe 3. Liste des retenues fortement modifiées utilisées lors de l'analyse comparative, « X » représente les protocoles mis en œuvre

Agence: AG/Adour Garonne, AP/Artois Picardie, LB/Loire Bretagne, RM/Rhin Meuse, RMC/Rhône Méditerranée & Corse, SN/Seine Normandie

LHS: Lake Habitat Survey, ALBER: Altération des Berges, CHARLI: Caractérisation des habitats des rives et du littoral

				Forces	Habitat	s des berges	et du littoral
Agence	Onema	Nom_lac	Code_lac	motrices	LHS	ALBER	CHARLI
AG	6	Marèges (barrage_de)	MAR19	X			
AG	6	Aigle (de_l')	AIG15	X			
AG	8	Alzeau (barrage_de_l')	ALZ81	X			
AG	6	Argentat (barrage_d')	ARG19	X	X		
AG	7	Artouste (lac_d')	ART64	X			
AG	7	Astarac (barrage-réservoir de_l')	AST32	X	X	X	X
AG	7	Ayguelongue (barrage_de_l')	AYG64	X	X		
AG	7	Arrêt Darré (barrage_de_l')	BAD65	X			
AG	7	Bage	BAG12	X			
AG	7	Bancalié (retenue_de_la)	BAN81	X			
AG	7	Baradée (barrage_de la)	BAR32	X	X		
AG	7	Castelnau-Lassouts (barrage_de)	BCL12	X	X		
AG	7	Duhort-Bachen (barrage_de)	BDB40	X	X		
AG	6	Chaumettes (barrage_les)	BLC19	X	X		
AG	4	Mas Chaban (barrage_du)	BMC16	X	X		
AG	7	Miramont Sensacq (barrage_de)	BMS40	X	X	X	X
AG	7	Brayssou (barrage_du)	BRA47	X	X	X	
AG	7	Saint-Ferréol (bassin de)	BSF31	X			
AG	7	Saint-Jean (barrage_de)	BSJ32	X	X		
AG	7	Caillaouas (lac_de)	CAI65	X			
AG	7	Cammazes (lac_des)	CAM81	X			
AG	7	Candau (barrage_de)	CAN32	X	X		
AG	6	Causse	CAU19	X	X	X	X
AG	7	Cap de Long (lac_de)	CDL65	X	X	X	
AG	6	Chastang	CHA19	X			
AG	8	Charpal (lac_de)	CHA48	X	X	X	X
AG	7	Couesque (barrage_de)	COU12	X			
AG	6	Enchanet	ENC15	X	X		
AG	8	Estrade (retenue_de_l')	EST11	X	X	X	
AG	6	Feyt (lac_de)	FEY19	X	X		
AG	7	Filleit (barrage_du)	FIL09	X	X		
AG	7	Gabas (barrage_du) - Fabrèges (lac)	GAB64	X	X		
AG	7	Galens (lac_des)	GAL12	X			
AG	7	Garrabet (barrage_de)	GAR09	X			
AG	7	Gensac-Lavit (barrage_de)	GEN82	X	X	X	
AG	7	Gioulé (barrage_de la)	GIO40	X	X		
AG	7	Gnioure (étang_de)	GNI09	X			
AG	7	Golinhac (barrage_de)	GOL12	X			
AG	7	Gouyré (barrage_du)	GOU82	X	X		
AG	6	Grandval	GRA15	X	X	X	
AG	7	Hagetmau-Monsegur (barrage_d')	HAG40	X	X		
AG	6	Hautefage (barrage_de)	HAU19	X	21		
AG	6	Lavaud Amont (plan d'eau de)	LAD16	X	X		
AG	6	Lanau (lac_du barrage_de)	LAN15	X			
AG	7	Laouzas (lac_de)	LAO81	X	X		
АСт							







AG	6	Lastioulles (lac_de)	LAS15	X	X		I
AG	7	Laquette Aubert	LAU65	X	21		
AG	4	Lavaud (barrage_de)	LAV16	X	X		
AG	7	Lavaud (barrage_de) Lescouroux (barrage_de)	LES24	X	X	X	X
AG	7	Lescouroux (barrage_de) Louet (barrage_du)	LES24 LOU64	X	X	Λ	Λ
AG	7	Saint-Géraud (lac_de)	LSG81	X	Λ		
AG	7	Lunax (barrage_de)	LUN32	X	X	X	
AG	7	Maury (lac_de)	MAU12	X	Λ	Λ	
AG	6	Méouze (étang_de)	MEO23	X	X	X	
AG	7	Mialet (barrage_de)	MIA24	X	Λ	Λ	
AG	7	Miélan (lac_de)	MIE32	X	X	X	X
AG	7	Migouélou (lac_de)	MIG65	X	Λ	Λ	Λ
AG	7	Montbel	MON11	X			
AG	7	Naguilhes (étang_de)	NAG09	X	X		
AG	7	Orédon (lac_d')	ORE65	X	X		
AG	7	Orx (marais d')	ORX40	X	X		
AG	7	Oule (lac_de_l')	OUL65	X	Λ		
AG	7	Pareloup	PAR12	X	X	X	
AG	7	Pont-de-Salars (réservoir de)	PDS12	X	Λ	Λ	
AG	7	Pinet (barrage_de)	PIN12	X			
AG	7	Montbel Amont (plan d'eau de)	PMA09	X			
AG	7	Poucharramet (barrage_de)	POU31	X	X		
AG	7	Prade (lac_de la)	PRA33	X	X	X	X
AG	7	Puydarrieux (barrage_de)	PUY65	X	Λ	Λ	Λ
AG AG		Ramade (étang_de la)		X	X	X	
AG AG	6 7		RAM23 RAS81	X X	Λ	Λ	
AG AG		Rasisse (retenue_de)	RAV34	X X			
AG AG	8	Raviège (lac la)	RBO63	X X	X	X	
	6	Bort les orgues (retenue_de)	ROU81	X	Λ	Λ	
AG AG	7	Roucarie (retenue_de_la)	SAR15	X			
AG	7	Sarrans (lac_du barrage_de)	SEC15	X	X		
AG AG	6 7	Saint Etienne de Cantalès		X X	X	X	
AG AG	7	Soulcem (étang_de)	SOU09 SPE81	X	Λ	Λ	
AG AG	7	Saint-Peyres Tailly ret (harrage, do)	TAI40	X	X		
AG	7	Tailluret (barrage_de)	TOR82	X	Λ	X	X
AG AG	6	Tordre (barrage_du) Treignac / bariousses (lac_des)	TRE19	X X	X	X	X X
AG		` ,	TRE19	X	Λ	Λ	Λ
AG	6 7	Triouzoune (barrage_de la)	TSC32	X	X		
AG AG	7	Thoux-Saint-Cricq (lac_de)	UBY32	X X	X		
AG AG		Uby (lac_de_l') Valette (barrage_de la)	VAL19	X	Λ		
AG	6 6	Valette (barrage_de ia) Viam (lac_de)	VAL19 VIA19	X			
AG	7	Villefranche de Panat (lac_de)	VIA19 VIL12	X	X		
LB		Marcille (étang_de)	MAR35	X	X		
LB	2	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \		X X	X X		
LB	6	Age (l') [complexe de_l'Age]	AGE23	X X	Λ		
	2	Albert (retenue_d') [complexe de Mervent]	ALB85	X	v		
LB LB	2 2	Angle guignard (retenue_de) Apremont (retenue_d')	ANG85 APR85	X X	X X		
				X	Λ		
LB LB	4	Arche (étang_de_l') Arzal (retenue_d')	ARC41	X X	X		
LB	2		ARZ35 AUM44	X X	X X		
LB	2	Aumée (étang) Baigne-jean (étang)	BAI36	X X	X		
LB	4 9		BAY58	X X	X		
LB		Baye (étang_de)		X X	X		
LB	4 4	Beauregard (étang) Bellebouche (étang_de)	BEA36 BEL36	X	Λ		
LB	4	Bezard (étang)	BEZ41	X X			
LB	4	Bievre (étang_de)	BIE41	X X			
LB			BIG36	X			
LD	4	Bignotoi (étang_de)	DIG 20	Λ			







1			DT 74.		
LB	4	Blizon (étang_du) [complexe]	BLI36	X	X
LB	2	Blisiere (étang_de la)	BLI44	X	X
LB	2	Bosmeleac (retenue_de)	BOS22	X	X
LB	2	Boulet (étang_du)	BOU35	X	X
LB	6	Bujaleuf (retenue_de) [complexe de Villejoubert]	BUJ87	X	
LB	2	Bultiere (retenue_de_la)	BUL85	X	X
LB	2	Careil (étang_de)	CAE35	X	X
LB	2	Carcraon (étang_de)	CAR35	X	X
LB	6	Grande Cazine (étang_de la)	CAZ23	X	
LB	4	Cebron (retenue_du)	CEB79	X	X
LB	9	Chamboux (retenue_de)	CHA21	X	X
LB	6	Chammet (retenue_du)	CHA23	X	X
LB	2	Chatillon (étang_de)	CHA35	X	21
LB	6	Chapelette (complexe de lavalette)	CHA43	X	
LB	4	[complexe de Lavalette] Chardes (retenue_de) [complexe de Chardes]	CHAOC	X	X
LD	4	Chardes (retenue_de) [complexe de Chardes] Chauvan (retenue_de) [commplexe Saint	CHA86	Λ	Λ
LB	6	Marc]	CHA87	X	
LB	6	,	CHE22	X	
	6	Chezelles[complexe de_l'Age]	CHE23		37
LB	6	Combes (retenue_des)	COM23	X	X
LB	2	Coron (étang_du)	COR22	X	X
LB	4	Corbois (étang_de la)	COR41	X	X
LB	4	Coudreau (étang_du)	COU36	X	
LB	4	Craon (étang_de)	CRA18	X	X
LB	2	Drennec (retenue_du)	DRE29	X	X
LB	2	Duc (étang au)	DUC56	X	X
LB	6	Chapelle (étang_de la)	EDC23	X	
LB	4	Couvent (étang_du)	EDC36	X	
LB	6	Chancelade (étang_de)	EDC63	X	X
LB	4	Gaby (étang)	EDG36	X	
LB	4	Grande Rue (étang_de la)	EGR45	X	X
LB	4	Eguzon [complexe d'Eguzon]	EGU36	X	X
LB	2	Pain Tourteau (étang_de)	EPT35	X	X
LD	2	Etroit (retenue_de_l') [complexe de la Roche	EF 133	Λ	Λ
LB	6	Talamie]	ETR23	X	
LB	6	Fleix [complexe de Villejoubert]	FLE87	X	
LB	4	Fontgombault (étang_de) [complexe de Fontgombault]	FON36	X	
LB	2	Forge (étang_de la)	FOR35	X	X
LB	4	Fourdines (étang_des)	FOU36	X	
LB	4	Gabriau (étang_de)	GAB36	X	
LB	6	Goule (étang_de)	GOU03	X	X
LB	2	Gouet (retenue_du)	GOU22	X	X
LB	4	Grandeffe (étang_de) [Loges]	GRA36	X	
LB	5	Grangent	GRA42	X	X
LB	2	Graon (retenue_du)	GRA85	X	X
LB	2	Guerlédan (lac_de) [complexe de Guerlédan]	GUE22	X	X
LB	2	Hardouinais (étang_de la)	HAR22	X	X
LB	4	Javoulet (étang_de)	JAV18	X	41
LB	4	Jousseau (retenue_de) [complexe de Chardes]	JOU86	X	
		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,			
LB	2	Jugon (étang_de) [complexe de Ville-Hatte]	JUG22	X	v
LB	9	Lardes (étang_de)	LAC21	X	X
LB	6	Landes (étang_des)	LAN23	X	X
LB	6	Langleret (retenue_de) [complexe de Villejoubert]	LAN87	X	
LB	6	Lartige [complexe de Villejoubert]	LAR87	X	







LB	6	Lavaud Gelade	LAV23	X	X
LB	6	Lavalette (retenue_de) [complexe de	LAV43	X	X
LD	O	Lavalette]	LAV43	Λ	Λ
LB	2	Jaunay (retenue_du)	LEJ85	X	X
LB	2	Marillet [complexe du Marillet]	LEM85	X	X
LB	4	Gabrière (étang_de_la)	LGA36	X	
LB	2	Louroux (étang_du)	LOU37	X	X
LB	2	Mervent [complexe de Mervent]	MER85	X	X
LB	4	Mez (étang_du)	MEZ36	X	
LB	4	Migne (étang_de)	MIG36	X	
		Moinie (retenue_de_la) [complexe du			
LB	2	Marillet]	MOI85	X	
		Montlarron (retenue_de) [complexe de			
LB	6	Villejoubert]	MON87	X	
LB	2	Musse (étang_de la)	MUS35	X	X
LB	8	Naussac (retenue_de)	NAU48	X	X
LB	2	Noyalo (étang_de)	NOY56	X	X
LB	2				X
		Ouée (étang d')	OUE35	X	
LB	2	Paimpont (étang_de)	PAI35	X	X
LB	5	Palisse (la)	PAL07	X	37
LB	2	Pont de fer (étang_du)	PDF44	X	X
LB	2	Pas du Houx (étang_du)	PDH35	X	
LB	2	Pierre Brune [complexe de Mervent]	PIB85	X	
LB	4	Piegu (étang_de)	PIE36	X	
LB	2	Mousseau (retenue_de) [Pincemaille]	PIN49	X	X
LB	6	Pirot (étang_de)	PIR03	X	
LB	2	Poiteviniere (étang_de la)	POI44	X	X
LB	2	Pont Avet (complexe du bois joli) [complexe	PON22	X	
LD	2	du Bois Joli]	1 01122	Λ	
LB	6	Poutes (retenue_de)	POU43	X	
LB	6	Prat (retenue_du) [complexe de Rochebut]	PRA03	X	
LB	2	Provostiere (étang_de la)	PRO44	X	X
LB	4	Du puits (étang)	PUI18	X	X
LB	4	Purais (étang)	PUR36	X	
LB	6	Queuille (retenue_de)	QUE63	X	X
LB	4	Roche Bat l'Aigue [complexe d'Eguzon]	RBA36	X	
T.D.	•	Bois Joli (retenue_du) [complexe du Bois	DDIAF	37	3.7
LB	2	Joli]	RBJ35	X	X
LB	2	Chapelle Erbrée (retenue_de_la)	RCE35	X	X
		Champsanglard (retenue_de) [complexe			
LB	6	de_l'Age]	RDC23	X	X
T.D.	,	Martineix (retenue_de) [complexe de	DD1605	***	
LB	6	Villejoubert]	RDM87	X	
LB	2	Valiere (retenue_de_la)	RDV35	X	X
LB	4	Renard (étang_du)	REN36	X	
LB	6	Fades Besserve (retenue_des)	RFB63	X	X
LB	2	Rincerie (étang_de la)	RIN53	X	X
LB	2	Kerne Uhel (retenue_de)	RKU22	X	X
LB	2	Moulin Neuf (retenue_du)	RMN29	X	X
LB	2	Moulin Papon (retenue_de)	RMP85	X	X
LD	2		KWIF63	Λ	Λ
LB	2	Moulin Ribou (retenue_de) Verdon	RMR49	X	X
T D	4	(retenue_du) [complexe du Moulin Ribou]	DO 426	W	
LB	4	Roche au Moine (la) [complexe d'Eguzon]	ROA36	X	
LB	6	Rochebut (retenue_de) [complexe de	ROC03	X	X
		Rochebut]			
LB	2	Rochereau	ROC85	X	X
LB	4	Roche (retenue_de_la) [complexe de	ROC86	X	
1		Chardes]			







LB	2	Rophémel	ROP22	X	X		I
LB	9		ROU21	X	Λ		
		Rouey (étang_de)			v		
LB	9	Pont du Roi (retenue_du)	RPR71	X	X		
LB	6	Roche Talamie (retenue_de_la) [complexe de la Roche Talamie]	RRT23	X	X		
LB	2	Saint Aignan (retenue_de) [complexe de Guerlédan]	RSA22	X			
LB	6	Saint Marc (retenue_de) [commplexe Saint Marc]	RSM87	X	X		
LB	2	Cheze (retenue_de_la)	RST35	X	X		
LB	9	Torcy Neuf (retenue_de)	RTN71	X	X		
LB	9	Torcy Vieux (retenue_de)	RTV71	X	X		
LB	2	Ville-Hatte (retenue_de_la) - retenue_d'Arguenon	RVH22	X	X		
LB	4	Sault (étang le) [complexe]	SAU36	X	X		
LB	2	Saint Fraimbault de Prieres (retenue_de)	SFP53	X	X		
LB	4	Sidiailles (retenue_de)	SID18	X	X		
LB	2	Sillonniere (retenue_de_la)	SIL85	X	X		
LB	2	Saint Michel	SMI29	X	X		
LB	9	Sorme (retenue_de_la)	SOR71	X	X		
LB		Saint Pardoux	SPA87	X	X		
	6			X X			
LB	4	Sudais (étang_de)	SUD41		X		
LB	4	Touche Poupart (retenue_de_la)	TOU79	X	X		
LB	2	Tremelin (étang_de)	TRE35	X	X		
LB	4	Tuilerie (étang_de la)	TUI45	X	X		
LB	6	Tyx (étang_de)	TYX63	X	X		
LB	4	La mer Rouge (Etang) [complexe de Fontgombault]	UNK36	X	X		
LB	4	Vallee (étang_de la)	VAL45	X	X		
LB	6	Vassivière (retenue_de)	VAS87	X	X		
LB	9	Vaux (étang_de)	VAU58	X	X		
LB	2	Verdon (retenue_du) [complexe du Moulin Ribou]	VER49	X			
LB	4	Vigneaux (étang_des)	VIG36	X	X		
LB	2	Villaumur (retenue_de)	VIL35	X	X		
LB	5	Villerest (retenue_de)	VIL42	X	X		
LB	6	Villejoubert (retenue_de) [complexe de Villejoubert]	VIL87	X	X		
LB	2	Vioreau (étang_de)	VIO44	X	X		
RM	3	Bairon (étang_de)	BAI08	X	X	X	X
RM	3	Bouzey (réservoir de)	BOU88	X	1	X	X
RM	3	Diefenbach (étang_de)	DIE57	X		Λ	Λ
RM	3	Haut fourneau (étang_du)	EHF54	X			
RM	3	Gondrexange (étang_de)	GON57	X			
RM			LKW68	X			
	3	Kruth-Wildenstein (lac_de)		X	X		
RM	3	Madine (étang_de la)	MAD55	X X	Λ		
RM	3	Michelbach (retenue_du)	MIC68				
RM	3	Mittersheim (grand étang_de)	MIT57	X	17	17	37
RM	3	Parroy (étang_de)	PAR54	X	X	X	X
RM	3	Réchicourt (étang_de)	REC57	X			
RM	3	Stock (étang_du)	STO57	X	7.7		
RM	3	Vieilles forges (retenue_des)	VFO08	X	X		
RM	3	Pierre Percée (réservoir de) / Vieux pré	VPR88	X			
RM	3	Whitaker (bassin de)	WHI08	X			
RMC	8	Alesani (retenue_de_l')	ALE2B	X	X		
RMC	5	Allement (lac_d')	ALL01	X	X	X	
RMC	8	Avène (réservoir d')	AVE34	X	X		







RMC	5	Bissorte (lac_de)	BIS73	X	X		I
RMC	8		BOU66	X	X		
		Bouillouses (lac_des)		X	X		
RMC	8	Calacuccia (retenue_de)	CAL2B				
RMC	8	Caramany (retenue_de)	CAR66	X	X		
RMC	8	Carcès (lac_de)	CAR83	X	X	37	37
RMC	8	Castillon (lac_de)	CAS04	X	X	X	X
RMC	9	Châtelot (du)	CHA25	X	X	37	37
RMC	5	Chambon	CHA38	X	X	X	X
RMC	5	Chevril	CHE73	X	X		
RMC	8	Chaudanne (retenue_de)	CHO04	X	X		
RMC	8	Codole (retenue_de)	COD2B	X	X		
RMC	5	Coiselet (de)	COI39	X	X	X	
RMC	5	Devesset (lac_de)	DEV07	X			
RMC	8	Esparron (lac_d')	ESP04	X	X	X	X
RMC	8	Figari (de)	FIG2B	X	X		
RMC	5	Girotte (de la)	GIR73	X			
RMC	8	Estany de Lanos (de) (Lanous)	LAN66	X	X		
RMC	9	Chazilly (de)	LDC21	X			
RMC	8	Matemale (retenue_de)	MAT66	X	X		
RMC	5	Monteynard- Avignonet	MON38	X	X		
RMC	5	Notre-Dame de Commiers (de)	NDC38	X	X		
RMC	8	Ospédale (retenue_de_l')	OSP2A	X	X		
RMC	9	Panthier (lac_de)	PAN21	X	X		
RMC	8	Puylaurent (retenue_de)	PUY48	X			
RMC	8	Puyvalador (retenue_de)	PUY66	X	\mathbf{X}		
RMC	8	Quinson (retenue_de)	QUI04	X			
RMC	5	Cize-Bolozon (de)	RCB01	X	X		
RMC	5	Charmines-Moux (de)	RCM01	X	X	X	X
RMC	9	Champagney (bassin de)	RCS70	X			
RMC	5	Grand'Maison (réservoir de)	RGM38	X	X		
RMC	8	Laprade basse (de)	RLB11	X	X		
RMC	5	Mont-cenis (du)	RMC73	X	X		
RMC	5	Roselend (lac_de)	ROS73	X	X		
RMC	8	Saut de vezoles (retenue_du)	RSV34	X	X	X	X
RMC	8	Salagou	SAL34	X	X		
RMC	5	Sautet	SAU38	X	X		
RMC	8	Saint Cassien (lac_de)	SCA83	X	X		
RMC	8	Sainte Croix (lac_de)	SCR04	X	X		
RMC	5	Saint-Pierre-Cognet (retenue_de)	SPC38	X	21		
RMC	8	Serre ponçon	SPO04	X	X		
RMC	8	Tolla (lac_de)	TOL2A	X	X		
RMC	5	Verney	VER38	X	71		
RMC	8	Verne (retenue_de_la)	VER83	X			
RMC	8	Villefort (lac_de)	VIL48	X	X		
RMC	3	Villegusien (réservoir de)	VIL52	X	A		
RMC	8	Villeneuve de la raho (retenue_de)	VIL66	X			
RMC	8	Vinça (retenue_de)	VIL00 VIN66	X	X	X	X
RMC			VIINOO VOU39	X	X	Λ	Λ
	9	Vouglans (lac_de)		X			
SN	1	Ailette (barrage_de_l')	AIL02		X		
SN	3	Amance (barrage-réservoir aube lac)	AMA10	X	X	17	
SN	9	Bourdon (barrage_du)	BOU89	X	X	X	
SN	9	Saint-Agnan (barrage_de)	BSA58	X	X	37	N/
SN	9	Cercey (barrage_de)	CER21	X	*7	X	X
SN	3	Charmes (barrage_de)	CHA52	X	X	X	X
SN	9	Chaumeçon (barrage_de)	CHA58	X	***	77	37
SN	9	Crescent (barrage_du)	CRE89	X	X	X	X
SN	1	Gast (barrage_du)	GAS14	X	X		







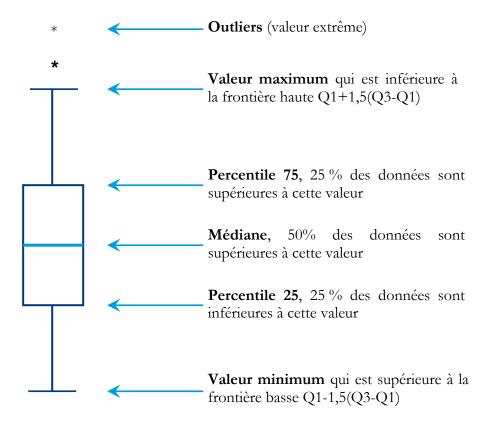
SN	9	Grosbois (barrage_de)	GRO21a	X			
SN	9	Grosbois 1 (barrage_de)	GRO21b	X			
SN	3	Auzon-Temple (barrage-réservoir aube lac)	LAT10	X		X	X
SN	3	Der-Chantecoq (barrage-réservoir marne lac_du)	LDC51	X	X		
SN	3	Liez (barrage_de la)	LIE52	X	X		
SN	3	Mouche (barrage_de la) [Saint Ciergues]	MOU52	X		X	X
SN	9	Pannecière (barrage_de) - Chaumard	PAN58	X	X		
SN	9	Pont (barrage_de)	PON21	X	X	X	X
SN	1	Rabodanges (barrage_de)	RAB61	X	X		
SN	3	Forêt d'Orient (barrage-réservoir seine lac_de la)	SEI10	X	X		
SN	9	Settons (barrage_des)	SET58	X	X		
SN	1	Vezins (barrage_de)	VEZ50	X			







Annexe 4. Interprétation d'une boxplot de Tukey









Résumé

La présente étude s'attache à (i) identifier et décrire les forces motrices qui s'exercent sur le bassin versant et dans le corridor rivulaire, (ii) qualifier l'état des berges et du littoral et (iii) caractériser la forme de la cuvette, à même d'influencer les biocénoses et en particulier les communautés piscicoles de la retenue des Bariousses (Corrèze).

Le bassin versant et la zone rivulaire sont caractérisés par une forte dominance des surfaces forestières, un faible taux d'urbanisation, quelques prairies. On peut ainsi s'attendre à un apport faible en métaux lourds, pesticides et autres contaminants dans la retenue du fait des faibles sources de pollutions, du rôle épurateur de la ripisylve et de la retenue de Viam plus en amont qui intercepte une partie des eaux de ruissellement.

Les habitats littoraux de la retenue sont dominés par de la végétation surplombante et des ligneux émergents vivants. On note aussi la présence d'hélophytes et de chevelus racinaires. La disponibilité de ces habitats est soumise à des fluctuations du niveau d'eau. Une perte importante de la végétation sur la zone littorale essentielle aux communautés biologiques (zone de reproduction, de refuge, de nourrissage), est observée. Les activités récréatives sur le lac génèrent également des altérations des habitats. Cela se traduit, sur les Bariousses, par le renforcement et le compactage des berges, la présence d'aménagements et par l'apport de sable (plages). Ces altérations ne représentent qu'un faible linéaire, mais leurs impacts peuvent être importants.

La retenue des Bariousses est caractérisée par une cuvette de type concave avec un linéaire de rives peu découpé. Cela limite la disponibilité en habitats au sein de la zone littorale.