



ETUDE DE LA POPULATION DE BROCHET DU SOLNAN

*Diagnostic de la qualité des habitats de croissance et de
reproduction de l'espèce et élaboration d'un programme d'action*

Rapport final – Décembre 2014



**Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du
Milieu Aquatique**

ETUDE DE LA POPULATION DE BROCHET DU SOLNAN

*Diagnostic de la qualité des habitats de croissance et de reproduction de l'espèce et
élaboration d'un programme d'action*

Maître d'ouvrage

Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
123, rue de Barbentane - Sennecé
BP 99 - 71004 MACON Cedex
Tél : 03 85 23 83 00 / fax : 03 85 23 83 08

Auteur

Julien MAUPOUX - Chargé d'études

Avec la participation technique de :

Rémy CHASSIGNOL – Chargé d'étude FD 71
Didier PAGEAUX, Thomas BRETON, Alain MERCIER,
Thierry VAUTRIN – Agents de développement FD 71

AAPPMA « La Gaule Chalonnaise » - CHALON-SUR-SAONE
AAPPMA « Les Amis de la Friture » - CHATENOY-LE-ROYAL
AAPPMA « La Truite de l'Orbize » - MELLECEY
AAPPMA « La Thalie » - RULLY

Etude réalisée avec le concours financier de :

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse (50 %)
Fédération Nationale de la Pêche en France et de la Protection du Milieu Aquatique (25 %)

Table des matières

Partie 1 : Contexte de l'étude.....	5
1.1 Objet de l'étude.....	5
1.2 Périmètre de l'étude.....	5
Partie 2 : Présentation du territoire d'étude et des milieux aquatiques	7
2.1 Présentation du Solnan.....	7
2.2 Principaux acteurs impliqués dans la gestion des milieux aquatiques.....	8
2.3 Occupation des sols.....	9
2.4 Physico-chimie et hydrobiologie.....	10
Partie 3 : Etat des lieux des peuplements piscicoles	11
3.1 Méthodologie employée	11
3.1.1 Protocoles pour inventaires piscicoles.....	11
3.1.1.1 Acquisition des données piscicoles.....	11
3.1.1.2 Analyse des données piscicoles	12
3.1.1.2.1 Liste des espèces capturées et statut.....	12
3.1.1.2.2 Evaluation des peuplements réels.....	12
3.1.1.2.3 Analyse biotypologique.....	14
3.1.1.2.4 Calcul de l'Indice Poissons Rivière	14
3.2 Résultats.....	15
3.2.1 Caractéristiques des stations et des inventaires réalisés	15
3.2.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques.....	16
3.2.3 Fréquence d'apparition des espèces, richesse spécifique	18
3.2.4 Peuplement piscicole du Solnan à Condal (St1)	19
3.2.4.1 Résultats bruts et estimés	19
3.2.4.1 Classes d'abondance et analyse biotypologique	20
3.2.4.2 Calcul de l'Indice Poisson Rivière	21
3.2.4.1 Interprétation des résultats, discussions	22
3.2.5 Peuplement piscicole du Solnan à Dommartin-les-Cuisseaux (St2)	22
3.2.5.1 Résultats bruts et estimés	22
3.2.5.2 Classes d'abondance et analyse biotypologique	23
3.2.5.1 Calcul de l'Indice Poissons Rivière.....	24
3.2.5.1 Interprétation des résultats, discussions	24
3.2.6 Peuplement piscicole du Solnan à Louhans et Bruailles (St3).....	24
3.2.6.1 Résultats bruts et estimés	24
3.2.6.2 Classes d'abondance et analyse biotypologique	25
3.2.6.3 Calcul de l'Indice Poissons Rivière.....	26
3.2.6.1 Interprétation des résultats, discussions	26
Partie 4 : Etude de la capacité d'accueil du lit mineur pour le brochet	27
4.1 Méthodologie.....	27
4.1.1 Description des habitats du lit mineur du Solnan	28
4.1.2 Estimation de l'abondance en brochet.....	28
4.2 Résultats.....	29
4.2.1 Description des habitats du lit mineur du Solnan	29
4.2.1.1 Caractéristiques générales	29
4.2.1.2 Habitats recensés.....	30
4.2.1.3 Substrat.....	32
4.2.2 Estimation de l'abondance en brochet.....	33
4.2.2.1 Description des habitats inventoriés	33
4.2.2.1 Résultats de l'inventaire	35
4.2.2.1 Discussions.....	36
Partie 5 : Inventaire des zones humides annexes potentiellement favorables à la reproduction du brochet	

5.1	Méthodologie.....	37
5.1.1	Evaluation de l'intérêt pour la reproduction du brochet des zones humides annexes du Solnan	37
5.1.2	Investigations complémentaires sur 6 zones humides.....	39
5.2	Résultats.....	40
5.2.1	Evaluation de l'intérêt pour la reproduction du brochet des zones humides annexes du Solnan	40
5.2.2	Liste des sites retenus pour les investigations complémentaires.....	47
5.2.3	Analyse des conditions hydrologiques des 6 premiers mois de l'année 2013.....	47
5.2.4	Investigations complémentaires : bras mort de la prairie de Bione (site n°14).....	49
5.2.4.1	Description et principales caractéristiques du site.....	49
5.2.4.2	Description des habitats.....	49
5.2.4.3	Relevés topographiques.....	51
5.2.4.4	Inventaire piscicole.....	53
5.2.4.5	Discussions, proposition d'aménagement.....	54
5.2.5	Investigations complémentaires : baisse de la prairie de Bione (site n°15).....	54
5.2.5.1	Description et principales caractéristiques du site.....	54
5.2.5.1	Description des habitats.....	54
5.2.5.2	Relevés topographiques.....	56
5.2.5.3	Inventaire piscicole.....	58
5.2.5.4	Discussions, proposition d'aménagement.....	58
5.2.6	Investigations complémentaires : frayère de la Culée (site n°16).....	59
5.2.6.1	Description et principales caractéristiques du site.....	59
5.2.6.2	Description des habitats.....	59
5.2.6.3	Relevés topographiques.....	63
5.2.6.4	Inventaire piscicole.....	63
5.2.6.5	Discussions, proposition d'aménagement.....	64
5.2.7	Investigations complémentaires : bras mort du Château de la Motte (site n°21).....	65
5.2.7.1	Description et principales caractéristiques du site.....	65
5.2.7.2	Description des habitats.....	66
5.2.7.3	Relevés topographiques.....	68
5.2.7.4	Inventaire piscicole.....	70
5.2.7.5	Discussions, proposition d'aménagement.....	70
5.2.8	Investigations complémentaires : bras mort des Prés Cuisiat (site n°23).....	71
5.2.8.1	Description et principales caractéristiques du site.....	71
5.2.8.2	Description des habitats.....	71
5.2.8.3	Relevés topographiques.....	73
5.2.8.4	Inventaire piscicole.....	74
5.2.8.5	Discussions, proposition d'aménagement.....	75
5.2.9	Investigations complémentaires : bras mort des Prés Davaut (site n°27).....	75
5.2.9.1	Description et principales caractéristiques du site.....	75
5.2.9.2	Description des habitats.....	76
5.2.9.3	Relevés topographiques.....	78
5.2.9.4	Inventaire piscicole.....	80
5.2.9.5	Discussions, proposition d'aménagement.....	81
Partie 6	: Discussions, propositions d'actions.....	82
6.1	Analyse des résultats, discussions.....	82
6.2	Proposition d'action.....	83
Partie 7	: Conclusion.....	91
Partie 8	: Références bibliographiques.....	92
Partie 9	: Annexes.....	93

Partie 1 : Contexte de l'étude

1.1 Objet de l'étude

Espèce sensible aux crues et exigeante sur la qualité du milieu, le brochet (*Esox lucius*) est une espèce en régression dans de nombreux cours d'eau français. Le Comité français de l'IUCN a d'ailleurs inscrit en 2010 le brochet sur la liste rouge des espèces menacées en France comme espèce vulnérable (IUCN France et al, 2010).

Les raisons de cette régression sont multiples : assèchement des zones humides, nécessaires à sa reproduction et à la croissance des juvéniles, barrages empêchant la migration des géniteurs, dégradation de ses habitats dans le lit mineur des cours d'eau, concurrence avec des espèces de poissons carnassiers allochtones, surpêche, ...

Sur le Solnan, les inventaires piscicoles réalisés à SAINTE-CROIX et à CONDAL en 2006 dans le cadre de l'actualisation du Schéma Départemental de Vocation Piscicole et Halieutique semblent montrer que les densités de brochet sont faibles dans ce cours d'eau. Les connaissances sur cette espèce sont cependant très faibles sur le Solnan et ne permettent pas aujourd'hui d'analyser les facteurs limitants le développement de cette espèce.

L'étude d'une espèce comme le brochet se révèle particulièrement intéressante en raison de ses exigences d'habitat aussi bien dans le lit mineur des cours d'eau (zone de croissance des stades juvéniles et adultes) que dans leur lit majeur (zone de reproduction et de croissance des premiers stades). Elle permet ainsi d'apprécier l'état écologique du cours d'eau dans son ensemble. Le brochet est d'ailleurs considéré comme « espèce référence de la qualité des peuplements d'eau calme » ou comme « espèce repère dans les plans de gestion piscicole » (CHANCEREL, 2003).

C'est pourquoi une étude de la population des brochets du Solnan est aujourd'hui proposée dans le cadre du Contrat de rivière Seille. Cette étude permettra d'élaborer un programme d'actions cohérent à inscrire dans le Contrat de rivière.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

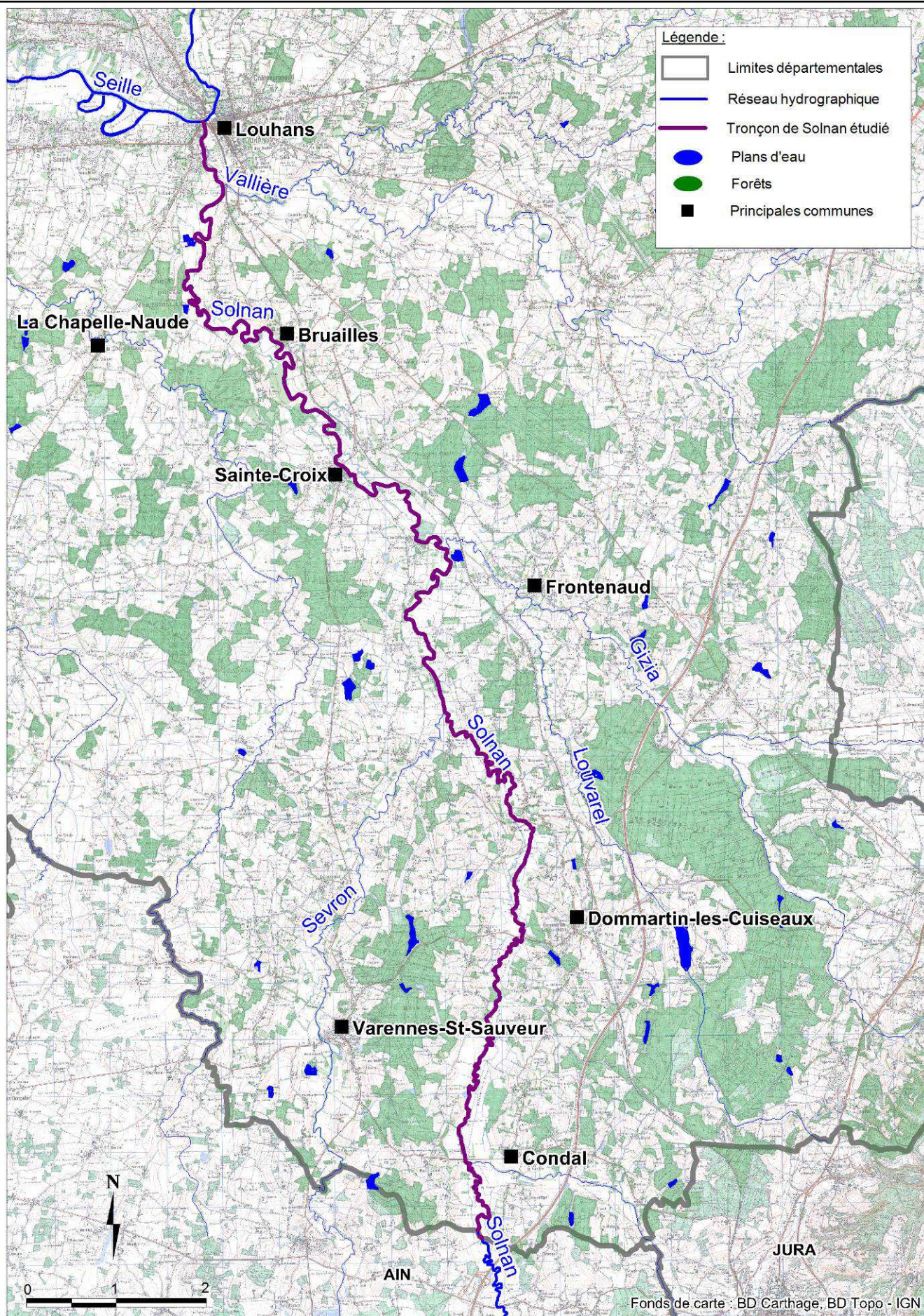
- Caractériser le peuplement piscicole du Solnan et en particulier étudier l'état de la population de brochet,
- Étudier les fonctionnalités du lit mineur du Solnan et des zones humides annexes pour le cycle biologique du brochet,
- Proposer un programme d'actions de restauration et de gestion de cette population à inscrire dans le Contrat de Rivière Seille.

En outre, les résultats des inventaires piscicoles seront utilisés pour calculer l'Indice Poisson Rivière, indice qui entre en compte pour l'évaluation de l'état des masses d'eau selon la DCE. Ils permettent donc de compléter l'étude de la qualité des eaux superficielles du bassin versant de la Seille.

Cette étude est réalisée avec le concours financiers de : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse (50 %), Région Bourgogne (30 %), Fédération Nationale pour la Pêche en France (12 %) et Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (8 %).

1.2 Périmètre de l'étude

Le périmètre de l'étude est constitué par le lit mineur du Solnan de la limite départementale, à Condal, jusqu'à sa confluence avec la Seille, à Louhans, soit un linéaire de près de 35 km.



Carte 1 : Présentation du territoire d'étude

Partie 2 : Présentation du territoire d'étude et des milieux aquatiques

2.1 Présentation du Solnan

Le Solnan prend sa source sur la commune de VERJON dans le département de l'Ain à 205 m d'altitude. Il rejoint la Saône-et-Loire à CONDAL puis se jette dans la Seille à LOUHANS. Il mesure au total 61.6 km, dont 34.8 km en Saône-et-Loire. Il est classé sur tout son cours en seconde catégorie piscicole.

D'une superficie de 962 km², le bassin-versant topographique du Solnan est très large, celui-ci drainant trois affluents importants : la Vallière, la Gizia et le Sevron. La Vallière, son principal affluent, le rejoint quelques centaines de mètres avant sa confluence avec la Seille.

Le Solnan en Saône-et-Loire traverse la Bresse louhannaise qui forme un paysage de plaine ondulée où se mêlent cultures et bocages. L'urbanisation y est assez faible sauf dans sa partie aval, où il traverse le centre-ville de LOUHANS, juste avant de se jeter dans la Seille.

Le Solnan, d'abord large de 6 à 8 mètres à son entrée en Saône-et-Loire, s'élargit avec la confluence du Sevron puis de la Gizia à 15 m pour atteindre une largeur de 25-30 mètres avant la confluence avec la Seille.

Bien qu'il forme encore de nombreux méandres, le lit mineur du Solnan est marqué par la présence de barrages qui créent de vastes retenues d'eau calme dans lesquelles le milieu aquatique est peu diversifié : courant très faible, hauteurs d'eau importantes, berges abruptes, herbiers rares, substrat fin et colmaté, ... Dans ces secteurs, l'habitat du Solnan est assez pauvre pour la vie piscicole. Il reste cependant de grands secteurs non influencés par les barrages et où l'habitat est beaucoup plus diversifié pour la faune piscicole. La richesse du Solnan provient surtout de son lit majeur, constitué majoritairement de prairies inondables. La vallée est d'ailleurs classée en ZNIEFF de type I (ZNIEFF n°0011.4202 « Vallée du Solnan ») pour ses prairies inondables.



Photographie 1 : Le Solnan à DOMMARTIN-LES-CUISEAUX

2.2 Principaux acteurs impliqués dans la gestion des milieux aquatiques

La gestion des cours d'eau sur le territoire est assurée d'une part par la communauté de communes du canton de Cuiseaux dans la partie amont du Solnan, et d'autre part directement par les communes de Sainte-Croix, Bruailles, la Chapelle-Naude, et Louhans dans la partie aval (cf. Tableau 1).

L'Etablissement Public Territorial de Bassin Saône et Doubs qui a pour vocation de définir et d'impulser des projets et des programmes d'aménagement et de gestion dans les domaines des inondations, des milieux aquatiques, de la biodiversité et de la ressource en eau intervient aussi sur ce territoire et a été choisi par les acteurs locaux pour élaborer puis porter le Contrat de Rivière Seille.

La gestion de l'activité halieutique et des milieux aquatiques sur le Solnan est quant à elle assurée par 3 Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA ; cf. Tableau 2). Ces AAPPMA sont fédérées au niveau départemental par la Fédération de Saône-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique.

Nom de la structure	Cours d'eau géré
Communauté de communes du canton de Cuiseaux	Le Solnan de la limite du département à Frontenaud inclus
Sainte-Croix	Le Solnan sur la commune de Sainte-Croix
Bruailles	Le Solnan sur la commune de Bruailles
La Chapelle-Naude	Le Solnan sur la commune de La Chapelle-Naude
Louhans	Le Solnan sur la commune de Louhans

Tableau 1 : Informations générales sur les structures gestionnaires du Solnan sur le territoire d'étude

AAPPMA	Président et siège de l'AAPPMA		Secteur géré	Cartes de pêche vendues en 2013
« Les Amis du Solnan »	DOMMARTIN-LES-CUISEAUX	Noël MOISSONNIER 529, chemin de Villars Putet ; 71480 DOMMARTIN-LES-CUISEAUX	Le Solnan de Condal à Varennes-Saint-Sauveur	512
« Les Pêcheurs du Solnan »	SAINTE-CROIX	Grégory PROST 10 allée Camille Saint Saens - 71500 LOUHANS	Le Solnan de Varennes-Saint-Sauveur à Bruailles	121
« La Seille »	LOUHANS	Joël CHATOT 459, rue du Moulin Blaine ; 71500 CHATEAURENAUD	Le Solnan de Bruailles à Louhans	1764

Tableau 2 : Informations générales sur les AAPPMA du territoire d'étude

2.3 Occupation des sols

L'occupation des sols du territoire d'étude a été analysée à partir de la base de données Corine Land Cover (<http://www.ifen.fr>). Pour une meilleure clarté, les catégories ont été regroupées en 6 grands ensembles (Cf. Figure 1).

Le territoire d'étude est marqué par un recouvrement important par les terres agricoles (74 %). Comme souvent en Bresse, les prairies (30 % de recouvrement) se mêlent aux zones agricoles hétérogènes (petites parcelles de culture ou de prairies – 35 % de recouvrement) et aux zones de cultures (9 % de recouvrement). Les zones de cultures sont cependant plus présentes dans le sous-bassin de la Vallière que dans le reste du bassin-versant. De même, les prairies, principalement dédiées à l'élevage bovin, sont plutôt présentes dans les fonds de vallées.

Les surfaces forestières représentent 23 % du territoire et sont plutôt concentrées sur les têtes de bassin-versant.

Enfin, l'urbanisation du territoire est faible avec seulement 4 % de recouvrement. L'agglomération louhannaise, Cuiseaux et l'autoroute A39 qui traverse le territoire dans un axe nord-nord-est sont les zones les plus artificialisées du bassin.

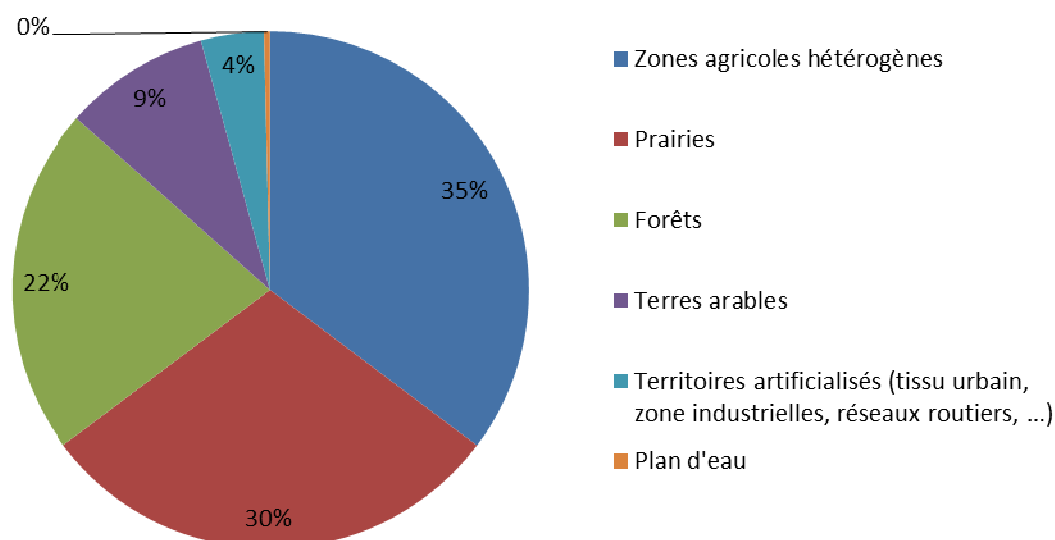


Figure 1 : Occupations du sol du bassin-versant du Solnan en Saône-et-Loire

2.4 Physico-chimie et hydrobiologie

« En sortie du département de l'Ain (station RDC 290), le Solnan apparaît déjà comme très dégradé : déclassement de la qualité par la totalité des altérations. Les très faibles teneurs en oxygène, mesurées en juillet 2003 (2,11 mg/l) et en octobre 2003 (5,94 mg/l), induisent un très mauvais niveau de qualité (classe rouge) pour les matières organiques et oxydables. Les fortes teneurs en ammonium (jusqu'à 1,15 mg/l en octobre 2003), en matières phosphorées (0,65 mg/l de PO₄³⁻ et 0,41 mg/l de P_{tot} en juillet 2003) et en bactériologie semblent indiquer une pollution d'origine domestique (incidence également du rejet de l'établissement d'équarrissage Monnard).

Plus en aval, à Dommartin-les-Cuisseaux, la situation s'est légèrement améliorée, mais la qualité reste globalement passable, avec des teneurs relativement élevées en nitrites (0,18 mg/l en novembre 2003), en nitrates (18,6 mg/l novembre 2003 et 12,2 mg/l en mars 2003 – campagnes en période de lessivage) et une désoxygénation de l'eau relevée au cours des deux premières campagnes (étiage) : teneur en O₂ de 5,5 mg/l en juillet 2003 et de 7,2 mg/l en septembre 2003.

Concernant la qualité biologique, la station amont présente une qualité passable (I.B.G.N = 11/20). La présence et la prolifération de taxons à tendance saprophytes (Chironomidae, Asellidae, Dugesiidae, et Oligochètes), indiquent la richesse du milieu (voire un excès) en matières organiques. La présence en grand nombre d'Asellidae est indicatrice d'une pollution organique.

A Dommartin-les-Cuisseaux, la situation s'améliore : avec un indice de 14/20, la qualité biologique est bonne. La prolifération de taxons à tendance saprophytes (Chironomidae, Gammaridae, et Oligochètes), indiquent toujours la richesse du milieu en matières organiques. »

(Source : EPTB SAONE & DOUBS, 2011).

Partie 3 : Etat des lieux des peuplements piscicoles

3.1 Méthodologie employée

3.1.1 Protocoles pour inventaires piscicoles

3.1.1.1 Acquisition des données piscicoles

L'évaluation de la qualité des cours d'eau se base, en complément de mesures physico-chimiques, sur l'utilisation d'indicateurs biologiques, tels que les macro-invertébrés, les algues, les macrophytes, ou les poissons.

Les poissons présentent de nombreuses caractéristiques qui les rendent intéressants comme indicateur biologique, à savoir : leur présence dans tous les milieux, même pollués ; la présence d'espèces occupant tous les niveaux trophiques ; leur durée de vie généralement longue, pouvant atteindre une vingtaine d'années pour de nombreuses espèces de poissons ; une biologie généralement bien connue ; une sensibilité non seulement à la dégradation de la qualité de l'eau, mais aussi à celle de l'habitat ; une détermination aisée sur le terrain, et enfin un intérêt auprès du grand public. A titre d'exemple, citons la sensibilité des salmonidés (truite, saumon) ou des cotidés (chabot) à la dégradation de la qualité de l'eau et de l'habitat, et l'exigence du brochet, très sensible à la disparition des herbiers dans le lit mineur et des zones humides dans le lit majeur.

L'inventaire des peuplements piscicoles est réalisé par la mise en œuvre de pêche électrique. La méthode de pêche consiste à créer un champ électrique entre deux électrodes en délivrant par un générateur un courant continu de 0,5 à 1A. Dans un rayon d'action de 1 m autour de l'anode, des lignes électriques équipotentielles sont créées et ressenties par le poisson. La différence de potentiel entre la tête et la queue actionne les muscles du poisson qui adopte alors un comportement de nage forcée en direction de l'anode (zone d'attraction). A proximité de l'anode, ses muscles sont alors tétanisés ce qui rend le poisson capturable à l'épuisette (zone de galvanotaxie). Le matériel utilisé pour ces inventaires est un groupe électrogène fixe de type EFKO FEG7000.

Selon BELLARD et al. (2008), les méthodes d'échantillonnages des poissons en cours d'eau par pêche à l'électricité peuvent être divisées en deux grandes familles : les méthodes complètes (ou exhaustives) et les méthodes partielles (ou sondage). On parle de pêche électrique complète lorsque la totalité de la station est prospectée à pieds (à part quelques zones anecdotiques ne représentant pas plus de 5 % environ de la station). Pour les grands cours d'eau ou l'exhaustivité est impossible, soit en raison de profondeurs excessives, soit parce que la station atteint une largeur telle qu'une prospection complète nécessiterait le déploiement de moyens considérables, l'alternative est de réaliser un sondage. Il s'agit alors, à partir d'une prospection partielle de la station, d'obtenir un échantillon le plus représentatif possible du peuplement réel (en fait du peuplement capturable par pêche électrique).

Quelle que soit la méthode, les poissons capturés sont identifiés à l'espèce, dénombrés, mesurés et pesés individuellement ou par lot avant remise à l'eau sur la station.

Sur le Solnan, deux inventaires piscicoles ont été réalisés dans le cadre de cette étude (cf. Carte 2 et Tableau 3). La première station échantillonnée est le Solnan à Condal (Varignolle – St 1), sur un tronçon caractérisé par des écoulements naturels, des hauteurs d'eau hétérogènes et un habitat relativement diversifié. Sur cette station, une pêche complète a pu être réalisée, dans le respect de la norme européenne NF EN 14011 (MARTINET, 2003). Deux passages successifs ont été réalisés sans remise à l'eau entre les passages, les poissons capturés lors du premier et du second passage ont été dissociés.

Une deuxième station a été échantillonnée beaucoup plus en aval sur les communes de Louhans et Bruailles (St 3) afin de caractériser le peuplement piscicole du Solnan sur un tronçon où les niveaux d'eau sont influencés par un barrage. Cette station est caractérisée par des profondeurs plus importantes, des écoulements homogènes et une diversité d'habitat plus faible. Sur ce type de station, le protocole d'échantillonnage a consisté en la réalisation d'une pêche partielle par points en bateau, méthode utilisée dans le cadre des réseaux de suivi RCS, dans le respect de la norme française XPT90-383 (RIOURY, 2008) et de la norme européenne NF EN 14011 (MARTINET, 2003).

Enfin, les résultats d'un inventaire piscicole réalisé par l'ONEMA en 2012 à Dommartin-les-Cuisseaux (St 2) ont aussi été utilisés pour caractériser le peuplement piscicole du Solnan. Sur cette station, la méthode utilisée est une pêche partielle par point à pied et en bateau selon le respect des normes précédemment citées.

Code étude	Code base FD 71	Date	Commune	Localisation	Distance à la source (en km)	Coordonnées (RGF 93)		Méthode d'échantillonnage	Organisme
						X	Y		
St1	Solnan 1 13	13/09/2013	Condal	Varignolles	34.1	874722	6600850	Pêche complète à pieds en deux passages	Fédération de pêche
St2	Solnan 4 12	31/07/2012	Dommartin-les-Cuisseaux	Le Chantelet	39.3	875173	6604260	Pêche partielle par point à pied	ONEMA
St3	Solnan 5 13	17/09/2013	Louhans et Bruailles	Amont confluence Vallière	62.5	869673	6615176	Pêche partielle par point en bateau	Fédération de pêche

Tableau 3 : Liste et caractéristiques des stations d'inventaire piscicole

3.1.1.2 Analyse des données piscicoles

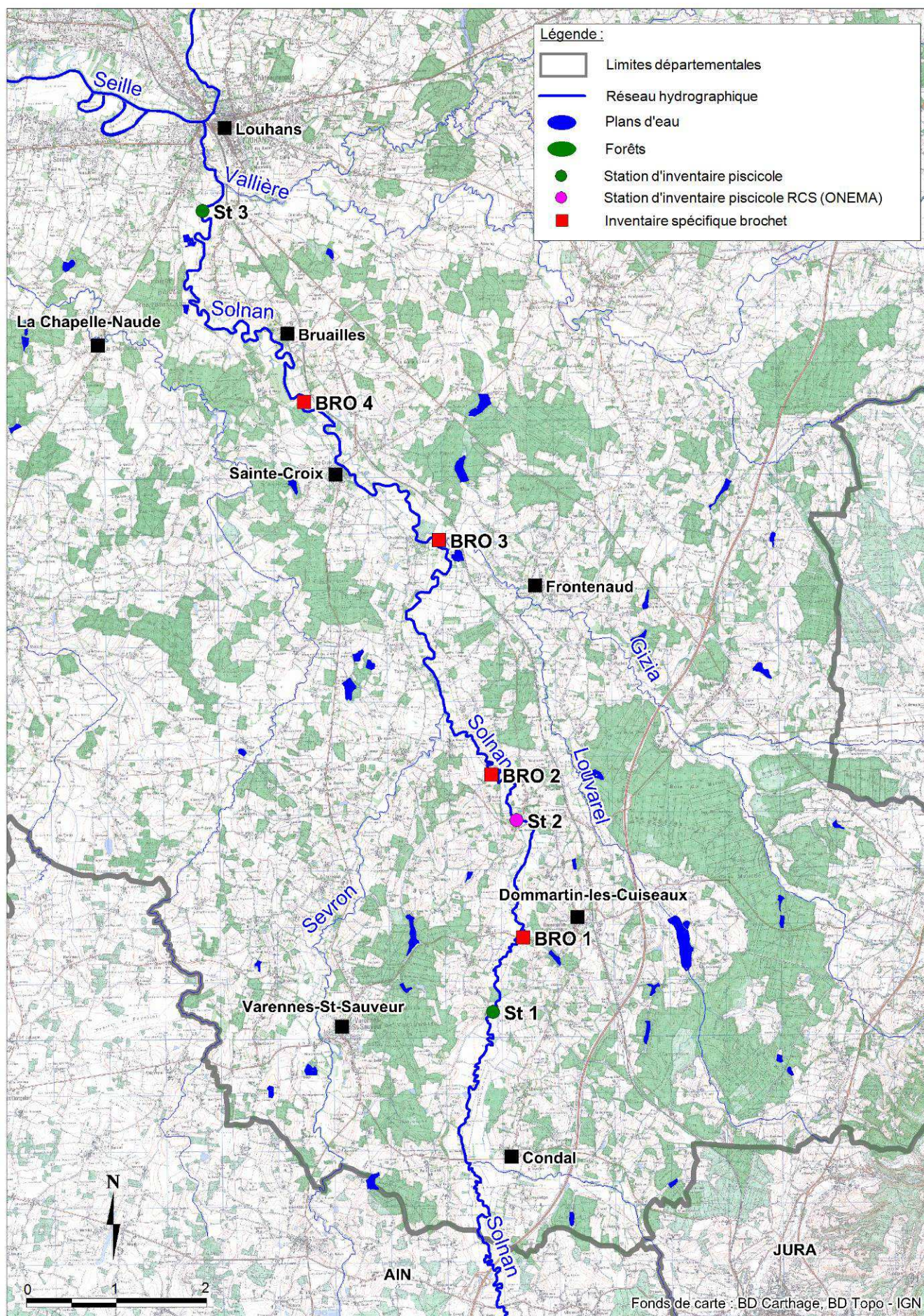
3.1.1.2.1 Liste des espèces capturées et statut

La liste des espèces capturées et leur statut, la diversité spécifique permettra une première analyse des résultats.

3.1.1.2.2 Evaluation des peuplements réels

Même en appliquant deux passages successifs, la méthode de pêche électrique ne permet pas de capturer l'ensemble des individus. Les pêches d'inventaire à deux passages successifs permettent néanmoins une estimation relativement précise du peuplement réel. Les estimations sont effectuées par la méthode de Carle et Strub (1978), qui est plus précise que la méthode de De Lury (1947) (COWX, 1983 ; GERDEAUX, 1987).

L'estimation des peuplements réels permet une analyse basée sur la densité, la biomasse et la diversité spécifique des peuplements piscicoles.



Carte 2 : Localisation des stations d'inventaire piscicole et d'inventaire spécifique brochet

3.1.1.2.3 Analyse biotypologique

L'appartenance typologique théorique des stations est basée sur la méthodologie proposée par Verneaux (1973). L'auteur définit 10 niveaux biotypologiques (B0 à B9 – cf. annexe 1) en se basant sur l'évolution de trois groupes de facteurs :

- composantes morphodynamiques (pente, largeur du lit et section mouillée à l'étiage) expliquant 25% du niveau ;
- composantes thermiques (moyenne des températures maximales journalière sur les 30 jours consécutifs les plus chauds ou Tmax30) expliquant 45% du niveau ;
- composantes trophiques (distances aux sources et dureté totale) expliquant 30% du niveau.

La plupart des composantes (distance à la source, la pente, la dureté de l'eau, l'altitude, ...) ont été systématiquement calculées sur les trois stations. La Tmax30 n'a en revanche pas été mesurée dans le cadre de cette étude. Toutefois, même si cette composante avait été mesurée à l'aide d'enregistreurs thermiques, cette valeur n'aurait pas pu être considérée comme référentielle dans le but de définir le biotype théorique, car cette mesure aurait intégré d'une part les effets de perturbations existantes (dégradation de la ripisylve, plans d'eau, aggravation des étiages par prélèvements, ...) et d'autre part les conditions hydrométéorologiques de l'année de suivi. Par conséquent, les niveaux biotypologiques sont estimés à partir des composantes connues mais aussi à partir des connaissances de terrain.

Pour chaque niveau biotypologique, un peuplement de référence est établi en classes d'abondance. Six classes (0,1 puis de 1 à 5) ont été définies pour 40 espèces de poissons par le référentiel de la DR5 du CSP de 1996 (en annexe 2). A partir des peuplements réels estimés, deux classes d'abondances sont déterminées pour les effectifs et les biomasses relatifs à la surface. La plus basse des deux classes est gardée comme caractéristique. Ces classes d'abondance permettent la comparaison entre les peuplements théoriques et réels.

3.1.1.2.4 Calcul de l'Indice Poissons Rivière

L'analyse des inventaires piscicoles sera menée à l'aide du calcul de l'Indice Poissons Rivière selon la norme française NF T90-344 (CHAUVIN, 2011). L'Indice Poissons Rivière (IPR) permet de mesurer l'écart entre le peuplement d'une station à partir des résultats du premier passage de pêches électriques, et le peuplement attendu en situation de référence. Il prend en compte 7 métriques auxquelles il attribue un score en fonction de l'écart observé (cf. Tableau 5). L'IPR est obtenu par la somme de ces 7 valeurs, et est égal à 0 lorsque le peuplement n'est pas perturbé. La situation de référence est déterminée par 9 variables environnementales (Cf. Tableau 5). L'indice se présente sous la forme d'une échelle ouverte à laquelle correspondent 5 classes de qualité (cf. Tableau 4).

Basé uniquement sur les effectifs, cet indice ne prend en compte ni la biomasse ni la structure des populations (classes d'âge). Il se révèle par conséquent relativement peu sensible dans les cours d'eau présentant une diversité naturellement pauvre (1 à 3 espèces, soient les biotypes B1,5 et B2) pour lesquels les altérations se manifestent en premier lieu par une altération de la structure des populations (BELLIARD, 2006), ce qui n'est pas le cas sur le territoire d'étude.

Tableau 5 : Métriques et variables environnementales utilisées pour le calcul de l'IPR

Métriques	Variables environnementales
Nombre total d'espèces	Surface du bassin versant (km ²)
Nombre d'espèces rhéophiles	Distance à la source (km)
Nombre d'espèces lithophiles	Largeur moyenne en eau (m)
Densité d'individus tolérants	Pente (‰)
Densité d'individus invertivores	Profondeur moyenne en eau (m)
Densité d'individus omnivores	Altitude (m)
Densité totale d'individus	Température moyenne de l'air en juillet (°C)
	Température moyenne de l'air en janvier (°C)
	Unité hydrographique

Tableau 4 : Classes de qualités définies par l'IPR

Note IPR	Classe de qualité
[0 ; 7 [	Excellente
[7 ; 16 [	Bonne
[16 ; 25 [	Médiocre
[25 ; 36 [	Mauvaise
≥ 36	Très mauvaise

3.2 Résultats

3.2.1 Caractéristiques des stations et des inventaires réalisés

Caractéristiques Station				
Station	Code étude	St1	St2	St3
		Code base FD 71	Solnan 1 13	Solnan 4 12	Solnan 5 13
Commune		Condal	Dommartin-les-Cuiseaux	Louhans et Bruailles
Localisation		Varignolles	Le Chantelet	Amont confluence Vallière
Coordonnées (RGF 93)	X	874722	826100	869673
	Y	6600850	2172790	6615176
Distance à la source (en km)		34.1	39.3	62.5
Surface du bassin versant		163	174	521.4
Pente (‰)		0.69	0.45	0.09
Altitude		178	184	188
Longueur station		103	350	1200
Largeur station		9.1	6.6	25.3
Profondeur moyenne		0.7	0.54	2
Caractéristiques opération				
Dates		13/09/2013	31/07/2012	17/09/2013
Organisme		Fédération de pêche	ONEMA	Fédération de pêche
Méthode d'échantillonnage		Pêche complète à pieds en deux passages	Pêche partielle par point à pied	Pêche partielle par point en bateau
Surface échantillonnée (en m ²)		937.3	937.5	1275

Tableau 6 : Principales caractéristiques des stations et des inventaires piscicoles

Le point principal à noter est la similitude des caractéristiques des deux stations amont (cf. Tableau 6) : cela est dû au fait que ces deux stations sont relativement proches (situées à 5 km l'une de l'autre) et ont un profil en long assez « naturel », en tout cas non influencé par un barrage.

Au contraire, la station aval se distingue par une largeur et une profondeur moyenne nettement plus importantes, en raison d'une distance à la source plus importante, mais aussi en raison de l'influence du

barrage de Bram (situé à Louhans), implanté en travers du Solnan, qui transforme la rivière en un vaste plan d'eau lentique et profond.

3.2.2 Espèces rencontrées et statuts juridiques

Les inventaires piscicoles réalisés sur le Solnan en 2012 et 2013 ont permis de recenser un total de 25 espèces piscicoles (cf. Tableau 7). 2 autres espèces, l'anguille et la carpe commune ont été observées sur les stations retenues pour l'étude des populations de brochet (cf. partie 4), ce qui porte à 27 le nombre d'espèces observées sur ce cours d'eau.

Parmi elles, 5 espèces (le barbeau fluviatile, le blageon, la bouvière, le brochet et la vandoise) sont protégées en France et/ou inscrites sur les listes de la Directive Européenne Habitat Faune Flore. 3 espèces sont inscrites sur la liste rouge des espèces de poissons menacées en France de l'IUCN : le blageon (quasi-menacé), le brochet (vulnérable) et l'anguille (en danger critique d'extinction). Concernant l'anguille, sa présence est cependant très ponctuelle (1 seul individu observé) et ne peut être considérée comme naturelle : il s'agit probablement d'un individu issu d'opérations d'empoissonnement.

La perche soleil et le poisson chat sont considérés par l'article R432.5 du Code de l'Environnement comme deux espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques.

A partir de cette liste, on peut aussi évoquer les espèces absentes du Solnan mais qui auraient du en théorie être inventoriées (cf. Tableau 8) :

- 3 espèces de la zone à truite : la truite fario, le chabot et la lamproie de planer, espèces présentes sur les têtes de bassin du Solnan et qui auraient pu, en théorie, être capturées avec de faibles effectifs sur les deux stations amont (St 1 et St 2),
- le toxostome, cyprinidé rhéophile devenu très rare en Saône-et-Loire, qui devrait être en théorie bien implanté sur le territoire d'étude mais qui souffre de la concurrence avec un poisson allochtone très proche, le hotu. A noter que cette espèce est encore présente sur le Solnan dans le département de l'Ain (source : Hérodet B, Fédération de l'Ain pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, communication orale).
- la lote de rivière, poisson en régression sur l'ensemble du territoire français, qui devrait elle aussi être bien implantée sur ce type de cours d'eau.

Famille	Nom Espèce	Nom Latin	Code	Réglementation nationale		Directive européenne Habitat-Faune-Flore	Liste rouge des espèces menacées en France ⁽¹⁾
				A.M. du 8/12/1988 fixant la liste des poissons protégés	Art. R 432.5 du C.E. : espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques		
BALITORIDAE	Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	LOF				LC
CENTRARCHIDAE	Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES		X		NA
CYPRINIDAE	Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	ABL				LC
	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>	BAF			Annexe V	LC
	Blageon	<i>Telestes souffia</i>	BLN			Annexe II	NT
	Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>	BOU	X		Annexe II	LC
	Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>	BRB				LC
	Brème commune	<i>Abramis abrama</i>	BRE				LC
	Carassin	<i>Carassius carassius</i>	CAS				LC
	Chevesne	<i>Leuciscus cephalus</i>	CHE				LC
	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GAR				LC
	Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU				DD
	Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	HOT				LC
	Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	PSR				NA
	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT				LC
	Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	SPI				LC
	Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN				LC
	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>	VAI				DD
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	VAN	X			DD	
ESOCIDAE	Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO	X			VU
ICTALURIDAE	Poisson-chat	<i>Ictalurus melas</i>	PCH		X		NA
PERCIDAE	Grémille	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	GRE				LC
	Perche	<i>Perca fluviatilis</i>	PER				LC
	Sandre	<i>Sander lucioperca</i>	SAN				NA
SILURIDAE	Silure	<i>Silurus glanis</i>	SIL				NA
Espèces non capturées lors des inventaires piscicoles mais observées sur les stations d'étude de la population de brochet							
ANGUILLIDAE	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	ANG				CR
CYPRINIDAE	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	CCO				LC

⁽¹⁾ EX : Eteint dans la nature ; RE : Disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacé ; LC : Préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable (taxon introduit, en limite d'aire, ...)

Tableau 7 : Liste et statuts juridiques des espèces inventoriées sur le Solnan

Famille	Nom Espèce	Nom Latin	Code	Réglementation nationale		Directive européenne Habitat-Faune-Flore	Liste rouge des espèces menacées en France ⁽¹⁾
				A.M. du 8/12/1988 fixant la liste des poissons protégés	Art. R 432.5 du C.E. : espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques		
ACTINOPTERYGII	Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO	X			VU
CYPRINIDAE	Exotisme	<i>Pseudorasbora parva</i>	PSR				NA
GADIDAE	Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	LOF				VU
FERRUGINEIDAE	Luminette de plume	<i>Leuciscus cephalus</i>	CHE	X		X	LC
SALMONIDAE	Truite fario	<i>Salmo trutta</i>	TRU	X			LC

⁽¹⁾ EX : Eteint dans la nature ; RE : Disparu de France métropolitaine ; CR : en danger critique d'extinction ; EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : Quasi menacé ; LC : Préoccupation mineure ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable (taxon introduit, en limite d'aire, ...)

Tableau 8 : Liste et statuts juridiques des espèces non capturées mais qui auraient pu être inventoriées sur le Solnan

3.2.3 Fréquence d'apparition des espèces, richesse spécifique

Nom Espèce	Code	St 1	ST 2	ST 3	Fréquence (en %)
		Condal	Dommartin-les-Cuiseaux	Louhans / Bruailles	
Ablette	ABL	x	x	x	100.00%
Bouvière	BOU	x	x	x	100.00%
Brème bordelière	BRB	x	x	x	100.00%
Chevesne	CHE	x	x	x	100.00%
Gardon	GAR	x	x	x	100.00%
Goujon	GOU	x	x	x	100.00%
Perche	PER	x	x	x	100.00%
Barbeau fluviatile	BAF	x	x		66.67%
Grémille	GRE	x	x		66.67%
Hotu	HOT	x	x		66.67%
Perche soleil	PES	x		x	66.67%
Pseudorasbora	PSR	x		x	66.67%
Silure	SIL		x	x	66.67%
Spirilin	SPI	x	x		66.67%
Vandoise	VAN	x	x		66.67%
Blageon	BLN	x			33.33%
Brème commune	BRE		x		33.33%
Brochet	BRO	x			33.33%
Carassin	CAS	x			33.33%
Loche franche	LOF	x			33.33%
Poisson-chat	PCH	x			33.33%
Rotengle	ROT			x	33.33%
Sandre	SAN		x		33.33%
Tanche	TAN			x	33.33%
Vairon	VAI	x			33.33%
Richesse spécifique		20	15	12	

Tableau 9 : Richesse spécifique, fréquence d'apparition des espèces capturées sur les 3 stations

La richesse spécifique diminue de l'amont vers l'aval : elle passe en effet de 20 espèces sur la station 1 à 12 espèces sur la station 3 (cf. Tableau 9). Seule 7 espèces ont été capturées sur les 3 stations. Le peuplement piscicole est donc totalement différent d'une station à l'autre.

Deux facteurs principaux expliquent ces variations :

- L'évolution longitudinale du peuplement piscicole de l'amont vers l'aval, évolution en lien avec le changement des caractéristiques physiques et chimiques du cours d'eau : citons pour exemple l'augmentation de la largeur du lit mineur et des profondeurs au fur et à mesure des apports successifs des affluents, la diminution de la pente du lit de l'amont vers l'aval qui engendre une diminution des vitesses d'écoulement ou encore l'apport d'affluents aux caractéristiques chimiques différentes.

- La présence de facteurs anthropiques structurant le milieu aquatique. Dans le cas présent, les stations présentent des caractéristiques physiques différentes dues à leur implantation ou non dans le remous hydraulique de barrages de moulin : alors que la station 3 est située dans le remous hydraulique du barrage de Bram à Louhans, les stations 1 et 2 sont implantées dans des secteurs aux caractéristiques plus naturelles.

On constate donc une forte évolution du peuplement piscicole que l'on peut en partie expliquer par l'évolution de ces caractéristiques et qui se traduit par la disparition vers l'aval des espèces appréciant les eaux fraîches et courantes (le vairon, le blageon, le barbeau fluviatile, le spirin, ...) au profit des espèces préférant les milieux chauds et peu courants (le rotengle, la tanche, le silure, etc.) ...

3.2.4 Peuplement piscicole du Solnan à Condal (St1)

3.2.4.1 Résultats bruts et estimés

	Effectifs capturés au 1er passage (ind.)	Effectifs capturés au 2ème passage (ind.)	Densités estimées (ind/1000m ²)	Biomasses capturées au 1er passage (g)	Biomasses capturées au 2nd passage (g)	Biomasses estimées (kg/ha)
ABL	32	13	54.41	155	49	2.40
BAF	36	15	62.95	7132	821	85.98
BLN	1		1.07	3		0.03
BOU	302	87	451.30	274	79	4.09
BRB	5	4	11.74	227	155	7.30
BRO	1		1.07	125		1.33
CAS	1		1.07	142		1.51
CHE	93	36	158.97	10449	2136	140.12
GAR	193	34	248.59	2300	972	42.46
GOU	528	193	885.52	1777	653	29.95
GRE	5	1	6.40	108	23	1.45
HOT	24	8	36.27	5124	1584	79.11
LOF	11	5	18.14	28	14	0.54
PCH	4		4.27	275		2.93
PER	11		11.74	823		8.78
PES	1		1.07	68		0.73
PSR	1	1	2.13	4	1	0.05
SPI	673	244	1123.44	1297	470	21.68
VAI	1		1.07	1		0.01
VAN	56	17	84.28	406	143	6.67
Total	1979	658	3165.5	30718	7100	437.1

Tableau 10 : Effectifs et biomasses bruts et estimés (méthode de Carle et Strub, 1978)

L'inventaire piscicole a permis de capturer 20 espèces différentes (cf. Tableau 10). Si les densités estimées sont fortes avec 3165 individus/1000 m², la biomasse est plutôt moyenne 437 kg/ha, ce qui signifie qu'il y avait peu de gros individus. Les effectifs sont très fluctuants d'une espèce à l'autre : 2 espèces dominant, le spirin et le goujon, avec respectivement 1123 et 885 individus/1000 m² alors qu'au contraire, 6 espèces (le brochet, le carassin, la loche franche, la perche-soleil, le pseudorasbora et le vairon) ont une densité estimée inférieure à 2.2 individus/1000 m² (valeur correspondant à 1 ou 2 individus capturés lors de l'inventaire).

3.2.4.1 Classes d'abondance et analyse biotypologique

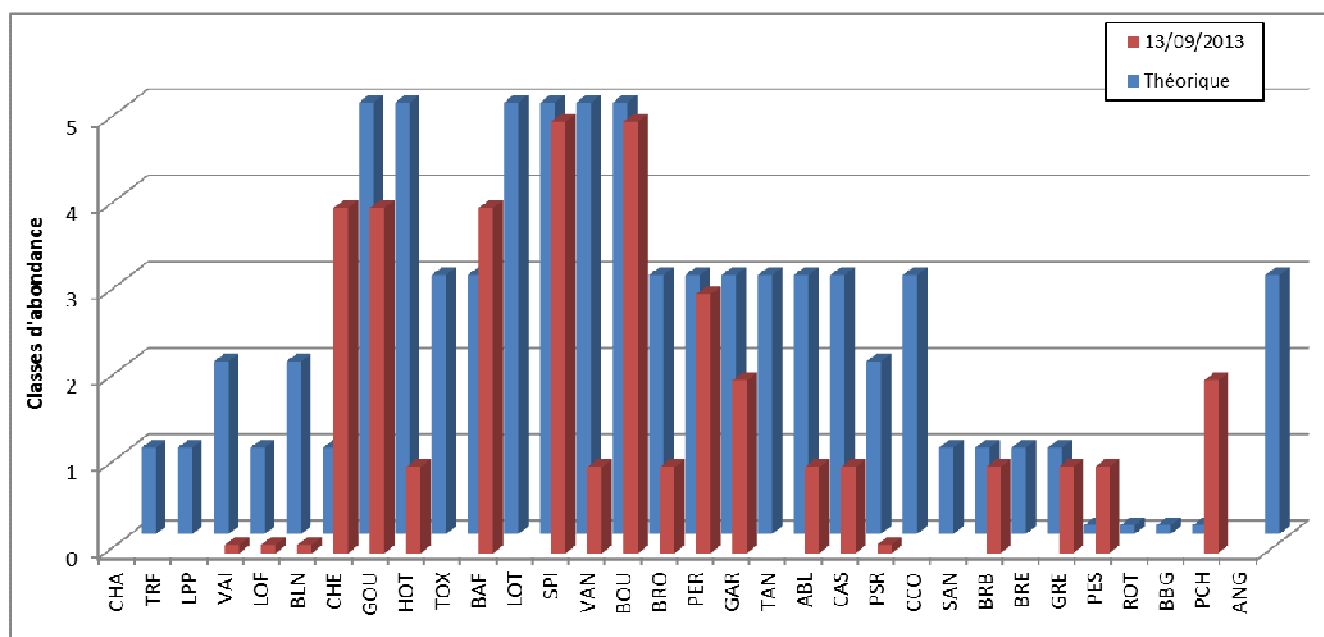


Figure 2 : Comparaison du peuplement piscicole au référentiel théorique sur la station du Solnan à Condal

L'analyse biotypologique du peuplement piscicole du Solnan à Condal (cf. Figure 2) nous permet de constater un écart entre le peuplement piscicole du référentiel théorique et le peuplement piscicole observé.

Ainsi, les espèces de la zone à truite, qui devraient être présentes avec des classes d'abondance 1 à 2 sont absentes (cas du chabot de la truite fario et de la lamproie de planer) ou présentes avec de très faibles effectifs (vairon et loche franche).

Parmi les espèces qui devraient être majoritaires (classes d'abondance ≥ 3), on note l'absence du toxostome, de la lote de rivière, de l'anguille et de la tanche. L'absence de l'anguille, de la lote et du toxostome n'est pas très étonnante dans la mesure où ces trois espèces sont aujourd'hui très peu communes en Saône-et-Loire pour des raisons diverses. L'absence de la tanche l'est beaucoup plus et est sans doute à mettre en relation avec la quasi-absence de milieux aquatiques lenticques, riches en végétation et peu profonds (ex : bras mort, bras secondaire, ...) dans lesquels elle se reproduit.

Les cyprinidés ubiquistes et/ou rhéophiles, qui sont les espèces majoritaires attendues sur ce type de station, sont bien représentés : le chevesne, le goujon, le barbeau fluviatile, le spiralin ont des abondances conformes aux attentes ; la vandoise et le hotu ont des abondances inférieures à la théorie.

Concernant les espèces plus potamiques, dont certaines devraient être abondantes, on note la nette sous-représentation du brochet et de l'ablette (classe 1 au lieu de 3). Si pour l'ablette, il n'y a pas d'explications particulières, les faibles effectifs de brochet sont à priori à mettre en relation avec l'absence de zones de frayères dans ce secteur. La très faible représentation du pseudorasbora, espèce exogène envahissante, est en revanche plutôt positive.

Enfin, parmi les autres espèces limnophiles attendues avec des abondances faibles à très faibles (classe 0.1 à 2), on note la présence du carassin, de la brème bordelière et de la perche soleil dans des abondances à peu près conformes à la théorie. Une espèce non attendue a été capturée : le poisson-chat (classe 2).

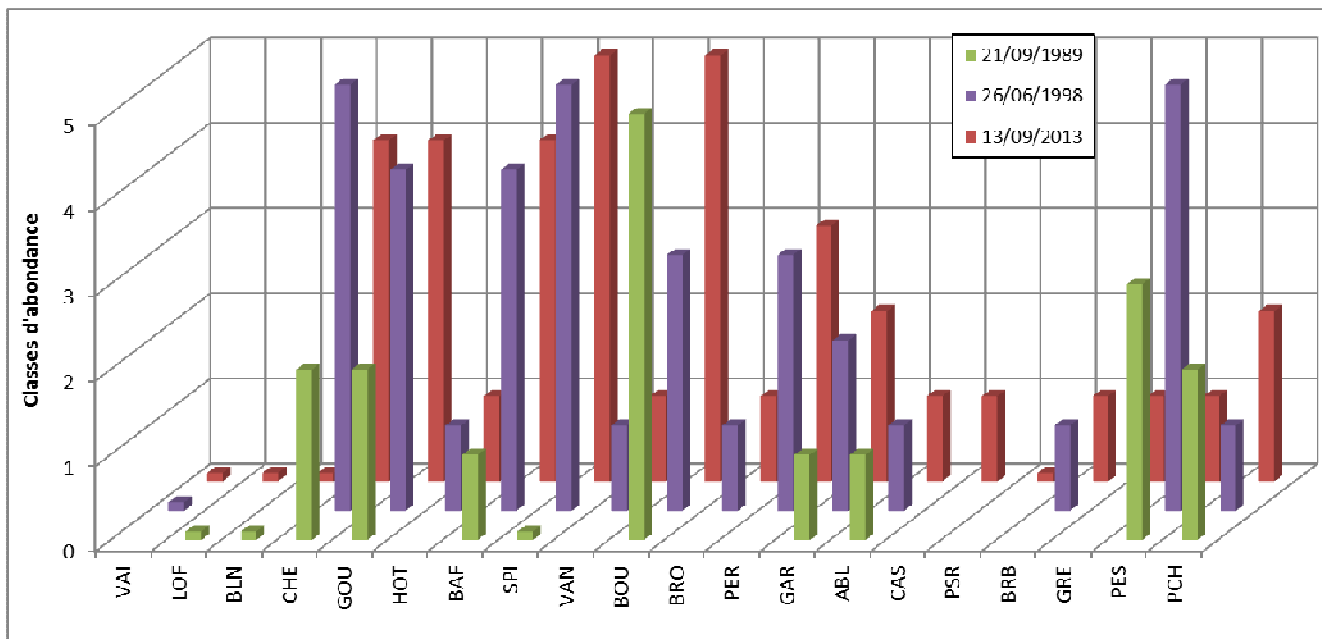


Figure 3 : Comparaison des différents inventaires piscicoles réalisés sur la station n°1

Si on compare ce peuplement piscicole avec celui inventorié sur la même station en 1989 et 1998 (cf. Figure 3), on note une évolution importante du peuplement entre 1989 et 1998 avec un passage de 11 à 15 espèces. Certaines espèces attendues avec de fortes abondances sur ce type de station sont apparues en 1998 : hotu, brochet, vandoise et perche commune. D'autres ont vu leurs effectifs exploser : chevesne, goujon, barbeau fluviatile et spirin. Ces évolutions sont le reflet d'une nette amélioration de la qualité du peuplement piscicole sur cette station entre les deux inventaires.

Entre 1998 et 2013, si on excepte l'apparition d'une espèce allochtone récemment introduites, le pseudorasbora, les évolutions ont continué à être positives : « réapparition » de la loche franche et du blageon, avec des effectifs anecdotiques (classe 0.1), apparition dans des abondances faibles mais conformes de la brème bordelière, du carassin et de la grémille.

3.2.4.2 Calcul de l'Indice Poisson Rivière

Note Indice Poissons Rivière (IPR) :				26.5
<= 7	[7-16]	[16-25]	[25-36]	> 36
Excellente	Bonne	Médiocre	Mauvaise	Très
Scores des métriques de l'IPR				
Nombre total d'espèces				9.49
Nombre d'espèces rhéophiles				1.22
Nombre d'espèces lithophiles				0.99
Densité totale d'individus				5.72
Densité d'individus tolérants				3.04
Densité d'individus invertivores				0.01
Densité d'individus omnivores				6.05

Figure 4 : Résultats de l'Indice Poisson Rivière sur la station

L'Indice Poisson Rivière attribue au peuplement piscicole du Solnan une note de 26.5 (cf. Figure 4), correspondant à une mauvaise qualité. La note obtenue est cependant proche de la limite de classe médiocre fixée à 25.

L'Indice Poisson rivière sanctionne notamment un nombre d'espèces trop important. Cette remarque est à relativiser puisque sur les 20 espèces capturées, 6 étaient très peu abondantes (1 ou 2 individus capturés) : le brochet, le carassin, la perche soleil, le blageon, le pseudorasbora et le vairon. De plus, l'indice Poisson Rivière sanctionne une densité d'individus omnivores trop forts (ici le chevesne et le gardon) et une densité totale d'individus trop forte.

3.2.4.1 Interprétation des résultats, discussions

Les résultats de l'indice Poisson Rivière, qui considère le peuplement piscicole comme étant de mauvaise qualité, semblent un peu sévère lorsqu'on analyse le peuplement piscicole. Si l'on considère que l'on se situe en limite de classe médiocre/mauvaise et que le nombre total d'espèces, paramètre déclassant de la note IPR, est influencé par 6 espèces pour lesquelles seulement 1 ou 2 individus ont été capturés, il nous semble qu'il serait plus logique de considérer le peuplement piscicole comme étant de qualité médiocre. Cette classe de qualité correspondrait mieux avec l'analyse biotypologique pour laquelle nous avons constaté un écart modéré entre le peuplement piscicole du référentiel théorique et le peuplement piscicole observé.

Parmi les principales perturbations du peuplement piscicole à retenir, on note la quasi-absence des espèces dites phytophiles (espèces qui se reproduisent sur la végétation immergée) : brochet, tanche, brème bordelière, carpe commune et rotengle. On peut logiquement mettre en relation cette observation avec l'absence de zones humides annexes constatée dans la partie 5 de ce rapport.

3.2.5 Peuplement piscicole du Solnan à Dommartin-les-Cuisseaux (St2)

3.2.5.1 Résultats bruts et estimés

	Indiv. capturés (n.)	Biomasse capt. (g)	Densité estimée (indiv./1000 m ²)	Biomasse estimée (kg/ha)
ABL	15	111	32.0	2.0
EAF	5	3057	8.9	51.3
IKUJ	5	100	14.4	0.5
ERB	1	7	0.8	0.3
ERE	8	119	17.2	2.1
CHE	15	1231	28.4	21.9
CAIR	10	818	124.2	15.8
GOL	25	205	49.8	3.6
GRE	1	14	0.8	0.2
FOU	2	23	3.6	0.8
FER	9	155	16.0	3.5
SAN	2	5356	3.6	95.2
SIL	1	70	0.8	1.4
SIL	52	116	12.2	2.1
VAN	5	5	8.9	0.14
Total	271	11468	481.8	203.5

Tableau 11 : Effectifs et biomasses bruts et estimés (méthode de Carle et Strub, 1978)

L'inventaire piscicole à Dommartin-les-Cuisseaux a permis de capturer 15 espèces différentes (cf. Tableau 11), soit 5 espèces de moins que sur la station 1 située quelques kilomètres en amont. Cette remarque est à relativiser puisque 6 espèces étaient en fait très peu abondantes sur la station 1 (1 ou 2 individus capturés) : le fait que ces 6 espèces n'aient pas été capturées sur la station 2 n'est donc pas significatif d'une évolution forte du peuplement piscicole.

Concernant les valeurs de densités, il est à noter qu'elles sont beaucoup plus faibles que sur la station 1 : la densité totale estimée passe en effet de 3165 indiv./1000 m² à 482 indiv./1000 m². Les valeurs de biomasses sont aussi à la baisse avec une évolution de 437 kg/ha à 204 kg/ha. Le sandre avec 95 kg/ha et le barbeau fluviatile avec 54 kg/ha représentent à eux-seuls près de 75 % de cette biomasse. Ces écarts de densités et de biomasses observés entre les stations 1 et 2 sont cependant à relativiser dans la mesure où les méthodes ainsi que les périodes d'échantillonnages ne sont pas les mêmes sur les deux stations.

Les espèces majoritaires sur cette station sont le gardon et la bouvière, mais le spirin, espèce majoritaire sur la station amont, reste assez abondant.

3.2.5.2 Classes d'abondance et analyse biotypologique

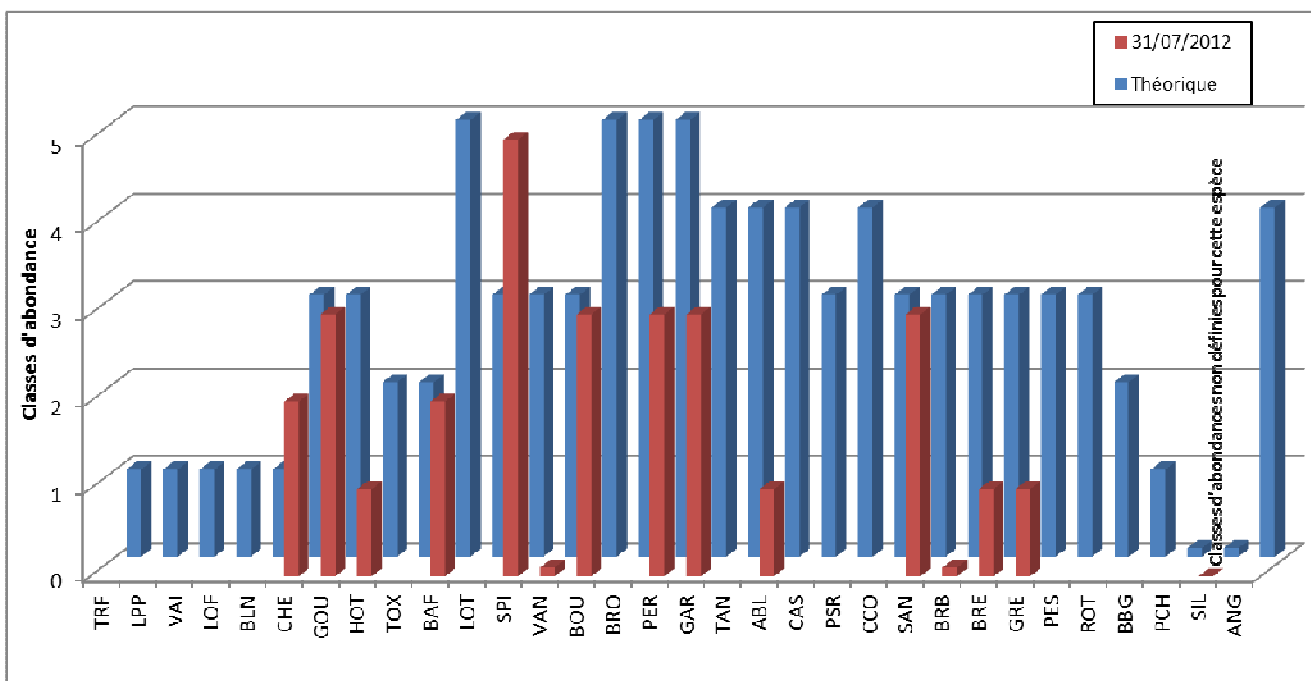


Figure 5 : Comparaison du peuplement piscicole au référentiel théorique sur la station n°2

L'analyse biotypologique (cf. Figure 6) nous permet d'observer l'absence totale des espèces de la zone à truite (chabot, truite fario, loche franche et lamproie de planer) alors que celles-ci pourraient en théorie être présentes avec une classe d'abondance 1.

Parmi les espèces qui devraient être les plus abondantes, on remarque, comme sur la station amont, l'absence de trois espèces en régression générale dans le bassin-versant de la Saône : la lote de rivière, le toxostome et l'anguille. Par contre, certaines espèces attendues sont totalement absentes : le brochet, la tanche, le carassin, la carpe commune et le rotengle. Il est intéressant de remarquer que ces cinq espèces sont toutes phytophiles, c'est-à-dire qu'elles se reproduisent sur la végétation.

Certaines espèces allochtones, comme le pseudorasbora et la perche soleil, ont des abondances plus faibles que la théorie mais en l'occurrence, ce point est plutôt positif.

3.2.5.1 Calcul de l'Indice Poissons Rivière

L'Indice Poisson Rivière attribue au peuplement piscicole du Solnan à Dommartin-les-Cuisseaux une note de 12.8 (cf. Figure 6), correspondant à une bonne qualité.

Note Indice Poissons Rivière (IPR) :				12.8
<= 7	]7-16]	]16-25]	]25-36]	> 36
Excellente	Bonne	Médiocre	Mauvaise	Très
Scores des métriques de l'IPR				
Nombre total d'espèces				0.97
Nombre d'espèces rhéophiles				2.44
Nombre d'espèces lithophiles				3.57
Densité totale d'individus				0.06
Densité d'individus tolérants				1.54
Densité d'individus invertivores				1.27
Densité d'individus omnivores				2.95

Figure 6 : Résultats de l'Indice Poisson Rivière sur la station n°2

3.2.5.1 Interprétation des résultats, discussions

Contrairement à la station 1, les résultats de l'Indice Poisson Rivière semblent ici être exagérément positifs. En termes de composition, les résultats sont finalement assez proches de la station 1, c'est pourquoi nous considérons à nouveau ce peuplement piscicole comme étant de qualité médiocre. Le nombre d'espèces plus faible et surtout les plus faibles densités, nous semblent même plutôt des éléments déclassant par rapport à la station 1. Les écarts de densités obtenues entre les stations 1 et 2 sont cependant à relativiser dans la mesure où les méthodes ainsi que les périodes d'échantillonnages ne sont pas les mêmes sur les deux stations.

Parmi les principales perturbations du peuplement piscicole à retenir, on note, comme sur la station 1, la quasi absence des espèces dites phytophiles (espèces qui se reproduisent sur la végétation immergée) : brochet, tanche, carassin, carpe commune et rotengle. Là encore, cette absence est sans doute à mettre en relation avec l'absence de zones humides annexes d'intérêt piscicole dans ce secteur.

3.2.6 Peuplement piscicole du Solnan à Louhans et Bruailles (St3)

3.2.6.1 Résultats bruts et estimés

Avec 12 espèces capturées, la diversité spécifique est, sur cette station, plus faible que sur les deux stations amont (cf. Tableau 12). Habituellement, ce paramètre est plutôt censé augmenter vers l'aval.

Les densités de poissons sont correctes avec 1438 individus/ha. Une espèce domine cependant largement les effectifs, la bouvière, avec 850 individus/100 m², soit près de 60 % des individus. La biomasse piscicole est faible sur cette station avec 186 kg/ha. Le silure domine ce paramètre puisqu'il représente à lui seul 70 % de la biomasse.

	Effectifs capturés (ind.)	Biomasses capturées (g)	Densités estimées (en indiv./1000 m ²)	Biomasses estimées (kg/ha)
ABL	6	3	7.8	0.0
BOU	650	413	849.7	5.4
BRB	56	467	73.2	6.1
CHE	9	435	11.8	5.7
GAR	110	1544	143.8	20.2
GOU	60	39	78.4	0.5
PER	14	688	18.3	9.0
PES	84	371	109.8	4.8
PSR	7	8	9.2	0.1
ROT	91	158	119.0	2.1
SIL	10	10079	13.1	131.8
TAN	3	12	3.9	0.2
Total	1100	14217	1437.9	185.8

Tableau 12 : Effectifs et biomasses bruts et estimés (méthode de Carle et Strub, 1978)

3.2.6.2 Classes d'abondance et analyse biotypologique

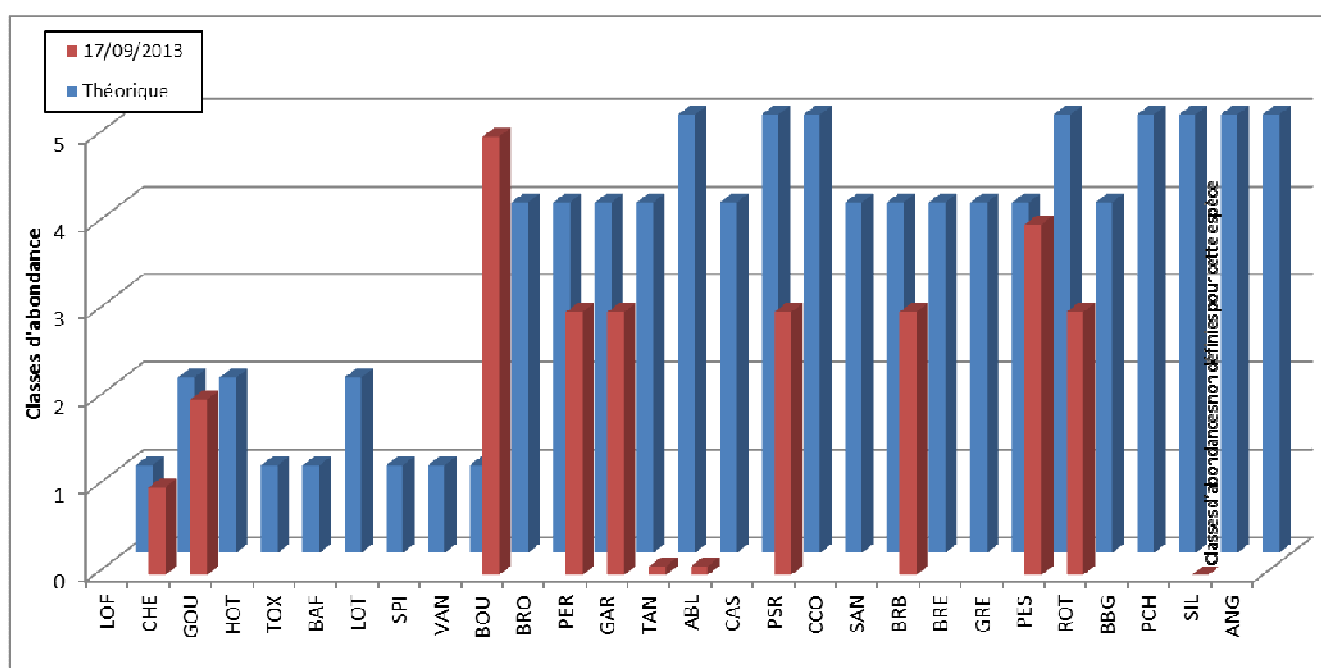


Figure 7 : Comparaison du peuplement piscicole au référentiel théorique sur la station n°3

Au niveau biotypologique, le niveau typologique théorique augmente fortement sur cette station pour passer à 8.6. Cette valeur est cependant largement influencée par la profondeur moyenne du cours d'eau, très forte sur cette station (2m) en raison de son implantation dans le remous hydraulique du barrage de Bram. Le niveau biotypologique théorique ne l'est donc plus tout à fait puisque prenant en compte des caractéristiques artificielles du cours d'eau.

Outre les espèces devenues très rares dans le bassin de la Saône (anguille, lote de rivière et toxostome), on remarque sur ce graphique (cf. Figure 5) l'absence ou la quasi absence de nombreuses espèces attendues pourtant dans des abondances fortes (classes théoriques supérieures à 4) : le brochet, le carassin, la carpe commune, la brème bordelière, la grémille, la tanche, l'ablette, le sandre, black-bass et poisson-chat.

Pour le sandre, cette absence est à relativiser dans la mesure où cette espèce fréquentant essentiellement les zones les plus profondes, y compris au stade juvénile, elle n'est quasiment jamais capturée en pêche électrique. On sait aussi que la carpe commune est présente dans le Solnan dans ce secteur : là encore l'absence de capture est probablement liée à un biais méthodologique. Enfin, l'absence de certaines espèces exogènes comme le poisson-chat ne doit pas être interprétée comme un signe de mauvaise qualité.

Le cortège des espèces rhéophiles, attendues avec des abondances faibles (classe 1 à 2) n'est représenté que par le goujon et le chevesne avec des abondances conformes : ce n'est pas étonnant dans la mesure où ces deux espèces sont les plus tolérantes de ce groupe.

Sur cette station, on observe donc une forte divergence entre le peuplement théorique et le peuplement observé. Cette divergence est due à une artificialisation très forte du lit mineur du Solnan.

3.2.6.3 Calcul de l'Indice Poissons Rivière

Note Indice Poissons Rivière (IPR) :				57.1
<= 7	]7-16]	]16-25]	]25-36]	> 36
Excellente	Bonne	Médiocre	Mauvaise	Très mauvaise
Scores des métriques de l'IPR				
Nombre total d'espèces				0.54
Nombre d'espèces rhéophiles				20.01
Nombre d'espèces lithophiles				14.92
Densité totale d'individus				3.31
Densité d'individus tolérants				1.56
Densité d'individus invertivores				13.65
Densité d'individus omnivores				3.14

Figure 8 : Résultats de l'Indice Poisson Rivière sur la station n°3

L'Indice Poisson Rivière (cf. Figure 8) confirme l'analyse biotypologique en attribuant une très mauvaise note au peuplement piscicole. Il considère que le nombre d'espèces rhéophiles, lithophiles et invertivores est beaucoup trop faibles.

3.2.6.1 Interprétation des résultats, discussions

Le niveau biotypologique théorique retenu est sans doute discutable dans la mesure où il prend en compte les caractéristiques du cours d'eau sur la station qui sont très artificialisées. De plus la méthode de pêche employée, la pêche partielle par point, ne permet pas d'échantillonner les zones profondes, ce qui exclut de fait la capture de certains poissons comme le sandre. Néanmoins, les résultats obtenus permettent de montrer que le peuplement piscicole n'est pas conforme aux attentes avec notamment une diversité spécifique beaucoup trop faible : on note par exemple, l'absence des espèces rhéophiles sensibles (vandoise, spirilin, barbeau fluviatile, ...).

L'Indice Poissons Rivière confirme ce diagnostic en attribuant logiquement une très mauvaise note à ce peuplement piscicole.

Ce mauvais résultat est lié principalement à une altération importante de la morphologie du lit mineur du Solnan lié à la présence de barrage du Bram et probablement aussi à des travaux anciens de curage et/ou de recalibrage.

Partie 4 : Etude de la capacité d'accueil du lit mineur pour le brochet

4.1 Méthodologie

Selon Chancerel (2003), pour le brochet, « l'adéquation des habitats aux exigences de chaque stade de développement est particulièrement importante même pour les stades intermédiaires ». C'est pourquoi il propose d'étudier différents paramètres pour évaluer la capacité d'accueil du lit mineur d'un cours d'eau pour cette espèce :

- La profondeur :

Le brochet est avant tout un poisson d'eaux peu profondes, notamment durant les premiers stades, alevins et juvéniles. C'est surtout durant sa première année d'existence que la relation taille du poisson/profondeur est particulièrement forte, les préférences variant de 0.5 m pour les brochetons migrants de quelques semaines, à 2 m pour les poissons d'un an. Les zones peu profondes doivent être riches en végétation pour constituer des nurseries permettant de limiter le cannibalisme entre parents et enfants.

- La vitesse du courant

Le brochet est un poisson d'eau calme qui exige la présence de zones à faibles vitesses (<5 cm/s). Globalement c'est une espèce peu apte à la nage soutenue sur de très longues distances.

- Transparence et turbidité :

Les effets de la turbidité et du manque de transparence sur les adultes sont rarement directs, même si une perturbation du régime alimentaire peut être mise en évidence. Par contre, la transparence conditionne la croissance des végétaux immergés, élément indispensable de l'habitat de l'espèce à tous ses stades.

- La végétation aquatique

C'est un élément essentiel de l'équilibre et de la stabilité des populations de brochet ; elle contribue notamment à séparer les différents stades et ainsi à maintenir la structure de la population. En effet, la végétation aquatique limite d'abord le cannibalisme entre brochetons de quelques semaines puis constitue un refuge pour les jeunes de moins d'un an vis-à-vis de leur congénère prédateurs ; elle abrite les invertébrés nécessaires au développement des brochetons ; elle favorise ensuite particulièrement pour les subadultes, l'efficacité de la prise de nourriture en permettant une chasse à l'affut ; enfin, elle peut protéger l'espèce d'une prédation par les oiseaux.

Les jeunes brochets (<1an) se cantonnent dans les zones de végétation dressée ou immergée peu accessibles aux adultes. Lorsque cette végétation disparaît en hiver, les jeunes brochets migrent vers les bordures à la recherche d'abris. Les subadultes (30 à 40 cm) fréquentent plutôt la végétation aquatique immergée ou flottante. Pour se déplacer et se nourrir, les adultes demandent une végétation moins dense. Différents auteurs (CASSELMAN, 1996, GRIMM, 1988, in CHANCEREL 2003) ont montré une relation croissante entre les densités de brochets et le recouvrement par la végétation aquatique. GRIMM prend aussi en compte les arbustes semi submergés et les embâcles.

(Chancerel évoque aussi d'autres paramètres - les températures de l'eau, le Ph, le taux d'oxygène - mais ces facteurs ne sont a priori pas limitant dans le cas du Solnan).

Jusqu'à présent dans les études et travaux réalisés dans le cadre du contrat de rivière Seille en Saône-et-Loire, le cycle du brochet n'a été abordé qu'au stade de la reproduction (ponte et premiers stades des alevins), au sein des zones humides annexes. Or, il est tout à fait probable que la capacité d'accueil du lit mineur de certains cours d'eau du bassin de la Seille soit aussi un facteur limitant le développement des populations de brochet. Le manque d'herbier en particuliers pourrait avoir une influence importante sur le développement des stades juvéniles dans le lit mineur des cours d'eau.

Il était donc proposé, dans le cadre de cette étude, d'étudier la capacité d'accueil du lit mineur du Solnan pour le brochet sur 4 stations (cf. carte n°1) d'une longueur de 2 à 3 km et de tenter de la mettre en relation avec la densité de brochets présents sur chacune de ces stations.

L'objectif est d'étudier des stations aux caractéristiques physiques différentes : 2 stations influencées par la présence de barrages et 2 stations non influencées. De même, nous proposons d'étudier le Solnan en amont de la confluence avec le Sevron, pour être représentatif des secteurs amont, où le Solnan est peu large, et le Solnan en aval de la confluence avec la Gizia, là où il s'élargit.

Les stations retenues pour cette étude sont donc les suivantes (cf. Tableau 13) :

- Le Solnan en amont du barrage de Dommartin-les-Cuiseaux (barrage de répartition du Moulin des Reisses, commune de Dommartin-les-Cuiseaux) : station située en amont de la confluence avec le Sevron et influencée par un barrage.
- Le Solnan en aval du barrage de Dommartin-les-Cuiseaux (aval « Chevalot », communes de Varennes-Saint-Sauveur et de Dommartin-les-Cuiseaux) : station située en amont de la confluence avec le Sevron et non influencée par un barrage,
- Le Solnan en amont du barrage du Moulin de Ste-Croix (communes de Frontenau et de Sainte-Croix) : station située au niveau de la confluence avec la Gizia et influencée par un barrage,
- le Solnan en aval du barrage du Moulin de Ste-Croix (communes de Sainte-Croix et de Bruailles) : station située en aval de la confluence avec la Gizia et non influencée par un barrage.

Code étude	Date	Commune (s)	Localisation	Distance à la source (en km)	Coordonnées (RGF 93)		Longueur station (en m)
					X	Y	
BRO1	20/09/2013	Dommartin-les-Cuiseaux	De part et d'autres de la RD 11	36,6	875275	6602171,4	900
BRO2	19/09/2013	Varennes-Saint-Sauveur / Dommartin-les-Cuiseaux	Aval du lieu-dit "Chevalot"	41,7	874725,9	6605076,8	1200
BRO3	12/09/2013	Sainte-Croix / Fontenau	Secteur Confluence Gizia, lieu-dit "Chatenay"	48,8	873825	6609268,7	1500
BRO4	18/09/2013	Sainte-Croix / Bruailles	Lieux-dit "Prairie de Nutrans" et "Château de la Motte"	54,3	871445	6611750	1550

Tableau 13 : Liste des stations d'inventaire spécifique brochet

4.1.1 Description des habitats du lit mineur du Solnan

Sur chaque station, les caractéristiques physiques du Solnan ont été décrites au travers de 10 transects transversaux répartis régulièrement et aléatoirement. Sur chacun de ces transects, les paramètres suivants ont été relevés à intervalle régulier :

- profondeur (mesurée à l'aide d'une règle),
- présence d'abris : herbier, densité de l'herbier, présence d'embâcle ou d'arbustes semi immergé,
- ...
- nature du substrat.

4.1.2 Estimation de l'abondance en brochet

Les « pêches partielles par point en bateau » utilisées dans le cadre du réseau national de suivi RCS/RCO (BELLIARD et al., 2008) ne permettent pas d'obtenir une bonne vision de la population de brochet en place. En effet, la capture de 1 ou 2 individus permet d'obtenir des abondances jugées conformes. Or, la capture d'un individu peut se révéler relativement aléatoire et non représentative des densités réelles de brochet présent sur le cours d'eau.

Pour estimer les abondances de brochet sur les stations d'étude, nous proposons d'adapter le protocole des pêches par point en bateau en multipliant le nombre de points de pêche (environ 150 points) et en ne ciblant uniquement que les habitats propices aux brochets :

- les secteurs peu profonds (1.5 m au maximum) recouverts par la végétation aquatique ou par des embâcles, habitat privilégié par les juvéniles et les subadultes (30 à 40 cm),
- les secteurs d'interfaces végétation / pleine eau, habitat privilégié des adultes - avec cette méthode, il ne sera cependant pas possible d'échantillonner les habitats profonds des brochets adultes (pêche à l'électricité non efficace).

Les caractéristiques de chaque point pêché seront notées : profondeur, type d'abris, nature du substrat, ...

Le nombre de points de pêche étant important, seuls les brochets seront comptabilisés, pesés et mesurés.

Les abondances de brochets ainsi capturés seront ensuite mises en relation avec la description des habitats des différentes stations afin d'estimer si les populations de brochet présentes sont conformes ou non à la capacité d'accueil du lit mineur du Solnan.

4.2 Résultats

4.2.1 Description des habitats du lit mineur du Solnan

4.2.1.1 Caractéristiques générales

Code station	BRO1	BRO2	BRO3	BRO4
Nombre de points de mesure	93	90	120	112
Nombre de transects	10	10	9	10
Largeur moyenne	13.5	12.5	21.8	16.9
Largeur minimale	10.5	9.7	18.5	13.5
Largeur maximale	20.8	14.1	25.5	25
Profondeur moyenne	1.6	0.97	2.2	1.3
Profondeur maximale	4.6	2.25	3.7	2.8

Tableau 14 : Caractéristiques générales des 4 stations

Les mesures réalisées sur les 4 stations ont permis de calculer certains paramètres permettant de décrire le lit mineur du Solnan sur les stations étudiées (cf. Tableau 14).

En termes de largeur, on constate une différence significative de la largeur moyenne du lit mineur du Solnan sur les 4 stations : celle-ci oscille entre 12.5 m sur la station 2 et 21.8 m sur la station 3. Si les apports successifs des affluents expliquent en partie ces variations, ce n'est pas le seul facteur puisque la largeur n'augmente pas régulièrement de l'amont vers l'aval. La station amont, avec une largeur de 13.5 m en moyenne est en effet un peu plus large que la station n°2 qui mesure 12.5 m en moyenne alors que cette dernière est située quelques kilomètres en aval. De même, la station n°3, dont la largeur est en moyenne de 21.8 m, est nettement plus large que la station n°4 (16.9 m) pourtant située en aval.

En termes de profondeur, on constate aussi de fortes variations entre les différentes stations : la profondeur moyenne est en effet au minimum de 0.97 m sur la station 2 alors qu'elle est de 2.2 m sur la station 3. La profondeur maximale a, de manière paradoxale, été mesurée sur la station amont à 4.6 m. Comme pour les largeurs, l'évolution de la profondeur ne suit pas une logique amont/aval.

L'explication est cependant simple : les stations influencées par des barrages (stations 1 et 3), sont logiquement plus profondes et plus larges que les stations où le profil en long est plus naturel (stations 2 et 4).

La Figure 9 permet d'observer la répartition des valeurs de profondeur mesurées sur les 4 stations. Elle permet de confirmer les importantes variations de profondeurs entre les différentes stations : sur 63 % des points de mesures de la station 3, la profondeur était supérieure à 2 m alors que ces valeurs ont été atteintes sur moins de 3 % des points de la station 2. Ce graphique met clairement en évidence les valeurs importantes de profondeurs mesurées sur les stations 1 et 3, très influencées par le remous hydraulique de barrages, alors que les stations 2 et 4, au profil plus naturel, présentent des gammes de profondeurs plus faibles et plus variées.

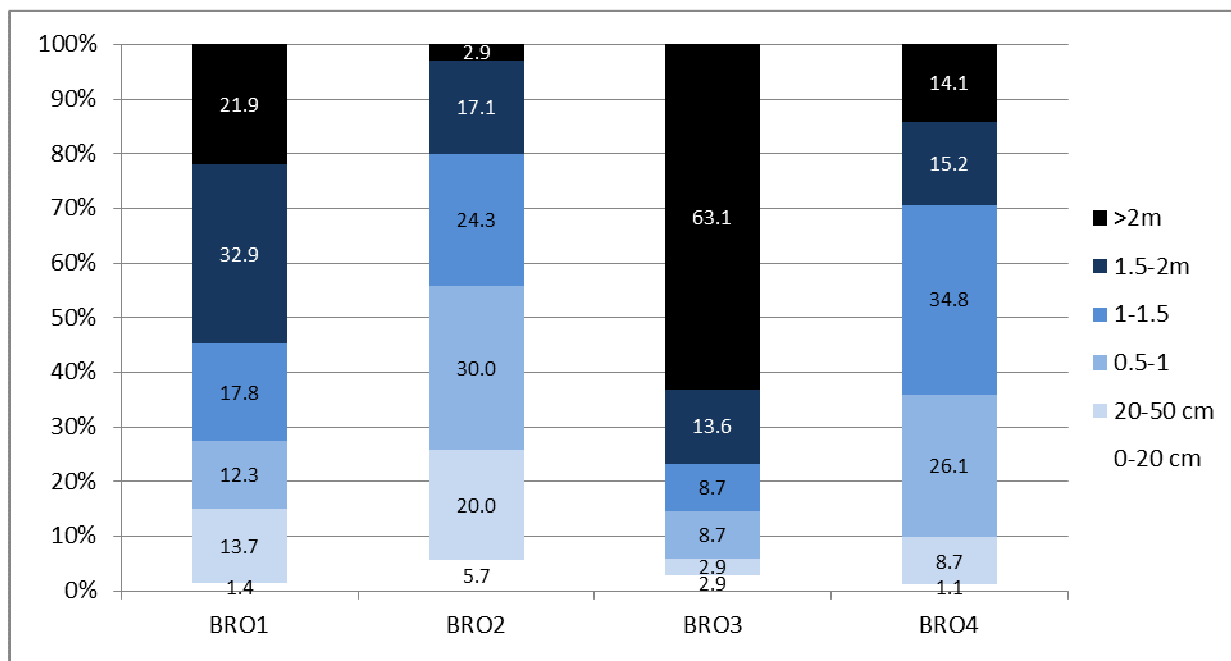


Figure 9 : Répartition des classes de profondeurs sur les 4 stations de mesure

4.2.1.2 Habitats recensés

	BRO1	BRO2	BRO3	BRO4
Pas d'abris	69.9%	51.1%	72.5%	68.8%
Présence d'au moins un abri	30.1%	49.0%	27.5%	31.2%
Points avec plusieurs abris	5.4%	6.7%	8.3%	2.7%

Tableau 15 : Part des points de mesure avec ou sans abris sur les 4 stations

Sur les 4 stations de mesure, la part des points sans abris est à chaque fois supérieure à la part des points avec abris (cf. Tableau 15). Néanmoins, la station 2 se démarque par la présence d'abris sur quasiment la moitié des points de mesure (49 %), alors que sur les autres stations, des abris n'ont été identifiés que sur environ 30 % des points. Certains points présentent même plusieurs types d'abris (entre 2 et 8 % des points selon les stations). Avec 70 % de points sans aucun abri sur 3 des 4 stations, on constate d'ores et déjà une certaine pauvreté en termes d'abris disponibles pour la faune piscicole sur ce cours d'eau.

✓ La végétation

Le type d’abris le mieux représenté sur le Solnan est la végétation. Ce qui est assez logique puisque, alors les autres types d’abris sont essentiellement liés aux berges, la végétation peut être présente sur toute la largeur du lit mineur. Les stations les plus végétalisées sont les stations 2 et 4 avec respectivement 38.9 et 19 % des points de mesure où cet abris est présent (cf. Figure 10). Le recouvrement par la végétation sur ces deux stations est ainsi de 17 % pour la station 2 et de 10,2 % pour la station 4 (cf. Tableau 16). Les stations 1 et 3 sont nettement moins végétalisées avec la présence de végétation sur respectivement 10 et 11 % des points et un recouvrement de 4.8 et 2.7 %. Pour expliquer la répartition de cet habitat sur les stations, on peut établir une relation directe entre la présence de cet habitat et la profondeur des stations : ainsi, la station la plus profonde, la station 3, est logiquement la moins végétalisée alors que la station la moins profonde est au contraire la plus végétalisée.

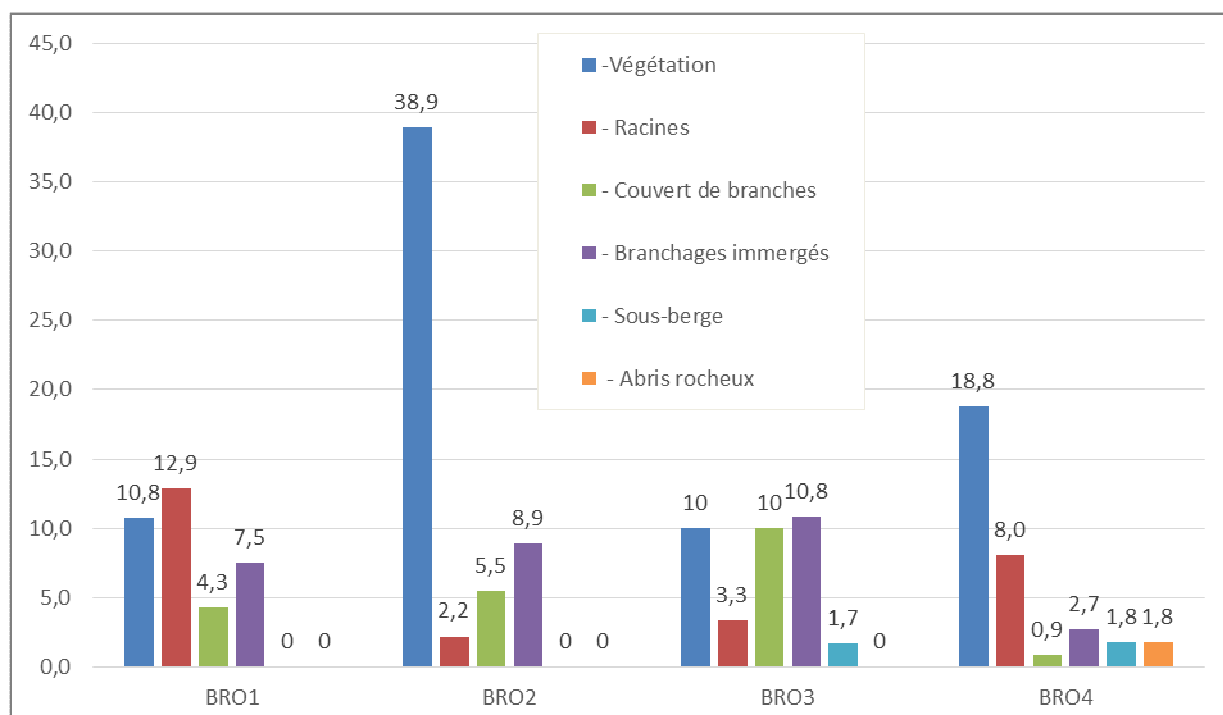


Figure 10 : Types d’abris présents sur les différents points de mesure des 4 stations

Code station	BRO1	BRO2	BRO3	BRO4
Recouvrement de la station par la végétation (en %)	4.8	17	2.7	10.2

Tableau 16 : Estimation du recouvrement par la végétation aquatique de chaque station

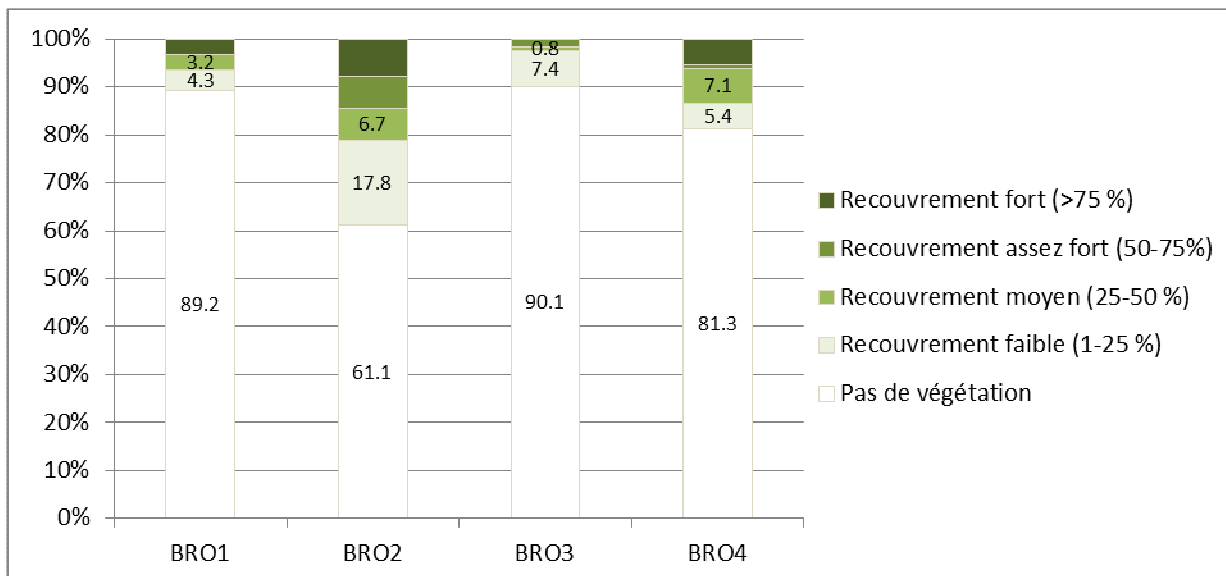


Figure 11 : Densité des herbiers présents sur les différents points de mesure des 4 stations

✓ Autres habitats

Les autres habitats recensés sur le Solnan (cf. Figure 10) sont pour la plupart liés à la végétation arborée : les branchages immergés, le couvert de branches (branches à la surface de l'eau mais pénétrant peu ou pas dans l'eau) et les racines. Les branchages immergés sont assez bien présents sur les stations 1 et 4 (13 et 8 % des points de mesure) mais beaucoup moins sur les stations 2 et 3. Le couvert de branche est présent sur 10 % des points de la station 3, beaucoup moins ailleurs. L'habitat racines, strictement lié aux berges, est bien présent sur les stations 1, 2 et 3. Les variations d'abondance de ces habitats entre les différentes stations sont plus difficilement explicables dans la mesure où la présence de ces abris est directement liée aux pratiques d'entretien des propriétaires riverains.

Enfin, les deux autres types d'abris rencontrés sur le Solnan sont tout à fait anecdotiques sur ce cours d'eau : les sous-berges sont très peu présentes et les quelques abris rocheux observés sont liés à des aménagements artificiels de berges.

4.2.1.3 Substrat

Le relevé des substrats effectué sur chaque point de mesure montre une certaine homogénéité des substrats sur les 4 stations (cf. Figure 12). Ainsi, le substrat dit « compact », correspondant sur le Solnan le plus souvent à un substrat constitué de glaise compacte, est celui rencontré majoritairement sur les 4 stations (sur 52 à 87 % des points de mesure). Le substrat vaseux est aussi fréquemment rencontré : ce substrat est majoritaire sur 12 à 31 % des points de mesure. Les substrats plus grossiers, tels que le sable, les graviers, les galets ou les blocs sont anecdotiques, voire inexistantes sur la station BRO1.

Là encore, on constate une variation de la nature du substrat principal selon que la station soit influencée ou pas par le remous hydraulique d'un barrage : sur les stations 1 et 3, situées dans le remous hydraulique de barrages, les substrats sont très majoritairement compact (87 % et 73 % des points de mesure) alors que les substrats sont plus diversifiés dans les zones non influencées.

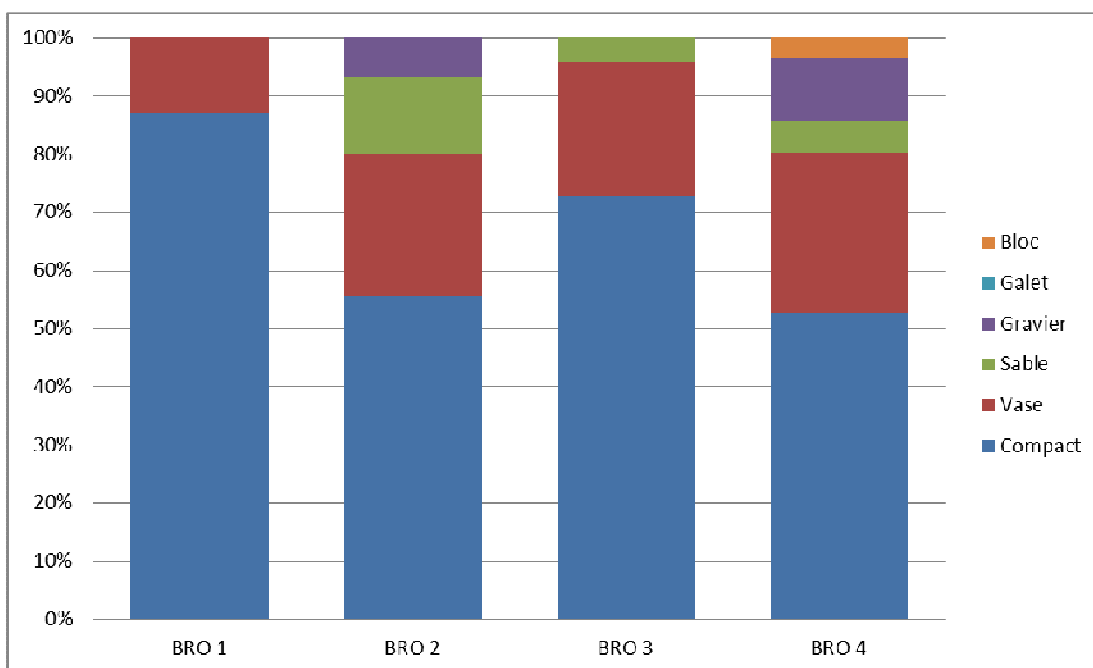


Figure 12 : Substrat principal des différents points de mesure des 4 stations

4.2.2 Estimation de l'abondance en brochet

4.2.2.1 Description des habitats inventoriés

Pour estimer les abondances de brochet sur les 4 stations étudiées, il était proposé d'effectuer une pêche électrique partielle par point en ne ciblant que les habitats propices au brochet : secteurs peu profonds recouverts par la végétation aquatique ou avec des embâcles et secteurs d'interface végétation/pleine eau. Les caractéristiques physiques de chaque point pêché ayant été relevées, il est intéressant de les comparer aux caractéristiques de chaque station.

Code station	BRO1	BRO2	BRO3	BRO4
Nombre de points de pêche	154	175	143	152
Part de points avec abris (en %)	100	100	100	100
Part de points avec plusieurs abris (en %)	19.5	16.6	14.0	34.9
Recouvrement moyen par la végétation (en %)	22.8	50.5	45.1	43.9

Tableau 17 : Principales caractéristiques des points pêchés sur les 4 stations

Ainsi, on constate logiquement que, sur les 4 stations, 100 % des points pêchés présentaient au moins 1 abris. Un nombre conséquent (entre 14 et 34.9 % des points) présentaient même plusieurs abris.

La Figure 13 nous montre aussi que les points pêchés étaient le plus souvent peu profonds (moins de 1.5 m). Quelques secteurs plus profonds ont cependant été inventoriés, notamment en présence de branchages immergés ou en bordure de zones d'herbiers.

La Figure 14 confirme que les abris les plus recherchés étaient les herbiers qui sont donc présents sur 67 à 78 % des points inventoriés selon les stations. Ce sont surtout les herbiers les plus denses (recouvrement supérieur à 50 %) qui ont été ciblés (cf. Figure 15). Cependant, lorsque ce type d'abri était peu présent comme sur la station n°1, des herbiers moins bien formés ont aussi été inventoriés.

Les branchages immergés ont aussi été très recherchés avec 19 à 32 % des points pêchés, tout comme les couverts de branche (type d’abri souvent présent en association avec les branchages immergés) avec 12 à 16 % des points pêchés. Les autres abris ont été inventoriés de manière plus anecdotique.

Le substrat principal des points pêchés (cf. Figure 16) reste similaire avec le substrat observé sur les différentes stations : très majoritairement compact et souvent vaseux. Si l’on compare, station par station, le substrat relevé sur la station avec celui des points pêchés, on observe cependant des différences parfois notables, mais difficilement explicables.

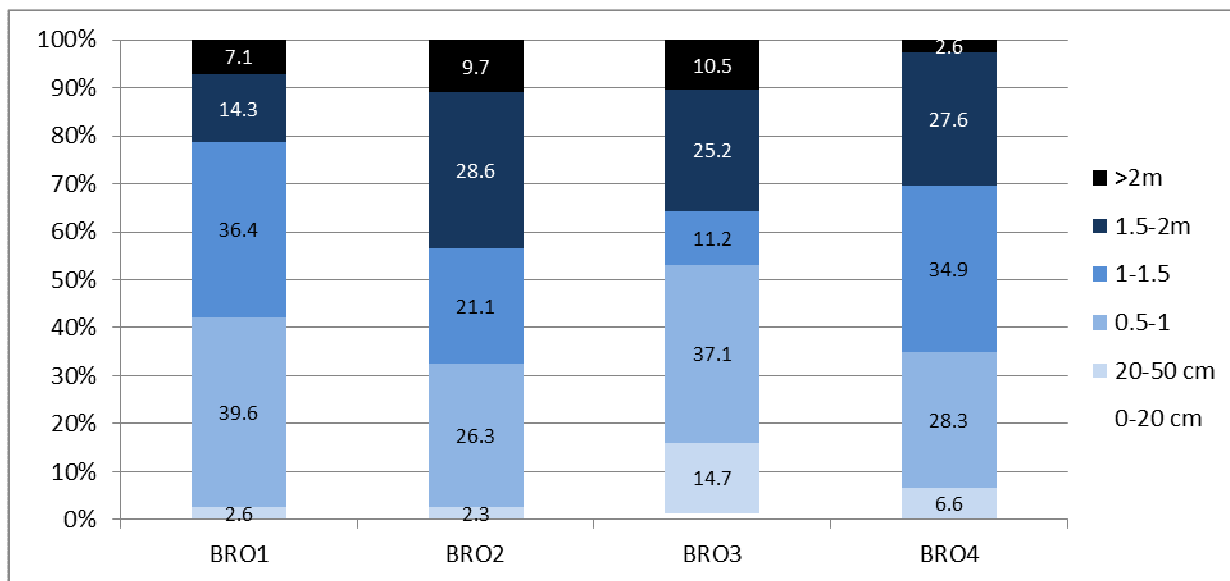


Figure 13 : Classes de profondeurs des points pêchés sur les 4 stations

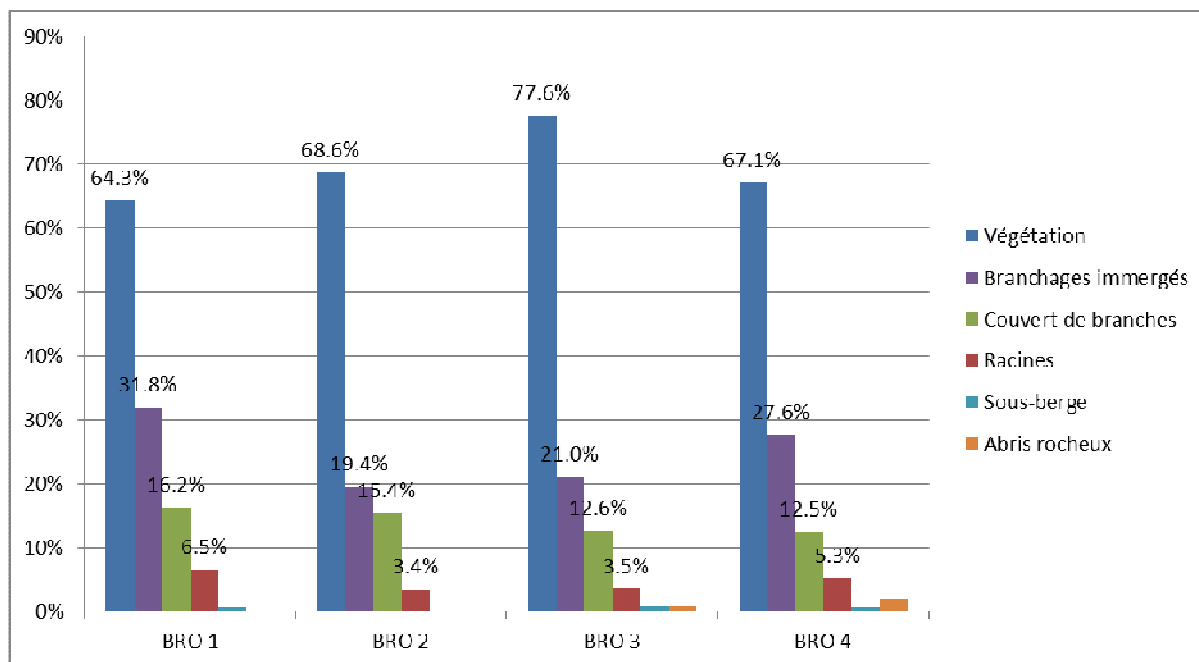


Figure 14 : Types d’abris présents sur les différents points pêchés des 4 stations

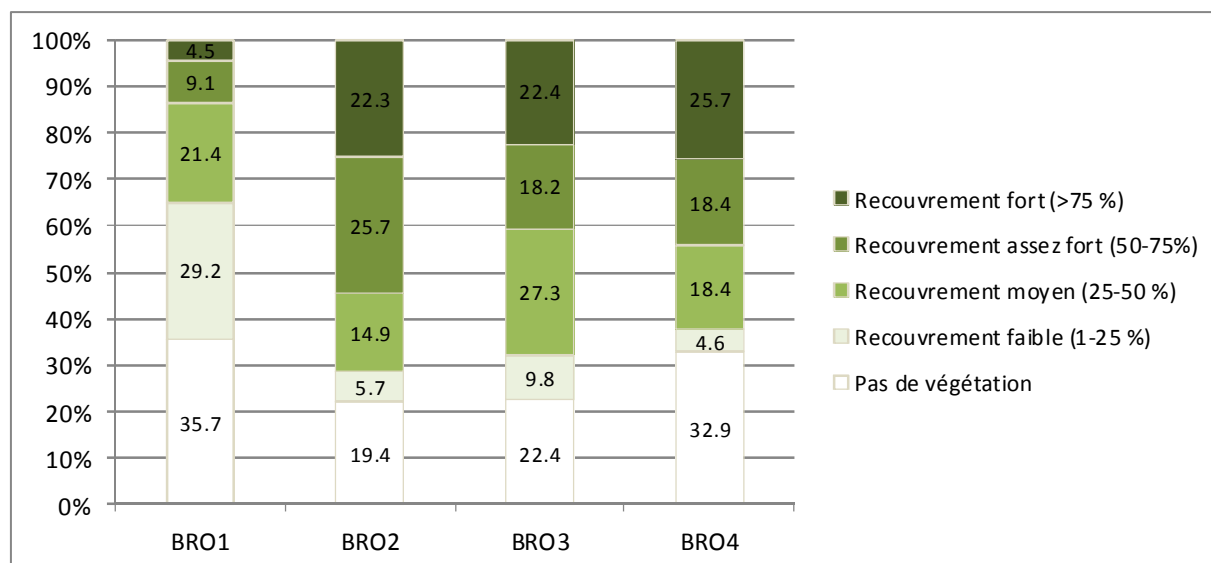


Figure 15 : Densité des herbiers présents sur les différents points pêchés des 4 stations

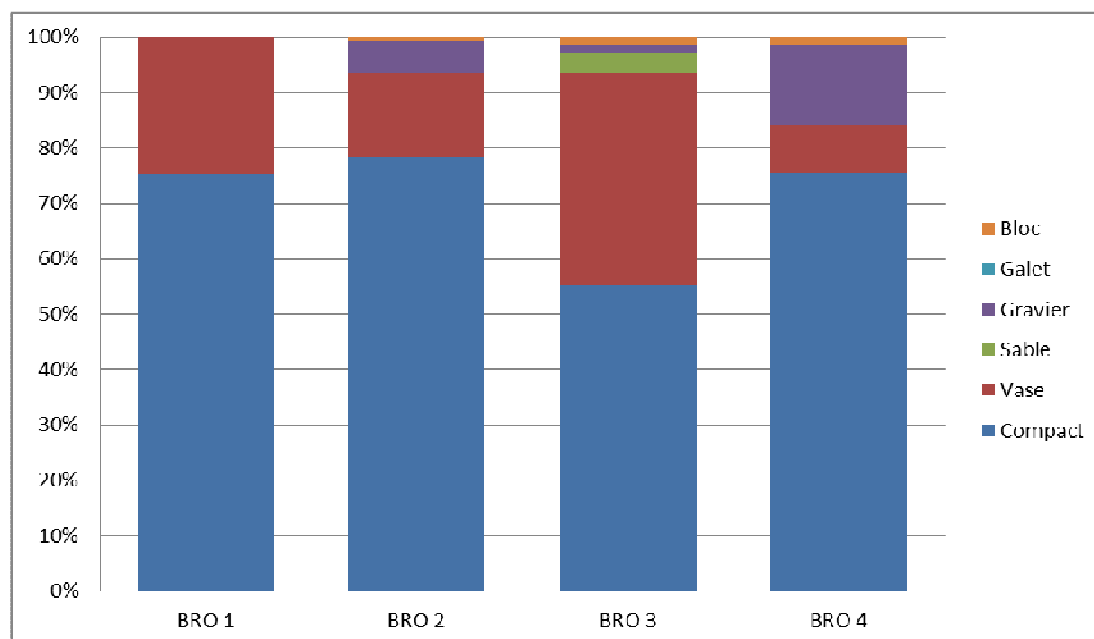


Figure 16 : Substrat principal des différents points pêchés sur les 4 stations

4.2.2.1 Résultats de l'inventaire

Code station		BRO1	BRO2	BRO3	BRO4
Nombre de points de pêche		154	175	143	152
Surface échantillonnée (en m ²)		1925	2187.5	1787.5	1900
Brochets capturés	Nombre	1	1	0	1
	taille	330	340	-	577
	poids	210	234	-	1320

Tableau 18 : Principales caractéristiques des points inventoriés

Les 4 inventaires réalisés n'ont permis de capturer que trois individus de brochets (cf. Tableau 18) : 1 juvénile de l'année de 330 mm sur la station 1, 1 juvénile de l'année de 340 mm sur la station 2 et 1 adulte de 577 mm sur la station 4.

Ce résultat est très faible, d'autant que les inventaires ont ciblés spécifiquement les habitats propices au brochet.

Ces inventaires confirment donc le mauvais état de la population de brochet sur les 4 stations inventoriées, y compris sur les deux stations où l'habitat semblait à priori un peu plus favorable à l'espèce.



Photographie 2 : Brochet adulte capturé sur la station 4

4.2.2.1 Discussions

Le très faible nombre de brochet capturé ne nous permet malheureusement de mettre en relation les densités de brochets avec l'habitat présent sur les différentes stations. Il semble donc confirmer le mauvais état de la population de brochet du Solnan.

Les mesures d'habitat ont cependant montrés que deux stations présentaient des caractéristiques plus favorables au brochet : la station 2 à Varennes-Saint-Sauveur et Dommartin-les-Cuiseaux et la station 4 à Sainte-Croix et Frontenaud. Ces deux stations aux niveaux d'eau non influencées par des barrages sont caractérisées par une hauteur d'eau plus faible et des abris plus nombreux. Le recouvrement par la végétation y est en particulier plus important. Cependant avec 17 % de recouvrement total par la végétation sur la station 2 et 10 % sur la station 4, on ne peut affirmer à l'issue de cette étude si ces valeurs sont suffisantes pour accueillir une population importante de brochets.

En revanche, les secteurs influencés par des barrages apparaissent clairement non adaptés à la présence d'une population importante de brochet : c'est le cas des stations 1 (Dommartin-les-Cuiseaux) et 3 (Sainte-Croix/Bruailles). Sur ces secteurs, la restauration des populations de brochet devrait passer au préalable par des opérations très lourdes de restauration géomorphologique du lit mineur du cours d'eau, passant notamment par la suppression ou l'abaissement des barrages. Au vu de l'importance des barrages concernés, de la longueur importante des retenues et donc des mesures compensatoire à mettre en œuvre, ce type d'opération n'est cependant aujourd'hui pas envisagé dans le Contrat de Rivière Seille.

Partie 5 : Inventaire des zones humides annexes potentiellement favorables à la reproduction du brochet

5.1 Méthodologie

Selon Chancerel (2003), les sites de reproduction du brochet sont des milieux aquatiques peu profonds et calmes, riches en végétation, se réchauffant vite. En cours d'eau, il s'agit en général :

- des basses vallées alluviales pouvant occuper des surfaces importantes en zone de confluence,
- des dépressions naturelles et marais connexes aux cours d'eau ou plus fréquemment de simples prairies basses,
- les annexes hydrauliques, boires, lônes, noues, les fossés de ceinture des fonds de vallée.

Parfois et faute de mieux, certaines anses et bordures protégées des courants vifs, des fossés de drainage bien colonisés par la végétation constituent des frayères de qualité variable conduisant à des productions très aléatoires.

La régression de ce type de milieu aquatiques (par remblais, drainage, ...) et les modifications du régime hydraulique des cours d'eau (dues au drainage, à l'imperméabilisation des sols, à l'arasement des haies,...) qui limite l'inondabilité de ces zones humides sont les raisons évoquées les plus fréquemment par les auteurs pour expliquer la régression du brochet (KEITH et al., 2011 ; BRUSLE, QUIGNARD, 2001, etc.).

C'est pourquoi il est ici proposé d'inventorier les zones humides potentiellement favorables à la reproduction du brochet et d'analyser leurs fonctionnalités.

5.1.1 Evaluation de l'intérêt pour la reproduction du brochet des zones humides annexes du Solnan

Sur la base de l'inventaire des zones humides réalisé le long du Solnan par l'EPTB Saône-et-Doubs (FONTAINE, 2007), de l'interprétation de photographies aériennes et de connaissances internes, 28 zones humides annexes du Solnan ont été visitées dans le but d'évaluer leur potentiel pour la reproduction du brochet (cf. Tableau 19, Carte 3, Carte 4).

Cette évaluation a été faite par jugement d'expert sur la base de différents critères :

- l'inondabilité de la zone humide : critère impératif pour l'accès des géniteurs à ses zones de frai,
- la connectivité entre la zone humide et le Solnan, qui permettra ou non le passage des géniteurs entre les deux milieux aquatique et le retour des alevins au cours d'eau,
- la présence de support de ponte : la présence de végétation herbacée, en général hélrophytique, est impérative pour que les brochets puissent déposer leurs œufs,
- le maintien en eau des zones de ponte : les zones de ponte doivent rester suffisamment longtemps immergées pour permettre la ponte, l'incubation des œufs et l'éclosion (une durée d'immersion des zones de ponte en période printanière de 45 jours consécutif est en général nécessaire).

Pour chacun de ces critères une note allant de 0 à 3 a été attribuée : 0 = critère non respecté à 3 = critère très bien respecté. Ces 4 premiers critères sont impératifs pour permettre la reproduction du brochet. Si l'un de ses critères n'est pas respecté le site est considéré comme non fonctionnel pour la reproduction du brochet.

Un critère optionnel a aussi été pris en compte, la présence au sein de la zone humide d'une zone toujours en eau. Ce critère améliore en effet la fonctionnalité du site puisqu'il permet aux alevins, en l'absence de crues printanières tardives (mai, juin), de rester au sein de la zone humide en période estivale, ce qui n'est pas possible si la zone humide s'assèche totalement. Il n'est cependant pas obligatoire pour que le site soit considéré comme fonctionnel.

Id.	Source donnée	Code BD EPTB	Lieu-dit	Commune	Rive	Typo
1	EPTB	Solnan_Domsure_pré du Pont	Pré du Pont	Domsure (01) / Condal	Gauche	Fossé
2	EPTB	Solnan_Beaupont_Grande Frette	La Grande Frette	Beaupont (01) / Condal	Droite	Fossé
3	EPTB	Solnan_Dommartin les Cuiseaux_Varignolle	Varignolle	Condal	Gauche	Prairie inondable
4	EPTB	Solnan_Dommartin les Cuiseaux_Varignolle	Varignolle	Condal	Droite	Prairie inondable
5	EPTB	Solnan_Dommartin les Cuiseaux_Varignolle	Varignolle	Condal / Dommartin les Cuiseaux	Droite	Fossé
6	EPTB	Solnan_Dommartin les Cuiseaux_Villars Potet	Villars Putet	Dommartin les Cuiseaux	Droite	Boisement humide
7	EPTB	Solnan_Dommartin les Cuiseaux_Bois Rubin	Bois Rubin	Dommartin les Cuiseaux	Droite	Multiple
8	Photographie aérienne		Chantelet	Dommartin les Cuiseaux	Gauche	-
9	EPTB		Grande Mare	Dommartin les Cuiseaux	Droite	Boisement humide
10	Photographie aérienne		Grange Devant	Dommartin les Cuiseaux	Gauche	Fossé
11	EPTB		Grande Mare	Dommartin les Cuiseaux	Droite	-
12	EPTB		Pré Conflans	Varenne-Saint-Sauveur	Gauche	Prairie inondable
13	EPTB	Solnan_Frontenaud_Le Creuillet	Le Creuillet	Frontenaud	Droite	Fossé
14	EPTB	Solnan_Frontenaud_Prairie de Bione	Prairie de Bione	Frontenaud	Droite	Bras mort
15	EPTB	Solnan_Frontenaud_Prairie de Bione	Prairie de Bione	Frontenaud	Droite	Baisse
16	Connaissances internes		La Culée	Sainte-Croix	Droite	Fossé et baisse
17	Photographie aérienne		Grand Pré Chevalier	Sainte-Croix	Gauche	Baisse
18	Photographie aérienne		Le Bourg	Sainte-Croix	Gauche	Baisse
19	EPTB	Solnan_Sainte Croix_bras de Lavy	Prairie de Lavy	Sainte Croix / Bruailles	Droite	Bras mort
20	EPTB	Solnan_Sainte Croix_prairie de Lavy	Prairie de Nutran)	Sainte Croix		Peupleraie
21	EPTB	Solnan_Sainte Croix_Château de la Motte	Château de la Motte	Sainte-Croix	Gauche	Bras mort
22	EPTB	Solnan_Sainte Croix_Aval Château de la Motte	Aval Château de la Motte	Sainte-Croix	Gauche	Bras mort
23	Photographie aérienne		Pré Cuisisat	La Chapelle-Naude	Gauche	Bras mort
24	Photographie aérienne		Patran	Bruailles	Droite	Baisse
25	EPTB	Solnan_La Chapelle Naude_Promby	Promby	La Chapelle Naude	Gauche	Bras mort
26	EPTB	Solnan_Chapelle Naude_Montbrillant	Montbrillant	La Chapelle Naude	Gauche	Bras mort
27	EPTB	Solnan_Louhans_Prés Davaut	Prés Davaut	Louhans	Gauche	Bras mort
28	Photographie aérienne		Bram	Louhans	Droite	Fossé

Tableau 19 : Liste des zones humides ayant fait l'objet d'une expertise

5.1.2 Investigations complémentaires sur 6 zones humides

Dans le but de définir un programme de restauration cohérent des zones humides, le cahier des charges de cette étude prévoyait la mise en œuvre d'investigations complémentaires sur 6 zones humides. Ces investigations ont porté sur :

- la réalisation d'un ou plusieurs profils topographiques,
- une cartographie des principaux habitats, incluant un relevé botanique sommaire et une estimation de l'abondance des différentes espèces identifiées,
- un inventaire piscicole en mai/juin.

Les profils topographiques ont permis de décrire le site, de localiser les éventuels bouchons vaseux, les déconnexions avec le cours d'eau. Le cas échéant, ces mesures permettent aussi de proposer différents scénarios d'aménagement.

La cartographie des principaux habitats a été réalisée en utilisant le système de classification des habitats européens EUNIS (LOUVEL J. et al., 2013). Un relevé floristique a aussi été réalisé pour caractériser au mieux ces habitats. Pour chacune des espèces identifiées, une estimation de l'abondance a été réalisée en utilisant le coefficient d'abondance-dominance (recouvrement) de Braun-Blanquet (cf. Tableau 20).

Coefficient	Importance du recouvrement (R)
5	$R > 75 \%$
4	$50 \% < R < 75 \%$
3	$25 \% < R < 50 \%$
2	$5 \% < R < 25 \%$
1	$1 \% < R < 5 \%$ (cas particulier : très nombreux individus et $R < 5 \%$)
+	plante peu abondante et $R < 1 \%$ (ou plante abondante et $R < 1 \%$)
r	plante rare (quelques pieds)
i	1 seul individu

Tableau 20 : Coefficient d'abondance dominance de Braun Blanquet

Enfin, un inventaire piscicole a été réalisé sur chaque site fin mai/début juin, dans l'objectif principal de vérifier la présence d'alevins de brochet dans le site. Les autres espèces capturées ont aussi été prises en compte, car la diversité piscicole des zones humides donne aussi une indication sur le fonctionnement de ces milieux et leur connectivité avec le cours d'eau. Le protocole de pêche électrique utilisé sera autant que possible la « pêche complète », dans le respect de la norme européenne NF EN 14011 (MARTINET, 2003). Dans ce cas, la zone humide a été entièrement prospectée ou prospectée partiellement sur un tronçon jugé représentatif. 1 seul passage a été réalisé. Certaines zones humides étant trop vastes, ou trop profondes, une « pêche partielle par point » a été réalisée à pied.

La réussite de la reproduction du brochet étant très dépendante de l'hydrologie des 6 premiers mois de l'année, une analyse des conditions hydrométéorologique du début de l'année 2013 a aussi été effectuée pour pouvoir interpréter les résultats.

L'objectif de ces investigations complémentaires est d'évaluer les fonctionnalités piscicoles des zones humides inventoriées, en particuliers pour la reproduction du brochet. Les éventuelles causes de dysfonctionnement ont été analysées et si nécessaire un ou plusieurs scénarios d'aménagement ont été proposés (sachant qu'il ne s'agissait pas de définir pour chaque site un avant-projet sommaire détaillé mais plutôt d'établir un programme d'action pour le contrat de rivière).

5.2 Résultats

5.2.1 Evaluation de l'intérêt pour la reproduction du brochet des zones humides annexes du Solnan

Sur les 28 zones humides visitées (cf. Tableau 21, Tableau 22, Carte 3, Carte 4 et Photographie 3 à Photographie 14), 18 ont été considérées comme ayant un intérêt nul ou très faible pour la reproduction du brochet :

- 5 d'entre elles sont des fossés qui présentent peu de supports de végétation et/ou qui ne retiennent pas suffisamment longtemps l'eau sur les zones de pontage,
- 5 sont des prairies inondables, sans point bas marqués, sur lesquelles les brochets pourraient éventuellement pondre mais qui ne retiennent pas assez longtemps l'eau,
- 3 sont des baisses, zones basses en prairie inondable, mais qui sont, soit trop peu marquées, soit trop haut-perchées ou soit trop déconnectées du Solnan,
- 2 sont des boisements humides qui ne présentent pas ou peu de supports de pontage et qui ne retiennent pas suffisamment l'eau,
- 1 est une peupleraie n'ayant pas les supports de pontage adéquates et qui ne retient pas suffisamment l'eau,
- 1 est une vaste zone humide, d'intérêt écologique fort, composée de boisements humides, cariçaies, roselières, ... mais complètement déconnectée du Solnan (et difficilement connectable),
- 1 est un bras mort artificiel, aux berges trop abruptes pour permettre le développement d'une végétation pouvant servir de support de pontage.

Une autre zone humide, le fossé de Bram à Louhans a été jugé comme ayant de faibles potentialités pour le brochet : site de taille modeste, il ne reste visiblement pas assez longtemps en eau pour être fonctionnel.

7 zones humides ont été jugées comme ayant un bon potentiel pour la reproduction du brochet : pour des raisons différentes, elles ne sont pas forcément aujourd'hui fonctionnelles, mais elles présentent des caractéristiques favorables qui permettraient, à la faveur de travaux de restauration, d'améliorer leur fonctionnement.

Enfin, 2 zones humides nous ont semblé d'ores et déjà potentiellement fonctionnelles pour la reproduction du brochet : le bras mort des Prés Cuisiat à La Chapelle-Naude et le bras mort des Prés Davaut à Louhans.

Concernant la localisation des sites d'ores-et-déjà fonctionnels ou présentant un bon potentiel (cf. Carte 3 et Carte 4), il est intéressant de constater leur inégale répartition géographique : alors que le Solnan mesure 36 km en Saône-et-Loire, ces sites sont tous situés sur les 16 km aval du Solnan. Sur les 20 premiers kilomètres, entre Condal et Frontenard, aucune zone humide présentant des potentialités pour la reproduction du brochet, n'a été recensée.

Id.	Lieu-dit	Commune	Typologie	Commentaire	Critères impératifs				Critère optionnel	Evaluation intérêt ésoicole		
					Connectivité	Inondabilité	Maintien en eau des supports de pont	Qualité et importance des supports de pont		présence d'une zone toujours en eau	Nombre de critères	Note totale	Résultats intérêt piscicole
1	Pré du Pont	Domsure (01) / Condal	Fossé	Fossé de petite taille bien enherbé très peu en eau le jour de la visite	+++	+++		++		3	8	Faible ou nul
2	La Grande Frette	Beaupont (01) / Condal	Fossé	Fossé profond, aux berges végétalisées, écoulement courant visible	+++	+++		+	++	3+1	9	Faible ou nul
3	Varignolle	Condal	Prairie inondable	Prairie inondable mais pas de point bas favorables à la faune piscicole	+	+++		+++		3	7	Faible ou nul
4	Varignolle	Condal	Prairie inondable	Prairie inondable mais pas de point bas favorables à la faune piscicole	+	+++		+++		3	7	Faible ou nul
5	Varignolle	Condal / Dommartin les Cuiseaux	Fossé	Fossé profond plus ou moins large, souvent boisé, courant le jour de la visite	+++	+++		++	++	3+1	10	Faible ou nul
6	Villars Putet	Dommartin les Cuiseaux	Boisement humide	Boisement humide ; une dépression intéressante mais déconnectée et beaucoup trop petite	+	+++		+	+	3+1	6	Faible ou nul
7	Bois Rubin	Dommartin les Cuiseaux	Multiple	Vaste zone humide, d'intérêt écologique fort, composée de boisements humides, cariages, roselières, ... mais complètement déconnectée du Solnan (et non connectable)		+	+	+++		3	5	Faible ou nul
8	Chantelet	Dommartin les Cuiseaux	-	Pas de zone humide marquée	+	+++		+++		3	7	Faible ou nul
9	Grande Mare	Dommartin les Cuiseaux	Boisement humide	Boisement humide	+	+++				2	4	Faible ou nul
10	Grange Devant	Dommartin les Cuiseaux	Fossé	Pas de zone humide marquée	+++	+++		++		3	8	Faible ou nul
11	Grande Mare	Dommartin les Cuiseaux	-	Pas de zone humide marquée	+	+++		+++		2	6	Faible ou nul
12	Pré Conflans	Varenne-Saint-Sauveur	Prairie inondable	Belle prairie inondable mais pas de point bas favorables à la faune piscicole	+	+++		+++		3	7	Faible ou nul
13	Le Creuillet	Frontenaud	Fossé	Fossé en zone de culture sans intérêt	+++	+++	+		+	3+1	8	Faible ou nul
14	Prairie de Bione	Frontenaud	Bras mort	Bras mort déconnecté du Solnan, mais très proche ; berges en pente douce potentiellement très favorables ; très encombré par végétation arborée et visiblement envasé	+	+++	+++	+	+++	4+1	11	Bon potentiel
15	Prairie de Bione	Frontenaud	Baisse	Baisse prairiale déconnectée du Solnan, assez peu profonde, aux berges en pente très douce - végétation héliophytique très présente	+	+++	++	+++		4	9	Bon potentiel

Tableau 21 : Résultats de l'évaluation de l'intérêt pour la reproduction du brochet des zones humides annexes du Solnan (secteur amont)

Id.	Lieu-dit	Commune	Typologie	Commentaire	Critères impératifs				Critère optionnel	Evaluation intérêt ésoicole		
					Connectivité	Inondabilité	Maintien en eau des supports de pont	Qualité et importance des supports de pont		présence d'une zone toujours en eau	Nombre de critères	Note totale	Résultats intérêt ésoicole
16	La Culée	Sainte-Croix	Fossé et baisse	Zone humide artificielle aux berges trop abruptes et aujourd'hui très encombrée par la végétation arborée	+++	+++	++	+	+++	4+1	12	Bon potentiel
17	Grand Pré Chevalier	Sainte-Croix	Baisse	Petite baisse prairiale intéressante mais trop haut perchée par rapport au Solnan	++	++	++	+++		4	9	Faible ou nul
18	Le Bourg	Sainte-Croix	Baisse	Grande baisse prairiale trop haut perchée par rapport à la rivière	++	++		+++		3	7	Faible ou nul
19	Prairie de Lavy	Sainte Croix / Bruailles	Bras mort	Vaste bras mort mais totalement envasé sur les 2/3 du linéaire par des apports de vase considérables d'un fossé - bras totalement encombré par végétation arborée ; connexion aval qui passe sous une voie ferrée	+++	+++	+		+++	3+1	10	Bon potentiel
20	Prairie de Nutran)	Sainte Croix	Peupleraie	Peupleraie en zone inondable	+	+++				2	4	Faible ou nul
21	Chateau de la Motte	Sainte-Croix	Bras mort	Bras mort déconnecté du Solnan, en général boisé	+	+++	+++	++	+++	4+1	12	Bon potentiel
22	Prairie de la Motte	Sainte-Croix	Bras mort	Bras mort déconnecté du Solnan, aux berges boisées, aux pentes assez abruptes	+	+++	+++	+	+++	4+1	11	Bon potentiel
23	Pré Cuisiat	La Chapelle-Naude	Bras mort	Bras mort avec une connexion visible par l'aval ; peu profond, il est entièrement colonisé par la végétation héliophytique	+++	+++	++	+++		4	11	Fort
24	Patran	Bruailles	Baisse	Petite baisse prairiale a peine marquée, déconnectée	+	+++		+++		3	7	Faible ou nul
25	Promby	La Chapelle Naude	Bras mort	Bras mort artificiel (mesure compensatoire à la création de l'étang) - milieu aquatique toujours en eau et aux berges trop abruptes	+++	+++	++			3	8	Faible ou nul
26	Montbrillant	La Chapelle Naude	Bras mort	Bras mort dont le berges ont été récemment retravaillées - connexion amont busée	++	+++	++	++	+++	4+1	12	Bon potentiel
27	Prés Davaut	Louhans	Bras mort	Grand bras mort aux berges en pente douce bien connecté au Solnan - Très probablement fonctionnel pour la reproduction du brochet	+++	+++	+++	+++	++	4+1	14	Fort
28	Bram	Louhans	Fossé	Fossé aux berges en pente douce connecté au bief du Moulin de Bram - taille modeste	+++	+++	+	++		3	9	Potentiel faible

Tableau 22 : Résultats de l'évaluation de l'intérêt pour la reproduction du brochet des zones humides annexes du Solnan (secteur aval)

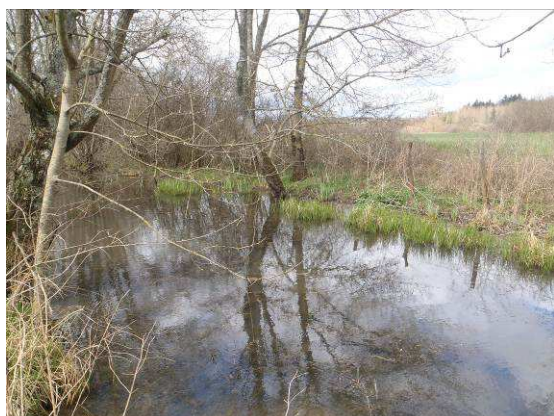
Planche photographique : exemple de sites jugés comme étant potentiellement fonctionnels pour la reproduction du brochet :



Photographie 4 : Baisse de Bione à Frontenaud (site n°15)



Photographie 3 : Fossé et baisse de la Culée à Sainte-Croix (site n°16)



Photographie 5 : Bras mort de la Motte à Sainte-Croix (site n°21)



Photographie 6 : bras mort du Pré Cuisiat à La Chapelle-Naude (site n°23)



Photographie 7 : bras mort de Montbrillant à La Chapelle-Naude (site n°26)



Photographie 8 : bras mort des Prés Davaut à Louhans (site n°27)

Planche photographique : exemple de sites jugés comme étant non fonctionnels pour la reproduction du brochet :



Photographie 11 : fossé de la Grande Frette à Condal (Site n°1)



Photographie 10 : fossé de Varignolle à Dommartin-les-Cuseaux (site n°5)



Photographie 12 : Boisement humide De Villars Putet à Dommartin-les-Cuseaux (site n°6)



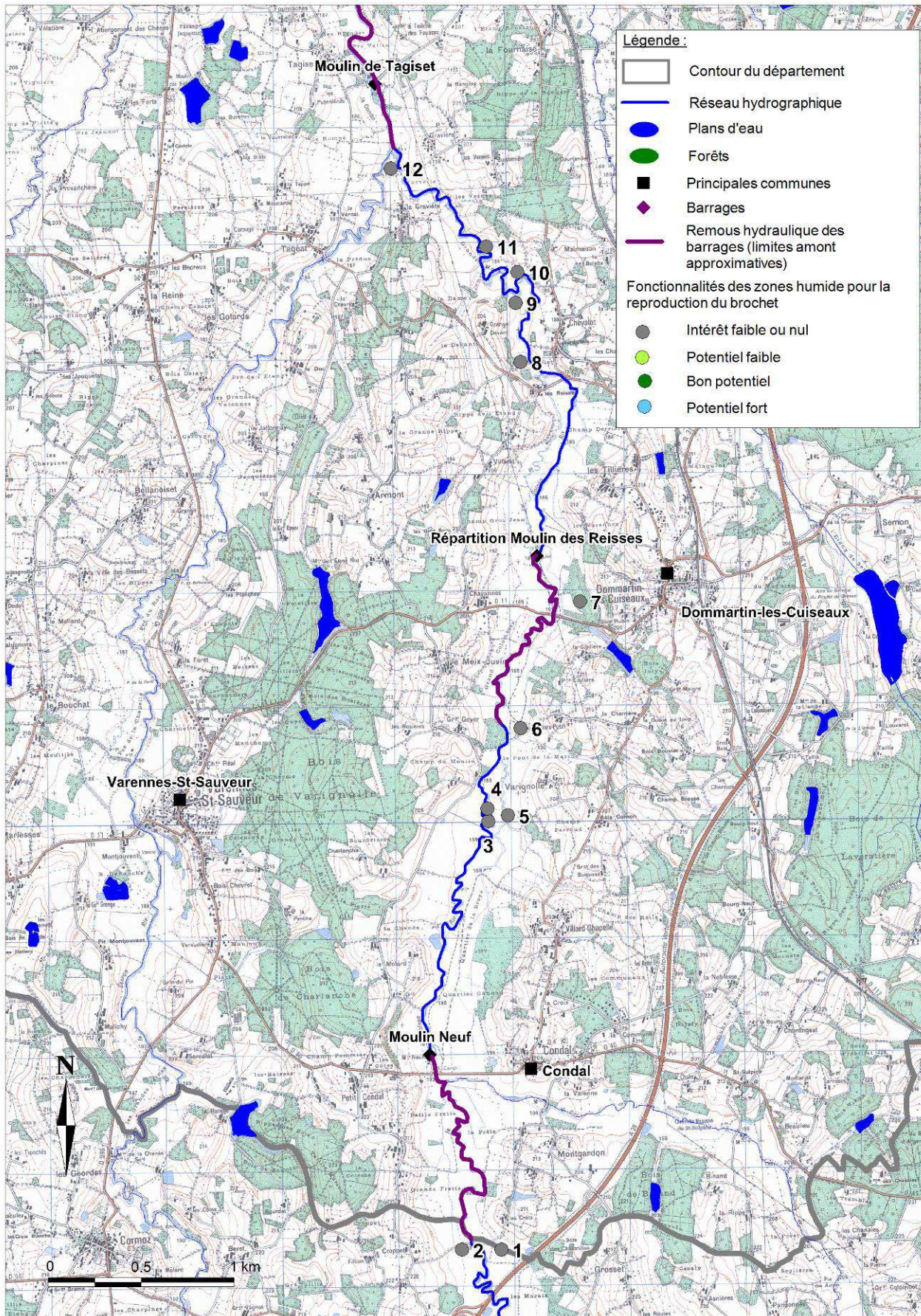
Photographie 9 : Fossé du Creuillet à Frontenaud (site °13)



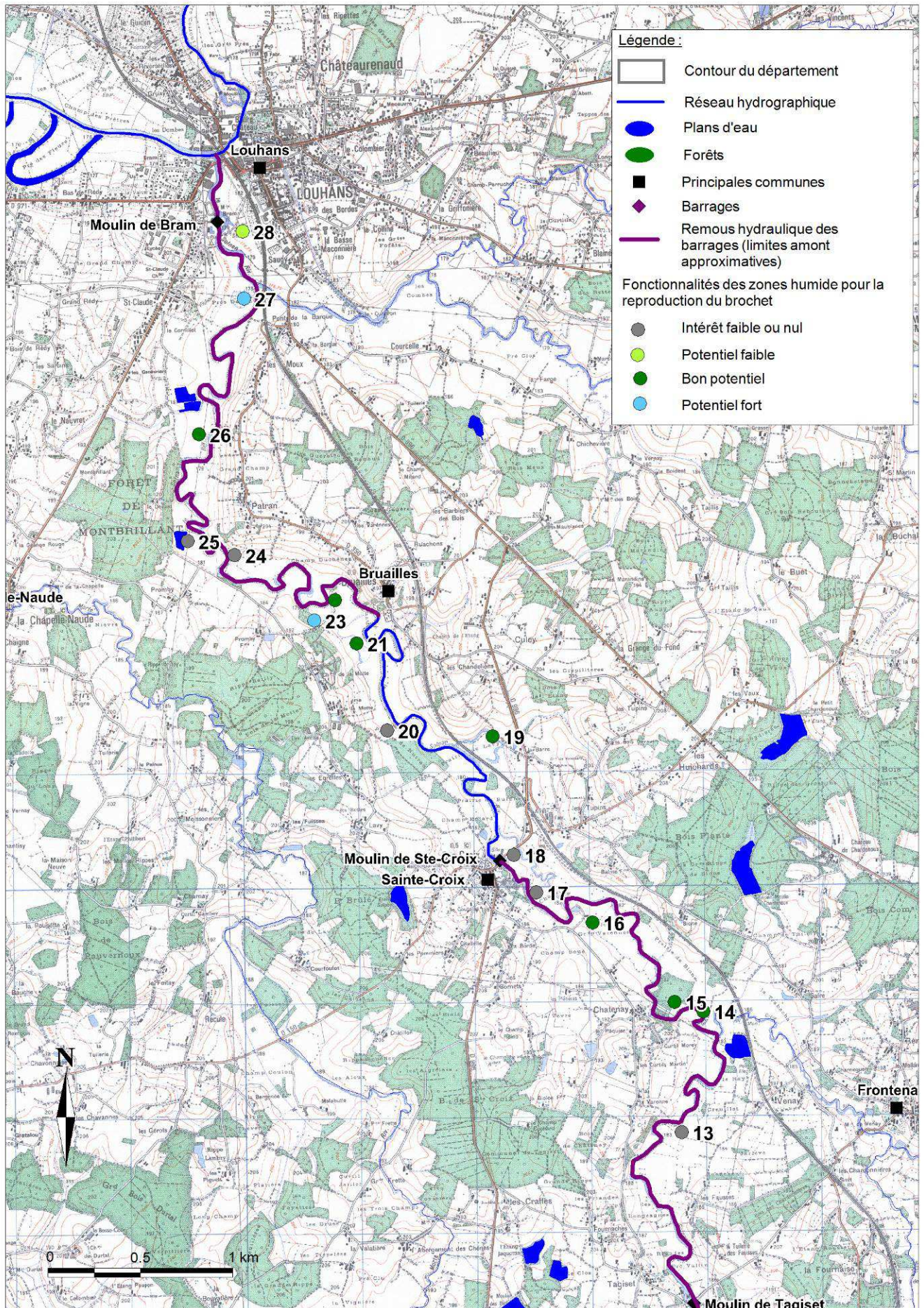
Photographie 14 : Baisse du bourg de Sainte-Croix (site n°18)



Photographie 13 : Baisse du grand Pré Chevalier à Sainte-Croix (site n°17)



Carte 3 : Localisation des zones humides inventoriées et estimation de leur fonctionnalités pour la reproduction du brochet – secteur amont



Carte 4 : Localisation des zones humides inventoriées et estimation de leurs fonctionnalités pour la reproduction du brochet – secteur aval

5.2.2 Liste des sites retenus pour les investigations complémentaires

Pour le choix des zones humides étudiées plus précisément, plusieurs critères sont entrés en considération :

- des critères d'ordre géographique : essayer de répartir au maximum les zones humides sur le territoire étudié,
- des critères liés à la fonctionnalité des sites : les sites présentant les plus fortes potentialités sont nécessairement retenus ; ceux qui présentent un intérêt faible ou nul ne sont pas retenus,
- des critères liés au potentiel de restauration des sites : les sites présentant un potentiel de restauration plus fort seront prioritairement retenus.

Conformément à ces critères, les 18 sites jugés comme ayant un potentiel faible ou nul ont été exclus de cette étude plus précise des zones humides. De même, trois sites jugés comme ayant un bon potentiel ont été aussi exclus :

- le bras mort de Lavy à Sainte-Croix/Bruailles (site n°19) en raison de sa taille importante et de problématiques spécifiques (envasement très important lié à des apports d'un fossé et une connexion aval en lien avec un pont de voie ferrée), qui nous ont conduits à penser que ce site nécessitera une étude beaucoup plus importante,
- le bras mort de la prairie de la Motte à Sainte-Croix (site n°22) car situé à proximité immédiate de deux autres sites (sites 21 et 23) jugés comme ayant un potentiel un peu plus fort,
- le bras mort de Montbrillant à La Chapelle-Naude (site n°26) en raison de sa proximité avec d'autres sites (notamment le bras des prés Davaut à Louhans) et de travaux importants réalisés de ce site par le propriétaire qui nous ont conduits à penser que ce site serait difficilement « aménageable ».

La liste des zones humides étudiées dans cette étude est donc la suivante (d'amont en aval) :

- le bras mort de la prairie de Bione à Fontenaud (site n°14),
- la baisse de la prairie de Bione à Fontenaud (site n°15),
- la frayère de la Culée à Sainte-Croix (site n°16),
- le bras mort du Château la Motte à Sainte-Croix (site n°21),
- le bras mort des Prés Cuisiat à La Chapelle-Naude (site n°23),
- le bras mort des prés Davaut à Louhans (site n°27).

5.2.3 Analyse des conditions hydrologiques des 6 premiers mois de l'année 2013

Le succès de reproduction du brochet étant très dépendant des conditions hydrologiques des 6 premiers mois de l'année, il était nécessaire, pour pouvoir interpréter les résultats des inventaires piscicoles en zone humide, d'analyser au préalable l'hydrologie du Solnan du début de l'année 2013. Ainsi, les débits du Solnan (cf. Figure 17) ont été marqués par trois crues successives entre le 11 janvier et le 9 février 2013. Même si leurs amplitudes n'ont pas été exceptionnelles (maximum $20.9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 12 janvier 2013), ces crues ont sans aucun doute permis la montaison des géniteurs dans les zones humides annexes. De plus, ces crues successives ont permis de recharger régulièrement en eau les zones humides et ainsi de maintenir un niveau d'eau suffisant pour permettre la ponte, l'incubation et l'éclosion des œufs.

Après une période de débits plus faibles, plusieurs crues successives ont à nouveau eu lieu entre le 11 avril et le 30 juin 2013. Ces crues tardives ont sans doute pu permettre la migration des alevins vers le lit mineur du Solnan.

Les conditions de débits ont donc, à notre sens, été excellentes sur le Solnan en 2013 pour permettre la reproduction du brochet.

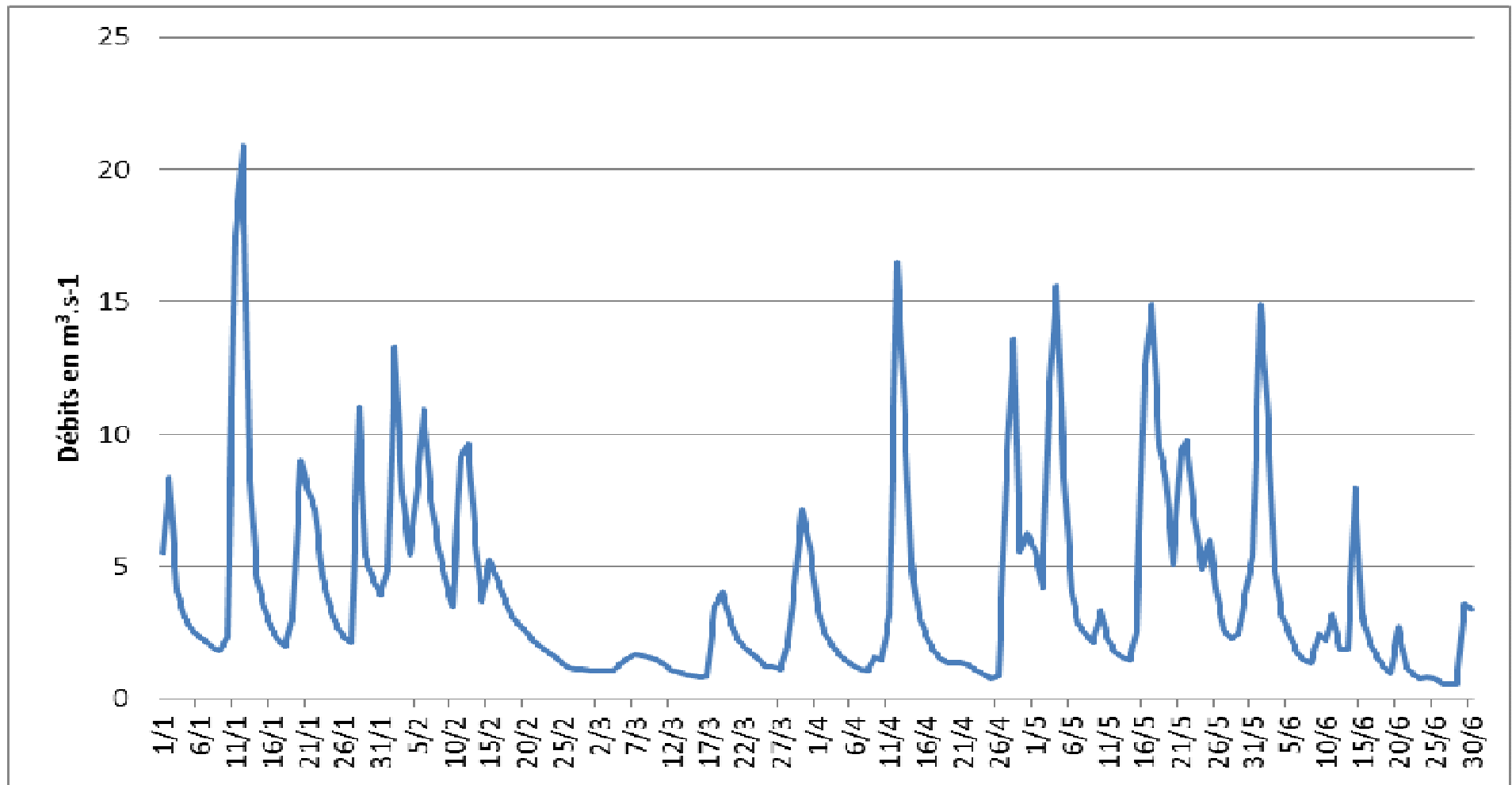


Figure 17 : Débits du Solnan à Domsure entre le 1^{er} janvier et le 30 juin 2013 (source : DREAL Bourgogne / HYDRO-MEDD/DE)

5.2.4 Investigations complémentaires : bras mort de la prairie de Bione (site n°14)

5.2.4.1 Description et principales caractéristiques du site

Ce bras mort en forme de « fer à cheval », est implanté en rive droite du Solnan, 350 m en aval de la confluence du Solnan avec la Gizia, au lieu-dit « Prairie de Bione », commune de Fontenaud. Sa superficie a été estimée à environ 0.3 ha. Il est situé à proximité immédiate de la baisse de la prairie de Bione à Fontenaud (site n°15). Au niveau hydrologique, ce bras mort est alimenté en eau par les débordements de la Gizia et du Solnan et par des apports de nappe.

5.2.4.2 Description des habitats

✓ Liste des habitats recensés

1 – Communauté aquatique dominée par le nénuphar

Formation des eaux dominées par des plantes aquatiques enracinées à feuilles flottantes composée de *Nuphar lutea* (4) et de *Spirodela Polyrrhiza* (+).

Correspondance EUNIS : C1.34 Végétations enracinées flottantes des plans d'eau eutrophes.

2 - Communauté aquatique flottante peu dense

Communautés flottant librement à la surface des eaux. Sur le site, les espèces rencontrées sont *Spirodela Polyrrhiza* (1), *Riccia fluitans* (1), *Utricularia sp.* (+), *Nuphar lutea* (r), et *Alisma plantago aquatica* (r).

Variante 2' : Communauté aquatique flottante très peu végétalisée avec uniquement *Spirodela Polyrrhiza* (+).

Correspondance EUNIS : C1.32 Végétations flottant librement des plans d'eau eutrophes.

3 – Saussaie marécageuse

Boisement bas et fourrés marécageux colonisant la majeure partie du bras mort composé des espèces suivantes : *Salix cinerea* (1), *Salix alba* (1), *Salix purpurea* (+), *Crataegus monogyna* (+) ; *Prunus spinosa* (+), *Cornus sanguinea* (+), *Rhamnus cathartica* (+), *Alnus glutinosa* (+), *Fraxinus excelsior*. Ponctuellement une strate herbacée composée de *Phalaris Arundinacea* est présente (1). Dans quelques rares trouées les habitats n°2 (en eau) ou n°4 (en berge) apparaissent.

Correspondance EUNIS : F9.21 Saussaies marécageuses à saule cendré.

4 – Cariçaie

Formation de grandes lâches de la zone littorale. Sur le site, cette communauté est constituée de *Carex riparia* (4), *Carex acuta* (2), *Iris pseudacorus* (1) *Calystegia sepium* (+), *Mentha aquatica* (+), *Phalaris arundinacea* (1), *Urtica dioica* (+), *Galium palustre* (+), *Juncus effusus* (+).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes lâches.

5- Communauté de vivaces amphibies

Tapis de végétaux vivaces immergés pendant une grande partie de l'année. Sur le site, formation dominée par *Ludwigia palustris* (3). Présence d'autres espèces : *Utricularia sp.* (+), *Lemna sp.* (r), *Equisetum fluviatile* (r)

Correspondance EUNIS : C3.41 : Communautés amphibies vivaces eurosibériennes



Carte 5 : Cartographie des habitats recensés – bras mort de la prairie de Bionne

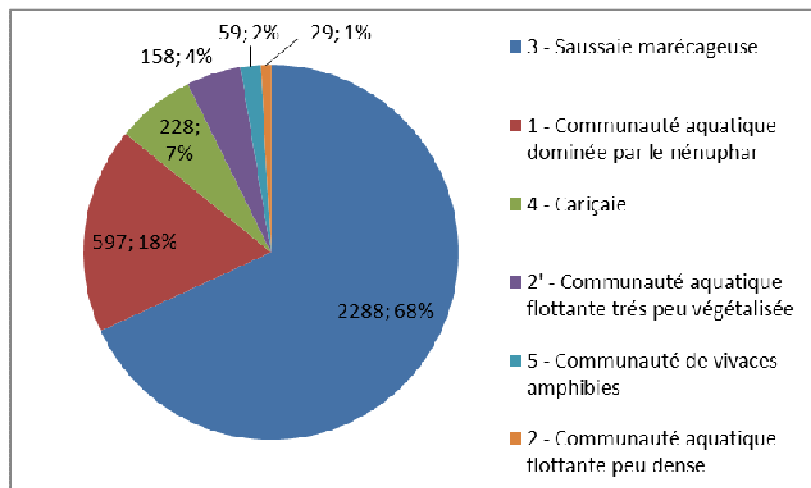
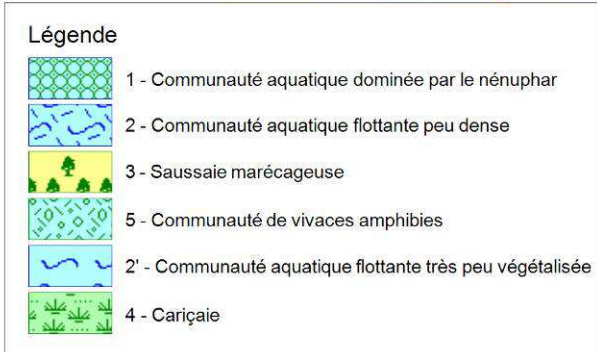


Figure 18 : Part de chaque habitat (valeurs en m²) – Bras mort de la prairie de Bionne

- ✓ Enjeux de conservation, intérêt des habitats recensés pour le brochet

5 habitats différents ont ainsi pu être caractérisés. On peut remarquer le développement important de la saussaie marécageuse (habitat n°3) qui recouvre près de 70 % du site au détriment des habitats aquatiques (habitats n°1 et 2), amphibies (habitat n°5) et de la cariçaie (habitat n°4) située en berge. Le seul habitat propice à la ponte des brochets est constitué par la cariçaie mais cet habitat est très peu représenté (environ 6 % de la superficie du bras mort).

Concernant la composition floristique du site, aucune espèce protégée n'a été recensée. Toutefois, certaines espèces comme l'isnardie des marais (*Ludwigia palustris*) et l'utriculaire (*Utricularia sp.*) sont des espèces intéressantes dont les habitats doivent être préservés.

5.2.4.3 Relevés topographiques



**Carte 6 : Localisation du profil en travers et du profil en long
- bras mort de la prairie de Bione**

Les relevés topographiques (cf. Carte n°6) n'ont pas pu être réalisés de manière optimale sur ce site : le profil en long a été réalisé de manière partielle en raison d'un envasement important et de la densité importante de végétation arborée qui a empêché le cheminement pédestre de l'opérateur. Les hauteurs de vase indiquées sont aussi approximatives dans la mesure où, à partir de profondeurs importantes (+ de 70 cm), la mire s'enfonce plus difficilement dans le substrat.

Ce profil en long nous renseigne cependant assez bien sur le fonctionnement du site. On observe tout d'abord la présence d'un bourrelet relativement important (d'environ 65 cm de hauteur) dans la partie aval du bras mort qui permet d'isoler le bras mort du Solnan. Au niveau hydrologique, ce bourrelet permet une meilleure rétention de l'eau dans le site. Ainsi, le jour des mesures, le niveau d'eau dans le bras mort était plus haut de 20 cm que celui du Solnan (sachant que les mesures ont été réalisées le 31 octobre 2013 alors que le Solnan était en phase de débits descendants).

Les mesures réalisées permettent aussi de confirmer l'envasement important du bras mort : l'épaisseur de vase mesurée le long du profil en long est de 52 cm en moyenne et le maximum mesuré est de 92 cm. Ces valeurs sont peut-être sous-estimées puisque les secteurs les plus envasés n'ont pas pu être mesurés.

Les hauteurs d’eau sont aussi relativement importantes avec une moyenne de 56 cm sur le profil en long et un maximum mesuré de 95 cm.

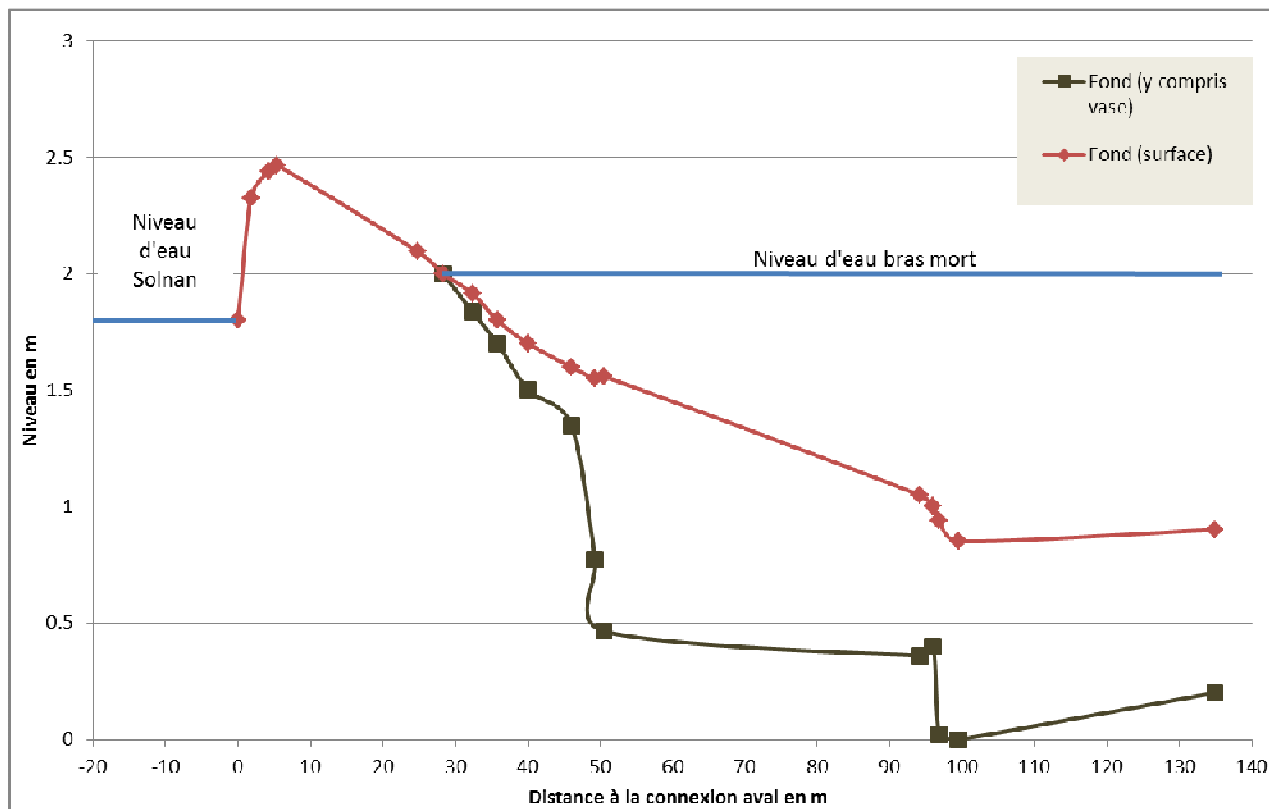


Figure 19 : Profil en long du bras mort de la prairie de Bione – Cote fictive de 0 m attribuée au point le plus profond du bras mort

En raison de l’encombrement du bras mort, un seul profil en travers a pu être réalisé dans la partie aval du bras mort. Avec une valeur moyenne de pente de 15 %, on constate que les pentes sont relativement douces et régulières dans ce secteur. Ces faibles valeurs de pente permettent, dans les secteurs non arborés, le développement de ceintures de végétations bien caractérisées. Ce type de profil n’est cependant présent que dans la partie aval du bras mort : ailleurs, les berges sont visiblement beaucoup plus abruptes.

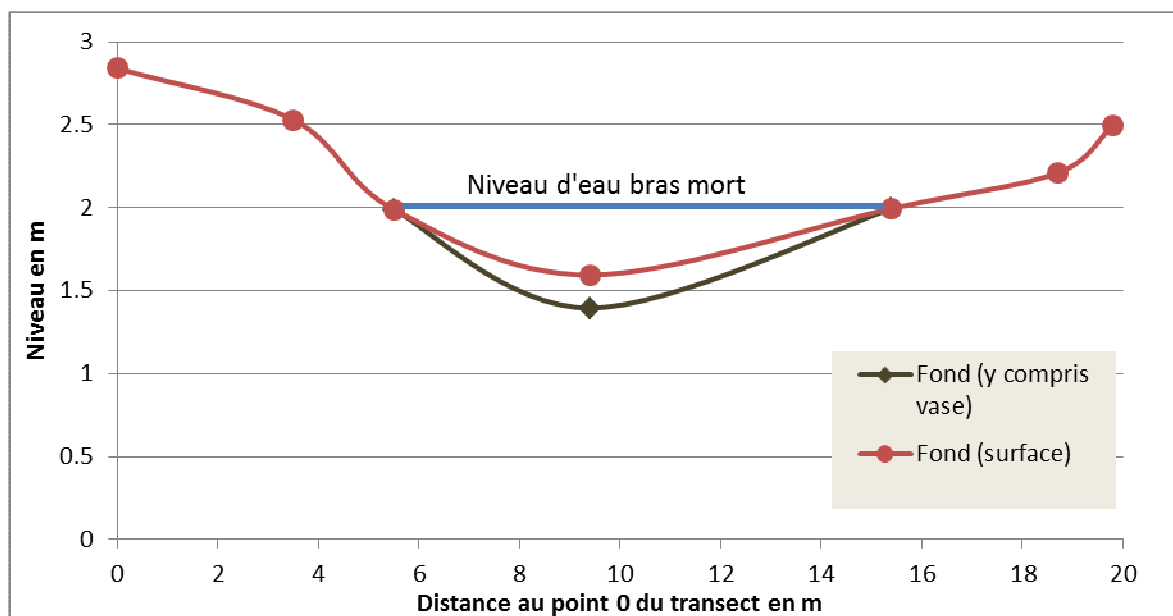


Figure 20 : Profil en travers du bras mort de la Prairie de Bione – Cote fictive de 0 m attribuée au point le plus profond du bras mort

5.2.4.4 Inventaire piscicole

Nom du site	Date	Méthode de pêche	Surface échantillonnée
Bras mort de la prairie de Bione	04/06/2013	Pêche partielle par point à pied	36 points soit 252 m ²

Tableau 23 : Caractéristiques de l'inventaire réalisé sur le bras mort de la prairie de Bione

L'inventaire piscicole a été réalisé le 4 juin 2013. Le site n'étant pas entièrement prospectable à pied, une pêche partielle par point a été mise en œuvre dans les quelques zones accessibles (partie aval du bras mort et zones de bordure uniquement ailleurs) : 36 points représentant une surface de 252 m² ont ainsi été inventoriés.

Espèces	Nombre	Poids estimé (en g)	Densités en indiv./100m ²	Biomasse estimée en kg/ha
BOU	1	1	0.4	0.4
CAS	1	5	0.4	2.0
GOU	2	2	0.8	0.8
PCH	8	192	3.2	76.2
PSR	59	68	23.4	27.0
ROT	2	2	0.8	0.8
TAN	3	16	1.2	6.3

Tableau 24 : Résultats de l'inventaire piscicole réalisé dans le bras mort de Bione en 2013

8 espèces de poissons différentes ont été observées dans ce bras mort. L'espèce majoritaire est le pseudorasbora, espèce exogène d'origine asiatique. Si l'on excepte le goujon, qui est plutôt une espèce

des eaux courantes mais très peu présentes sur ce site, toutes les espèces capturées affectionnent les milieux aquatiques non courants, ce qui est tout à fait logique dans un bras mort.

Aucun juvénile de brochet n'a été observé, ce qui n'est pas étonnant dans la mesure où le bras mort présente, en l'état actuel, peu de support de ponte pour cette espèce.

5.2.4.5 Discussions, proposition d'aménagement

Ce bras mort présente dans sa partie aval des caractéristiques physiques tout à fait intéressantes qui permettent le développement d'habitats aquatiques, amphibies ou humides relativement diversifiés. Néanmoins, sur la majeure partie du site, les caractéristiques sont beaucoup moins favorables : envasement très fort, encombrement important par la végétation arborée, berges aux pentes abruptes,...

Afin de renforcer les potentialités piscicoles du site, notamment pour la reproduction du brochet, les travaux envisagés devront favoriser le développement des communautés hélophytiques (cariçaie), amphibies et strictement aquatiques au détriment de la saussaie. Plusieurs types de travaux permettront d'obtenir ces résultats :

- le dessouchage sur certains secteurs de la végétation arborée ; cette opération devra être accompagnée d'une modification des pratiques d'entretien des berges du bras mort (fauchage, pâturage) pour que la végétation arborée ne repousse pas,
- le retalutage en pente douce de certaines berges,
- le curage d'une partie du site.

5.2.5 Investigations complémentaires : baisse de la prairie de Bione (site n°15)

5.2.5.1 Description et principales caractéristiques du site

Cette zone humide est implantée en rive droite du Solnan, à proximité immédiate du site précédent (100m en aval), au lieu-dit « Prairie de Bione », sur la commune de Fontenaud. Elle est constituée par une dépression allongée, longue de 200 m, et mesurant environ 0.25 ha. La baisse se situe entre d'un côté une peupleraie et de l'autre une prairie de fauche. Aucun fossé ou point bas ne relie cette dépression au Solnan, duquel elle est totalement isolée en dehors des périodes de crues.

5.2.5.1 Description des habitats

- ✓ Liste des habitats recensés

1 - Communauté à Rubanier dressé

Communauté de bordure des eaux stagnantes riche en *Sparganium erectum* (3) en association avec *Carex riparia* (3). D'autres espèces sont aussi présentes : *Lemna sp.* (+), *Spirodela polyrhiza* (+), *Iris pseudacorus* (+), *Galium palustre* (r).

Correspondance EUNIS : C3.243 Communautés à Rubanier dressé.

2 - Formation à Iris faux acore

Formation de bordure des eaux dominée par *Iris pseudacorus* (5). Une seule autre espèce a été observée, *Carex riparia* (+).

Correspondance EUNIS : C3.24B Formations à Iris faux acore.

3 - Communauté de bordure à Rorripe amphibie

Communautés peu dense de bordure des eaux avec *Rorippa amphibia* (3), *Sparganium erectum* (1), *Glyceria maxima* (1), *Spirodela polyrhiza* (+), *Lemna sp* (+), *Riccia fluitans* (1).

Correspondance EUNIS : C3.246 Communautés à *Oenanthe aquatique* et à *Rorippe amphibia*.

4 - Formation à Baldingère faux-roseau (*Phalaris arundinacea*)

Communauté de bordure des eaux homogène à *Phalaris arundinacea* (5).

Correspondance EUNIS : C3.26 Formations à *Phalaris Arundinacea*.

5 - Cariçaie

Formations de grandes laïches de la zone littorale des eaux douces constituée de *Carex acuta* (5), *Iris pseudacorus* (1), *Sparganium erectum* (r) *Calystegia sepium* (r), *Galium palustre* (r).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laïches.

6 - Saussaie marécageuse

Boisement bas et fourrés marécageux composé des espèces suivantes : *Salix cinerea* (3), *Salix alba* (1), *Fraxinus excelsior* (1), *Quercus robur* (1), *Prunus spinosa* (+), *Populus sp.* (+).

Correspondance EUNIS : F9.21 Saussaies marécageuses à saule cendré.



Carte 7 : Cartographie des habitats recensés – basse de la prairie de Bione

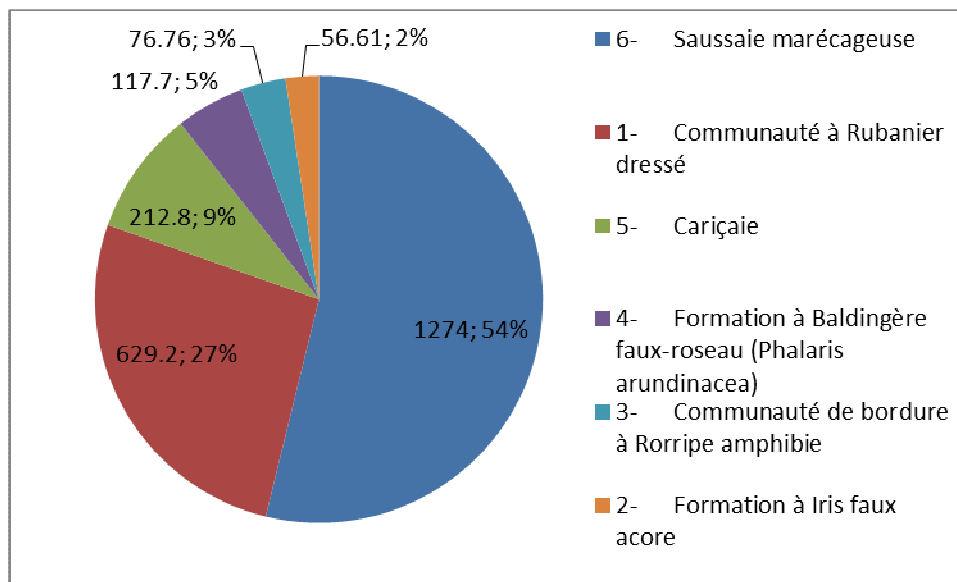


Figure 21 : Part de chaque habitat (valeurs en m²) – Baisse de la Prairie de Bione

- ✓ Enjeux de conservation, intérêt des habitats recensés pour le brochet

Sur ce site et contrairement au bras mort de la prairie de Bione, on note l'absence totale d'habitats strictement aquatique. L'ensemble du site s'exonde donc à une période de l'année. L'habitat le plus humide est constitué par une formation végétale amphibie dominée par la Rorripe amphibie (habitat n°3).

On peut remarquer un développement conséquent de la saussaie marécageuse (habitat n°6) qui recouvre un peu plus de 50 % de la zone humide mais contrairement au site précédent, les habitats propices à la ponte du brochet sont, eux aussi, bien présents : communauté à rubanier dressé (habitat n°1), formation à Iris faux acore (habitat n°2), formation à Baldingère faux-roseau (habitat n°3) et cariçaie (habitat n°5). Ces 4 habitats représentent un peu de 40 % de la superficie de la zone humide.

Concernant la composition floristique du site, aucune espèce protégée n'a été recensée. A noter toutefois la présence de la communauté à Rubanier dressé, habitat qui semble peu commun dans la vallée du Solnan, puisque recensé uniquement sur ce site dans le cadre de cette étude.

5.2.5.2 Relevés topographiques

Le profil en long réalisé permet de constater que l'envasement du site est quasiment nul sur ce site. Ce faible envasement est dû au fait que le site s'exonde chaque année, permettant ainsi la minéralisation de la matière organique.

Cela est confirmé par les faibles niveaux d'eau dans la zone humide observés le jour des mesures : au maximum 18 cm d'eau. De même, il est intéressant de constater que le jour des mesures, le niveau du Solnan était un peu plus faible que celui de la zone humide. A noter que ces mesures ont été réalisées le 31 octobre 2013, à un moment où le Solnan était en phase de débits descendants. Même si ce cela n'a pas pu être démontré dans le cadre de ce suivi, il est probable que le Solnan n'avait pas été connecté directement avec cette zone humide depuis le mois de mai-juin.

Les mesures ont aussi permis de montrer que les valeurs de pente sont très faibles sur ce site, que ce soit au niveau du profil au long ou des profils en travers : ces pentes douces permettent le

développement d'une végétation hélophytique dense dans les secteurs où la végétation arborée n'est pas présente.



Carte 8 : Localisation du profil en long et des profils en travers - baisse de la prairie de Bione

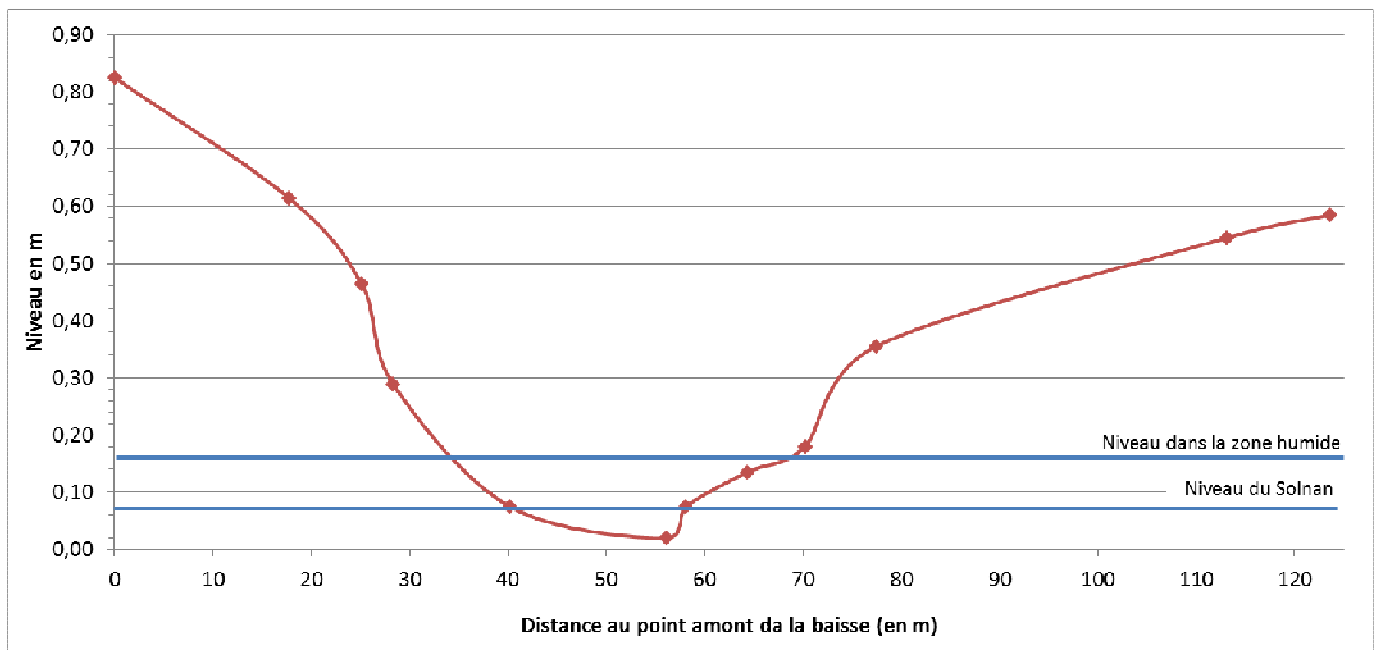


Figure 22 : Profil en long de la baisse de la prairie de Bione – Cote fictive de 0 m attribuée au point le plus profond du bras mort

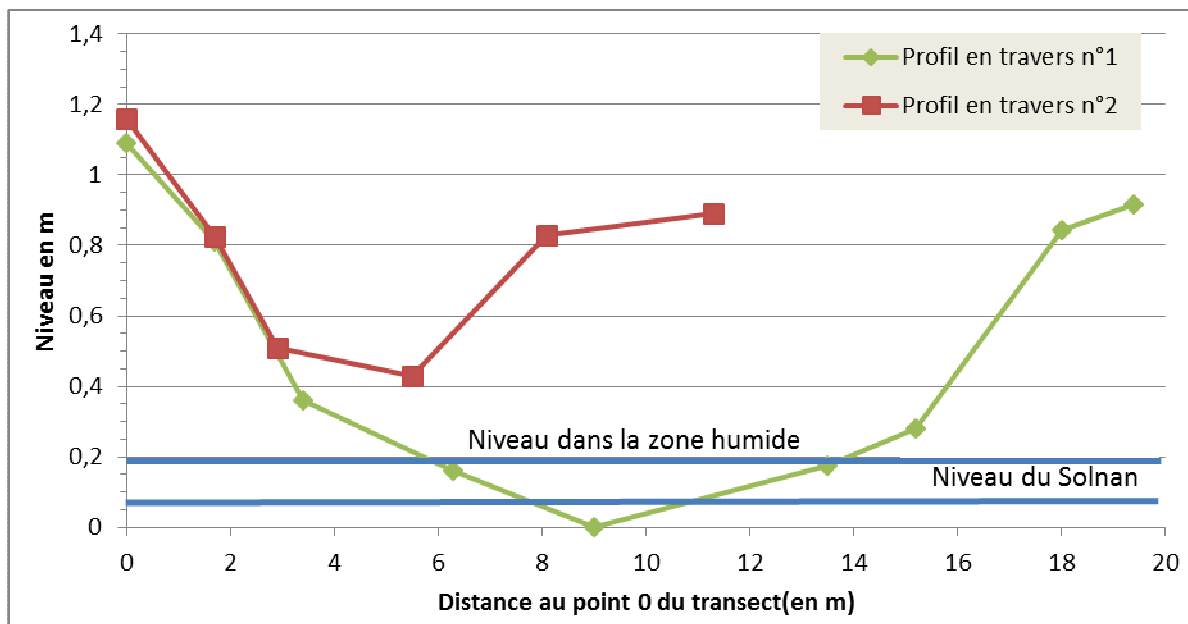


Figure 23 : Profils en travers de la baisse de la Prairie de Bione – Cote fictive de 0 m attribuée au point le plus profond du bras mort

5.2.5.3 Inventaire piscicole

Nom du site	Date	Méthode de pêche	Surface échantillonnée
Baisse de la prairie de Bione	04/06/2013	Pêche partielle par point à pied	50 points soit 350 m ²

Tableau 25 : Caractéristiques de l’inventaire piscicole réalisé sur la baisse de la prairie de Bione

Une pêche partielle par point a été réalisée sur ce site le 4 juin 2013 sur 50 points (soit 350 m²). Aucun poisson n’y a été observé. L’absence totale de poisson est assez rare dans une zone humide située en zone inondable et démontre probablement que le site présente, en l’état actuel, de faibles fonctionnalités piscicoles.

Ces faibles fonctionnalités piscicoles peuvent s’expliquer d’une part par une déconnexion trop forte du site avec le Solnan et d’autre part, par le fait que la zone humide ne reste pas en eau suffisamment longtemps. Le fait que la reproduction du brochet n’ait pas fonctionné en 2013, alors que les conditions hydrologiques ont été très favorables et sur un site où les supports de ponte sont abondants, démontre que la zone humide n’est pas fonctionnelle pour la reproduction du brochet.

5.2.5.4 Discussions, proposition d’aménagement

Cette zone humide présente des caractéristiques physiques (pentes douces) qui favorisent le développement d’habitats intéressants pour la faune piscicole et en particuliers pour la reproduction du brochet. Cependant, les habitats recensés ainsi que les mesures de niveaux, montrent que la majeure partie du site s’exonde assez rapidement après une crue. De même, cette baisse est totalement déconnectée du Solnan, ce qui limite à la fois les échanges hydrauliques entre les deux milieux et le passage des poissons.

Au vu de ces caractéristiques, c'est assez logiquement que l'inventaire piscicole n'a pas permis d'observer de juvéniles de brochet, et ce malgré des conditions hydrauliques particulièrement favorables en 2013. Aucun poisson n'a d'ailleurs été observé sur ce site.

Dans le but d'améliorer les potentialités pour la reproduction du brochet de cette zone humide, des travaux lourds de terrassement seraient à envisager :

- d'une part, pour améliorer la connexion hydraulique et le passage des poissons entre la zone humide et le Solnan,
- d'autre part, pour approfondir le site, tout en maintenant des berges en pente douce.

La mise en œuvre de tels travaux doivent être justifiés par l'absence d'autres zones de frayères dans le secteur et par la présence d'habitats propices au grossissement des alevins de brochet dans le lit mineur du Solnan. Au vu de la présence du bras mort de la prairie de Bione (site n°14) à proximité immédiate, qui semble plus favorable pour la réalisation de travaux, il ne paraît pas opportun sur ce site d'engager tels travaux. De plus, le maintien en l'état de ce type de zones humides pourra sans doute aussi profiter à d'autres cortèges faunistiques qui préfèrent les milieux déconnectés (batraciens notamment).

5.2.6 Investigations complémentaires : frayère de la Culée (site n°16)

5.2.6.1 Description et principales caractéristiques du site

Cette frayère à brochet a été totalement créée au début des années 90 (Thierry VAUTRIN, communication orale). Plusieurs biefs, reliés à un fossé principal existant ont été creusés, ce fossé étant lui-même directement connecté à une vaste reculée (d'environ 4000 m²) du Solnan. Cette zone humide semble aujourd'hui non fonctionnelle pour la reproduction du brochet : les berges des différents biefs sont trop abruptes et le site est totalement envahi par la végétation arborée en raison d'un manque d'entretien.

5.2.6.2 Description des habitats

- ✓ Liste des habitats recensés

1 - Cariçaie

Formations de grandes laîches de la zone littorale constituée de *Carex riparia* (5), *Carex acuta* (1), *Carex otrubae* (1), *Urtica dioïca* (1), *Phalaris arundinacea* (+), *Mentha aquatica* (+), *Galium palustre* (+), *Juncus effusus* (+).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laîches.

2 - Communauté aquatique peu caractérisée

Formation aquatique peu dense et peu caractérisée dominée par *Ceratophyllum demersum* (1), *Spirodela polyrhiza* (1), *Nuphar lutea* (+), *Ludwigia palustris* (+), *Elodea canadensis* (r).

Correspondance EUNIS : C1.34 Végétations enracinées flottantes des plans d'eau eutrophes.

3 - Saussaie marécageuse

Boisement bas et fourrés marécageux composé des espèces suivantes : *Salix cinerea* (2), *Salix caprea* (2), *Alnus glutinosa* (2), *Prunus spinosa* (2), *Salix alba* (1), *Ligustrum vulgare* (1), *Fraxinus excelsior* (+).

Correspondance EUNIS : F9.21 Saussaies marécageuses à saule cendré.

✓ Enjeux de conservation, intérêt des habitats recensés pour le brochet

Avec un peu plus de 7 % de la superficie du site, la zone de cariçaie constitue le seul habitat disponible pour la ponte du brochet. Les biefs qui devaient accueillir ce type d'habitat sont aujourd'hui colonisés par la saussaie marécageuse (habitat n°3), en raison d'un manque d'entretien et de berges trop abruptes. Une communauté aquatique peu caractérisée (habitat n°2) colonise les milieux strictement aquatiques : fossé et partie aval des biefs.

Ce site est donc constitué d'habitats banaux, peu caractérisés. Aucune plante protégée n'y a été observée.



Carte 9 : Cartographie des habitats recensés – frayère de la Culée

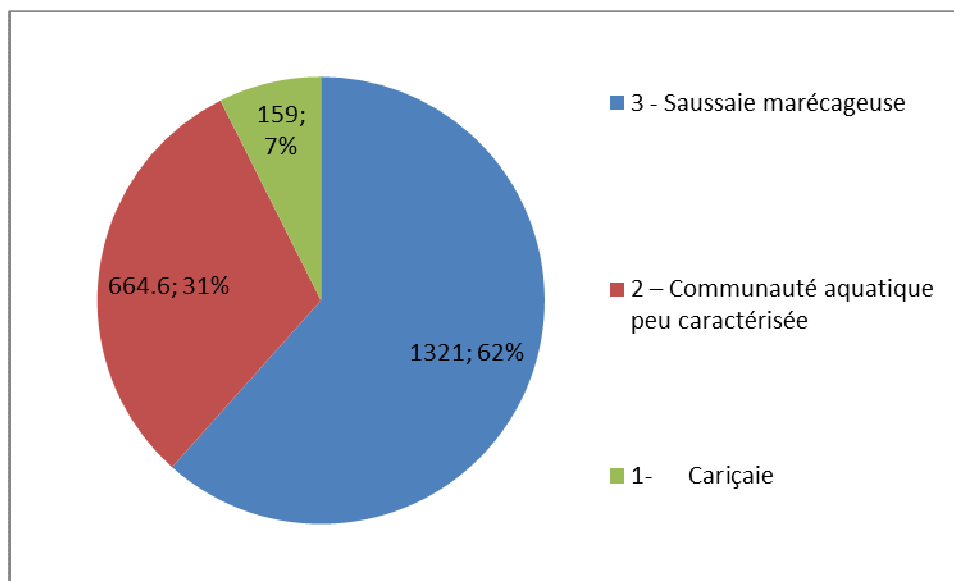


Figure 24 : Part de chaque habitat (valeurs en m²) – Frayère de la Culée



Carte 10 : Localisation des profils en long et du profil en travers réalisés à la frayère de la Culée

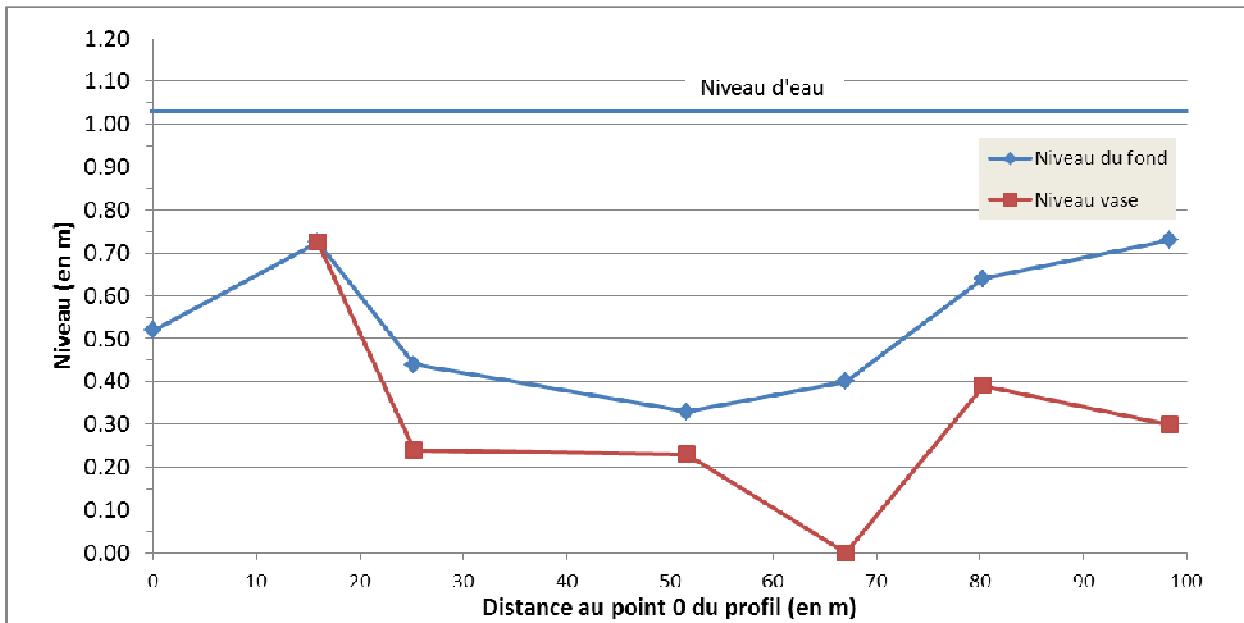


Figure 25 : Profil en long du fossé de la frayère de la Culée – Cote fictive de 0 m attribuée au point le plus profond de la frayère

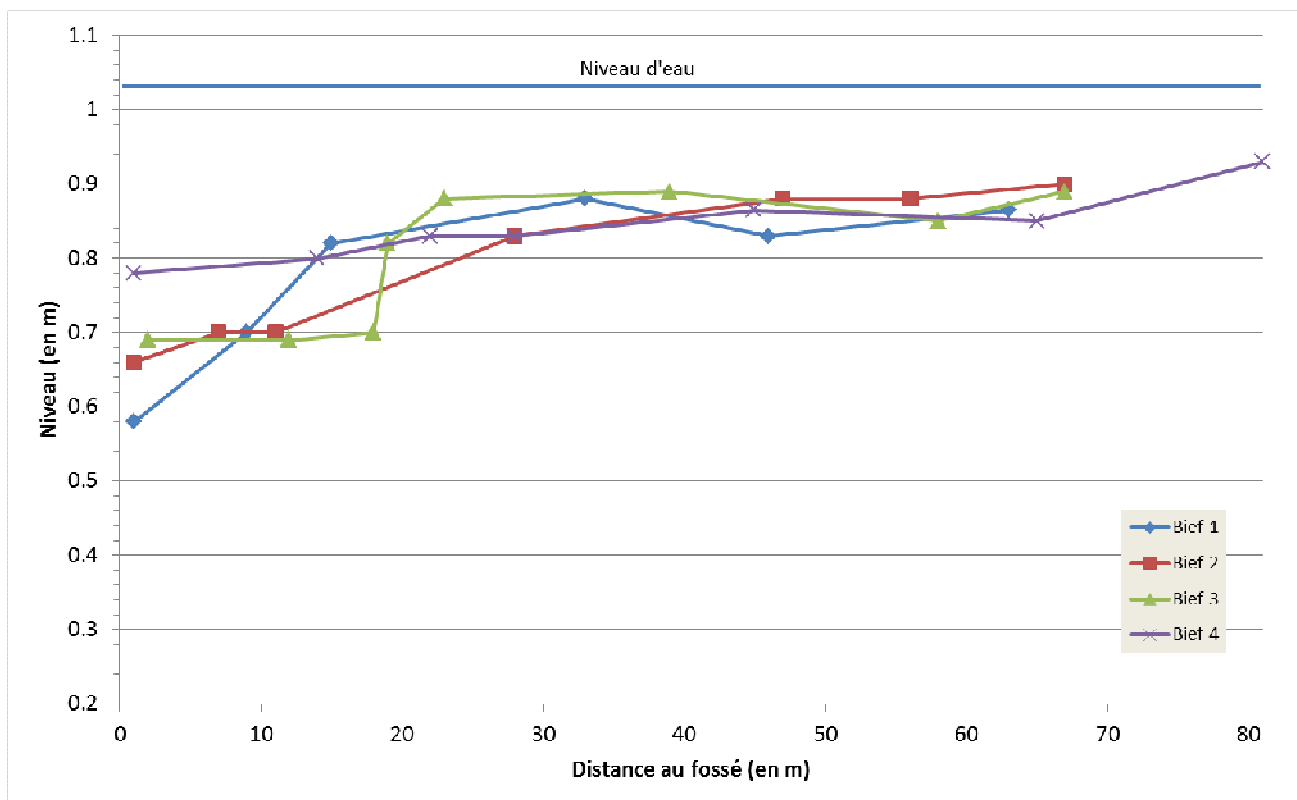


Figure 26 : Profil en long des 4 biefs de la frayère de la Culée – Cote fictive de 0 m attribuée au point le plus profond de la frayère

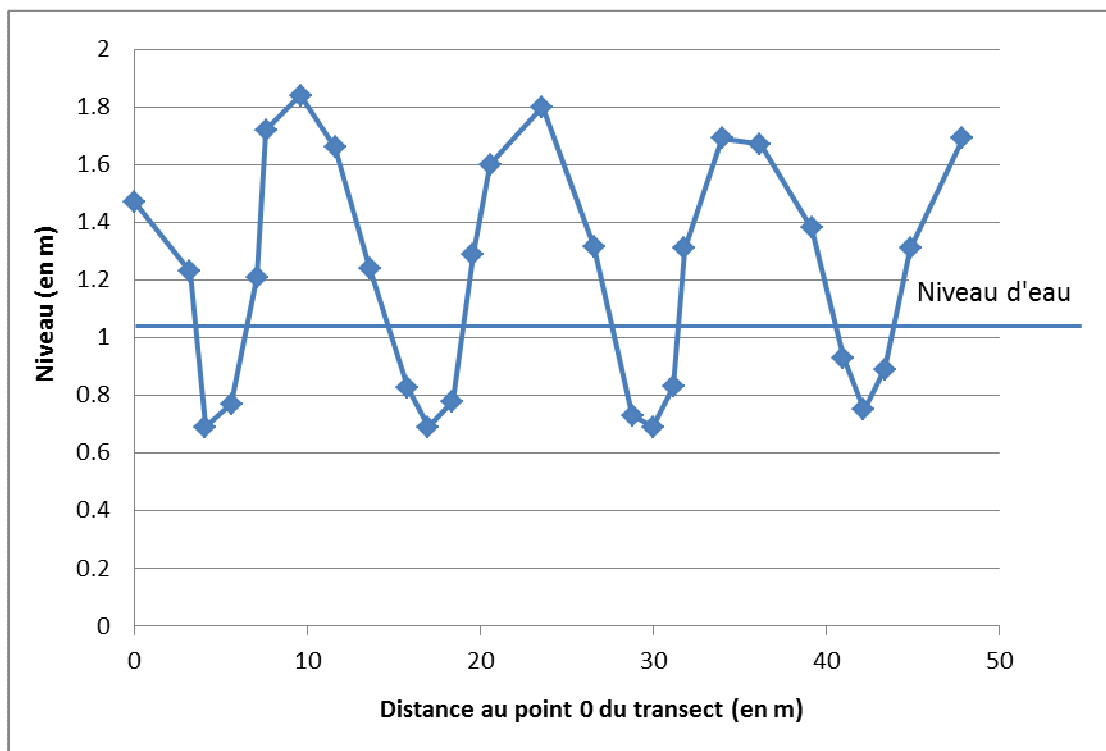


Figure 27 : Profil en travers de la frayère de la Culée – Cote fictive de 0 attribuée au point le plus profond de la frayère

5.2.6.3 Relevés topographiques

Au niveau topographique, le profil en travers réalisé permet d’observer que la pente des berges des biefs est très importante : cette pente est trop forte pour permettre le développement d’une large bande de végétation hélophytique.

Les différents profils en long réalisés montrent que le fossé était le jour des mesures directement connecté à une reculée, elle-même directement connectée au Solnan. Le jour des mesures, le niveau d’eau dans la frayère était donc le même que celui du Solnan. Ce jour-là l’ensemble de la frayère, y compris les biefs étaient donc recouvert d’eau. Les mesures ont en effet été réalisées le 23 octobre 2013, alors que les débits du Solnan étaient assez importants et en phase montante.

Les profils en long réalisés permettent aussi de constater aussi que les 4 biefs ont des niveaux très proches. Au contraire, le fond du fossé est assez irrégulier et comprend un haut-fond situé à un peu plus de 15 m en amont du pont. L’été, c’est donc ce point haut qui régule le niveau d’eau dans le site : à ce niveau, la hauteur d’eau maximale du fossé est alors de 40 cm tandis que les biefs sont tous hors d’eau.

5.2.6.4 Inventaire piscicole

Nom du site	Date	Méthode de pêche	Surface échantillonnée
Frayère de la Culée	04/06/2013	Prospection complète	285 m ²

Tableau 26 : Caractéristiques de l’inventaire réalisé sur la frayère de la Culée

Un inventaire piscicole a été réalisé le 4 juin 2013 par prospection complète à pied d'une partie du site (285 m²). 12 espèces ont été capturées lors de cet inventaire. On remarque notamment les très forts effectifs de tanche (47 indiv./100 m²), tout à fait exceptionnels en Saône-et-Loire, et de poisson-chat (73 indiv./100 m²).

La bonne diversité spécifique de la zone humide est due à la profondeur du fossé (en moyenne 0.8 m) et à sa connexion avec un milieu aquatique très intéressant, la reculée du Solnan.

Si l'on excepte le goujon et la vandoise, dont les effectifs sont faibles, l'ensemble des espèces capturées appartiennent au groupe des espèces limnophiles, qui apprécient les milieux peu courants.

Sans surprise, aucun juvénile de brochet n'a été observé, le milieu n'étant aujourd'hui absolument pas favorable à cette espèce.

Espèces	Nombre	Poids estimé (en g)	Densités en indiv./100m ²	Biomasse estimée en kg/ha
BOU	1	1	0.4	0.4
CAS	10	178	3.5	62.5
CCO	4	83	1.4	29.1
GAR	2	25	0.7	8.8
GOU	2	5	0.7	1.8
PCH	207	6134	72.6	2152.3
PER	8	163	2.8	57.2
PES	4	4	1.4	1.4
PSR	23	40	8.1	14.0
ROT	57	1040	20.0	364.9
TAN	134	7234	47.0	2538.2
VAN	1	8	0.4	2.8

Tableau 27 : Résultats de l'inventaire piscicole réalisé dans la frayère de la Culée en 2013

5.2.6.5 Discussions, proposition d'aménagement

Sur ce site, un réaménagement semble indispensable pour plusieurs raisons :

- ce site artificiel, créé spécifiquement pour permettre la reproduction du brochet, ne fonctionne pas aujourd'hui,
- le fait que le site soit connecté à une reculée, milieu aquatique très bien colonisé par la végétation aquatique l'été, permettrait aux éventuels alevins de brochet de trouver des conditions de croissance idéale pour passer le premier été.

Cet aménagement comprendra nécessairement :

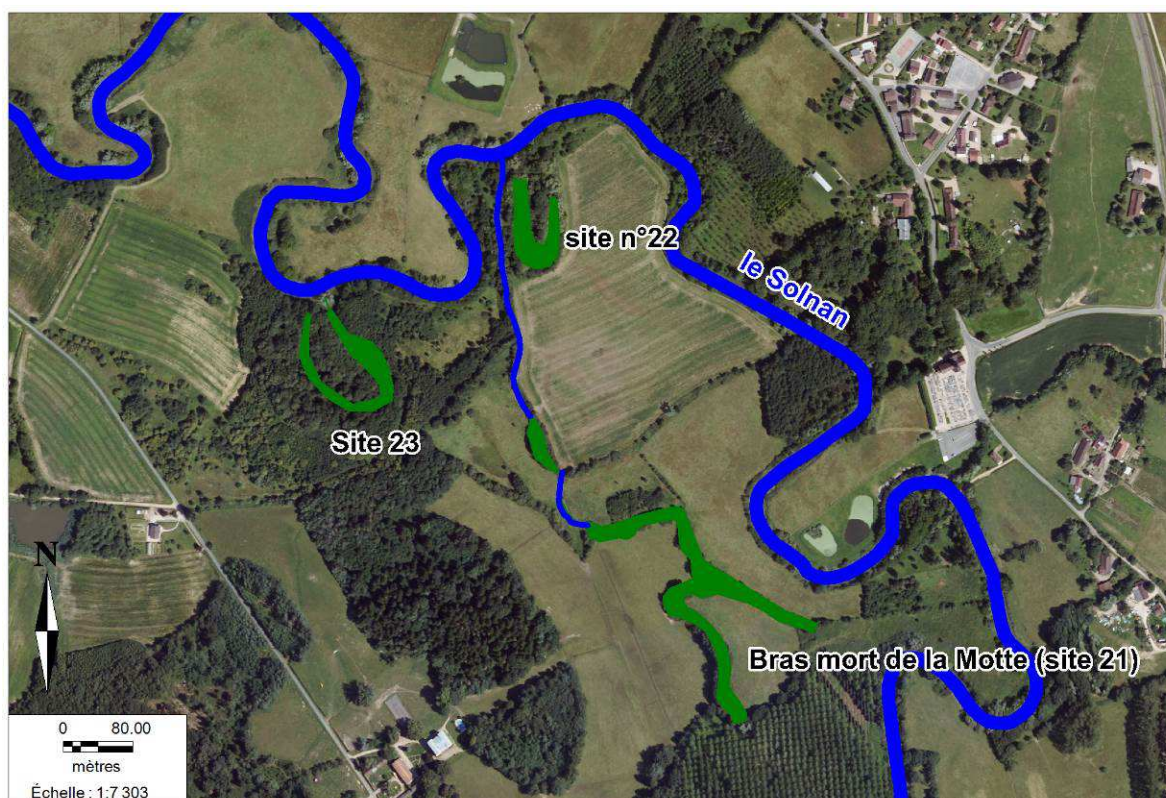
- l'enlèvement et le dessouchage d'une grande partie de la végétation arborée,
- des travaux de terrassements lourds pour réaménager la majeure partie du site.

5.2.7 Investigations complémentaires : bras mort du Château de la Motte (site n°21)

5.2.7.1 Description et principales caractéristiques du site

Ce bras mort est constitué par deux bras très allongés qui se rejoignent ensuite pour n'en former qu'un. L'ensemble mesure un peu de 500 m de long. Ce bras situé entièrement dans la vallée inondable du Solnan est connecté au Solnan par l'aval, via un fossé de 480 m de long. Il n'y a pas de connexion par l'amont (hors période de crue) malgré la proximité du lit mineur du Solnan. Il est très proche de deux autres zones humides : un autre bras mort (site n°22), non étudié, et le bras mort des Prés Cuisiat (site n°23).

Au vu de la taille importante du site, les prospections se sont concentrées sur la portion amont du bras mort, qui est, à priori, la plus intéressante pour la faune piscicole.



Carte 11 : Localisation du bras mort du Château de la Motte

5.2.7.2 Description des habitats

✓ Liste des habitats recensés :

1 - Scirpaie sur berge haute

Prairie humide sur berge haute dominée par *Scirpus sylvaticus* (5). Les autres espèces sont minoritaires : *Phalaris arundinacea* (1), *Urtica dioïca* (1).

Correspondance EUNIS : E3.419 : Prairies à scirpe des bois.

2 - Communauté à Callitriches

Communauté des eaux à niveau fluctuant, sujette à assèchement occasionnel dominée par *Callitriche sp.* (1), en accompagnement avec *Mentha aquatica* (1), *Hottonia palustris* (r), *Utricularia sp.* (r), *Scirpus sylvaticus* (r), *Solanum dulcamara* (r).

Correspondance EUNIS : C1.3412 : Communautés à Callitriches.

3- Communauté de vivaces amphibies

Tapis de végétaux vivaces immergés pendant une grande partie de l'année dominé par *Ludwigia palustris* (5). Présence d'autres espèces : *Lemna sp.* (2), *Callitriche sp.* (+), *Hottonia palustris* (r)

Cette formation, très peu présente sur le site (quelques taches au sein de l'habitat n°4), n'a pas pu être cartographiée.

Correspondance EUNIS : C3.41 : Communautés amphibies vivaces eurosibériennes.

4 - Communauté mixte des eaux peu profondes

Communautés de bordure des eaux avec *Rorippa amphibia* (2), *Utricularia sp.* (2), *Hottonia palustris* (2), *Lemna sp.* (2), *Solanum dulcamara* (+), *Ludwigia palustris* (+), *Galium palustre* (+).

Au sein de formation, présence ponctuelle des habitats 3 et 5 sous forme de quelques taches de quelques m².

Correspondance EUNIS : C3.246 : Communautés à *Cerastium aquaticum* et à *Rorippa amphibia* et C1.3413 : Formations des eaux peu profondes à *Hottonia palustris*.

5 - Cariçaie

Formations de grandes laïches de la zone littorale constituée de *Carex riparia* (5), *Carex acuta* (+), *Urtica dioïca* (+), *Phalaris arundinacea* (+), *Mentha aquatica* (+), *Calystegia sepium* (+), *Juncus effusus* (+), *Lysimachia vulgaris* (r), *Caltha palustris* (r), *Lythrum salicaria* (r).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laïches.

6 - Boisement mixte bordant le bras mort

Rive boisée diversifiée se développant sur les deux berges du bras mort et recouvrant totalement le bras mort. La partie aquatique du bras mort étant très ombragée, aucune végétation ne s'y développe.

Les essences suivantes sont présentes en berge : *Fraxinus excelsior* (1), *Alnus glutinosa* (1), *Crataegus monogyna* (1), *Rhamnus catharticus* (1), *Ligustrum vulgare* (+), *Lonicera xylosteum* (+), *Rubus sp.* (+), *Prunus spinosa* (+), *Corylus avellana* (r), *Quercus robur* (r), *Salix triandra* (r), *Salix cinerea* (r), *Acer campestre* (r).

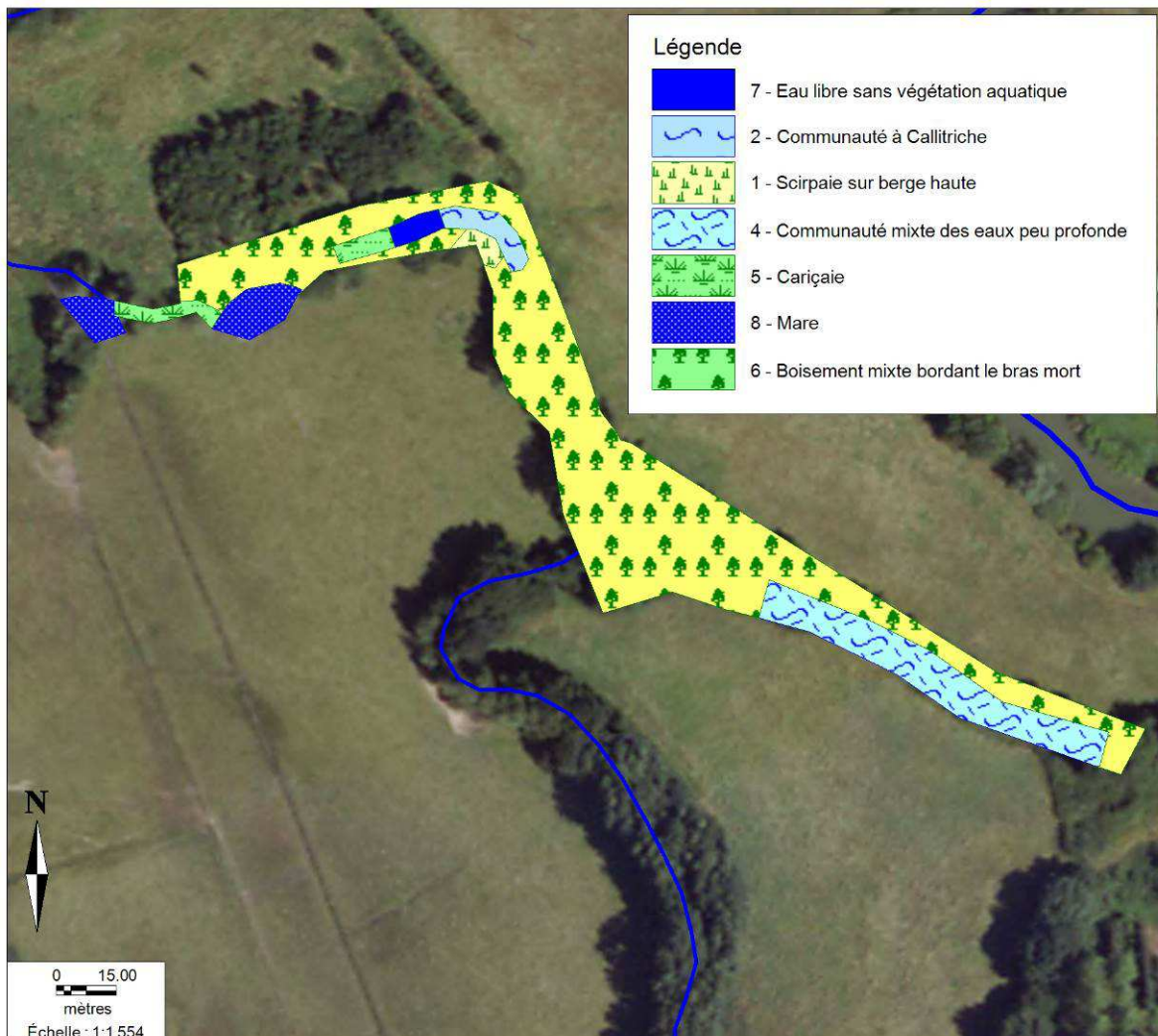
Correspondance EUNIS : G1.2 : Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes.

7 - Eau libre sans végétation aquatique

Zone en eau permanente très ombragée et sans végétation aquatique

8 - Mares

Mares servant de point d'abreuvement pour les animaux. Communautés végétales non décrites.



Carte 12 : Cartographie des habitats recensés – Bras mort de la Motte

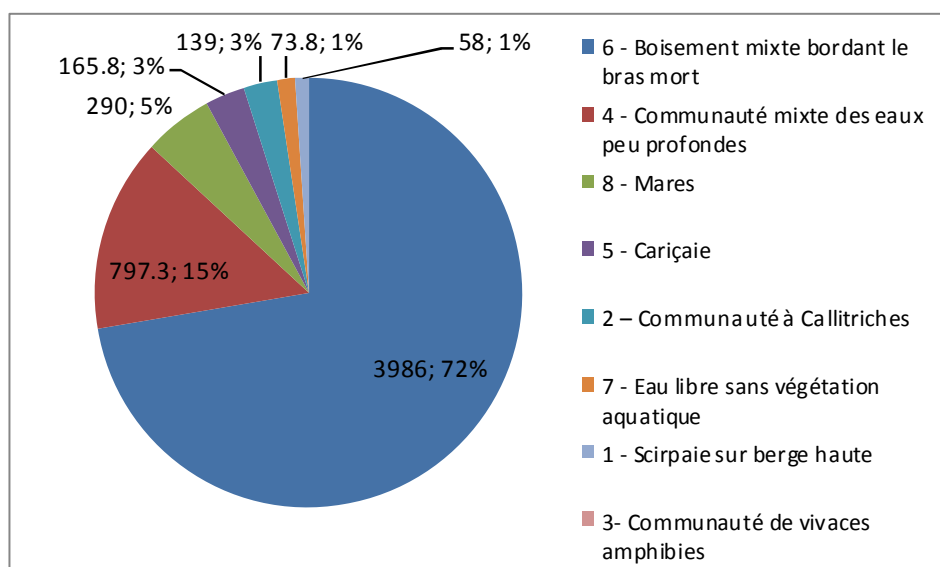


Figure 28 : Part de chaque habitat (valeurs en m²) – Bras mort de la Motte

- ✓ Enjeux de conservation, intérêt des habitats recensés pour le brochet

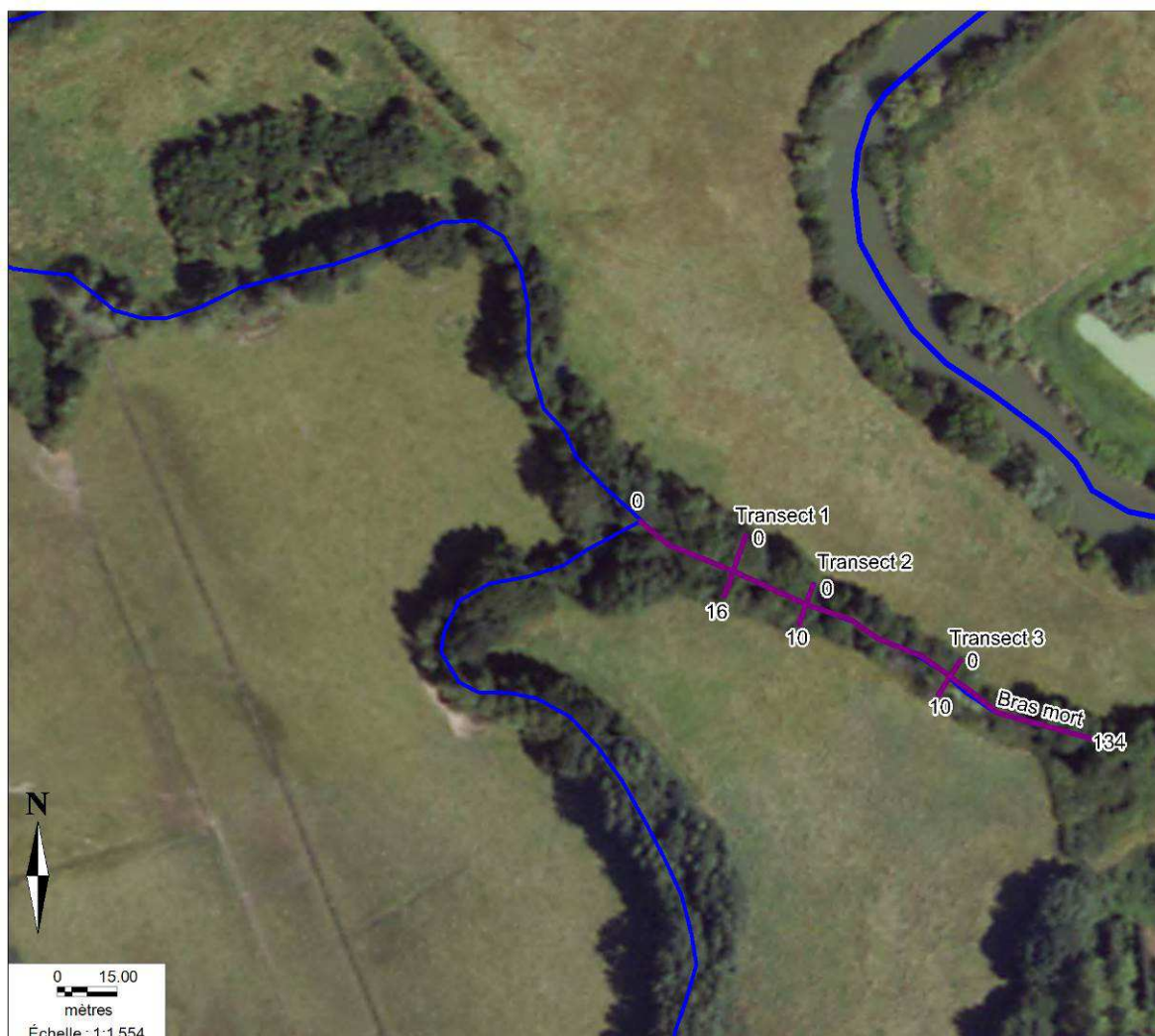
Le recensement des habitats réalisé sur un tronçon du bras mort montre que ce site est largement dominé par un boisement mixte (habitat n°6) qui recouvre plus de 70 % du bras mort.

Les autres habitats se développent principalement à la faveur de quelques trouées dans la végétation arborée : dans les eaux, il s'agit d'une communauté mixte des eaux peu profondes dominée par la rorippe amphibie, l'hottonie des marais et l'utriculaire et d'une communauté à Callitriche ; en berge, une cariçaie (habitat n°5) se développe parfois et en haut de berge une scirpaie à scirpe des bois (habitat n°1).

Un seul habitat est propice à la ponte du brochet, la cariçaie, mais cet habitat est très peu présent (3% de recouvrement). La scirpaie pourrait aussi, à priori, être favorable, mais elle est située à un niveau topographique trop haut.

A noter la présence d'une espèce végétale protégée en Bourgogne, l'hottonie des marais, qui se développe au sein des habitats 2, 3 et 4.

5.2.7.3 Relevés topographiques



Carte 13 : Localisation du profil en long et des profils en travers réalisés sur le bras mort de la Motte

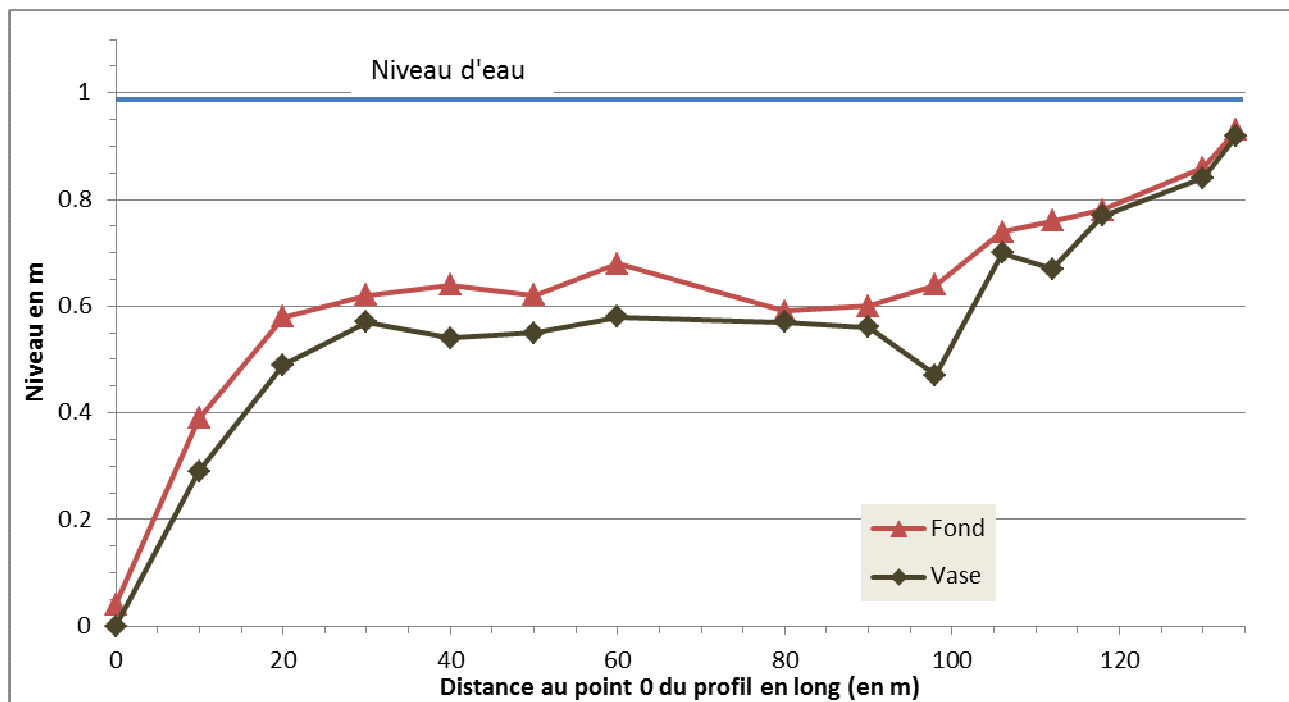


Figure 30 : Profil en long du bras mort de la Motte

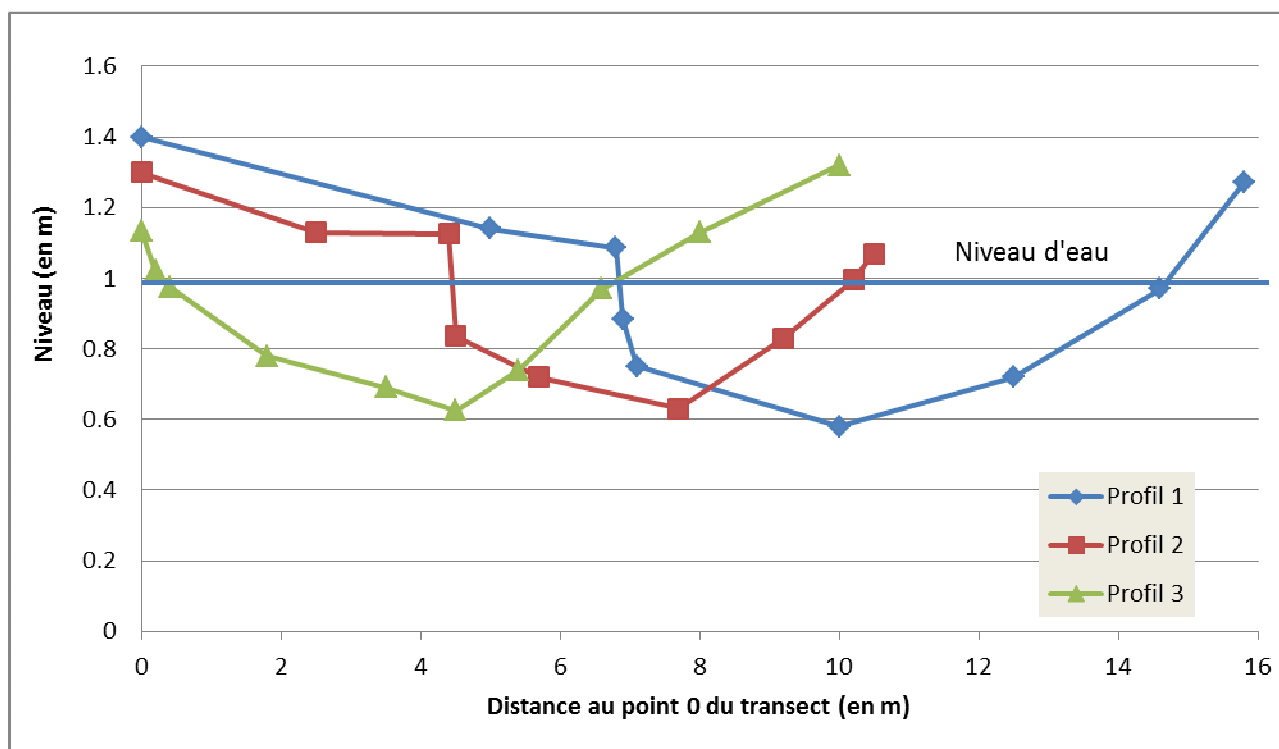


Figure 29 : Profils en travers – Bras mort de la Motte

Le site étant très vaste, les mesures topographiques n’ont été réalisées que sur la partie amont du site, apparemment la plus favorable pour la faune piscicole. Le profil en long a ainsi été réalisé sur un linéaire de 135 m. La pente remonte régulièrement de l’aval vers l’amont, passant de 0 m dans la partie aval (point le plus bas mesuré) à + 0.93 m à l’amont. L’envasement semble sur ce site être très limité (en moyenne 6 cm sur le profil en long).

Les profils en travers montrent que la pente des berges est relativement douce, en particulier la berge orientée sud-ouest.

5.2.7.4 Inventaire piscicole

Nom du site	Date	Méthode de pêche	Surface échantillonnée
Bras mort du château de la Motte	31/05/2013	Pêche partielle par point à pied	51 points soit 357 m ²

Tableau 28 : Caractéristiques de l'inventaire réalisé sur le bras mort du château de la Motte

Le peuplement piscicole de ce bras mort était le jour de la pêche très peu diversifié avec seulement 3 espèces et 4 individus capturés.

Toutefois, il est intéressant de constater que, malgré les faibles surfaces de pontes disponibles, 3 juvéniles de brochets ont été capturés : 1 individu de 66 mm, 1 de 219 mm et 1 de 228 mm. Cela signifie donc que le brochet a trouvé les conditions favorables pour se reproduire dans ce bras mort en 2013. Le faible nombre de brochet capturé est certainement dû aux nombreuses crues printanières qui ont pu permettre à certains nombre de juvéniles de rejoindre le lit mineur du Solnan avant l'inventaire.

La quasi absence des autres espèces et plutôt étonnante dans ce bras mort qui comporte de nombreux secteurs profond qui pourrait permettre l'installation de populations de poissons limnophiles toute l'année.

Espèces	Nombre	Poids estimé (en g)	Densités en indiv./100m ²	Biomasse estimée en kg/ha
BRO	3	144	0.8	40.3
PCH	1	93	0.3	26.1
TAN	1	58	0.3	16.2

Tableau 29 : résultats de l'inventaire piscicole réalisé dans le Bief de la Motte en 2013

5.2.7.5 Discussions, proposition d'aménagement

Les investigations entreprises montrent que le tronçon étudié remplit déjà certaines fonctionnalités piscicoles, comme la reproduction du brochet. Toutefois, les quantités de poissons présentes sont étonnamment faibles, ce qui est peut-être due à la longueur importante du fossé de connexion qui relie le bras mort et le Solnan.

La reproduction du brochet, si elle a été possible en 2013, grâce à des conditions hydrologiques très favorable est cependant probablement limitée par la quasi absence de supports de pontes. La végétation arborée, présentes sur la quasi-totalité des berges du tronçon, empêche en effet le développement de la végétation hélophytique. A noter que la végétation arborée est aussi omniprésente sur le reste du bras mort, non étudié.

Les travaux de restauration devront donc viser à limiter la végétation arborée sur le tronçon étudié pour favoriser les communautés d'habitats ouverts : cariçaie, mais aussi les habitats n°2 à 4 dans lesquels se développe notamment l'hottonie des marais. Les travaux d'aménagement pourraient ainsi consister :

- en l'enlèvement et au dessouchage d'une partie de la végétation arborée,
- au terrassement en pente douce de certaines berges ré ouvertes.

5.2.8 Investigations complémentaires : bras mort des Prés Cuisiat (site n°23)

5.2.8.1 Description et principales caractéristiques du site

Situé à proximité de deux autres zones humides (cf. Carte n°11), ce bras mort en forme de fer à cheval est le seul site inventorié implanté au sein d'une forêt. Long d'un peu plus de 300 m, la partie amont et aval de ce site, sont très proches du Solnan, ce qui favorise les connexions hydrauliques entre les deux milieux.

5.2.8.2 Description des habitats

✓ Liste des habitats recensés

1- Communauté dominée par la prêle des eaux

Formations basses, habituellement inondées, dominée par *Equisetum fluviatile* (5). D'autres espèces sont aussi présentes : *Hottonia palustris* (2), *Galium palustre* (+), *Mentha aquatica* (+), *Carex riparia* (r).

Correspondance EUNIS : C3.247 Communautés à prêle des eaux.

2 - Cariçaie à Laïche des rives

Formation de grandes laïches de la zone littorale constituée de *Carex riparia* (5), *Calystegia sepium* (+), *Carex acuta* (+), *Equisetum fluviatile* (+), *Galium palustre* (+), *Hottonia palustris* (+), *Iris pseudacorus* (+), *Jacobaea paludosa* (+) *Mentha aquatica* (+), *Phalaris arundinacea* (+), *Urtica dioïca* (+), *Caltha palustris* (r), *Fraxinus excelsior* (r), *Lysimachia vulgaris* (r), *Myosotis scorpioides* (r), *Scirpus sylvaticus* (r).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laïches.

3 - Cariçaie peu dense s'exondant plus rapidement

Formation de grande laïche peu dense s'exondant avec *Carex riparia* (3), *Caltha Palustris* (1), *Equisetum fluviatile* (+), *Iris pseudacorus* (+), *Phalaris arundinacea* (+), *Urtica dioïca* (1), *Alnus glutinosa* (+), *Fraxinus excelsior* (+), *Myosotis scorpioides* (r), *Scirpus sylvaticus* (+), *Lysimachia vulgaris* (1).

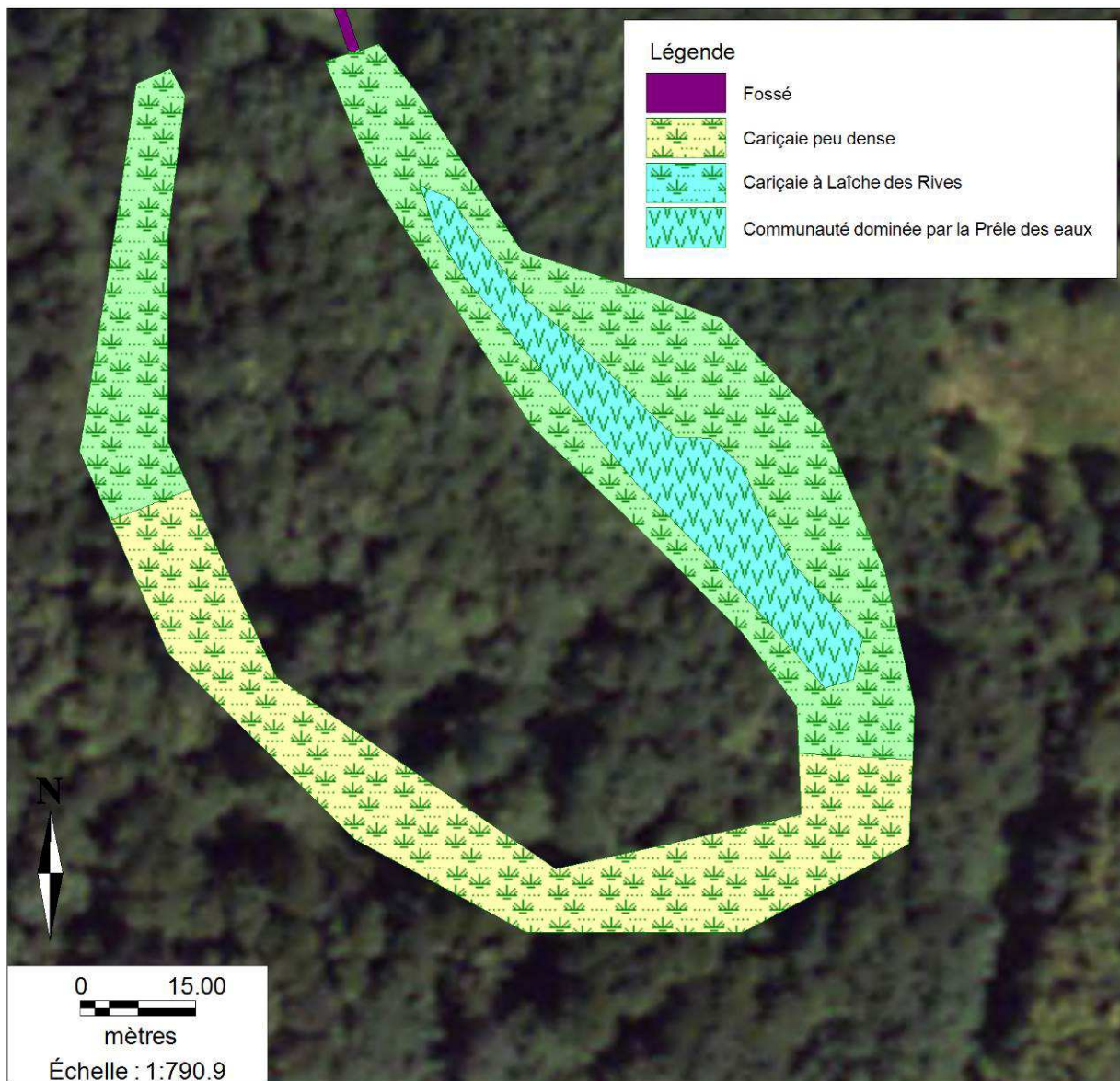
Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laïches.

✓ Enjeux de conservation, intérêt des habitats recensés pour le brochet

Avec 85 % du site recouvert par la cariçaie (habitats n°2 et 3), le site est très favorable à la ponte des brochets, malgré son contexte forestier. La cariçaie peu dense (habitat n°3) est cependant nettement moins favorable car elle s'exonde plus rapidement.

La communauté dominée par la prêle des eaux constitue l'habitat le plus aquatique de cette zone humide.

Comme sur le site précédent, on note la présence d'une espèce protégée en Bourgogne, l'Hottonie des marais : cette espèce est relativement abondante dans l'habitat n°1 (Communauté dominée à prêle des eaux).



Carte 14 : Cartographie des habitats recensés – Bras mort des Prés Cuisiat

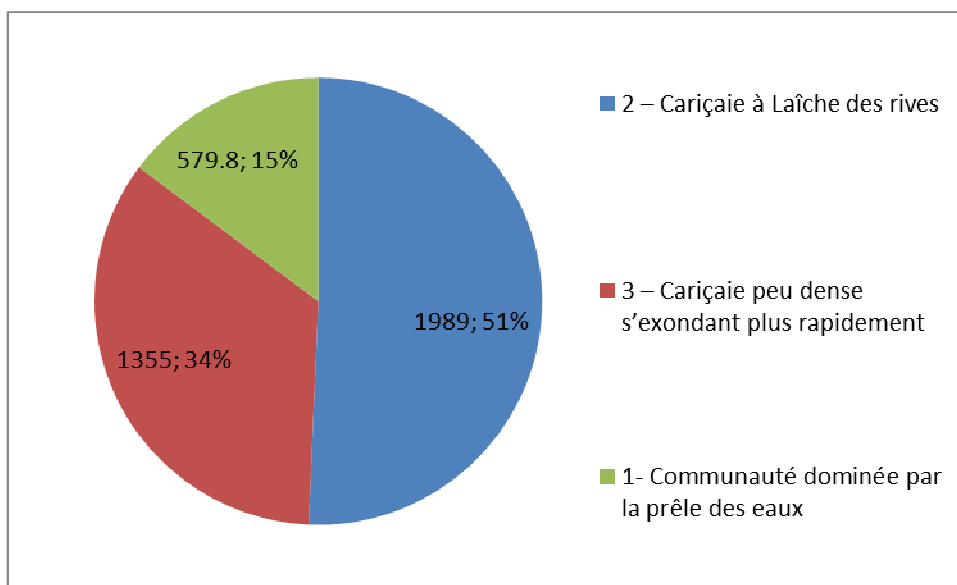
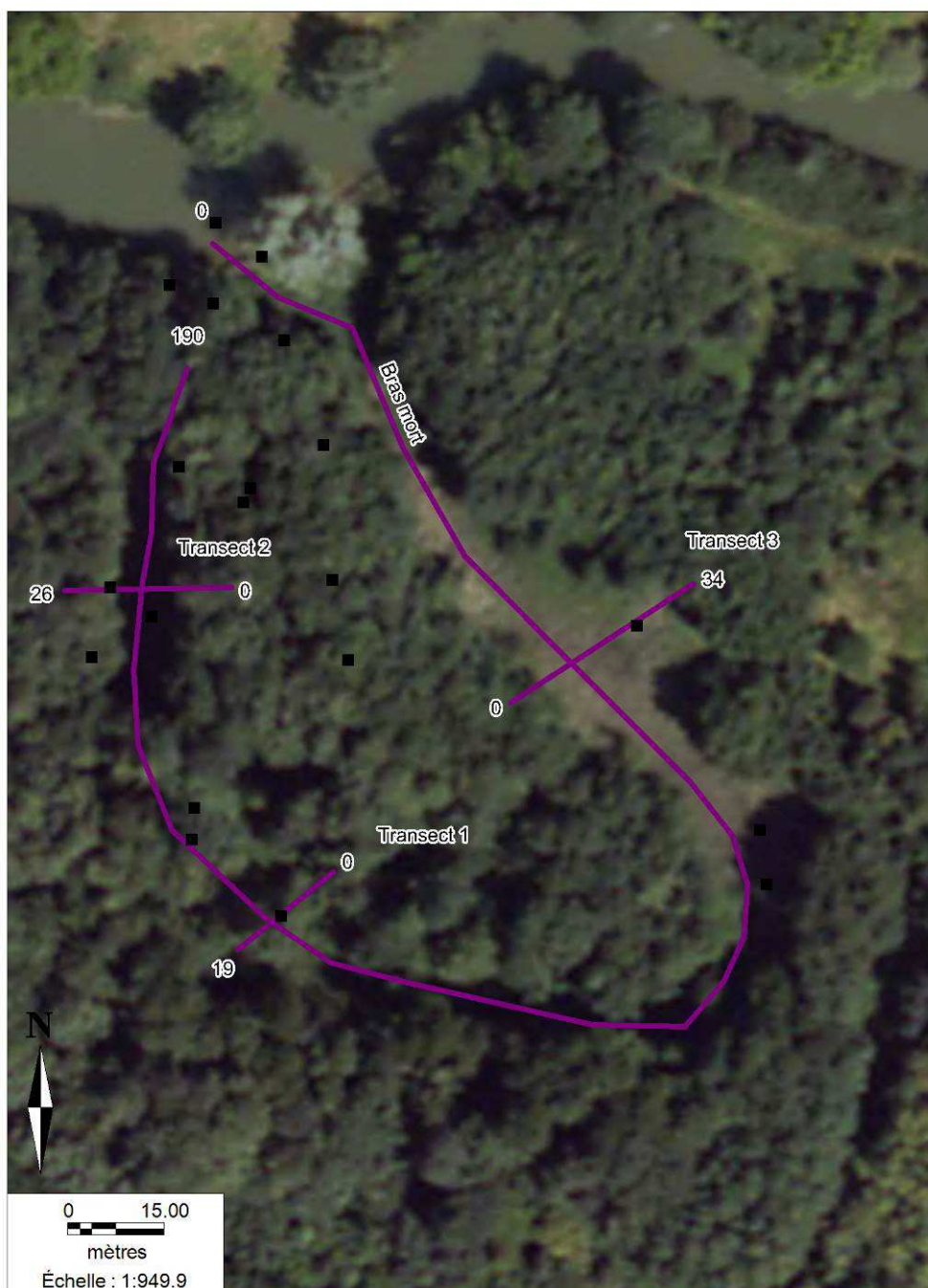


Figure 31 : Part de chaque habitat (valeurs en m²) – bras mort des Prés Cuisiat

5.2.8.3 Relevés topographiques

Au niveau topographique, on constate la présence d'un atterrissement important sur la partie médiane du bras mort, qui déconnecte de manière importante la partie amont de la partie aval du bras mort. On constate aussi que les hauteurs d'eau étaient relativement faibles le jour des mesures (maximum 33 cm), alors que le niveau du d'eau bras mort était au niveau du bourrelet aval, c'est-à-dire qu'il s'agissait du niveau maximum du bras mort en dehors des périodes de crues du Solnan. Si ces hauteurs d'eau sont probablement compatibles avec la ponte du brochet, il est cependant tout à fait probable que les zones de ponte s'exondent trop rapidement pour permettre l'éclosion des œufs et les premières phases de grossissement des alevins.

Les profils en travers réalisés montrent que les pentes des berges du bras mort sont très douces, ce qui permet l'installation de la végétation hélophytique, support de ponte du brochet.



Carte 15 : Profil en long et profils en travers réalisés sur le bras mort des Prés Cuisiat

5.2.8.4 Inventaire piscicole

Nom du site	Date	Méthode de pêche	Surface échantillonnée
Bras mort des Prés Cuisiat	31/05/2013	Pêche partielle par point à pied	29 points soit 203 m ²

Tableau 30 : Caractéristiques de l’inventaire réalisé sur le bras mort des Prés Cuisiat

Ce vaste bras mort, peu profond, était très peu en eau le jour de la pêche. Cela explique probablement le très faible nombre de poissons capturés : 1 seul pseudorasbora de 76 mm. Malgré une végétation hélophytique abondante dans cette zone humide, potentiellement favorable à la ponte des géniteurs de brochet, et des conditions hydrologiques favorables en 2013, il semble que le bras mort se vidange beaucoup trop vite pour permettre l’ensemble des étapes de la reproduction de cette espèce (ponte, incubation des œufs, éclosion).

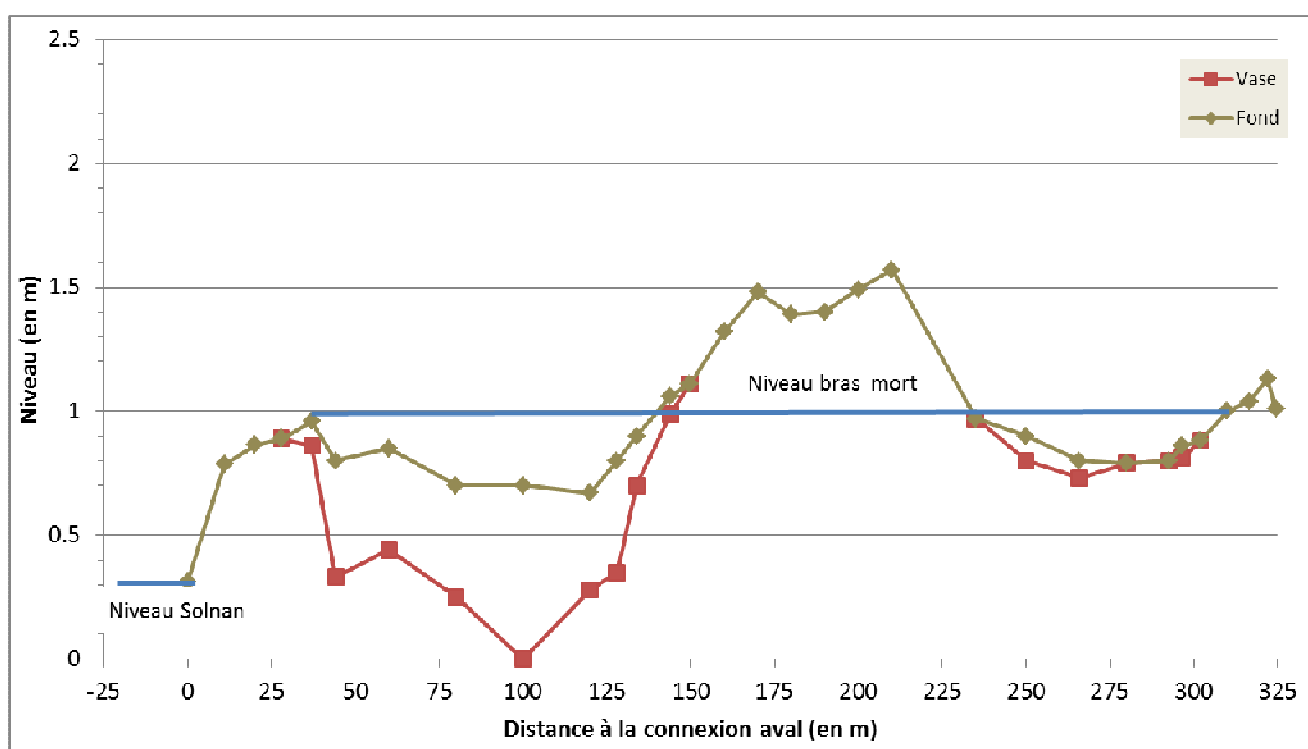


Figure 32 : Profil en long du bras mort des Prés Cuisiat

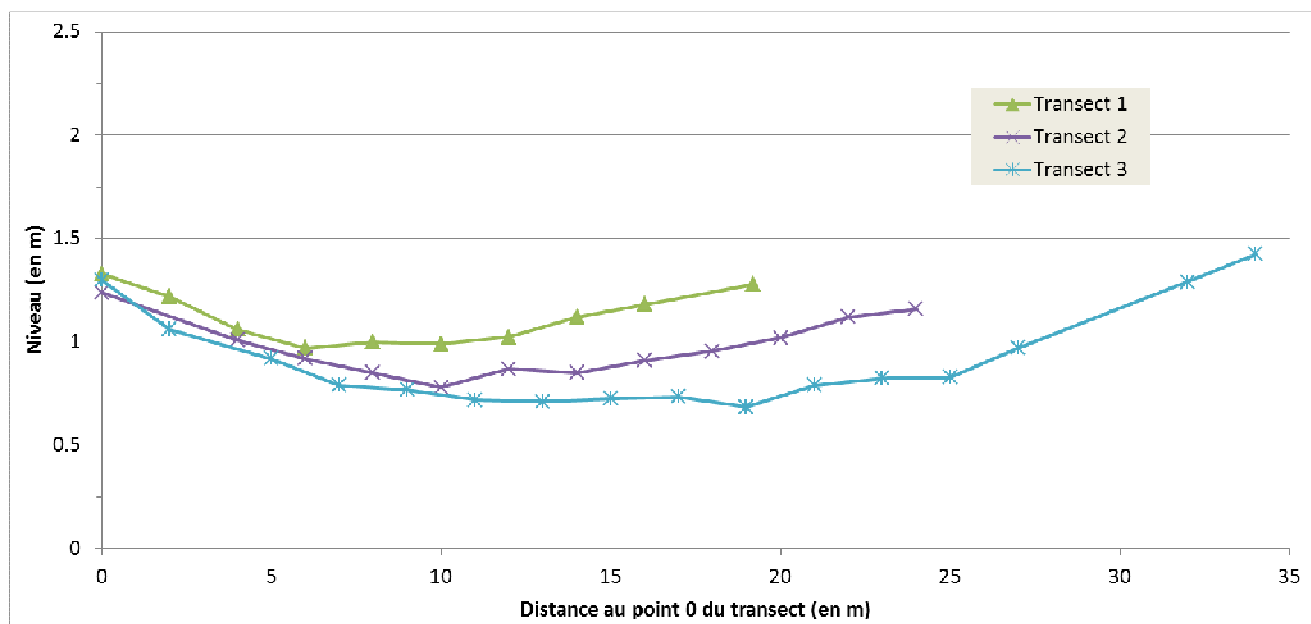


Figure 33 : Profils en travers du bras mort des Prés Cuisiat

5.2.8.5 Discussions, proposition d'aménagement

Le bras mort des Prés Cuisiat participe au fonctionnement de l'hydrosystème Solnan (champ d'expansion des crues, soutien d'étiage, épuration des eaux, ..), tout en offrant une mosaïque d'habitats diversifiés, remplissant de nombreuses fonctions biologiques (zone de reproduction probable pour les amphibiens, refuge pour la faune piscicole en cas de crue, habitat pour l'avifaune, ...).

Si les caractéristiques de ce bras mort permettent le développement d'habitats propices à la ponte du brochet, les relevés topographiques montrent que le site est en voie d'atterrissement et que les hauteurs d'eau sont probablement trop faibles pour permettre toutes les étapes de la reproduction du brochet.

Les travaux préconisés sur ce site viseront donc à l'enlèvement de l'atterrissement situé au milieu du bras mort pour reconnecter les parties amont et aval du bras mort et en un curage d'une partie du site pour augmenter les hauteurs d'eau. Il s'agit de donc de travaux importants qui concerneront une grande partie du site et pour lesquels des précautions devront être prises, notamment pour préserver la population d'hottonie des marais, plante protégée qui y est bien implantée.

5.2.9 Investigations complémentaires : bras mort des Prés Davaut (site n°27)

5.2.9.1 Description et principales caractéristiques du site

Ce vaste bras mort est situé en contexte prairial sur la commune de Louhans. En forme de fer à cheval, il mesure près de 600 m de long mais les parties les plus proches du Solnan (amont et aval) ne sont constituées que par un simple fossé (sur 250 m environ). Ce site présente toute les caractéristiques d'un bras mort intéressant pour la faune piscicole (bien connecté avec le Solnan, avec une végétation héliophytique bien développée, des niveaux d'eau corrects).

5.2.9.2 Description des habitats

✓ Liste des habitats recensés

1 - Cariçaie à Laîche des rives

Formations de grandes laîches de la zone littorale du bras mort constituée de *Carex riparia* (3), *Carex acuta* (3), *Carex vulpina* (1), *Juncus effusus* (1), *Lycopus europaeus* (1), *Myosotis scorpioides* (1), *Phalaris arundinacea* (1), *Calystegia sepium* (+), *Equisetum fluviatile* (+), *Iris pseudacorus* (+), *Urtica dioïca* (+), *Alisma plantago aquatica* (r), *Cornus sanguinea* (r), *Fraxinus excelsior* (r), *Galium palustre* (r), *Lythrum salicaria* (r), *Prunus spinosa* (r).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laîches.

2 - Cariçaie à Laîche aiguë

Vaste formation de grandes laîches situées à l'intérieur du bras s'exondant plus rapidement que la formation précédente. Formation composée de *Carex acuta* (4), en association avec *Carex riparia* (1), *Iris pseudacorus* (1), *Phalaris arundinacea* (1), *Caltha palustris* (+), *Juncus effusus* (+), *Lysimachia vulgaris* (+), *Lythrum salicaria* (r), *Filipendula ulmaria* (r), *Mentha aquatica* (r), *Jacobaea paludosa* (r).

Correspondance EUNIS : C3.29 : Communautés à grandes laîches.

3 - Formation à Baldingère faux-roseau

Formation monospécifique de *Phalaris arundinacea* (5).

Correspondance EUNIS : C3.26 : Formations à *Phalaris arundinacea*.

4 - Glyceriaie

Formation aquatique dominée par *Glyceria fluitans* (5) avec *Iris pseudacorus* (1), *Myosotis scorpioides* (1), *Lycopus europaeus* (+), *Alisma plantago aquatica* (+), *Ranunculus sp.* (r), *Rorripa amphibia* (r).

Correspondance EUNIS : C3.251 Glycériaies.

5 - Communauté à Rorrippe

Communauté des eaux peu profondes à *Rorripa amphibia* (4), *Ludwigia palustris* (2), *Iris pseudacorus* (1), *Equisetum fluviatile* (+), *Oenanthe aquatica* (+), *Sparganium sp.* (r), *Sagittaria sagittifolia* (r).

Correspondance EUNIS : C3.246 Communautés à œnanthe aquatique et à rorrippe amphibie.

6 - Communauté à Œnanthe aquatique et Isnardie des marais

Communauté des eaux peu profondes très proche de l'habitat 5, avec *Oenanthe aquatica* (2), *Ludwigia palustris* (2), *Rorripa amphibia* (+), *Hottonia palustris* (r).

Correspondance EUNIS : C3.246 Communautés à œnanthe aquatique et à rorrippe amphibie.

6' - Communauté à Œnanthe aquatique et Isnardie des marais

Idem mais composition un peu différente : *Oenanthe aquatica* (2), *Ludwigia palustris* (2), *Ranunculus trichophyllus* Chaix (1), *Zannichellia palustris* (+), *Eleocharis palustris* (1), *Ceratophyllum demersum* (+).

Correspondance EUNIS : C3.246 Communautés à œnanthe aquatique et à rorrippe amphibie.

7 - Communauté aquatique peu végétalisée avec *Potamogeton crispus* (1), *Oenanthe aquatica* (1), *Hottonia palustris* (1).

Correspondance EUNIS : C1.23 Végétations immergées enracinées des plans d'eau mésotrophes.

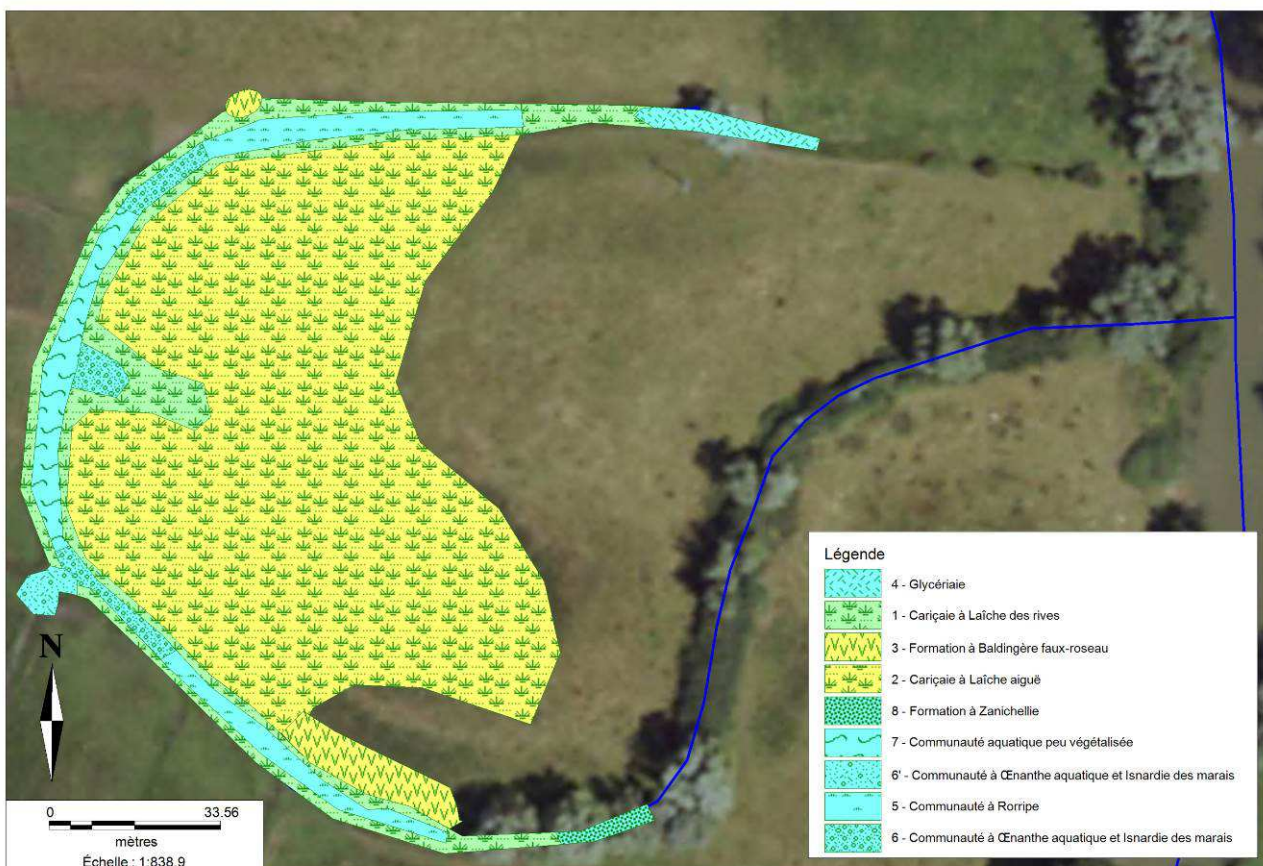
8 - Formation à Zannichellie

Peuplement monospécifique à *Zannichellia palustris* (5).

Correspondance EUNIS : C1.23 Végétations immergées enracinées des plans d'eau mésotrophes.

✓ Enjeux de conservation, intérêt des habitats recensés pour le brochet

Ce bras mort, situé en contexte prairial, est un milieu presque totalement ouvert, entretenu par la fauche et le pâturage. Les cariçaies, habitats propices à la ponte du brochet, dominent largement le milieu avec près de 85 % de recouvrement. Toutefois, la cariçaie à laïche des rives étant située à un niveau topographique plus bas que la cariçaie à laïche aiguë, elle est probablement beaucoup plus favorable pour la ponte du brochet. Elle ne représente cependant que 13 % de recouvrement (1300 m²). A noter trois formations originales, qui n'ont pas été observées sur les autres zones humides de la vallée du Solnan : la formation à œnanthe aquatique, la glycériaie et la formation à zanichellie. Enfin, une espèce protégée en Bourgogne a été recensée : l'hottonie des marais.



Carte 16 : Cartographie des habitats recensés – Bras mort des Prés Davaut

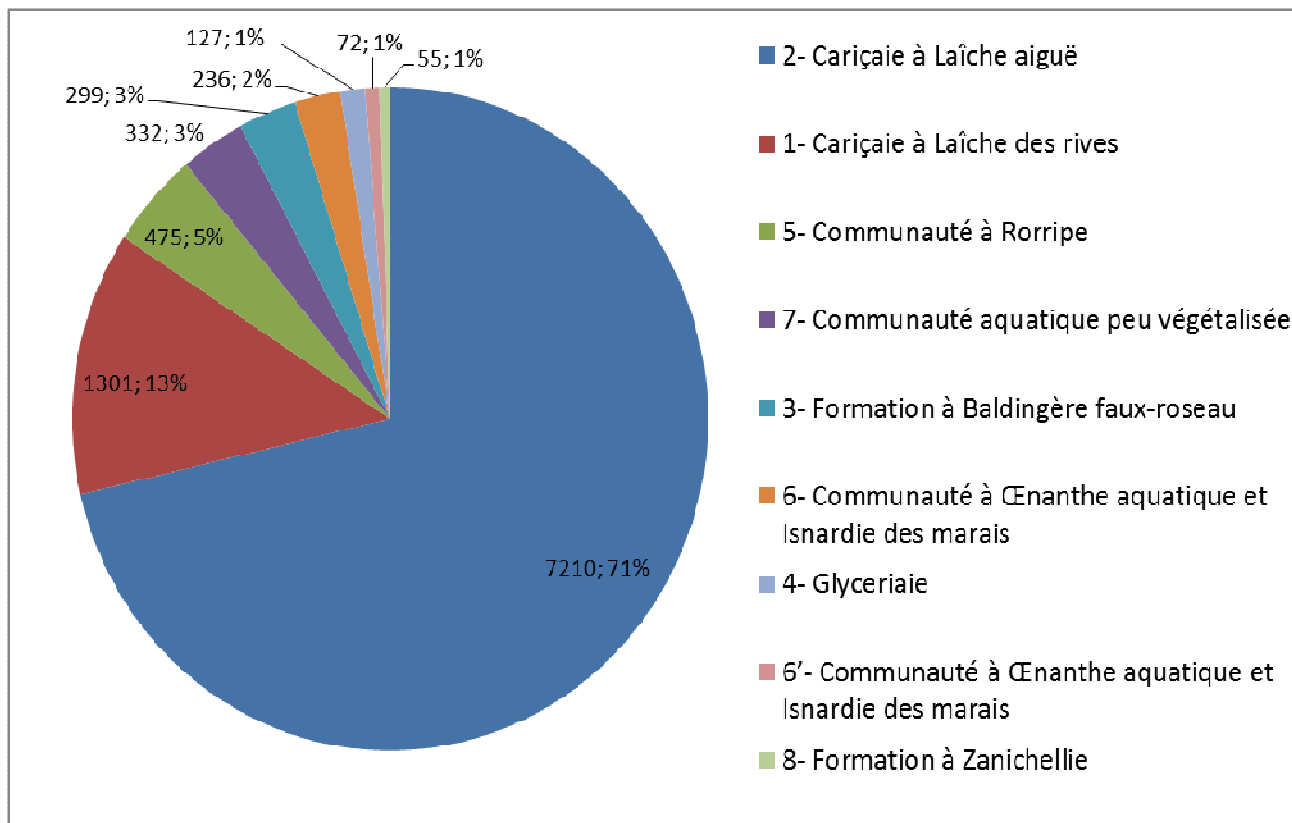


Figure 34 : Part de chaque habitat (valeurs en m²) – Bras mort des Prés Davaut

5.2.9.3 Relevés topographiques

Au niveau topographique, la partie amont n'a pas pu être étudiée en raison de la présence d'une végétation arborée dense, ce qui n'est pas très problématique dans la mesure où dans ce secteur, le bras mort n'est plus qu'un simple fossé.

Les mesures réalisées montrent la présence d'un bourrelet dans la partie aval du bras mort qui le déconnecte du Solnan. Lorsque le Solnan redescend après une crue, il est probable que ce bourrelet permette de maintenir un niveau d'eau plus important que dans le Solnan. Le jour des mesures, le niveau du Solnan étant en train de monter, il était donc supérieur à celui du bras mort, ce qui n'est toutefois pas une situation habituelle.

Les profils en travers réalisés montrent que les berges sont relativement abruptes. Toutefois, leur faible hauteur permet développement de la cariçaie à Laïches des rives sous la forme d'un cordon rivulaire tous le long du bras mort. Cet habitat est, sur ce site, le plus propice à la reproduction du brochet.

On constate aussi la présence d'un petit bief au milieu de ce bras mort, qui permet d'avoir au sein de la vaste cariçaie à laïche aiguë, une dépression plus facilement inondable et potentiellement très favorable à la ponte du brochet.



Carte 17 : Localisation du profil en long et des profils en travers réalisés sur le bras mort des Près davaut

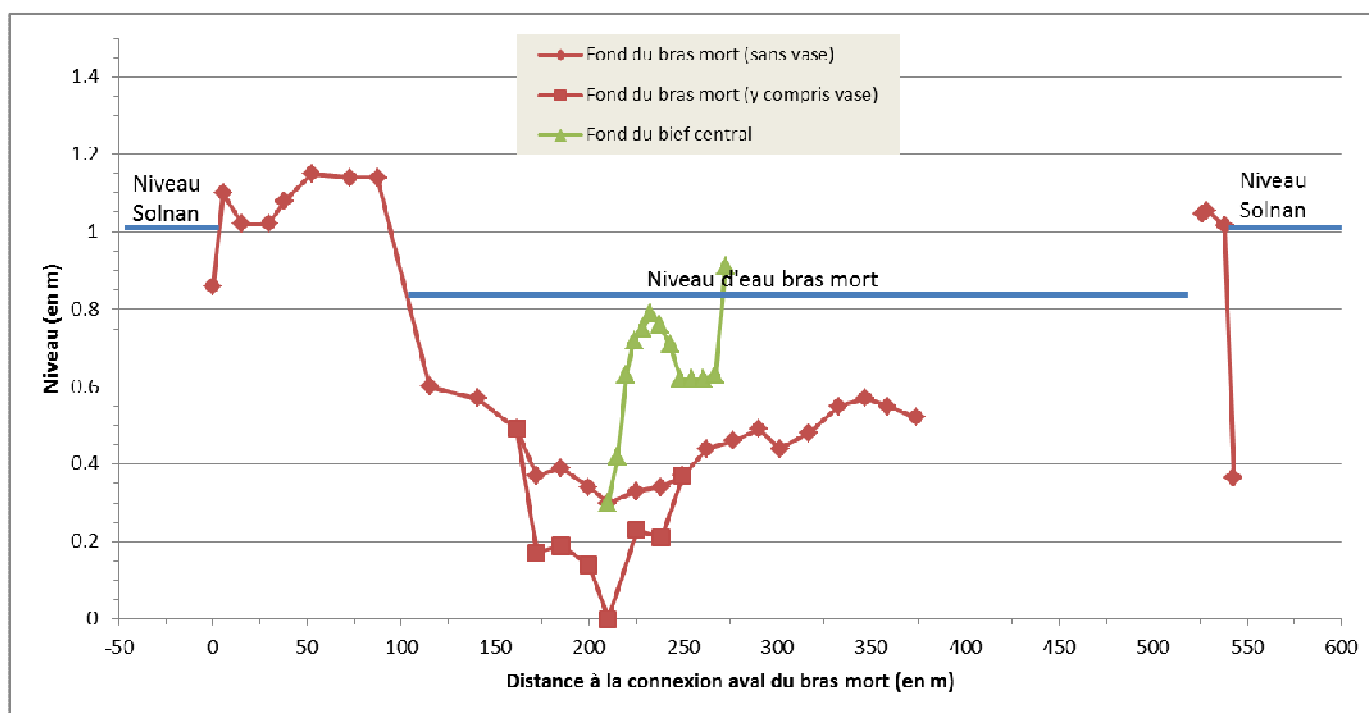


Figure 35 : Profil en long du bras mort des Près Davaut

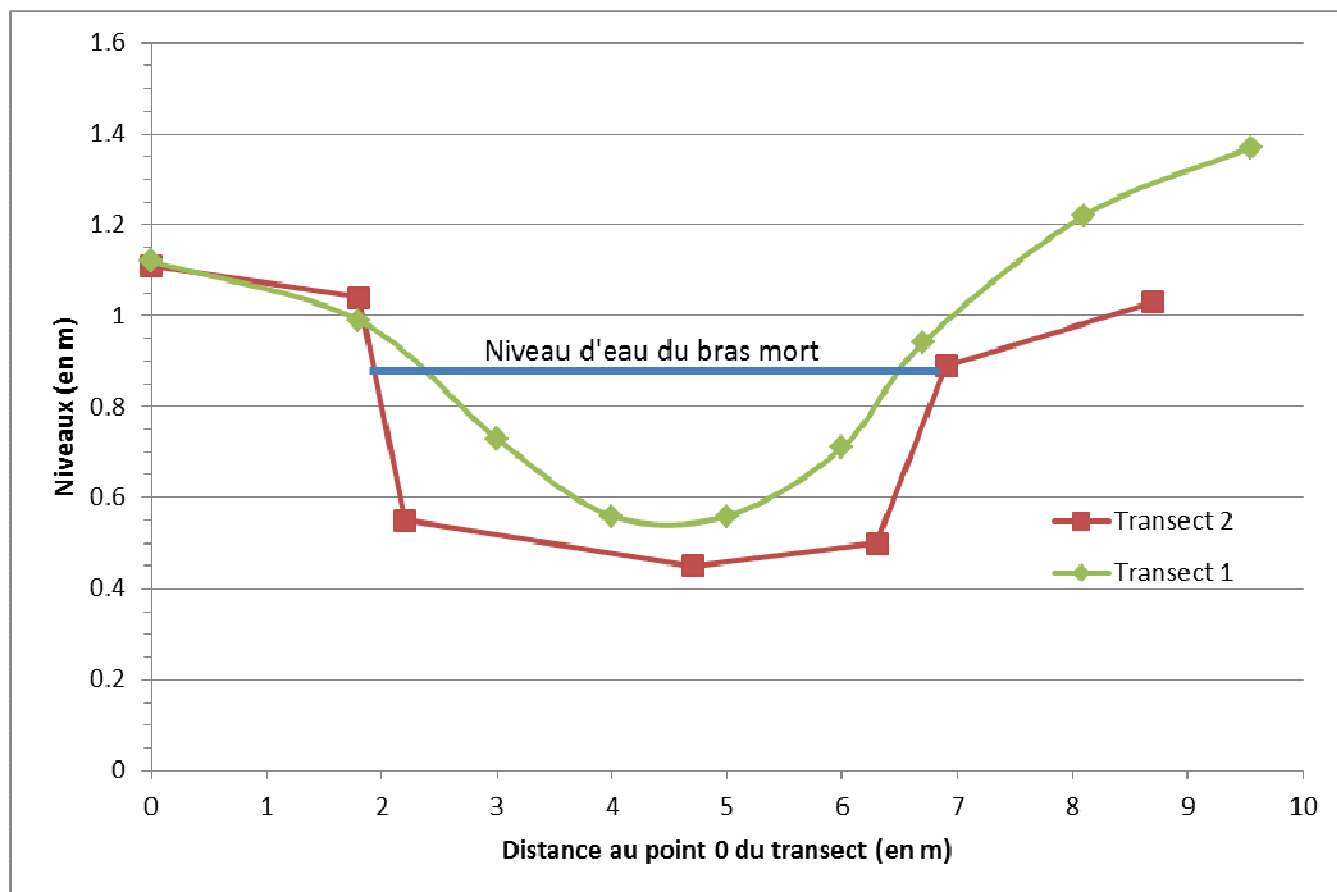


Figure 36 : Profil en long du bras mort des Prés Davaut

5.2.9.4 Inventaire piscicole

Nom du site	Date	Méthode de pêche	Surface échantillonnée
Bras mort des Prés Davaut	31/05/2013	Pêche partielle par point à pied	50 points soit 350 m ²

Tableau 31 : Caractéristiques de l’inventaire réalisé sur le bras mort des Prés Davaut

L’inventaire a permis de capturer 6 espèces de poissons : le pseudorasbora, majoritaire, le rotengle, le gardon, la tanche, la bouvière et le brochet. Logiquement, il s’agit d’espèces limnophiles qui apprécient ce type de milieux aquatiques non courants.

Un juvénile de brochet, de taille 70 mm, a été capturé. Même si ce nombre peut paraître faible, la capture d’un juvénile démontre que le brochet s’est effectivement reproduit sur le site. Le faible nombre d’individus observé est dû au fait que les poissons avaient, à la faveur des nombreuses crues printanières, probablement rejoint le lit mineur du Solnan avant la date de la pêche. Le bras mort semble donc avoir été fonctionnel pour la reproduction du brochet en 2013.

Espèces	Nombre	Poids estimé (en g)	Densités en indiv./100m ²	Biomasse estimée en kg/ha
BOU	4	4	1.1	1.1
BRO	1	4	0.3	1.1
GAR	9	37	2.6	10.6
PSR	63	247	18.0	70.6
ROT	39	448	11.1	128.0
TAN	2	9	0.6	2.6

Tableau 32 : Résultats de l'inventaire piscicole réalisé dans le bras mort des Prés Davaut en 2013

5.2.9.5 Discussions, proposition d'aménagement

Les observations et mesures réalisées sur ce bras mort montrent que ce site est aujourd'hui fonctionnel pour la reproduction du brochet. D'autres espèces de poissons sont aussi présentes, et une espèce végétale protégée, l'hottonie des marais. La réalisation de travaux sur ce site ne nous semble donc pas prioritaire, d'autant que le lit mineur du Solnan à Louhans n'est pas très favorable au grossissement des juvéniles de brochet.

Partie 6 : Discussions, propositions d'actions

6.1 Analyse des résultats, discussions

Les résultats de cette étude ont montré que la population de brochet du Solnan était dégradée. D'une part, les inventaires piscicoles réalisés sur trois stations n'ont permis d'observer qu'un seul brochet, sur la station n°1 à Condal (Varigolles). Il s'agissait d'un juvénile de l'année. D'autre part, les inventaires spécifiques brochet, mis en œuvre sur 4 stations, n'ont permis d'observer que 3 individus : 2 juvéniles de l'année et un adulte. Sachant que la méthode consistait à réaliser, sur chacune de ces stations, une pêche partielle par points, où seuls les habitats appréciés par le brochet ont été ciblés, ce résultat semble très faible.

Ce résultat est d'autant plus étonnant sachant qu'en 2013 les conditions de reproduction du brochet ont été excellentes (y compris pour le retour des juvéniles dans le lit mineur). Il peut à notre être expliqué par deux facteurs :

- l'absence de zone de reproduction fonctionnelle,
- un lit mineur présentant des conditions d'habitat non adéquat avec une population importante de brochet.

Concernant les zones de reproduction pour le brochet, l'étude des zones humides réalisées en partie 5 de ce rapport montre l'absence totale de zones humide fonctionnelles pour la reproduction du brochet entre la limite départementale avec l'Ain et la confluence avec la Gizia, commune de Frontenaud. Ce facteur pourrait ainsi expliquer directement la quasi-absence de brochet sur les stations d'inventaire piscicoles 1 et 2 (situées respectivement à Condal et Dommartin-les-Cuiseaux) et sur les stations d'inventaire spécifique brochet BRO 1 (Dommartin-les-Cuiseaux) et BRO 2 (Varennes-St-Sauveur/Dommartin-les-Cuiseaux). Sur les stations d'inventaire piscicoles 1 et 2, cette absence de zones humides d'intérêt piscicole se traduit aussi par la quasi-absence des espèces phytophiles (espèces qui se reproduisent sur la végétation, en particulier au sein des zones humides annexes).

En aval de la confluence avec la Gizia, si on analyse la répartition des frayères fonctionnelles avec les résultats des différents inventaires piscicoles réalisés, on constate que :

- la station BRO 3 (Sainte-Croix/Frontenaud) est située à proximité de 2 zones humides, le bras mort de la prairie de Bione (site n°14, Frontenaud) et la baisse de la prairie de Bione (site n°15, Frontenaud) qui n'ont pas été fonctionnelles en 2013 : l'absence de brochet sur cette station peut être directement liée à cette non fonctionnalité,
- la station BRO 4 (Sainte-Croix / Bruailles), sur laquelle 1 seul brochet adulte a été observé, est située en aval du bras mort de la prairie de Lavy (site n°19 à Ste-Croix et Bruailles), site potentiellement intéressant mais dont la fonctionnalité pour la reproduction du brochet n'a pas été étudiée précisément dans le cadre de cette étude – on ne peut donc pas imputer directement l'absence de juvéniles de brochet sur cette station à la non présence de frayères fonctionnelles,
- la station d'inventaire piscicole n°3 (Louhans / Bruailles), située à proximité immédiate du bras mort de Pré Davaut (site n°27, Louhans), site fonctionnel pour la reproduction du brochet. L'absence totale de brochet sur cette station ne serait donc pas dû sur cette station à l'absence de zones humides fonctionnelles.

On peut donc affirmer à l'issue de cette étude, que l'absence de zones humides fonctionnelles en 2013 pour la reproduction du brochet explique directement la quasi-absence de juvéniles de brochet dans le lit mineur du Solnan observée sur les 2 stations d'inventaires piscicoles n°1 et 2 et sur les stations d'inventaire spécifiques brochet BRO 1, BRO 2 et BRO 3.

L'absence d'habitats propices aux juvéniles de brochet dans le lit mineur du Solnan est aussi un facteur limitant potentiel qui a été étudié dans le cadre de cette étude. L'étude des habitats présents dans le lit mineur du Solnan a montré clairement que les secteurs situés dans le remous hydraulique des barrages (Station BRO 1 et BRO 3) étaient très peu favorables au brochet, en particulier au stade juvénile. En effet, le recouvrement en herbiers de ces secteurs a été jugé comme beaucoup trop faible. Ce facteur peut donc expliquer directement la quasi-absence de brochet observées sur les stations BRO 1 et BRO 3. Par extension, même si l'habitat n'y a pas été étudié aussi finement, on peut affirmer que les mauvaises conditions d'habitat expliquent la non capture de brochets sur la station d'inventaire piscicole n°3, située dans le remous hydraulique du barrage de Bram (station où il y a pourtant une frayère fonctionnelle à proximité immédiate).

Les 2 stations situées dans des secteurs non influencés par ces barrages (stations BRO 2 et BRO 4) présentaient des recouvrements en herbier nettement plus importants, mais il n'a pas été possible d'affirmer si ils étaient suffisants pour accueillir une population de brochet. Si la quasi absence de brochets sur la station BRO 2 est expliquée de manière certaine par l'absence totale de frayère, on ne connaît pas à l'issue de cette étude quel facteur explique l'absence de brochets sur la station BRO 4.

6.2 Proposition d'action

Notre analyse a montré que le lit mineur du Solnan n'était pas favorable à l'espèce brochet dans les retenues lenticques des barrages des anciens moulins. La restauration morphologique du lit mineur du Solnan apparaît donc, dans ces secteurs, comme un préalable indispensable pour restaurer les populations de brochet. Cette restauration passerait nécessairement par l'effacement ou l'abaissement des ouvrages des anciens moulins, car ce sont bien ces ouvrages qui transforment aujourd'hui un grand linéaire du Solnan en un milieu aquatique profond, lentique et peu diversifié.

Cependant, on sait que ce type d'action est particulièrement difficile à mettre en œuvre car les propriétaires des moulins sont en général peu enclins à abaisser ou supprimer leurs ouvrages. De plus, la mise en œuvre d'une telle action conduirait à un abaissement de la ligne d'eau sur plusieurs kilomètres et nécessiterait la mise en œuvre de nombreux travaux d'accompagnement avec des coûts probablement très importants. Enfin, dans certains cas la diminution de ligne d'eau pourrait aussi avoir une influence négative sur les zones humides.

De manière plus générale, dans le cadre du Contrat de Rivière Seille, le nombre des seuils présents sur les cours d'eau étant très importants, ce type d'aménagement ne pourra pas objectivement être généralisé à court ou à moyen termes. C'est pourquoi une priorisation de ces aménagements est nécessaire. Bien que l'étude hydromorphologique du bassin de la Seille chargée notamment de prioriser l'aménagement des ouvrages hydrauliques ne soit aujourd'hui pas terminée, il nous semble peu probable que le Solnan en Saône-et-Loire soit retenu.

C'est pourquoi le programme d'action retenu se base sur un maintien en l'état des barrages et des caractéristiques du lit mineur actuel.

Dans ces conditions, la restauration d'une population importante de brochet apparaît comme difficile à mettre en œuvre en particulier les remous hydrauliques des barrages. Cependant, au vu de l'intérêt piscicole des zones humides pour les peuplements piscicoles en général, leur restauration reste toutefois une priorité de ce programme d'action. Nous veillerons néanmoins à ne pas proposer des aménagements spécifiques brochet (tels que des ouvrages hydrauliques servant à gérer les niveaux d'eau). De plus, dans la mesure du possible, il faudra prioriser les interventions là où le lit mineur est le plus diversifié, c'est-à-dire dans les secteurs où les niveaux d'eau ne sont pas directement influencés par les barrages.

Sur les 10 sites jugés comme ayant un potentiel pour la reproduction du brochet, 5 ont été retenus dans ce programme de travaux (voir fiches action page 87 à 92). Le Tableau 33 justifie les différents choix effectués. Les critères justifiant le refus sont les suivants :

- Proximité d'autres zones humides à aménager (site 15 et 22 et 26),
- Site qui s'assèche trop vite (site 15),
- Site trop déconnecté du Solnan (site 15),
- Contexte foncier peu favorable (site 26),
- Site déjà fonctionnel (site 27),
- Site de taille trop modeste (site 28).

5 fiches actions ont donc été rédigées pour présenter les actions retenues dans ce programme dont le montant total est estimé à 83 000 €.

Id.	Lieu-dit	Commune	Typologie	Résultats intérêt	Proposition de travaux	Justification
14	Prairie de Bione	Frontenaud	Bras mort	Bon potentiel	Oui	Ce bras mort est la 1ère zone humide annexe d'intérêt piscicole depuis la limite départementale. Des travaux simples d'abattage d'une partie de la saulaie, de reprofilage des berges et de curage permettrai d'améliorer sensiblement l'intérêt piscicole du site.
15	Prairie de Bione	Frontenaud	Baisse	Bon potentiel	Non	Les résultats de l'étude montrent que ce site est trop déconnecté du Solnan, qu'il s'assèche trop vite et qu'il est très proche du site n°14 pour lequel des travaux sont préconisés.
16	La Culée	Sainte-Croix	Fossé et baisse	Bon potentiel	Oui	La vaste reculée connectée à ce site est favorable au grossissement des juvéniles de brochet. De plus, le contexte foncier est très favorable à un aménagement, malgré la nécessité de mettre en œuvre des travaux lourds.
19	Prairie de Lavy	Sainte Croix / Bruailles	Bras mort	Bon potentiel	Oui	Site non étudié précisément dans le cadre de cette étude. Vaste bras mort ayant un bon potentiel piscicole et situé dans un secteur où le lit mineur n'est pas influencé par un barrage nécessitant au préalable une étude importante.
21	Château de la Motte	Sainte-Croix	Bras mort	Bon potentiel	Oui	Site déjà en partie fonctionnel mais où les surfaces de ponte pour le brochet sont aujourd'hui beaucoup trop limitée.
22	Prairie de la Motte	Sainte-Croix	Bras mort	Bon potentiel	Non	Bras mort très proche des sites 21 et 23 où les travaux paraissent plus simples à mettre en œuvre.
23	Pré Cuisiat	La Chapelle-Naude	Bras mort	Fort	Oui	Site qui présente des potentialités fortes pour la reproduction du brochet.
26	Montbrillant	La Chapelle Naude	Bras mort	Bon potentiel	Non	Contexte foncier à priori peu favorable et secteur où le lit mineur est très artificialisé.
27	Prés Davaut	Louhans	Bras mort	Fort	Non	Site déjà fonctionnel qu'il est nécessaire de préserver en l'état. De plus, lit mineur du solnan peu favorable au brochet.
28	Bram	Louhans	Fossé	Potentiel faible	Non	Site de taille modeste , aux faibles potentialités piscicoles, et dans un secteur où le lit mineur n'est pas favorable.

Tableau 33 : Sites retenus pour le programme d'action et justification des choix

Intitulé	Aménagement du bras mort de la prairie de Bione		
Masse d'eau	FRDR598 : le Sevron et le Solnan	Cours d'eau :	le Solnan
Commune(s)	Frontenaud		

<p>Problèmes identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - développement excessif la saussaie marécageuse - envasement du bras mort <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diversifier les habitats présents au sein du bras mort en augmentant la part d'habitats aquatiques et de transition au détriment de la saussaie 	<p>Actions envisagées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réouverture du bras mort par abbattage et dessouchage d'une partie de la saulaie - reprofilage d'une partie des berges en pente douce (1 pour 4) - curage d'une partie du site
--	---

Carte :



Légende

- 1 - Communauté aquatique dominée par le nénuphar
- 2 - Communauté aquatique flottante peu dense
- 3 - Saussaie marécageuse
- 5 - Communauté de vivaces amphibies
- 2' - Communauté aquatique flottante très peu végétalisée
- 4 - Cariçaie

Travaux envisagés

- Abbattage, dessouchage de la saulaie et reprofilage des berges en pente douce
- Abbattage, dessouchage de la saulaie puis curage

Coûts estimés et financement :

Coût estimé	maître d'ouvrage potentiel	Date prévisionnelle	Financements potentiels		
			AE RMC	Rég. Bourg.	FNPF
15 000 €	Non défini		50%	30%	

Intitulé	Restauration de la frayère de la Culée à Sainte-Croix		
Masse d'eau	FRDR598 : le Sevron et le Solnan	Cours d'eau :	le Solnan
Commune(s)	Sainte-Croix		

Problèmes identifiés :

- développement excessif la saussaie marécageuse
- berges abruptes

Objectifs :

- Récréer une zone humide de type basse, constituée d'une zone assez profonde s'asséchant rarement (en période estivale uniquement) avec des berges en pente très douces)

Actions envisagées :

- abbattage, dessouchage du boisement présent sur la majeure partie du site
- terrassement important sur la quasi-totalité du site

Carte des travaux :



Coûts estimés et financement :

Coût estimé	maitre d'ouvrage potentiel	Date prévisionnelle	Financements potentiels		
			AE RMC	Rég. Bourg.	FNPF
35 000 €	Fédération de pêche	2015	50%	30%	12%

Intitulé	Bras mort de la Prairie de Lavy		
Masse d'eau	FRDR598 : le Sevron et le Solnan	Cours d'eau :	le Solnan
Commune(s)	Sainte-Croix / Bruailles		

Problèmes identifiés :

- développement excessif en berge de boisements humides
- berges abruptes
- Envasement très important lié aux apports de vases d'un fossé
- Doubte sur la qualité de la connectivité piscicole avec le Solnan (passage étroit sous une voie ferrée)

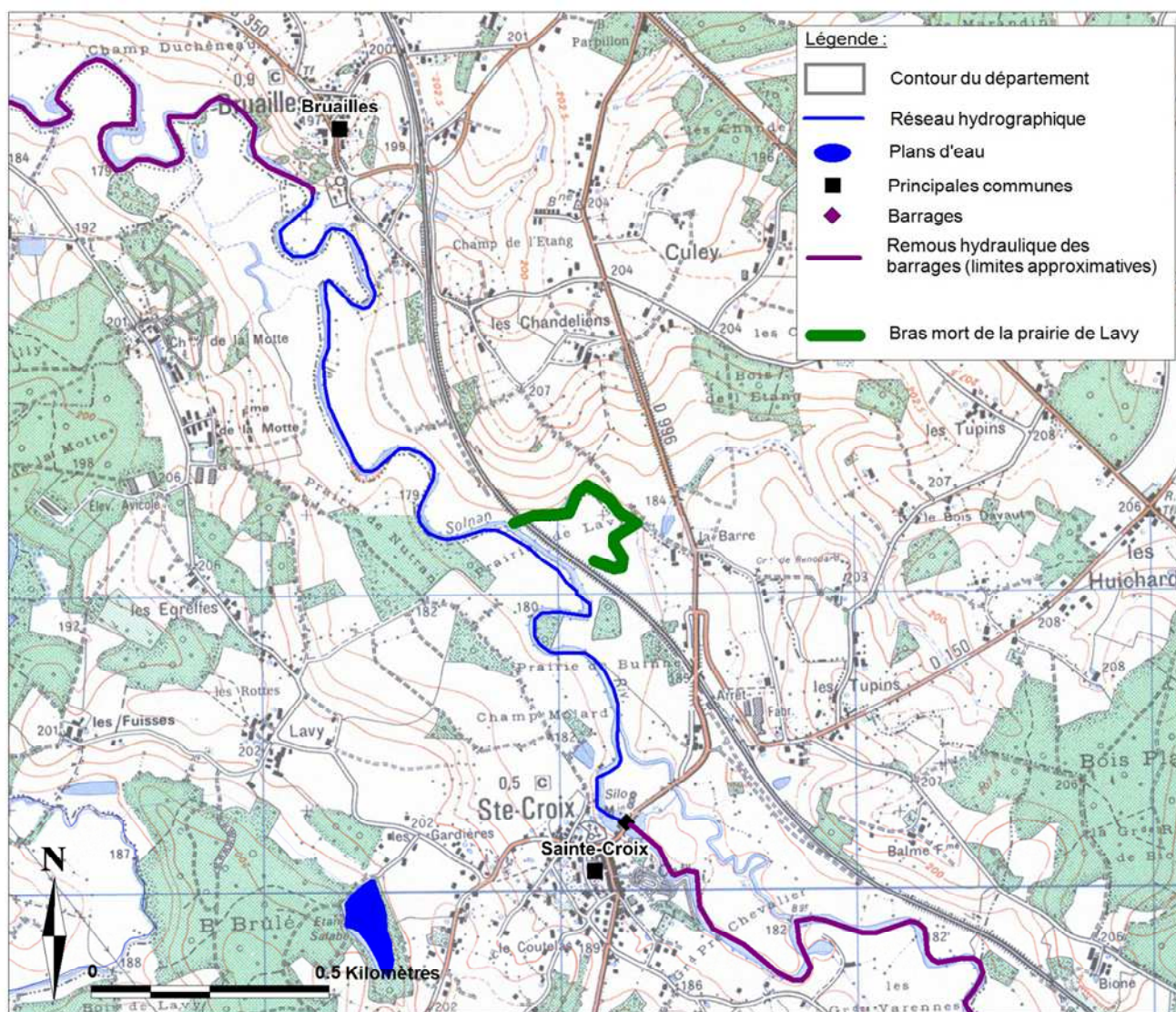
Objectifs :

- Améliorer la connaissance du fonctionnement du bras mort pour proposer des solutions d'aménagement

Actions envisagées :

- Etudier le fonctionnement du bras mort incluant :
- une description des habitats présents au sein du bras mort,
 - un relevé topographique (profil en long, profils en travers, ...),
 - un ou plusieurs inventaires piscicoles.
 - un ou plusieurs scénarios d'aménagement puis après validation par un comité de pilotage, rédaction avant-projet détaillé

Localisation du site :



Coûts estimés et financement :

Cout estimé	maitre d'ouvrage potentiel	Date prévisionnelle	Financements potentiels		
			AE RMC	Rég. Bourg.	FNPF
5 000 €		2015	50%	30%	12%

Intitulé	Restauration du bras mort de la Motte		
Masse d'eau	FRDR598 : le Sevron et le Solnan	Cours d'eau :	le Solnan
Commune(s)	Sainte-Croix		

Problèmes identifiés :

- développement excessif en berge de boisements humides
- berges abruptes

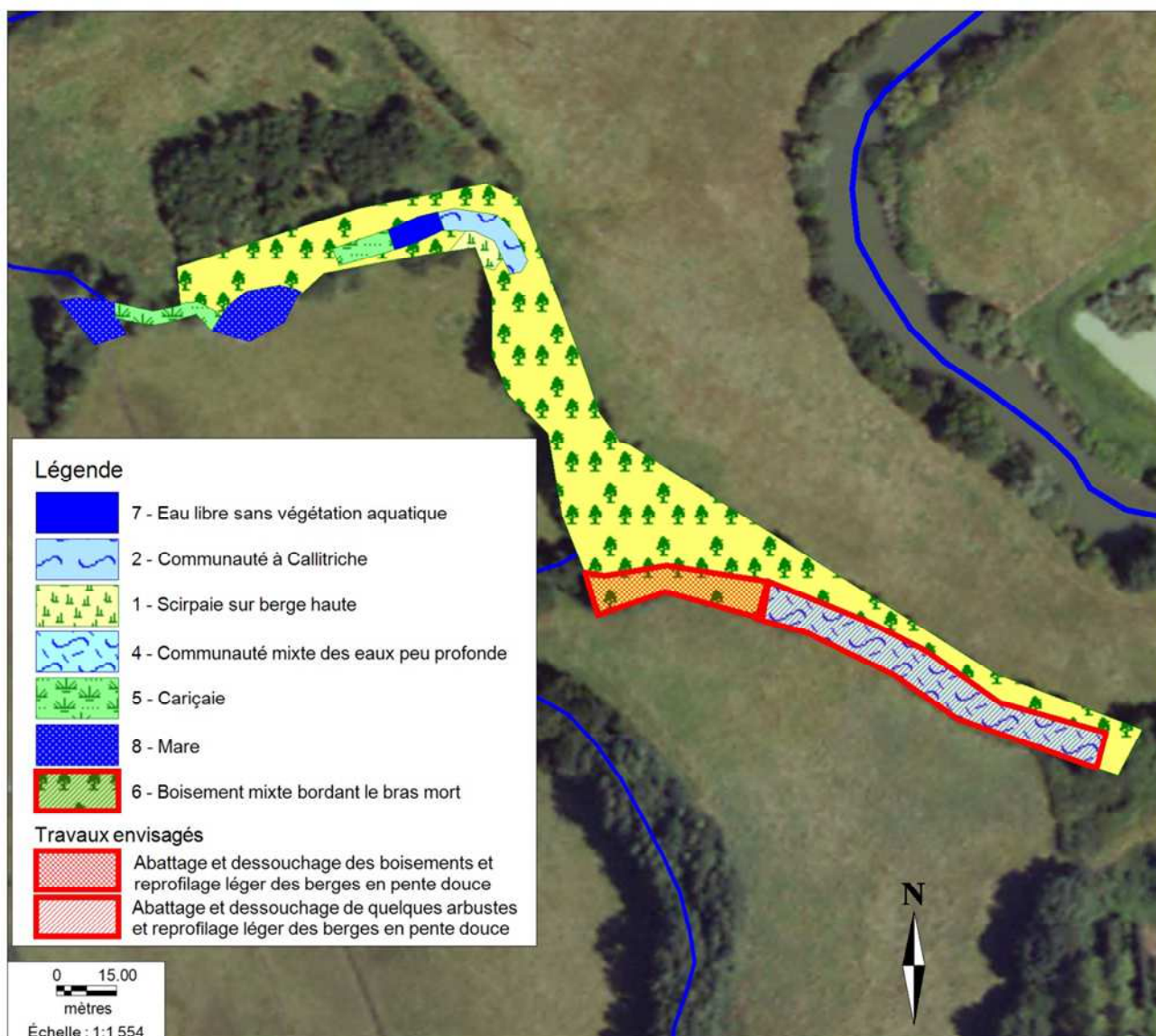
Objectifs :

- Diversifier les habitats présents au sein du bras mort en augmentant la part d'habitats aquatiques et de transition au détriment de la saussaie

Actions envisagées :

- abbattage, dessouchage du boisement présent sur certaines berges
- Reprofilage en pente douce de certaines berges

Carte des travaux :



Coûts estimés et financement :

Cout estimé	maitre d'ouvrage potentiel	Date prévisionnelle	Financements potentiels		
			AE RMC	Rég. Bourg.	FNPF
4 500 €			50%	30%	12%

Intitulé	Restauration du bras mort des Prés Cuisiat la Motte		
Masse d'eau	FRDR598 : le Sevron et le Solnan	Cours d'eau :	le Solnan
Commune(s)	La Chapelle-Naude		

Problèmes identifiés :

- site en voie d'atterrissement

Objectifs :

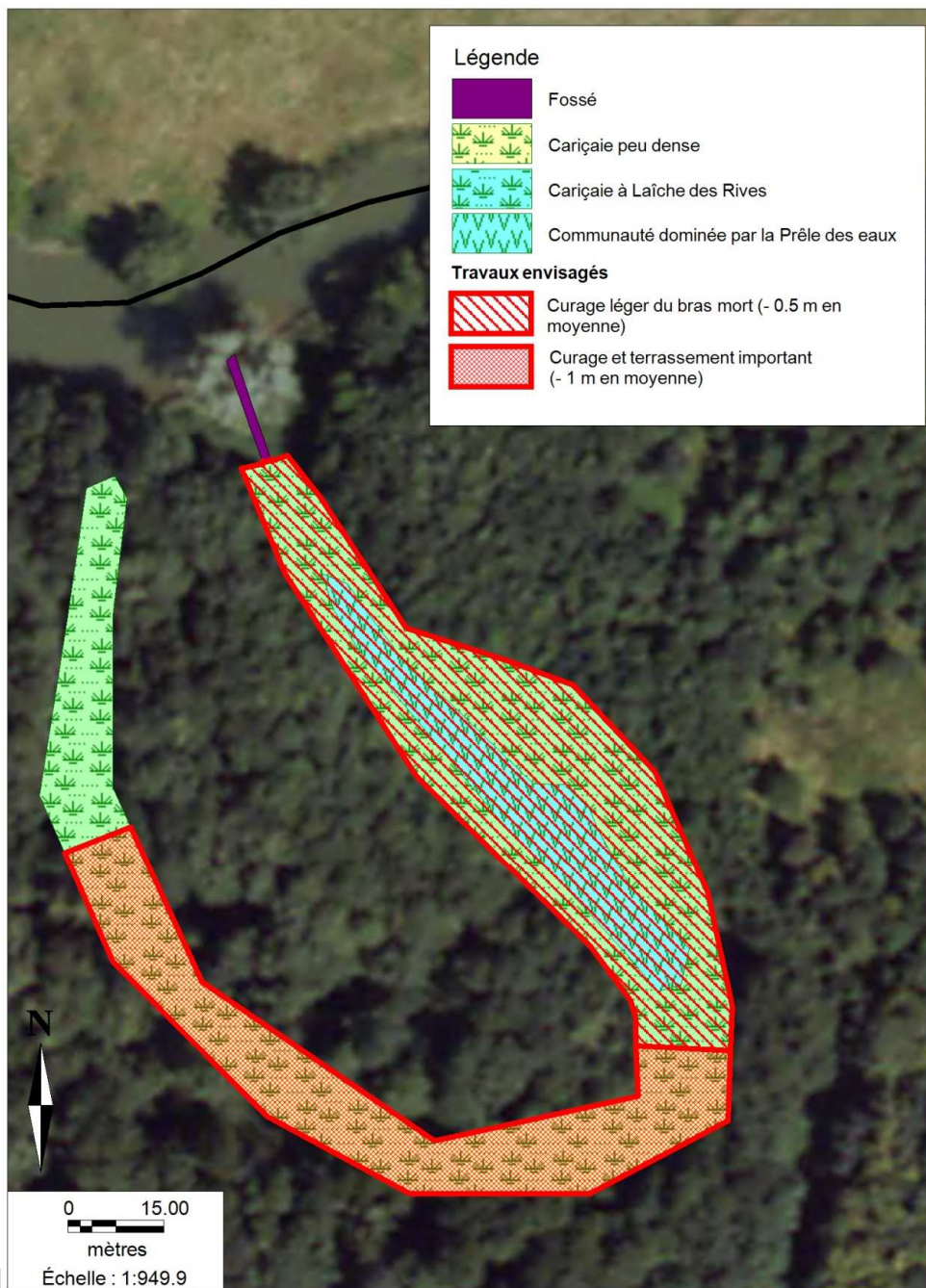
- augmenter la hauteur d'eau au sein de site et donc les habitats aquatiques tout en préservant la cariçaie

Actions envisagées :

- curage léger de la partie aval du bras mort (enlèvement de vases)

- curage et terrassement important de la partie médiane du bras mort

Carte des travaux :



Coûts estimés et financement :

Cout estimé	maitre d'ouvrage potentiel	Date prévisionnelle	Financements potentiels		
			AE RMC	Rég. Bourg.	FNPF
23 500 €			50%	30%	12%

Partie 7 : Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'étudier la population de brochet du Solnan en Saône-et-Loire en vue de proposer un programme d'action à intégrer au Contrat de Rivière Seille. 3 inventaires piscicoles ont ainsi été réalisés : sur les deux stations amont, à Condal (St 1) et Dommartin-les-Cuiseaux (St 2), le peuplement piscicole a été jugé comme étant de qualité médiocre et sur la station aval, à Louhans (St 3), située dans le remous hydraulique d'un barrage, le peuplement piscicole a été jugé comme étant de très mauvaise qualité. Sur ces trois stations, un seul brochet a été capturé, ce qui montre déjà la faiblesse des populations de cette espèce.

Dans le but d'affiner les connaissances sur le brochet, 4 inventaires supplémentaires spécifiques ont été mis en œuvre. La méthodologie consistait en une pêche électrique partielle par point, avec un nombre de point important (environ 150 points/station), et en ne ciblant que les habitats les plus propices aux brochets. Malgré la mise en œuvre de cette méthode sur 4 stations, seulement 3 brochets ont été observés, ce qui montre clairement que les effectifs de cette espèce sont très faibles sur ce cours d'eau.

Pour expliquer ces résultats, l'étude avait aussi pour objectif d'étudier la qualité des habitats du lit mineur du Solnan pour le brochet, cette espèce étant particulièrement exigeante. Ainsi, sur les 4 stations d'inventaire spécifique brochet, différentes mesures ont été effectuées, notamment pour évaluer la quantité d'abris disponibles pour le brochet. Les résultats montrent que les 2 stations situées dans les remous hydrauliques de barrages des moulins sont très peu favorables au brochet, principalement en raison de faibles recouvrement en herbier, abris vital pour les juvéniles. Les 2 stations situées en dehors des retenues de barrages présentaient des recouvrements en herbier certes plus conséquents, mais il n'a pas été possible de démontrer qu'ils étaient suffisants pour accueillir une population de brochet viable.

Un autre facteur limitant est souvent évoqué pour expliquer la faiblesse des populations de brochet : la régression des zones humides annexes dans lesquelles le brochet se reproduit. 28 zones humides situées le long du Solnan ont donc été étudiées : 18 ont été jugées comme ayant un potentiel nul ou très faible pour la reproduction du brochet et 10 comme ayant un potentiel faible à fort. Il a aussi été montré que la répartition des zones humide d'intérêt piscicole était très inégale le long du Solnan : les 10 zones humides les plus intéressantes sont concentrées sur la partie aval du Solnan, en aval de la confluence du Solnan avec la Gizia (à Frontenaud). Sur les 20 premiers kilomètres, entre Condal et Frontenaud, aucune zone humide présentant des potentialités pour la reproduction du brochet n'a été recensée.

Parmi les 10 zones humides les plus intéressantes, 6 ont été étudiées plus précisément dans le but de mieux connaître leur fonctionnement et de proposer des actions de restauration pertinentes si nécessaire. Cette étude comprenait une cartographie des habitats présents au sein des zones humides, des relevés topographiques et un inventaire piscicole. Les relevés réalisés ont notamment permis de vérifier que 2 de ces 6 zones humides avaient été fonctionnelles pour la reproduction du brochet en 2013.

L'étude a donc clairement démontré que, d'une part, il y avait peu de zones humides fonctionnelles pour la reproduction du brochet le long du Solnan et que, d'autre part, les tronçons de lit mineur du Solnan situés dans les zones de remous hydraulique de barrages étaient très peu favorables au brochet. Un programme d'action comprenant 5 fiches action concernant la restauration de zones humides a été proposé à l'issue de cette étude. Le montant prévisionnel de ce programme de travaux a été évalué à 83 000 €.

Partie 8 : Références bibliographiques

- BELLIARD J., DITCHE JM, ROSET N., 2008. Guide pratique de mise en œuvre des opérations de pêche à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons. ONEMA, 23p.
- BELLIARD J., ROSET N., 2006. L'indice poissons rivière (IPR) – Notice de présentation et d'utilisation. Conseil Supérieur de la Pêche, 24p.
- BRUSLE J., QUIGNARD J-P. (2001). Biologie des poissons d'eau douce européens. Coll. aquaculture – pisciculture. Editions TEC & DOC, 625 p.
- CARLE F.L. & STRUB M.R., 1978. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics*, **34** : 621-630.
- CHANCEREL (2003). Le brochet, biologie et gestion. Coll. mise au point. Conseil Supérieur de la Pêche, 199 p.
- CHAUVIN (Coord.) (2011). Norme française NF T90-344 – Qualité de l'eau : détermination de l'indice poissons rivière (IPR). AFNOR, 16p.
- COWX I.G., 1983. Review of the methods for estimating fish population size from survey removal data. *Fish Management*, **14** (2) : 67-78.
- De LURY D.B., 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 18 (4) : 281-307.
- EPTB SAONE & DOUBS, 2011. Second Contrat de Rivière Seille. Etat des lieux, enjeux, objectifs. Etablissement Public territorial de Bassin Saône & Doubs, 93 p.
- FONTAINE R. (2007). Inventaire des zones humides annexes des affluents de la Saône. Présentation de l'étude et des résultats. EPTB Saône & Doubs, Union régionale des fédérations départementales pour la pêche et la protection du milieu aquatique Bourgogne – Franche-Comté, Fédération du Rhône pour la pêche et la protection du milieu aquatique, Fédération de l'Ain pour la pêche et la protection du milieu aquatique, 103 p.
- GERDEAUX D., 1987. Note technique – Revue des méthodes d'estimation de l'effectif d'une population par pêches successives avec retrait. Programme d'estimation d'effectif par la méthode de Carle et Strub. *BFPP*, 304 : 13-21.
- KEITH Ph., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J. (2011). Les Poissons d'eau douce de France. Biotope Editions, Publications scientifiques du Muséum, 552 p.
- LOUVEL J., GAUDILLAT V., PONCET L., 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- MARTINET (Coord.) (2003). Norme européenne NF EN 14011 – Qualité de l'eau : échantillonnage des poissons à l'électricité. AFNOR, 13p.
- RIOURY (Coord.) (2008). Normalisation française XPT90-383 – Qualité de l'eau : échantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau. AFNOR, 14p.
- UICN FRANCE, MNHN, SFI & ONEMA (2010). La liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France, 12p.
- VERNEAUX J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. Mémoire, 258p.

Partie 9 : Annexes

Annexe n°1 : Composition des peuplements piscicoles théoriques selon la biotypologie de Verneaux

Annexe n°2 : Limites des classes d'abondance piscicoles définies pour chaque espèce (CSP DR5)

Annexe n°1 : Composition des peuplements piscicoles théoriques selon la biotypologie de Verneaux

Code espèce	Nom vernaculaire	Genre	espèce	Niveaux typologiques																			
				1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9			
SDF	Saumon de fontaine	Salvelinus	fontinalis	2	3	5	3	2	1	1													
CHA	Chabot	Cottus	gobio	2	3	4	5	5	4	3	3	2	2	1	1	1							
TRF	Truite fario	Salmo	trutta	1	2	3	3	4	5	5	4	3	4	2	1	1	1	1					
LPP	Lamprie de Planer	Lampetra	planeri		0,1	1	2	3	3	4	4	5	5	4	3	2	1						
VAI	Vairon	Phoxinus	phoxinus			0,1	1	3	4	5	4	3	3	2	1	1	1	1					
BAM	Barbeau méridional	Barbus	meridionalis				0,1	1	1	3	5	5	4	3	1	1							
LOF	Loche franche	Barbatula	barbatula				1	2	3	4	5	5	4	3	3	2	1	1	1				
OBR	Ombre commun	Thymallus	thymallus				0,1	1	2	3	4	5	5	4	3	2	1	1					
EPI	Epinoche	Gasterosteus	aculeatus					0,1	1	3	4	5	5	4	3	3	2	2	1	1			
BLN	Blageon	Leuciscus	soufia						0,1	1	2	3	4	5	3	1	1	1					
CHE	Chevaine	Leuciscus	cephalus						0,1	1	3	3	3	4	4	5	3	3	2	1			
GOU	Goujon	Gobio	gobio						0,1	1	2	3	3	4	5	5	3	3	2	1			
APR	Apron	Zingel	asper							0,1	1	3	4	5	4	3	1	1					
BLE	Blennie fluviatile	Salaria	fluviatilis							0,1	1	3	4	5	4	2	1	1					
HOT	Hotu	Chondrostoma	nasus								0,1	1	3	5	4	3	2	1	1				
TOX	Toxostome	Chondrostoma	toxostoma								0,1	1	3	5	4	3	2	1	1				
BAF	Barbeau fluviatile	Barbus	barbus								0,1	1	2	3	4	5	5	3	2	1			
LOT	Lote	Lota	lota								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1				
SPI	Spirin	Alburnoides	bipunctatus								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	1			
VAN	Vandoise	Leuciscus	leuciscus								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	1			
EPT	Epinochette	Pungitius	pungitius									0,1	1	2	3	5	5	4	3	3			
BOU	Bouvière	Rhodeus	sericeus										0,1	1	4	3	5	5	4	4			
BRO	Brochet	Esox	lucius											0,1	1	2	3	5	5	4	3		
PER	Perche fluviatile	Perca	fluviatilis												0,1	1	2	3	5	5	4	3	
GAR	Gardon	Rutilus	rutilus												0,1	1	2	3	4	5	4	3	
TAN	Tanche	Tinca	tinca												0,1	1	2	3	4	4	5	5	
ABL	Ablette	Alburnus	alburnus													0,1	0,1	3	4	5	4	4	
CAS	Carassin	Carassius	carassius													0,1	1	2	3	5	5	4	
PSR	Pseudorasbora	Pseudorasbora	parva													0,1	1	3	4	5	5	4	
CCO	Carpe	Cyprinus	carpio														0,1	1	3	5	4	3	
SAN	Sandre	Stizostedion	lucioperca														0,1	1	3	5	4	4	
BRB	Brème bordelière	Blicca	bjoerkna														0,1	1	3	4	4	5	
BRÉ	Brème	Abramis	brama															0,1	1	3	4	4	5
GRE	Grémille	Gymnocephalus	cernua															0,1	3	5	4	3	
PES	Perche soleil	Lepomis	gibbosus															0,1	3	4	5	5	
ROT	Rotengle	Scardinius	erythrophthalmus															0,1	2	3	4	5	
BBG	Black bass	Micropterus	salmoides															0,1	1	3	5	5	
PCH	Poisson chat	Ictalurus	nebulosus																0,1	3	5	5	
SIL	Silure	Silurus	glanis																0,1	3	5	5	
ANG	Anguille	Anguilla	anguilla								0,1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5		

Annexe n°2 : Limites des classes d'abondance piscicole définies pour chaque espèce (CSP DR5)

Classes numériques : ind./ha						Classes pondérales : kg/ha						
Code	0,1	1	2	3	4	5	Code	1	2	3	4	5
	<	<	<	<	<	<=>		<	<	<	<	<=>
CHA	80	750	1500	3000	6000		CHA	5,00	10,00	20,00	40,00	
CHE	50	280	550	1100	2200		CHE	19,00	38,00	76,00	152,00	
GOU	60	580	1150	2300	4600		GOU	5,00	10,00	20,00	40,00	
LOF	200	2000	4000	8000	16000		LOF	8,00	16,00	32,00	64,00	
LPP	20	100	200	400	800		LPP	0,13	0,25	0,50	1,00	
OBR	20	60	130	250	500		OBR	8,25	16,50	33,00	66,00	
TRF	50	500	1000	2000	4000		TRF	25,50	51,00	102,00	204,00	
VAI	150	1750	3500	7000	14000		VAI	4,50	9,00	18,00	36,00	
ANG	5	10	30	50	100		ANG	5,00	10,00	20,00	40,00	
VAN	50	280	550	1100	2200		VAN	10,00	20,00	40,00	80,00	
HOT	100	960	1930	3850	7700		HOT	25,00	50,00	100,00	200,00	
BAF	30	130	250	500	1000		BAF	17,50	35,00	70,00	140,00	
SPI	20	60	130	250	500		SPI	0,30	0,60	1,20	2,40	
BOU	30	180	350	700	1400		BOU	0,40	0,80	1,60	3,20	
BRO	5	20	50	90	180		BRO	7,50	15,00	30,00	60,00	
PER	10	30	60	120	240		PER	0,50	1,00	2,00	4,00	
GAR	150	1700	3400	6800	13600		GAR	27,50	55,00	110,00	220,00	
TAN	5	30	50	100	200		TAN	3,75	7,50	15,00	30,00	
ABL	250	5000	10000	20000	40000		ABL	15,75	31,50	63,00	126,00	
CAS	5	20	40	80	160		CAS	2,50	5,00	10,00	20,00	
PSR	50	250	500	1000	2000		PSR	0,03	0,06	0,12	0,24	
CCO	5	20	50	90	180		CCO	6,25	12,50	25,00	50,00	
SAN	5	20	50	90	180		SAN	3,75	7,50	15,00	30,00	
BRB	50	300	600	1200	2400		BRB	2,75	5,50	11,00	22,00	
BRE	10	50	90	180	360		BRE	4,50	9,00	18,00	36,00	
GRE	60	630	1250	2500	5000		GRE	3,25	6,50	13,00	26,00	
PES	10	30	60	120	240		PES	0,25	0,50	1,00	2,00	
ROT	10	40	80	150	300		ROT	0,50	1,00	2,00	4,00	
BBG	5	20	40	80	160		BBG	1,25	2,50	5,00	10,00	
PCH	10	40	80	150	300		PCH	1,00	2,00	4,00	8,00	
SIL							SIL					