

---

# Rapport de stage

5<sup>ème</sup> année

Suivi des actions de restauration des  
milieux aquatiques dans le cadre du  
Contrat Territorial Milieux Aquatiques  
des Basses Vallées Angevines

---

Conseil Départemental de Maine-et-Loire  
48B Boulevard du Maréchal Foch  
49000 Angers



Tuteur structure :  
Maëva FORTIN  
Technicienne de rivière

Mathilde FUENTES  
IMA  
2017-2018

Tuteur académique :  
Francesca DI PIETRO



# Résumé

Les Basses Vallées Angevines constituent une vaste plaine alluviale inondable située à la confluence de la Sarthe, la Mayenne, le Loir et la Maine. Son réseau hydrographique y est dense et composé de nombreuses boires, terme utilisé dans le bassin de la Loire pour désigner les annexes hydrauliques.

Lancé en 2014, le Contrat Territorial Milieux Aquatiques des Basses Vallées Angevines (CTMA BVA) vise à améliorer l'état des milieux aquatiques du bassin de la Maine afin de répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau. Il propose notamment un programme de restauration sur les annexes hydrauliques des cours d'eau, milieux menacés par le processus naturel de comblement.

L'objectif de ce stage a donc été de réaliser l'état initial de 8 boires avant les travaux de restauration, prévus dès l'automne 2018. Cet état des lieux, établi à partir d'un protocole commun à tous les sites concernés par le CTMA, a permis de dresser une base de données physique et biologique de ces milieux. Trois ans après la fin des travaux, un suivi identique permettra d'évaluer l'impact des aménagements réalisés.

Globalement, l'ensemble des sites étudiés a révélé une biodiversité intéressante, tant par la faune, que la flore qu'ils abritent. Toutefois, certains milieux ont présenté des signes de dégradation, notamment liés à la qualité de l'eau.

Les résultats des suivis effectués ont permis de démontrer le bien-fondé des travaux prévus par le CTMA et de proposer des pistes complémentaires d'actions pour améliorer l'état général des masses d'eau.

# Remerciements

A l'issue de ce stage, je tiens à remercier l'ensemble des personnes du service Rivières et Domaine Public Fluvial du Département qui m'ont accueilli pour réaliser cette étude. Merci à Jean-Michel Lutzler de m'avoir permis de réaliser ce stage.

Merci à l'équipe d'Angers Loire Métropole, Bertrand Degrieck, Jean Rousselot et Sylvain Chollet qui se sont rendus disponibles pour m'accompagner sur le terrain, me présenter leurs sites et réaliser des prospections amphibiens de nuit.

Merci aux membres de la Fédération de Pêche pour le prêt de matériel et la réalisation de la pêche électrique.

Merci également à l'équipe du SATEA pour le prêt du courantomètre et de la sonde pour les mesures de terrain.

Merci à Guillaume Thomassin, membre du Conservatoire Botanique National, que j'ai pu accompagner une journée sur le terrain et dont j'ai reçu de précieux conseils en botanique. Merci surtout pour son aide par rapport au logiciel JUICE qui m'a « sauvé » après de longues heures passées à chercher la solution !

Merci à l'ensemble des personnes du service Environnement pour leur gentillesse, Willy pour ses conseils et son aide sur le terrain pendant la prospection d'amphibiens, Jonathan pour son aide dans la détermination des espèces rencontrées et la réalisation des inventaires phytosociologiques sur le terrain, jusque dans leur analyse et l'utilisation du logiciel JUICE. Cela m'a beaucoup aidé !

Enfin, je tiens à remercier tout particulièrement Maëva Fortin, ma maître de stage, pour son aide et son soutien tout au long du stage ; de l'accompagnement sur le terrain jusqu'à la réalisation du rapport. Merci pour tout !

*Merci de m'avoir fait découvrir les Basses Vallées Angevines et la richesse de leurs milieux naturels !*

# Table des matières

Résumé .....	
Remerciements .....	
Table des matières .....	
Table des figures.....	
Table des tableaux.....	
Introduction.....	1
I- Contexte du stage.....	3
II- Matériel et Méthode .....	5
II.1- Présentation des sites d'étude.....	5
II.2- Protocole de suivi des sites .....	7
II.3- Propositions d'amélioration du protocole initial .....	8
III- Résultats de l'étude .....	9
III.2- Résultats obtenus sur les boires type « Zone humide » .....	10
III.2.1- Mesures hydrologiques.....	10
III.2.2- Inventaires biologiques .....	12
III.2.3- Discussion.....	16
III.3- Résultats concernant la boire courante (boire du Curé).....	20
III.3.1- Données hydrologiques.....	20
III.3.2- Données biologiques .....	23
III.3.3- Discussion.....	28
III.3.4- Propositions de travaux .....	29
Conclusion .....	30
Bibliographie.....	31
Annexes .....	33

# Table des figures

Figure 1 : Carte des classes de qualité des cours d'eau du bassin de la Maine .....	3
Figure 2 : Acteurs impliqués dans le CTMA.....	4
Figure 3 : Acteurs intervenant dans le financement des actions du CTMA .....	4
Figure 4 : Carte générale de localisation des sites d'étude.....	5
Figure 6 : Photo de l'annexe de l'Isle Briand (M. Fuentes, Juillet 2018).....	5
Figure 5 : Photo de la boire du Curé (M. Fuentes, Juillet 2018) .....	5
Figure 7 : Comparaison de la pluviométrie de mars à juillet 2018 par rapport aux normales saisonnières. Données issues de infoclimat.fr .....	9
Figure 8 : Etat des eaux sur la boire de la Papillaie fin juin M. Fuentes (27/06/18) .....	10
Figure 9 : Photo de <i>Rana dalmatina</i> (J-C Massary) .....	12
Figure 10 : Nombre d'espèces floristiques inventoriées par famille.....	13
Figure 11 : Résultats de l'Analyse Détendancée des Correspondances à l'aide du logiciel JUICE .....	14
Figure 12 : 1 <sup>e</sup> photo ; <i>Innula Britannica</i> sur la boire Tourte (M. Fuentes). 2 <sup>e</sup> photo ; <i>Gratiola officinalis</i> sur la boire Tourte (M. Fuentes) et 3 <sup>e</sup> photo ; <i>Pulicaria vulgaris</i> (F. Melantois).....	16
Figure 13 : Linéaire du marais du Petit St Jean envahi par la jussie (M. Fuentes, Juillet 2018) .....	17
Figure 14 : Cartographie des faciès d'écoulement sur la boire du Curé .....	20
Figure 15 : Part des différents faciès d'écoulement au sein de la boire du Curé.....	21
Figure 16 : Débits mesurés sur la boire pendant la période d'étude.....	21
Figure 17 : Débits moyens mensuels de la Sarthe en 2018 et sur les 10 dernières années. Données issues de la banque hydro .....	22
Figure 18 : Evolution de la température et de l'oxygène dissous pendant la période d'étude .....	22
Figure 19 : Photo de l'ancien lit de la boire visible lors de l'inondation des prairies en avril. M. Fuentes .....	28
Figure 20 : Seuils de puissance spécifique Source : ONEMA d'après Brookes, 1988 in Wasson .....	28
Figure 21 : Schéma d'implantation des risbermes (L=Largeur à plein bord) Source : BIOTEC.....	29

# Table des tableaux

Tableau 1 : Types de milieu et tailles des sites d'étude .....	6
Tableau 2 : Travaux prévus sur les sites dans le cadre du CTMA .....	6
Tableau 3 : Paramètres étudiés dans le suivi des boires d'étude .....	7
Tableau 4 : Comparaison des débits moyens mensuels de la Mayenne, de la Sarthe, du Loir et de la Maine cette année et durant les 10 dernières années. Données issues de la banque hydro : hydro.eau-France.fr .....	9
Tableau 5 : Concentrations en oxygène dissous mesurées sur différents points de la boire de Rézerieux. ....	11
Tableau 6 : Densités d'espèces floristiques retrouvées sur chaque site .....	13
Tableau 7 : Protection réglementaire des 3 espèces protégées et sites associés à leur présence. Source : Conservatoire botanique de Brest .....	16
Tableau 8: Travaux conformes avec les résultats obtenus sur le terrain (en noir) et autres travaux proposés (en rouge) .....	18
Tableau 9 : Classes de qualité DCE concernant la température et l'oxygène dissous. Données issues de l'arrêté du 27 juillet 2015 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, concernant les cours d'eau cyprinicoles. .	23
Tableau 10 : Tableau de synthèse de l'IBMR réalisé sur la boire du Curé .....	23
Tableau 11 : Indices calculés à partir de la pêche électrique .....	24
Tableau 12 : Espèces retrouvés lors des pêches électriques de 2010 et 2018 sur la boire du Curé. Les espèces exotiques envahissantes sont indiquées en rouge .....	25
Tableau 13 : Tableau de synthèse de l'IBG-DCE réalisé sur la boire du Curé .....	26
Tableau 14 : Caractéristiques des échantillons prélevés sur les différents substrats .....	26
Tableau 15 : Classes de qualité DCE associées aux indicateurs biologiques. Données du tableau issues de l'arrêté du 27 juillet 2015 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface .....	27

# Introduction

Situées au cœur de l'Anjou, pas moins de 9 200 hectares de zones humides, prairies alluviales, réseaux hydrauliques composent les emblématiques Basses Vallées Angevines (BVA). Constituant l'une des régions naturelles humides les plus riches en Europe, elles sont reconnues à l'échelle internationale à travers leur appartenance au réseau Natura 2 000 et la labellisation RAMSAR. Cette zone naît de la confluence des rivières du bassin de la Maine : la Sarthe, la Mayenne et le Loir et forme une vaste plaine alluviale inondable majoritairement constituée de prairies naturelles. Cet espace croise ainsi une multitude d'usages et d'enjeux, parmi lesquels la prévention des inondations, la qualité de l'eau mais également le maintien de la biodiversité y sont prioritaires. Les BVA sont un trésor de biodiversité abritant de nombreuses espèces animales (zones de halte migratoire importante pour les oiseaux, dont le célèbre Râle des Genêts - *Crex Crex* - zones de frai pour les poissons) et végétales (250 espèces prairiales parmi lesquelles une trentaine présentent un intérêt patrimonial, dont la Fritillaire Pintade - *Fritillaria Meleagris* -) (LPO, 2016).

Le réseau hydrographique des basses vallées angevines est relativement dense et présente de nombreuses annexes hydrauliques ; fossés, mares ou encore boires. Ce dernier terme est utilisé pour désigner d'anciens bras de rivière en voie de comblement ou encore des creusements artificiels liés à l'extraction de matériaux dans la plaine alluviale (ADASEA, 2004). Ces annexes présentent un intérêt écologique important, tant dans le fonctionnement des cours d'eau (régulation du régime hydraulique, amélioration de la qualité de l'eau) qu'en terme de biodiversité par les nombreuses espèces qu'elles abritent. Toutefois ces espaces sont menacés par la fermeture des milieux : assèchement, ensablement ou encore colonisation par la végétation, les embâcles et développement d'espèces exotiques envahissantes. En effet, ils sont peu à peu déconnectés des cours d'eau et ne se retrouvent inondés que lors des débits les plus élevés. Afin de redonner à ces milieux leur fonctionnalité écologique, le Département a décidé de mettre en place des actions de restauration des milieux annexes aux cours d'eau dans le cadre d'un Contrat Territorial Milieux Aquatiques des Basses Vallées Angevines (CTMA BVA).

Ce contrat a été adopté en 2014 afin de rétablir le bon état écologique des cours d'eau fixé par la Directive Cadre sur l'Eau. Il couvre la période 2014-2018 et a été initié par une consultation préalable des acteurs du territoire ainsi qu'un diagnostic des milieux aquatiques, qui ont permis de définir un programme de restauration et d'actions concertées (Département de Maine-et-Loire, 2016). Il propose ainsi un programme de restauration pour différents sites sur la Sarthe, le Loir, la Mayenne ou encore la Maine.

Les travaux envisagés font l'objet d'un suivi avant/après travaux. Ce suivi permet tout d'abord d'apporter une base de données concernant les territoires étudiés, mais également de pouvoir suivre l'évolution des milieux et évaluer les actions menées pour leur restauration. Cela permettra d'avoir un retour d'expériences sur les actions réalisées et ainsi informer le grand public du bien fondé des actions mises en œuvre.

Les suivis des boires à restaurer ont été réalisés à travers un certain nombre d'indicateurs qui variaient selon la nature des boires. 3 grands groupes d'indicateurs ont ainsi été établis par le Comité Technique du CTMA (composé des signataires du contrat, des financeurs et de membres de l'administration) afin d'être utilisés pour chaque site soumis à des travaux :

- Les indicateurs « Milieu courant » : concernent les boires à dominante lotique qui présentent des enjeux piscicoles.



- Les indicateurs « Zone humide » : concernent les boires à dominante lentique voire stagnante (bras morts, marais, frayères par exemple). Ces espaces présentent notamment des intérêts pour des espèces telles que les odonates ou les amphibiens.
- Les indicateurs « Fonctionnalité hydraulique » : concernent les boires présentant des enjeux relatifs à la continuité écologique (libre circulation de l'eau, des sédiments et des espèces)

Ce stage a pour objectif de réaliser le suivi de 8 boires connectées latéralement avec la Mayenne, la Sarthe, le Loir ou la Maine. Ces boires feront l'objet de travaux à partir de l'automne 2018, il est donc nécessaire de dresser un état initial physique et biologique sur chacun des sites. Les suivis réalisés serviront d'outils de comparaison après les travaux pour évaluer les actions réalisées et leurs impacts sur le milieu. En outre, ces suivis permettront au Département de faire ressortir les enjeux et les points de vigilance sur les différentes boires étudiées et ainsi apporter des préconisations vis-à-vis des travaux envisagés.

# I- Contexte du stage

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau fixait la reconquête du bon état écologique des masses d'eau pour l'année 2015. Pour les milieux n'ayant pu atteindre le bon état à cette date, une dérogation a été établie, fixant une nouvelle échéance à 2021 (voire 2027 selon les territoires) (AELB, 2018).

En 2016, la majorité des masses d'eau du bassin « Mayenne-Sarthe-Loir » présentait un état moyen (47% concernées par un état moyen contre 23% concernées par un bon état). Les cours d'eau en bon état se situaient majoritairement dans la partie nord du bassin, les pressions étant plus fortes dans les secteurs aval (bassin de la Maine) que sur les têtes de bassin (Figure 1). Le déclassement des masses d'eau était principalement lié aux indices biologiques et notamment à la faune piscicole (AELB, 2018).

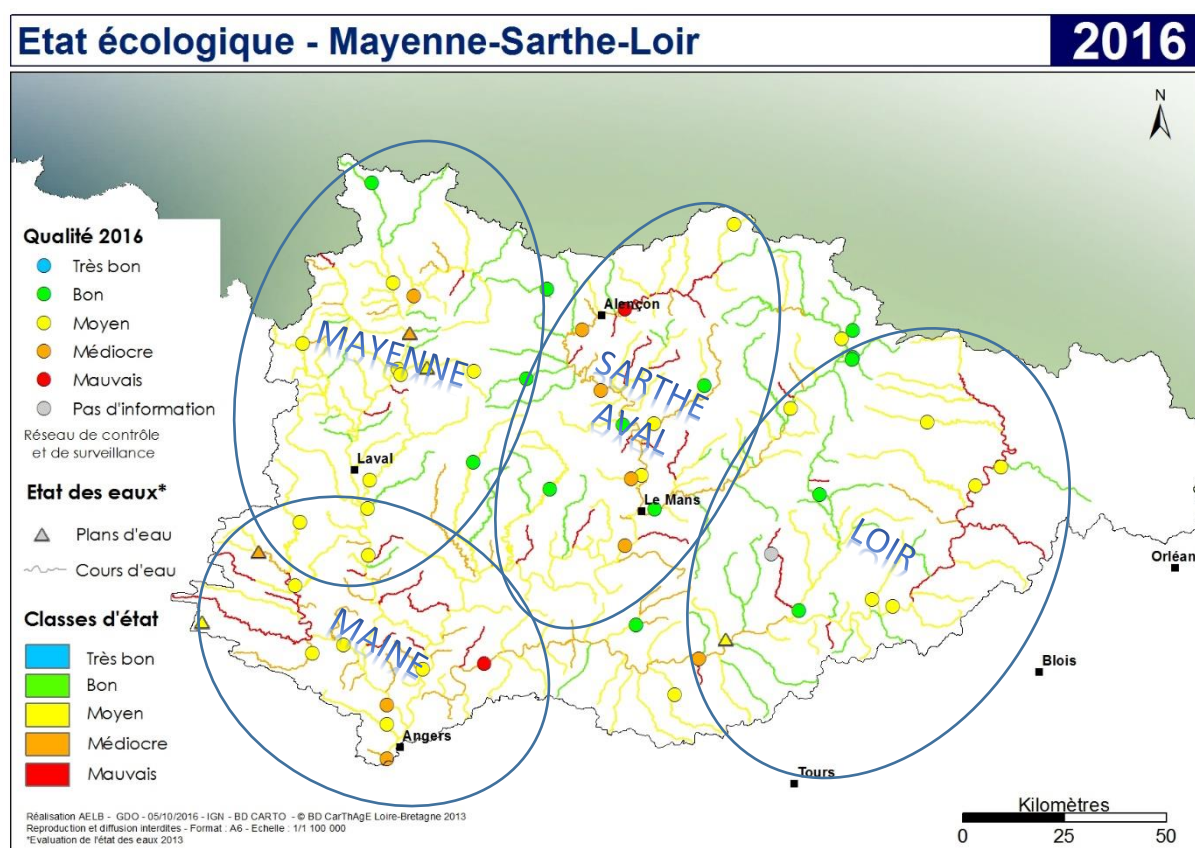


Figure 1 : Carte des classes de qualité des cours d'eau du bassin de la Maine

Pour améliorer l'état général des eaux, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 du bassin Loire Bretagne décline un programme de mesures qui met notamment l'accent sur l'amélioration de l'hydromorphologie, la restauration de la continuité écologique (libre circulation des espèces et des sédiments, connexion non-interrompue avec les milieux annexes : bras morts, zones d'expansion de crues,...) et enfin les actions agricoles permettant la limitation des transferts de polluants vers les cours d'eau. (AELB, 2016).

Dans ce cadre-là, un Contrat Territorial Milieux aquatiques des Basses Vallées Angevines (CTMA BVA) a été mis en place sur le territoire en 2014. Cet outil contractuel, créé par l'Agence de l'Eau et établi pour une durée de 5 ans, tend à remplacer les Contrats de Restauration et d'Entretien (CRE) et vise à proposer un programme de restauration pour améliorer l'état des masses d'eau et le fonctionnement

des cours d'eau. Ainsi, les maîtres d'ouvrage concernés ont proposé plusieurs actions visant à protéger et reconquérir la qualité des eaux superficielles et des milieux aquatiques du bassin de la Maine.

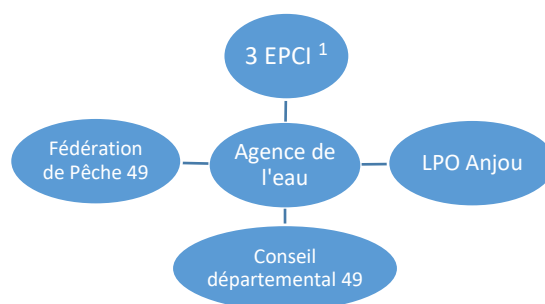


Figure 2 : Acteurs impliqués dans le CTMA

Le CTMA des Basses Vallées Angevines a été signé entre l'Agence de l'eau et 6 maîtres d'ouvrage principaux (Figure 2) : 3 EPCI<sup>1</sup> dont la Communauté d'Agglomération Angers Loire Métropole, animateur CTMA pour le compte des 3 intercommunalités, la Ligue de Protection des Oiseaux d'Anjou, en tant que co-animateur du réseau Natura 2000 et gestionnaire /propriétaire de certains sites, le Département de Maine-et-Loire en tant que propriétaire du Domaine Public Fluvial (DPF) et enfin la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Maine-et-Loire.

Les missions du Service Rivières et Domaine Public Fluvial du Département sont de l'ordre de 2 champs principaux d'intervention. Le premier contribue à gérer et entretenir l'ensemble des cours d'eau du DPF ainsi que leurs ouvrages (Mayenne, Oudon jusqu'à Segré, Sarthe, Loir et Maine). Le deuxième est d'assurer une politique de restauration des milieux aquatiques dans le but d'améliorer l'état général des masses d'eau, notamment à travers le CTMA BVA et la restauration de la continuité écologique sur les différents barrages des cours d'eau principaux (aménagements piscicoles en lien avec l'usage navigation).

Chacun des maîtres d'ouvrage du CTMA intervient dans un champ d'action particulier. Ainsi le Département prend en charge les cours d'eau domaniaux et les principales boires du DPF (principalement des boires de contournement d'ouvrages) tandis que les intercommunalités interviennent sur les masses d'eau situées dans leur territoire de compétences. La Fédération de Pêche, elle, pourra intervenir sur les sites présentant un potentiel piscicole intéressant et la LPO sur la restauration de sites ou de zones humides spécifiques.

Les travaux entrepris par les maîtres d'ouvrage sont majoritairement financés par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et, dans une moindre mesure, par la région Pays de La Loire et les différents maîtres d'ouvrage (Figure 3). (Angers Loire Métropole, 2017)

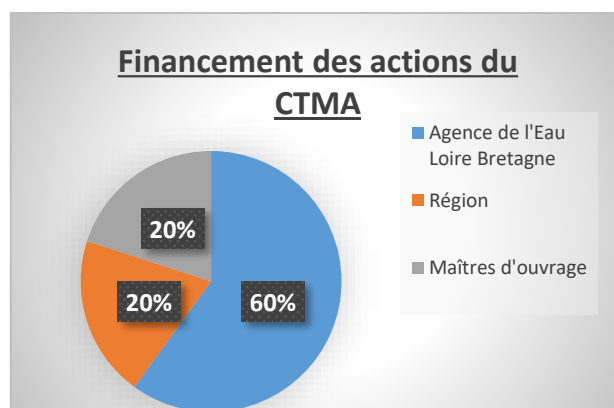


Figure 3 : Acteurs intervenant dans le financement des actions du CTMA

<sup>1</sup> Communauté d'Agglomération Angers Loire Métropole, Communauté de Communes Anjou Loir et Sarthe, Communauté de Communes des Vallées du Haut Anjou

## II- Matériel et Méthode

### II.1- Présentation des sites d'étude

Les 8 sites étudiés lors de ce stage se trouvent sur le bassin versant de la Maine et plus spécifiquement sur les sous-bassins du Loir, de la Mayenne, ainsi que de la Sarthe (Figure 4), dans le département de Maine-et-Loire.

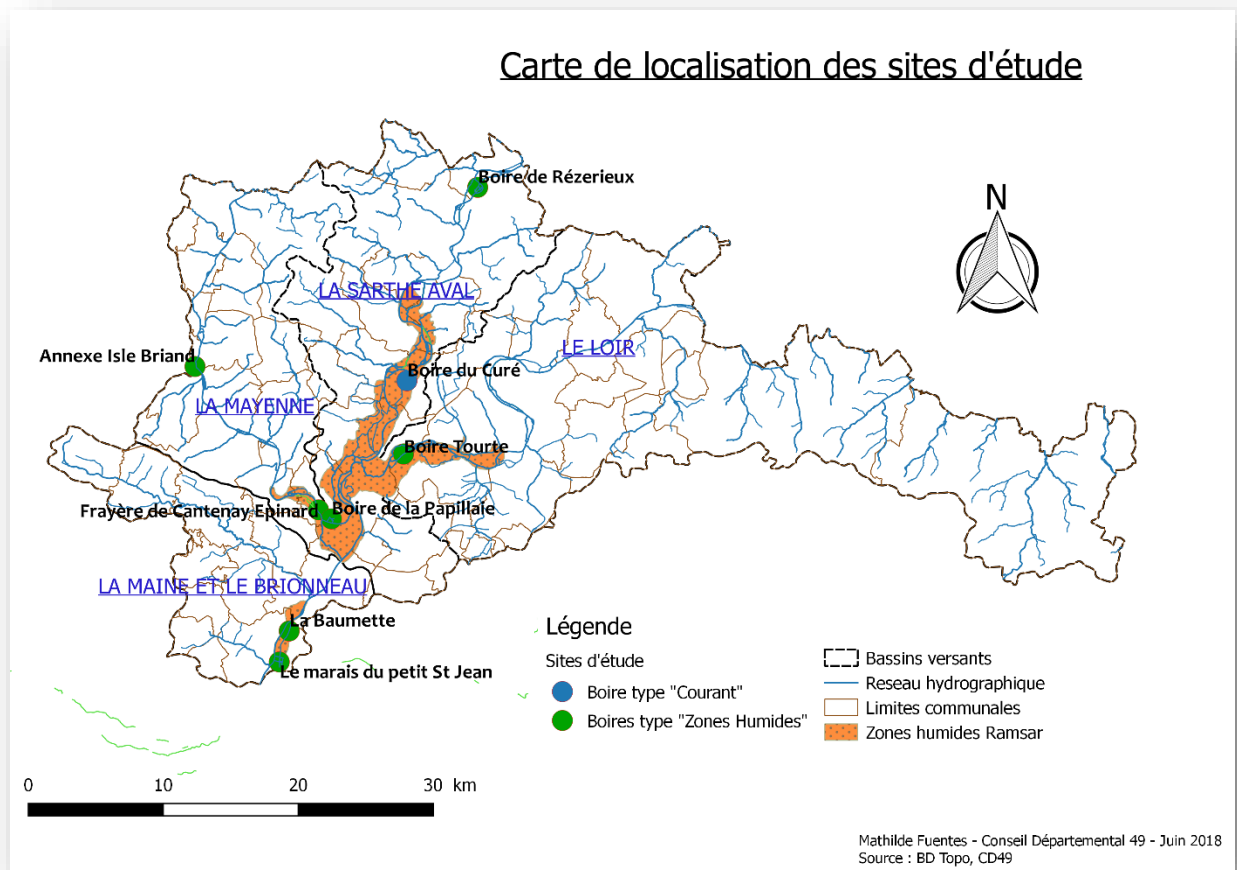


Figure 4 : Carte générale de localisation des sites d'étude

Ces 8 sites sont des boires aux faciès différents classées en 2 catégories : les sites « courant », boires de cours d'eau dans lesquelles circulent un débit relativement important et en eau toute l'année (exemple de la boire du Curé en Figure 5) et les sites « zones humides », milieux peu courants voire stagnants telles que les bras morts ou les marais (exemple du site de l'Isle Briand en Figure 6). Le

Tableau 1 synthétise le type de milieu et la taille des sites d'étude.



Figure 5 : Photo de la boire du Curé (M. Fuentes, Juillet 2018)



Figure 6 : Photo de l'annexe de l'Isle Briand (M. Fuentes, Juillet 2018)

Sites	Cours d'eau associé	Type de milieu	Surface ou longueur
La Baumette	Maine	Zone humide	3 km
Le marais du Petit St Jean	Maine	Zone humide	1,5 km
Annexe de l'Isle Briand	Mayenne	Zone humide	3000 m <sup>2</sup>
Boire de la Papillaie	Mayenne	Zone humide	1 km
Frayère de Cantenay-Epinard	Mayenne	Zone humide	100m
Boire Tourte	Loir	Zone humide	2,5 km
Boire de Rézerieux	Sarthe	Zone humide (1 boire principale + 2 annexes)	1 km
Boire du Curé	Sarthe	Courant	4,1 km

Tableau 1 : Types de milieu et tailles des sites d'étude

Seulement 2 sites sont connectés par l'amont et l'aval au cours d'eau : les sites de la boire du Curé et la boire de Rézerieux. Les 6 autres sites sont connectés uniquement par l'aval. En effet, la fermeture des annexes hydrauliques est un processus naturel et inévitable puisque les différents dépôts alluviaux et amoncellements d'embâcles finissent par induire un comblement de la connexion au fil des années. La déconnexion des annexes hydrauliques est généralement initiée à l'amont, car le dépôt alluvial y est plus important (Malavoi, 2007).

La déconnexion des cours d'eau avec leurs annexes hydrauliques peut causer plusieurs déséquilibres tels que :

- une baisse de diversité des milieux naturels du lit majeur causée par des submersions moins fréquentes,
- un appauvrissement des communautés biologiques associées,
- des impacts sur les espèces dont une partie du cycle de vie est liée à la présence de ces annexes (exemple des zones de frai pour les poissons). (Malavoi, 2007).

Les travaux prévus par les maitres d'ouvrage du CTMA visent donc essentiellement à restaurer les écoulements dans les annexes hydrauliques, que ce soit par terrassement de la connexion, entretien de la végétation, enlèvement des embâcles ou remplacements d'ouvrages sous-dimensionnés ou non-adaptés (buses, abreuvoirs,...) (Tableau 2). A noter que certains travaux ne sont pas encore définis (exemple de la Baumette et du marais du Petit St Jean).

Les suivis réalisés permettront d'avoir une meilleure compréhension des milieux et d'en déceler les dysfonctionnements possibles, afin d'identifier les travaux qui amélioreront la qualité de ces milieux.

Travaux prévus	Boire de Rézerieux	Boire Tourte	Boire de la Baumette	Marais du petit St Jean	Boire de la Papillaie	Frayère de Cantenay-Epinard	Annexe de l'Isle Briand	Boire du Curé
Terrassement de la connexion avec le cours d'eau	X					X	X	
Entretien de la végétation		X			X	X	X	
Suppression ouvrage de régulation (ou a minima compromis de gestion)					X			
Gestion des atterrissements dans les boires		X						
Abreuvoirs/buses à aménager ou remplacer		X						X
Diversification des habitats								X
Etudes topographiques	X							

Tableau 2 : Travaux prévus sur les sites dans le cadre du CTMA

*Remarque : 2 annexes hydrauliques présentent des ouvrages de régulation du niveau d'eau en aval (la Baumette et la boire de la Papillaie). Le premier ouvrage est géré par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique 49 et permet de prolonger l'inondation de l'annexe jusqu'en mai pour les espèces piscicoles. Le deuxième ouvrage (Papillaie) a été initialement construit comme une protection contre les crues pour les agriculteurs mais n'est plus manœuvré depuis plusieurs années et laisse circuler un écoulement très faible.*

## II.2- Protocole de suivi des sites

Le protocole de suivi des sites a été établi par 2 stagiaires de Master 2 en 2017 (Yao & Loger, 2017) et était pratiqué par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique 49 depuis quelques années pour suivre des sites de restauration. Ce protocole a été validé par le Comité Technique du CTMA afin d'être appliqué de manière identique pour le suivi de chacun des sites inclus dans le CTMA avant et 3 ans après les travaux.

Le protocole présente quelques différences pour les 2 types de milieu (zone humide et courant) notamment en terme de suivis biologiques. En effet, ces 2 types de milieu sont soumis à des enjeux différents et n'abritent pas les mêmes espèces. Les milieux plutôt stagnants sont intéressants pour le groupe des amphibiens, des odonates mais également par la diversité floristique qui s'y installe, tandis que les milieux plus courants peuvent être évalués par leurs peuplements piscicoles ou macrobenthiques.

Les différents paramètres mesurés sur les sites sont indiqués dans le Tableau 3 mais le protocole complet détaillant les suivis se trouve en Annexe 1 (Yao & Loger, 2017).

Les points de suivis sur les différents sites ont été choisis pour leur accessibilité et leur représentativité du site. Pour les sites de taille importante, plusieurs points de mesures ont été effectués (notamment pour les mesures hydrologiques : carte en Annexe 2). A noter que les indicateurs biologiques ont été réalisés sur le terrain par le bureau d'étude Aquascop (IBMR, IBG-DCE) et la Fédération de pêche 49 (IPR).

Suite à la réalisation des suivis, chaque site a fait l'objet d'une 'fiche site' avec ses différentes caractéristiques et a été remis aux maîtres d'ouvrage (exemple en Annexe 3).

Boires type « zone humide » (7 sites)	Boires courantes (1 site)
<b>Paramètres hydrologiques :</b> Suivi hauteur d'eau (+ Débit pour boire courante) Température Oxygène <i>Fréquence de mesures : toutes les 2 semaines</i>	
<b>Paramètres biologiques</b> ❖ Flore <i>Fréquence de suivi : 2 passages (Mai-Juin/Juillet-Août)</i> ❖ Amphibiens <i>Fréquence de suivi : 1 passage de nuit et 1 passage de jour (Avril-Mai/Juin)</i> ❖ Odonates : <i>Fréquence de suivi : 3 passages (Mai-Juin / Juin-Juillet / Août)</i>	Faciès d'écoulement Granulométrie <i>Fréquence de suivi : boire parcourue intégralement 1fois (à l'étiage)</i> <b>Paramètres biologiques</b> <i>Fréquence de suivi : 1 fois à l'étiage</i> ❖ Flore aquatique (IBMR) ❖ Faune macrobenthique (IBG-DCE) ❖ Poissons (IPR)

Tableau 3 : Paramètres étudiés dans le suivi des boires d'étude



## II.3- Propositions d'amélioration du protocole initial

Après application du protocole sur le terrain, quelques modifications ont été adoptées ou pourraient être adoptées pour les prochains CTMA :

- Contrairement au protocole prévu, et comme effectué en 2017 les indicateurs biologiques (IBG-DCE, IBMR, IPR) n'ont bénéficié que d'un seul passage (fin juillet 2018). Les inventaires sont assez lourds à mettre en œuvre et une seule prospection semblait suffisante pour évaluer l'état des peuplements sur le site d'étude. Par ailleurs, une comparaison pourra être réalisée entre les résultats avant travaux et 3 ans après.
- Les dates de stage posent quelques difficultés quant à la réalisation de l'inventaire des amphibiens. Idéalement, 3 passages devraient être effectués :
  - 1 passage fin janvier/début février pendant la période de reproduction des espèces précoces (salamandre tachetée, grenouilles rousses et agiles,...),
  - 1 passage en mars/avril pour les espèces plus tardives (tritons, pélodyte ponctué,...),
  - 1 dernier passage en mai/juin pour les espèces les plus tardives (alyte accoucheur, rainettes,...).(Dupieux, 2004)

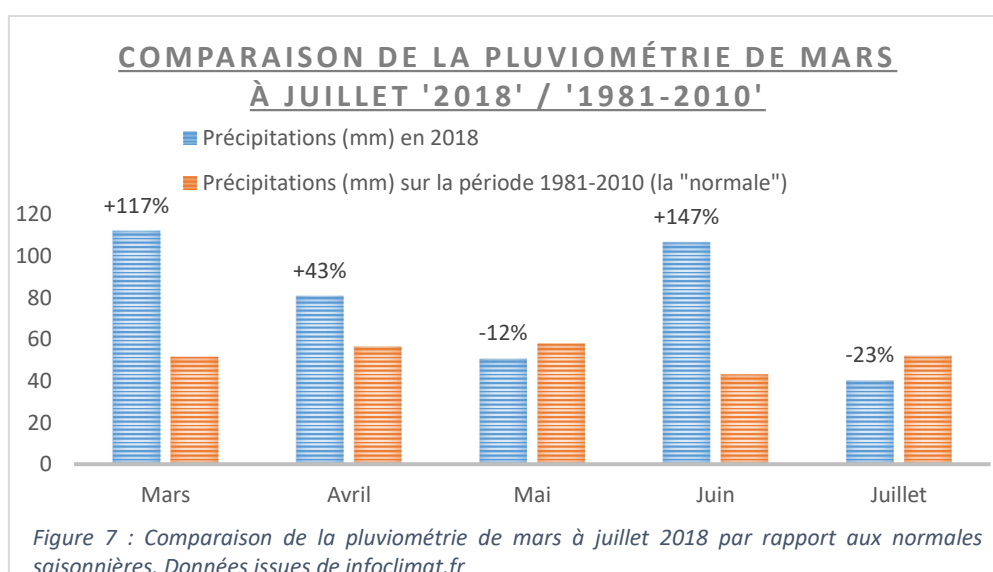
Cette année les prospections sur le terrain ont été réalisées entre fin mai et fin juin et ont révélé un nombre très faible d'espèces. Une prospection pourrait donc être réalisée en dehors des périodes de stage, a minima en février/mars pour avoir un inventaire plus exhaustif et représentatif de la population réelle d'amphibiens présents sur les sites.

- Concernant les mesures hydrologiques, il pourrait être envisagé de réaliser une session de prospection en hiver afin de connaître les variations saisonnières des milieux et de pouvoir évaluer leurs conséquences sur les biocénoses associées.
- Afin de comparer les suivis des sites réalisés avant et après travaux, des stations témoins pourraient être mises en place, comme par exemple des sites de boire ou de bras morts non soumis à des travaux localisés sur le bassin versant d'étude. Cela permettrait d'étudier l'évolution du milieu en l'absence de modifications anthropiques. En effet, avec la méthode actuelle, il sera peut-être difficile de distinguer la variabilité naturelle du milieu de la variabilité liée aux travaux réalisés.

### III- Résultats de l'étude

#### III.1- Contexte hydrologique de la période d'étude

La période d'étude a été soumise à un épisode hydrologique particulier avec une pluviométrie globalement plus importante que les normales saisonnières, surtout visible pour les mois de mars et juin (Figure 7). Ces précipitations importantes ont impacté les débits des cours d'eau et un pic est apparu en juin cette année pour les quatre cours d'eau composant les basses vallées angevines (Tableau 4). Cette crue a entraîné une deuxième inondation tardive des sites d'étude, peu rencontrée lors des années précédentes (à l'exception de l'année 2016). En observant les débits mensuels moyens des dix dernières années, on remarque que le débit des cours d'eau diminuait graduellement de mars à juillet. Cette année, les sites n'ont pas été soumis aux mêmes conditions hydrologiques, notamment en terme d'inondabilité.



	Débit Mayenne (m³/s)	Débit Sarthe (m³/s)	Débit Loir (m³/s)	Débit Maine (m³/s)
<b>Mars 2018</b>	90,5	104,0	59,6	278,0
<b>Mars 2008-2017</b>	67,6	77,3	31,2	Indisponible
<b>Avril 2018</b>	88,3	79,9	29,3	235,0
<b>Avril 2008-2017</b>	38,7	48,8	21,9	Indisponible
<b>Mai 2018</b>	27,4	33,4	16,5	82,5
<b>Mai 2008-2017</b>	30,5	43,2	19,1	Indisponible
<b>Juin 2018</b>	<b>56,3</b>	<b>81,0</b>	<b>18,3</b>	<b>187,0</b>
<b>Juin 2008-2017</b>	19,1	29,5	16,9	Indisponible
<b>Juillet 2018</b>	11,5	17,2	10,8	Indisponible
<b>Juillet 2008-2017</b>	10,1	16,4	10,1	Indisponible

Tableau 4 : Comparaison des débits moyens mensuels de la Mayenne, de la Sarthe, du Loir et de la Maine cette année et durant les 10 dernières années. Données issues de la banque hydro : hydro.eau-France.fr



## III.2- Résultats obtenus sur les boires type « Zone humide »

Les données brutes de l'ensemble des résultats obtenus des relevés de terrain se trouvent en Annexe 4.

### III.2.1- Mesures hydrologiques

- Hauteur d'eau

Le suivi des hauteurs d'eau sur les différents sites a permis d'établir une tendance générale : à partir d'avril jusqu'à fin mai, le niveau d'eau a baissé sur tous les sites, puis à partir de mi-juin, on remarque une hausse de niveau d'eau parfois très importante pour certains sites (exemple du site de l'Isle Briand avec une hausse de plus de 2m). A partir de fin juin, les pluies étant beaucoup moins abondantes, les hauteurs d'eau ont progressivement baissé. Début août, 5 sites sur les 7 étaient à sec.

- Température/Oxygène

Concernant la température des eaux, elle a augmenté petit à petit d'avril à août avec un léger refroidissement après la crue de juin, visible sur certains sites (exemple du marais du Petit St Jean). Ce facteur est toutefois à analyser avec précaution car il dépend du moment de la journée (sur un même site, les mesures de température n'ont pas pu être réalisées au même moment de la journée à chaque fois) et des conditions météorologiques le jour de la mesure.

L'oxygène mesuré peut également présenter une variabilité importante. En effet, la concentration en oxygène dissous dans l'eau dépend de la température mais peut également présenter des variations jour/nuit si le développement d'algues dans l'eau y est important. La majorité des sites étant colonisés par la jussie, il a été difficile d'interpréter son impact sur le milieu et sur la concentration en oxygène dissous dans l'eau.

La majorité des sites présentent des teneurs moyennes en oxygène dissous supérieures à 60% de saturation, mais certains sites tels que l'annexe de l'Isle Briand ou la boire de la Papillaie sont caractérisés par des eaux sous-oxygénées (<20% de saturation). L'Isle Briand est un milieu totalement stagnant et présentant une végétation aquatique conséquente (jussie et nénuphars), il peut donc être compréhensible que le taux d'oxygène y soit plus faible. Concernant la boire de la Papillaie, il semble que la crue de juin ait apporté une quantité importante de matière organique dans le milieu. En outre, ce milieu étant faiblement courant, cette matière organique n'a pu être évacuée et a induit un important développement bactérien nécessaire à sa dégradation, provoquant une asphyxie du milieu. Des poissons morts ont ainsi été retrouvés dans la boire. La Figure 8 ci-dessus illustre l'état des eaux quelque temps après la crue.



Figure 8 : Etat des eaux sur la boire de la Papillaie fin juin M. Fuentes (27/06/18)

*Remarque : Le nombre de passages concernant les mesures hydrologiques a été inégal selon les sites prospectés. Certains sites ont pu être prospectés dès fin avril tandis que pour d'autres sites, les relevés n'ont pu être effectués qu'après la crue de juin, les niveaux d'eau étant trop importants avant cette date et les sites inaccessibles (Ex : boire Tourte).*

*Les données concernant la température et l'oxygène ont été testées statistiquement, notamment pour vérifier si les points d'un même site ou si les sites d'un même sous-bassin présentaient des différences significatives. Le test de Wilcoxon a été utile pour tester les sites présentant 2 points de mesure et le test Kruskal Wallis, pour les sites présentant plus de 2 points de mesure. Suite à ces tests, aucune différence significative n'a pu être établie au sein d'un même site ou entre les sites mais la faiblesse et la grande variabilité du nombre de données selon les sites ont pu induire un biais important dans ces résultats.*

#### *Exemple de la boire de Rézerieux*

*Malgré des tests statistiques concluant vers une différence non significative de la température et de l'oxygène entre les points d'un même site, le site de Rézerieux présente des résultats intéressants concernant la teneur en oxygène dissous.*

Prenons les mesures réalisées en 3 points sur le site : 2 points de mesures se trouvent sur la boire (en amont et au milieu) et le troisième point se trouve sur une annexe de la boire, à proximité de la connexion avec la Sarthe .

	[O2] (% de saturation) Point 1	[O2] (% de saturation) Point 2	[O2] (% de saturation) Point 3
02-mai	99,6	97,3	149,5
15-mai	94,8	68,2	121,8
07-juin	86	79,1	46,5
19-juin	83,9	77	13,7
10-juil	93,4	43,8	86,5
30-juil	89,9	Sonde en panne	

*Tableau 5 : Concentrations en oxygène dissous mesurées sur différents points de la boire de Rézerieux.*

On remarque que les 2 points les plus proches d'une connexion au cours d'eau (Pt 1 et Pt 3 sur le Tableau 5) reproduisent le même schéma : une baisse de la concentration en oxygène dissous jusqu'à mi-juin puis une hausse de l'oxygène de fin juin à mi juillet. Cela est dû à la crue de mi-juin et à son apport d'eaux (phénomène plus visible sur le point 3, zone stagnante après la connexion avec la Sarthe). Ce phénomène n'est pas visible au milieu de la boire (Pt 2), sûrement trop haute, trop éloignée de la connexion avec la Sarthe et non soumise à l'inondation de juin.

La crue tardive de juin présente donc une influence conséquente sur les sites inondés et a participé de manière importante à l'oxygénation des eaux.

### III.2.2- Inventaires biologiques

- Amphibiens

Les prospections amphibiens diurnes et nocturnes réalisées n'ont permis de détecter que 2 espèces sur l'ensemble des sites ; *Pelophylax sp* : complexe de grenouilles vertes difficiles à déterminer à l'espèce et *Rana dalmatina* (grenouille agile : Figure 9). Ces prospections sont loin d'être exhaustives et le site faune-anjou montre une richesse spécifique bien supérieure à celle retrouvée sur le terrain. Ce site collaboratif permet de rassembler des données naturalistes sur des espèces rencontrées sur le terrain par des professionnels de l'environnement et bénévoles amateurs. Toutefois ces résultats sont à prendre uniquement à titre informatif car le protocole et l'effort d'échantillonnage n'y sont pas mentionnés.



Figure 9 : Photo de *Rana dalmatina* (J-C Massary)

A titre d'exemple, à proximité du site de Rézerieux (commune de Morannes), 7 espèces d'amphibiens ont été aperçues ou entendues dont le crapaud calamite, le triton palmé encore le triton creté (données de 2016 à 2018). Ces espèces sont donc susceptibles d'être présentes sur le site d'étude et mériteraient des prospections plus poussées.

- Odonates

Les prospections réalisées sur les différents sites ont permis de mettre en évidence la présence de 25 espèces (Annexe 5). Toutefois, le protocole réalisé n'a pas permis de quantifier les observations ni de savoir si les boires étudiées étaient des habitats de reproduction, ou simplement des zones de chasse ou d'alimentation pour les espèces rencontrées.

Le nombre moyen d'espèces rencontrées est de 7 espèces/site. Toutefois, sur 1 site (la frayère de Cantenay) aucun individu n'a pu être observé. Cela est probablement dû à la pauvreté de l'habitat (très peu de macrophytes dans l'eau) et au caractère très eutrophe du milieu (la frayère constitue « l'abreuvoir » des bovins situés sur la parcelle, ce qui entraîne le piétinement du milieu ainsi que l'apport très important de matières organiques). De plus, une route départementale passe juste au-dessus du site et génère d'importantes nuisances.

Les sites de l'annexe de l'Isle Briand ainsi que la Baumette correspondent aux sites les plus biogènes avec respectivement 14 et 13 espèces rencontrées. Ces 2 sites sont peu soumis aux pressions anthropiques et présentent une multitude d'habitats annexes présentant un intérêt pour les espèces faunistiques, dont les odonates.

- L'annexe de l'Isle Briand se trouve dans le parc départemental de l'Isle Briand : un site préservé de plus de 180 ha, classé Espace Naturel Sensible et réservé à la pratique équestre ou à la promenade.
- La Baumette est un ensemble de 190 ha constitué de prairies inondables (et inondé plusieurs fois par an) drainé par une boire connectée à la Maine par l'aval.

Les espèces retrouvées sont toutes inféodées aux eaux stagnantes à faiblement courantes, hormis *Calopteryx splendens*, espèce préférant les eaux plus courantes mais pouvant être retrouvée sur des sites annexes loin de son habitat préférentiel (Clausnitzer, 2009).

A noter, la présence du gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*), espèce protégée à l'échelle nationale qui a été aperçu sur la boire de Chaufour (site abandonné en début d'étude et non soumis à un inventaire odonates) lors d'une visite de terrain.

- Flore

Les inventaires floristiques réalisés sur 62 relevés répartis sur les 7 sites d'étude ont permis de détecter la présence de 126 espèces. Ces espèces, appartenant à 46 familles différentes sont principalement herbacées mais on retrouve quelques espèces arbustives ou arborescentes (respectivement 4 et 7 espèces).

Les familles majoritaires en termes de nombres d'espèces dans les relevés sont les Poacées, les Asteracées, les Cypéracées ainsi que les Rosacées. 60% des familles représentées comptent seulement 1 espèce (Figure 10).

Sur l'ensemble des espèces retrouvées sur les sites d'étude, 46 sont des espèces indicatrices des zones humides en Maine-et-Loire 2. (Le tableau brut des relevés floristiques est en Annexe 6.)

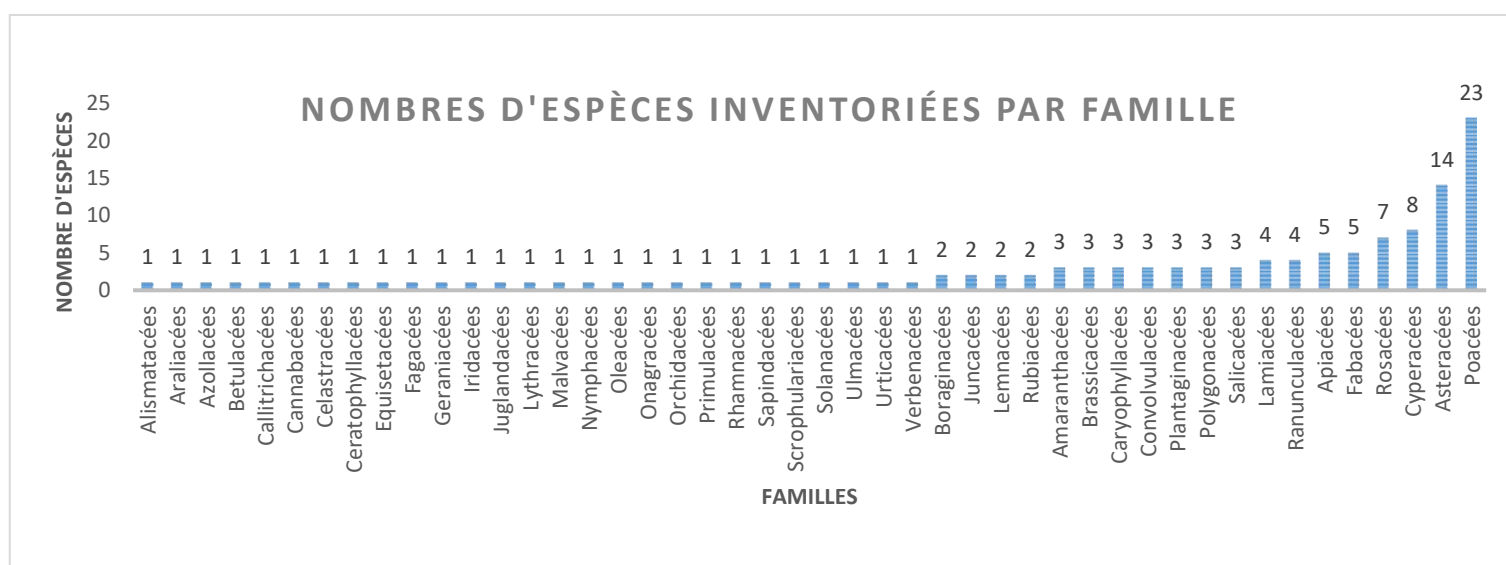


Figure 10 : Nombre d'espèces floristiques inventoriées par famille

Les surfaces échantillonnées sur chacun des sites étant différentes, la densité d'espèces au m<sup>2</sup> a été calculée afin de pouvoir comparer les sites entre eux. Les sites les plus denses en espèces sont les sites de l'Isle Briand et le marais du Petit St Jean mais les densités retrouvées sur les différents sites restent tout de même très proches, variant de 0,23 à 0,44 espèces/m<sup>2</sup> (Tableau 6).

Sites	Densité d'espèces au m <sup>2</sup>
La boire de Rézerieux	0.23
L'annexe de l'Isle Briand	<b>0.44</b>
La boire Tourte	0.28
La Frayère de Cantenay Epinard	0.28
La boire de la Papillaie	0.23
La Baumette	0.26
Le marais du Petit St Jean	0.39
<i>Densité moyenne</i>	<i>0.30</i>

Tableau 6 : Densités d'espèces floristiques retrouvées sur chaque site

2 Arrêté interministériel du 24 juin 2008 listant les plantes indicatrices des zones humides présentes en Maine-et-Loire

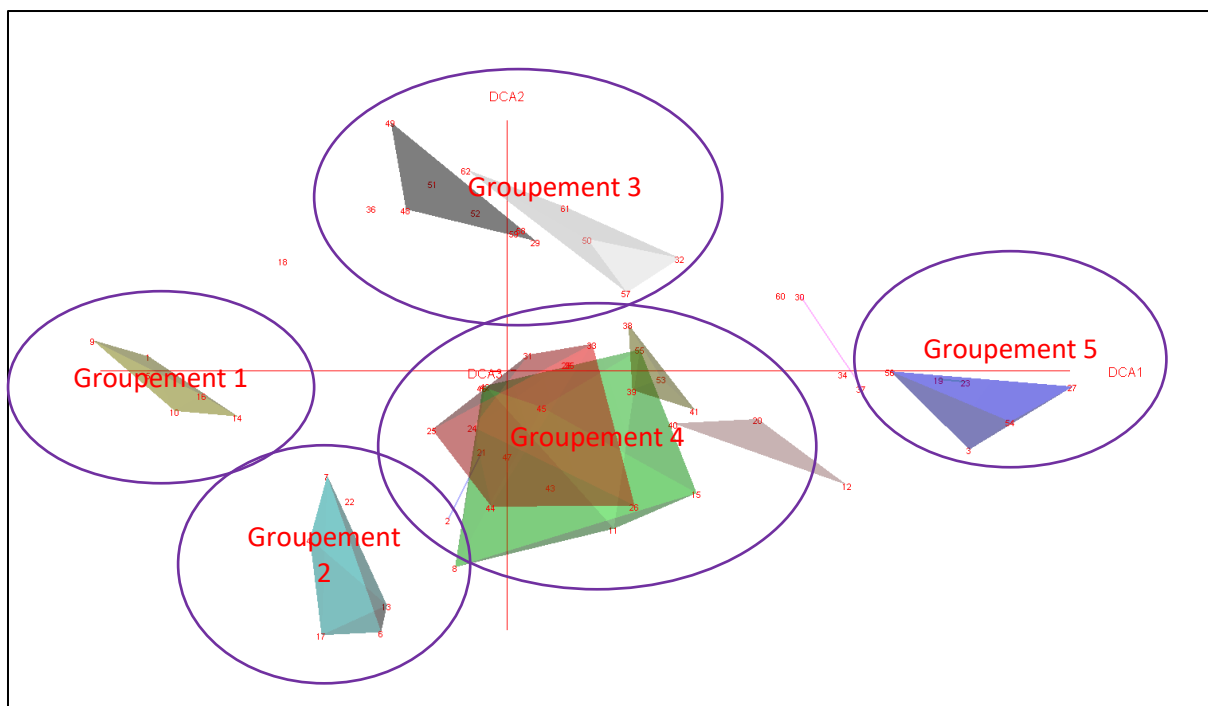


Figure 11 : Résultats de l'Analyse Détendancée des Correspondances à l'aide du logiciel JUICE

Les relevés phytosociologiques ont été analysés grâce à une analyse typologique (TWINSPAN) et une analyse détendancée des correspondances (DCA) à l'aide du logiciel JUICE. Le TWINSPAN permet de rassembler les relevés présentant des similitudes et la DCA permet de créer des groupements de relevés selon leur composition floristique (espèces dominantes communes). A la suite de ces analyses, 5 groupements majoritaires de relevés ont pu être définis (Figure 11).

Après avoir regroupé les relevés similaires, les espèces dominantes (i.e. présentes sur un maximum de relevés et représentées par un taux de recouvrement important) ont été déterminées afin de pouvoir définir l'habitat associé selon la classification CORINE Biotope (Delassus et al, 2014 ; Bissardon et al., 1997).

Les cinq habitats majoritaires retrouvés sur les 7 sites étudiés sont détaillés ci-dessous :

Le 1<sup>er</sup> groupement correspond à un habitat de prairies de fauche (Code CORINE : 38.22 ; « *Prairies des plaines médio-européennes à fourrage* »). Ces prairies correspondent à des formations herbacées hautes dominées majoritairement par des espèces de la famille des Poaceae telles que *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis capillaris* ou *Dactylis glomerata*. Cet habitat comprend un large spectre de conditions trophiques et il semble être présent avec un gradient d'humidité variable, révélé notamment par la présence de la potentille rampante (*Potentilla reptans*) sur certains sites.

Les relevés concernés par ce groupement se trouvent exclusivement sur la boire de Rézerieux (n°1, 5, 9, 10, 14 et 16).

Le 2<sup>ème</sup> groupement correspond à un habitat de forêt riveraine dominé par le frêne (Code CORINE 44.33 : *Bois de Frênes et d'Aulnes des rivières à eaux lentes*). On y retrouve des espèces nitrophiles accompagnatrices comme l'ortie (*Urtica dioica*), la ronce (*Rubus sp*) ou le gaillet-gratteron (*Galium aparine*). Ce type d'habitat est inondé périodiquement que ce soit par remontée de nappes ou par des crues liées au réseau hydrographique adjacent.

Les relevés correspondant à ce groupement se trouvent sur les boires de Rézerieux (n°4, 6, 7, 13 et 17) et sur l'annexe de l'Isle Briand (n°22).

Le 3<sup>ème</sup> groupement correspond au grand groupe des '*Mégaphorbiaies et prairies humides*' (Code CORINE : 37). Ce type d'habitat, se développant en bordure de ruisseaux, de rivières ou d'annexes

hydrauliques, est dominé par une strate herbacée dense. Il présente une variabilité importante selon la fréquence et la durée des inondations mais également selon le mode de gestion du milieu (fauche, paturage,...). Sur les sites étudiés, essentiellement gérés par des fauches, les espèces majoritairement retrouvées ont été le pigamon jaune (*Thalictrum flavum*), la renoncule âcre (*Ranunculus acris*), ou l'aster lancéolé (*Symphyotrichum lanceolatum*). A noter la présence d'un sous-groupement dominé par *Rorippa amphibia* qui peut témoigner d'une inondation plus longue ou plus importante des sites. Les relevés correspondant se trouvent sur la boire Tourte (n°29 et 32), la Baumette (n°48, 49, 50, 51, 52 et 57) et le marais du petit St Jean (n° 58, 59, 61 et 62).

Le 4<sup>ème</sup> groupement correspond à un habitat de type 'végétation de ceinture de bord des eaux' (Code CORINE : 53) représenté dans les relevés par des roselières basses (Code CORINE : 53.14) dominés par des hélophytes tels que le roseau (*Phalaris arundinacea*) ou le scirpe des marais (*Eleocharis palustris*). Ce type de milieu est situé en bordure des eaux stagnantes, se développant généralement sur des sols limoneux/sableux. Il constitue l'interface entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. Les relevés correspondant à ce groupement sont retrouvés sur 5 des 7 sites : la boire de Rézerieux (n°2, 8, 11, 12 et 15), l'annexe de l'Isle Briand (n°20 et 24), la boire Tourte (n°25, 26, 31 et 33), la boire de la Papillaie (n°38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 et 47) et enfin la Baumette (n°53 et 55).

Le 5<sup>ème</sup> groupement correspond à un habitat de type *végétation aquatique* (Code CORINE : 22.4) sur lequel on retrouve le sous-habitat '*Couvertures lemnaées*' (Code CORINE : 22.411), relativement présent dans les relevés. Ce sous-habitat correspond aux strates supérieures de la végétation des eaux stagnantes ou peu courantes et est dominé par un tapis flottant de lentilles d'eau (*Lemna* sp.). La jussie (*Ludwigia* sp.) est également retrouvée sur ce genre de milieu, en très forte proportion sur certains relevés (sur le site de la Baumette notamment).

Les relevés associés à ce groupement correspondent aux zones de boire en eau où se développe la végétation aquatique : les parties médiane et aval de la Baumette (n°54 et 56), la boire de Rézerieux (n°3), la boire Tourte (n°27) et l'annexe de l'Isle Briand (n°19 et 23).

*Remarque : Les relevés de la frayère de Cantenay-Epinard n'ont pu être associés à aucun groupement en particulier, en raison du nombre très faible d'espèces retrouvées (5 espèces sur le premier relevé et 2 espèces sur le deuxième), lié à la pauvreté du milieu.*

#### *Présence d'habitats d'intérêt communautaire*

Les habitats de *Prairies de fauche de basse altitude* et de *Bois de frênes et d'aulnes des rivières à eaux lentes*, présents sur les sites de Rézerieux et de l'Isle Briand, sont des habitats d'intérêt communautaire. Cela signifie :

- 1) qu'ils sont en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle ou
- 2) qu'ils ont une aire de répartition naturelle réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ou
- 3) qu'ils constituent des exemples remarquables de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs des cinq régions biogéographiques suivantes: alpine, atlantique, continentale, macaronésienne et méditerranéenne ou
- 4) qu'ils sont en danger de disparition, et pour la conservation desquels la communauté européenne porte une responsabilité particulière, compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans le territoire, pour les habitats d'intérêt prioritaire.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Annexe 1 de la Directive « Habitats Faune Flore »



C'est pourquoi, lors des travaux de restauration de leurs milieux, les maîtres d'ouvrage devront apporter une préconisation particulière à la préservation de ces habitats.

### Présence d'espèces protégées sur les sites

Les relevés floristiques réalisés n'ont pas révélé la présence d'espèces protégées mais la prospection des sites, hors transect, lors des autres inventaires biologiques ont permis d'en détecter 3 : *Inula britannica*, *Gratiola officinalis* et *Pulicaria vulgaris* (Figure 12). 4 sites sont concernés par la présence de ces espèces (voir Tableau 7).

Espèce	Protection et Vulnérabilité	Sites concernés
<i>Inula britannica</i>	❖ Protection régionale <sup>4</sup> ❖ Quasi menacée en Pays de la Loire (NT)	La Baumette Le marais du Petit St Jean La boire Tourte La Papillaie
<i>Pulicaria vulgaris</i>	❖ Protection nationale <sup>5</sup> ❖ Préoccupation mineure en Pays de la Loire (LC)	Le marais du Petit St Jean La Papillaie
<i>Gratiola officinale</i>	❖ Protection nationale <sup>2</sup> ❖ Préoccupation mineure de Pays de la Loire (LC)	Boire Tourte

Tableau 7 : Protection réglementaire des 3 espèces protégées et sites associés à leur présence. Source : Conservatoire botanique de Brest



Figure 12 : 1<sup>re</sup> photo ; *Inula Britannica* sur la boire Tourte (M. Fuentes). 2<sup>e</sup> photo ; *Gratiola officinalis* sur la boire Tourte (M. Fuentes) et 3<sup>e</sup> photo ; *Pulicaria vulgaris* (F. Melantois)

### III.2.3- Discussion

Le fonctionnement hydrologique de la saison a soumis cette année les sites étudiés à une deuxième inondation tardive mi-juin. Cela a induit une connexion plus longue des cours d'eau avec leurs annexes hydrauliques et un assèchement moins rapide de ces milieux que les années précédentes.

Cet épisode de crue a eu des répercussions sur le fonctionnement des boires et sur les communautés associées. Il a notamment pu modifier le développement des espèces floristiques en impactant le développement des espèces annuelles non habituées à des sols inondés trop longtemps et qui n'ont pas pu entrer en germination. Les communautés d'odonates ont également pu être impactées et en particulier les larves ; la hausse rapide des niveaux d'eau a pu induire un décalage dans les périodes

4 Arrêté ministériel du 25 janvier 1993 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Pays de la Loire complétant la liste nationale.

5 Arrêté ministériel du 20 janvier 1982, modifié par arrêté du 15 septembre 1982, puis par arrêté du 31 août 1995, relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire.

d'émergence.

Le suivi des mesures hydrologiques a d'ailleurs été influencé par des hauteurs d'eau importantes sur certains sites, empêchant leur accès. Le nombre de données disponibles quant aux mesures de hauteur d'eau, température et oxygène est donc beaucoup plus faible qu'espéré.

Les paramètres hydrologiques étudiés sur le terrain ont permis de constater que les points d'un même site étaient globalement homogènes entre eux.

La concentration en oxygène dissous dans l'eau, paramètre relativement important pour le développement des organismes aquatiques permet d'évaluer le caractère biogène des milieux. En effet, en dessous d'un seuil critique de 3mg/L, les organismes vont avoir des difficultés à survivre et une concentration en oxygène inférieure à 1 mg/L entraînera leur asphyxie et leur mort (GIP Seine aval, 2008).

Plusieurs sites présentent des concentrations en oxygène proches ou inférieurs au seuil critique, que ce soit de manière ponctuelle ou sur l'ensemble des points de mesure. Il s'agit des sites de l'Isle Briand, la boire Tourte, la Baumette et la boire de la Papillaie (teneur en oxygène dissous proche de 0 mg/L !). Cette faible teneur en oxygène peut être induite par le caractère stagnant des milieux mais également par un développement algal ou macrophytique important comme sur la Baumette où la jussie recouvre 80% du linéaire.

La boire de Rézerieux est la boire caractérisée par les eaux les plus oxygénées. Cela est compréhensible car c'est la seule annexe connectée à son cours d'eau par l'amont et par l'aval.

Les relevés phytosociologiques ont révélé une densité d'espèces relativement proche entre les différents sites. D'autre part, hormis la frayère de Cantenay et la boire de la Papillaie, tous les sites ont été colonisés par la jussie. Son développement est particulièrement important sur la Baumette et le marais du Petit St Jean (la jussie recouvrait quasiment tout le linéaire lors des prospections de fin juillet : Figure 13).



Figure 13 : Linéaire du marais du Petit St Jean envahi par la jussie (M. Fuentes, Juillet 2018)

La présence d'espèces protégées sur les sites de la Baumette, la boire Tourte, la Papillaie et le marais du Petit St Jean devront être pris en compte en période de travaux afin de respecter la réglementation et ne pas impacter leur présence, tout comme pour la présence d'habitats d'intérêt communautaire sur les sites de Rézerieux et de l'Isle Briand.

L'analyse statistique des relevés phytosociologique a permis de montrer une diversité d'habitats sur l'ensemble des sites d'étude. Les groupements rencontrés ont fourni des informations sur le milieu notamment en révélant des différences entre les parcelles inondées et celles qui le sont moins fréquemment. Sur les 7 sites d'études, seule la boire de Rézerieux présente un habitat de type prairie de fauche. Cela témoigne d'une position topographique plus élevée où la végétation peut se développer sur des sols bien drainés et fauchés régulièrement. Ce type d'habitats fait opposition aux prairies humides et mégaphorbiaies, où la végétation est inféodée aux sols humides et plutôt riches en nutriments. On retrouve ce type d'habitats sur la boire Tourte, la Baumette et le Petit St Jean. L'habitat majoritaire sur l'ensemble des sites correspond aux « ceintures de bord des eaux ». Il s'agit de zones de transition entre le lit de la boire et la prairie inondable, représentées sur les sites par des roselières basses. Ces roselières ont une valeur biologique particulièrement importante dans le cycle de vie des larves aquatiques mais peuvent également servir de support de ponte pour les amphibiens ou de zone d'alimentation et de frai pour les espèces piscicoles (Ollivier, 2013).



Les inventaires biologiques réalisés nous fournissent des informations mais leur interprétation reste limitée. En effet, le protocole de terrain n'a permis de déceler que 2 espèces d'amphibiens relativement courantes et qui ne permettent pas de statuer sur la qualité des milieux. De même, l'inventaire odonates nous permet d'identifier les espèces qui fréquentent les sites mais pas l'intérêt du site, pour la reproduction de l'espèce par exemple. Les boires étudiées présentent tout de même des diversités intéressantes avec un nombre maximum d'espèces sur les sites de l'Isle Briand et de la Baumette. La frayère de Cantenay Epinard a révélé un nombre d'espèces d'odonates et d'amphibiens nul.

### *Bilan sur les travaux prévus par le CTMA et leur cohérence avec les résultats obtenus sur le terrain*

Travaux prévus	Boire de Rézerieux	Boire Tourte	Boire de la Baumette	Marais du petit St Jean	Boire de la Papillaie	Frayère de Cantenay-Epinard	Annexe de l'Isle Briand
Terrassement de la connexion avec le cours d'eau	X					X	X
Entretien de la végétation, enlèvement des encombres		X		X	X	X	X
Suppression ouvrage de régulation					X		
Gestion des atterrissements dans les boires		X					
Recharge granulométrique dans le lit de la boire		X					
Abreuvoirs/buses à aménager ou remplacer		X				X	
Diversification des habitats							
Etudes topographiques	X						
Arrachage de la jussie	X	X	X	X			X
Plantation de ripisylve			X				

Tableau 8 : Travaux conformes avec les résultats obtenus sur le terrain (en noir) et autres travaux proposés (en rouge)

Dans l'ensemble, les résultats obtenus sur le terrain sont en accord avec les travaux prévus dans le cadre du CTMA (Tableau 8) :

- La **frayère de Cantenay** présente pour l'instant un intérêt limité pour les espèces faunistiques et floristiques. La reconnexion de ce site avec le cours d'eau ne pourra donc qu'être bénéfique, même si la présence d'une route départementale et le piétinement du milieu par les bovins semble nuire à l'installation d'espèces. L'installation de clôtures et d'abreuvoirs pourrait être une solution.
- La connexion entre l'**annexe de l'Isle Briand** et la Mayenne étant en voie de comblement (atterrissement et développement important de végétation), il est nécessaire de réaliser un entretien de la végétation et un terrassement de la zone à la bonne côte altimétrique, cela permettra notamment une meilleure oxygénation du milieu. Des travaux d'arrachage de la jussie devront être entrepris afin d'éviter l'envahissement total de l'annexe et l'appauvrissement du milieu.
- Concernant la **boire de la Papillaie**, il semble réellement nécessaire de définir une gestion de manœuvre des portes situées sur la boire qui entravent les écoulements et nuit à l'oxygénation du milieu. Cette décision devra être prise en concertation avec les agriculteurs exploitant les parcelles attenantes, les propriétaires mais aussi la Fédération de Pêche et de Protection du

Milieu Aquatique puisque cette boire offre des fonctionnalités potentielles de frayère anthropisée.

- La **boire Tourte** présente un lit irrégulier constitué de plusieurs points bas / mouilles qui induisent un piégeage des poissons lors de la décrue. Plusieurs poissons morts ont ainsi pu être observés sur site. Au-delà des travaux déjà envisagés par le maître d'ouvrage, Il peut donc être envisagé de réaliser des recharges granulométriques sur les zones concernées afin de pallier ce phénomène. Des passages à gué pourront également être construits en remplacement des buses (sous-dimensionnées) existantes. Des travaux peuvent être envisagés pour éradiquer la jussie de la boire.
- La prospection de la **boire de Rézerieux** n'a pas révélé de dysfonctionnements particuliers mais l'ensemble du linéaire de la boire principale ainsi que des annexes sont très encombrés par la végétation. Les deux petites annexes sont d'ailleurs en voie de comblement et difficiles d'accès, tant la végétation s'y est développée. Des travaux sur la végétation sont donc avant tout nécessaires pour « défricher » le milieu, réaliser des études topographiques et envisager de plus amples travaux (de terrassement des connexions par exemple). Des travaux peuvent être envisagés pour éradiquer la jussie de la boire, encore peu implantée.

#### *Cas des sites du Petit St Jean et de la Baumette, sites sur lesquels aucun travaux n'est encore prévu*

Les suivis réalisés n'ont pas permis de détecter de dysfonctionnements majeurs pour **le marais du Petit St Jean** hormis des encombres pouvant entraver les écoulements dans la boire et l'omniprésence de la jussie sur l'ensemble du linéaire (plus présente au milieu et à l'amont car l'eau y est stagnante). L'entretien de la végétation peut permettre de libérer les écoulements, et diminuer un peu sa surface de recouvrement mais une éradication de la jussie devra être exhaustive et passer par des actions d'arrachage conséquentes.

Le site de **la Baumette** présente lui aussi une problématique liée à la jussie importante, la majeure partie de son linéaire étant colonisée par l'espèce. Il semble compliqué de l'éradiquer totalement au vu de son emprise extrêmement importante sur le milieu.

Les suivis réalisés ont révélé un milieu de bonne qualité hormis pour la teneur en oxygène, probablement due à la prolifération végétale et au caractère stagnant de la boire. Il n'est pas conseillé de reconnecter l'amont de la boire avec la Maine puisque cela exigerait un terrassement de la connexion très important et impacterait les communautés en place. Pour les populations faunistiques, notamment piscicoles il peut être intéressant d'implanter de la ripisylve (relativement rare sur l'ensemble du linéaire) au bord de la boire pour créer un ombrage et ainsi limiter le réchauffement des eaux.

*Remarque : La situation est plutôt complexe sur cette boire car les intérêts des différents utilisateurs peuvent parfois être divergents (agriculture et Fédération de Pêche) ; une inondation plus longue de la boire et des prairies attenantes est utile à la Fédération de Pêche et permet de conserver des zones de frai des poissons mais impacte parallèlement les cultures, les dates de fauche et potentiellement la qualité fourragère pour les agriculteurs.*

### III.3- Résultats concernant la boire courante (boire du Curé)

#### III.3.1- Données hydrologiques

- Faciès d'écoulement et substrats présents sur la boire

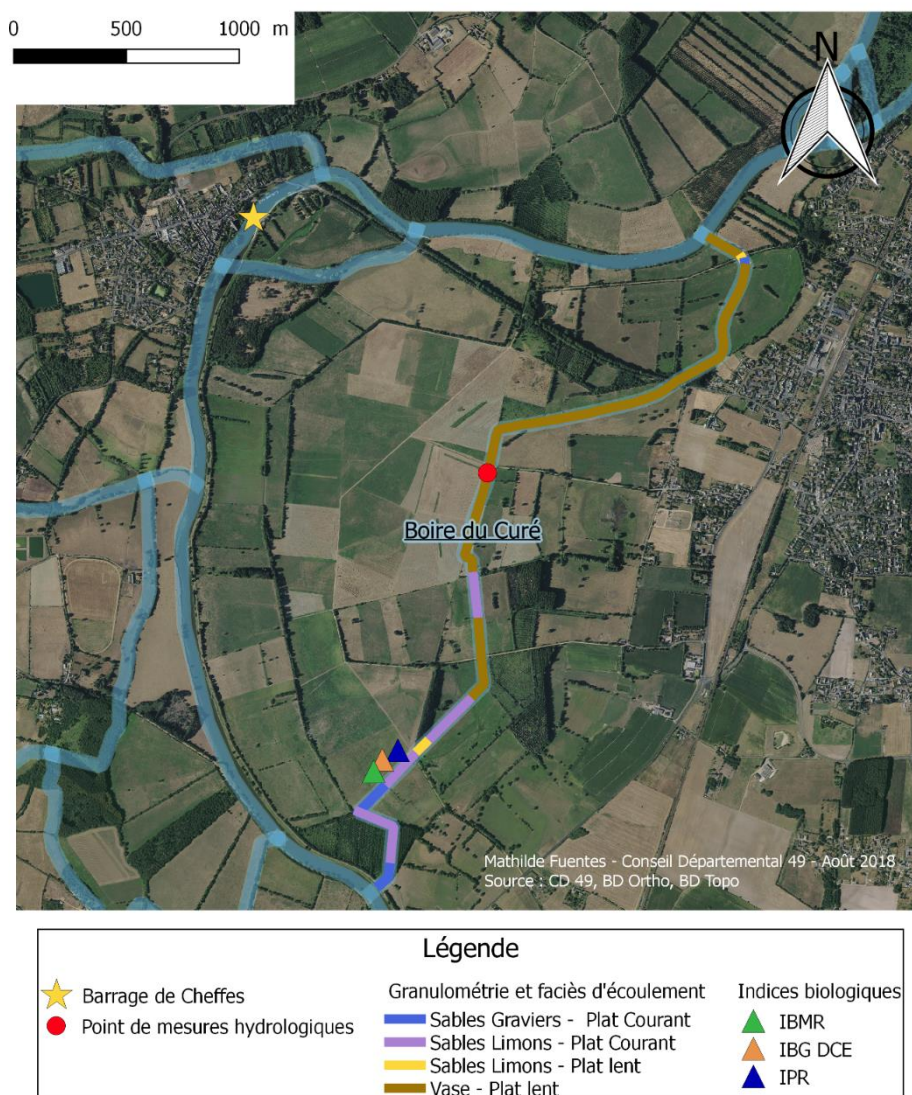


Figure 14 : Cartographie des faciès d'écoulement sur la boire du Curé

Après la prospection du linéaire de la boire à pied, les différents substrats ainsi que les faciès d'écoulement ont pu être déterminés (Figure 14). On peut noter la présence de 4 grands ensembles 'Substrats'-'Faciès d'écoulement' : Vase -Plat lent, Sables Gravier – Plat courant, Sables Limons – Plat courant et Sables Limons – Plat lent. L'amont de la boire présente une diversité de substrat beaucoup moins importante avec la présence quasi-exclusive d'un substrat vaseux (substrat majoritaire sur la boire : Figure 15). Le faciès d'écoulement associé (plat lent) ne permet pas l'autocurage de la boire et l'évacuation de la matière organique qui s'y trouve. La présence d'abreuvoirs directement dans la boire et le piétinement des bovins sur plusieurs points aggravent ce phénomène.

La partie aval de la boire présente une diversité de faciès plus importante et l'eau y circule de manière plus courante en traversant une alternance de sables et graviers (sable dominant). Cette partie de la boire a donc été choisie pour y réaliser les indices biologiques (IBG-DCE, IBMR, IPR), afin de pouvoir échantillonner un maximum d'habitats.

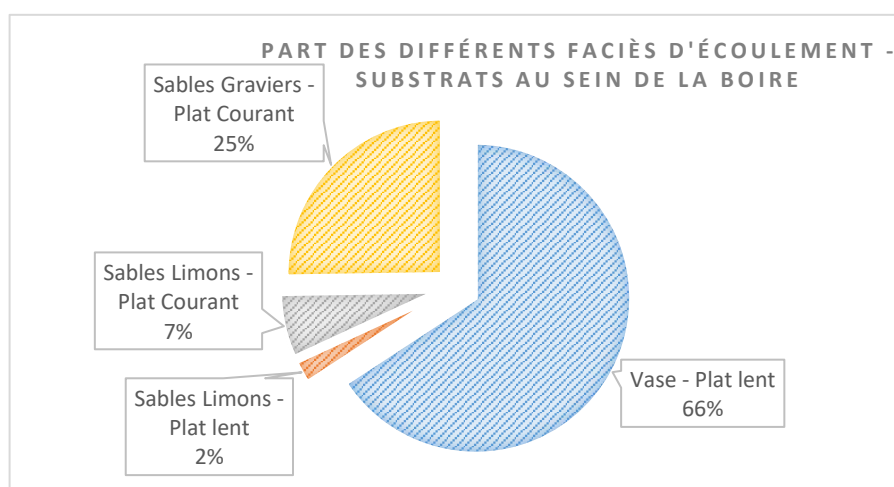


Figure 15 : Part des différents faciès d'écoulement au sein de la boire du Curé

*Remarque : A noter que la jussie est faiblement implantée sur 3-4 zones en amont de la boire sur la zone de vase et de plat lent et semble être liée à l'absence de ripisylve et aux eaux lentes et peu profondes.*

- Débit

Les débits ont pu être estimés à partir des vitesses de courant mesurées dans la boire. Le débit le plus important a été mesuré en juin que ce soit dans la boire ou au niveau de la Sarthe (Figure 16 et Figure 17). En calculant le débit moyen sur la période mai-juin-juillet, on remarque que le débit de la boire du Curé représente 0,49% de celui de la Sarthe, ce qui est relativement faible. Hormis pour le mois de juin, la tendance générale est à la diminution du niveau d'eau d'avril à août (les mesures de débit sur la boire ont débuté fin-avril et le débit indiqué n'est donc pas représentatif de ce mois-ci).

A noter que la boire est en eau toute l'année et ne subit généralement pas de période d'assec.

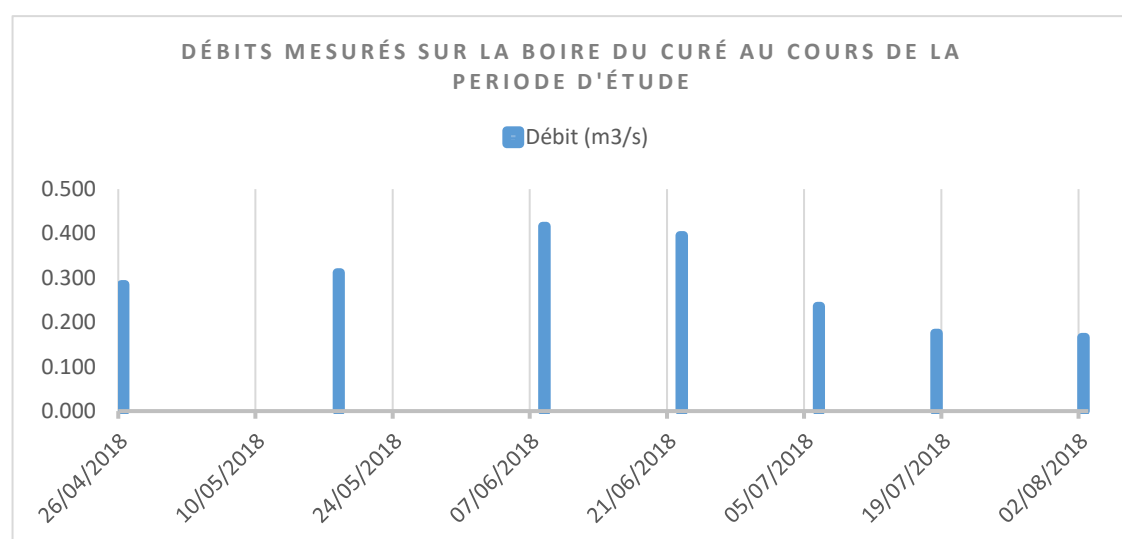


Figure 16 : Débits mesurés sur la boire pendant la période d'étude

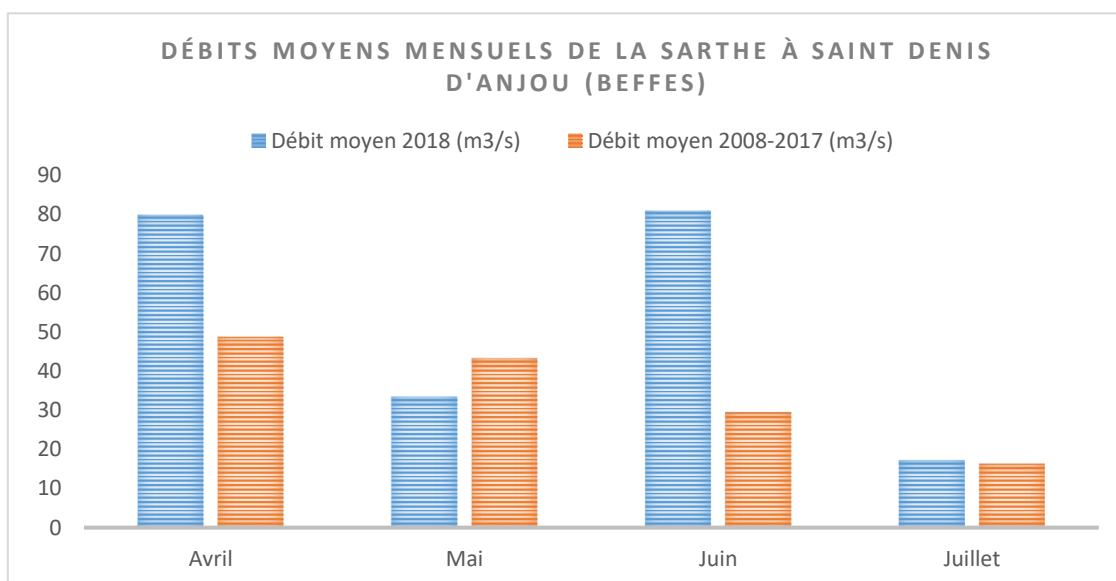


Figure 17 : Débits moyens mensuels de la Sarthe en 2018 et sur les 10 dernières années. Données issues de la banque hydro

Remarque : La boire du Curé est située sur 2 biefs et les débits mesurés peuvent être influencés par la manœuvre du clapet du barrage de Cheffes et le maintien d'une cote spécifique pour la navigation, notamment lors des écourues (ouverture des ouvrages abaissant le niveau d'eau de la rivière pour permettre des travaux d'entretien, de surveillance et de contrôle des équipements). Ces écourues ont lieu tous les 3 ans et auront lieu l'année prochaine pour la Sarthe, elles n'affectent donc pas le débit de la boire cette année.

- Température et oxygène dissous

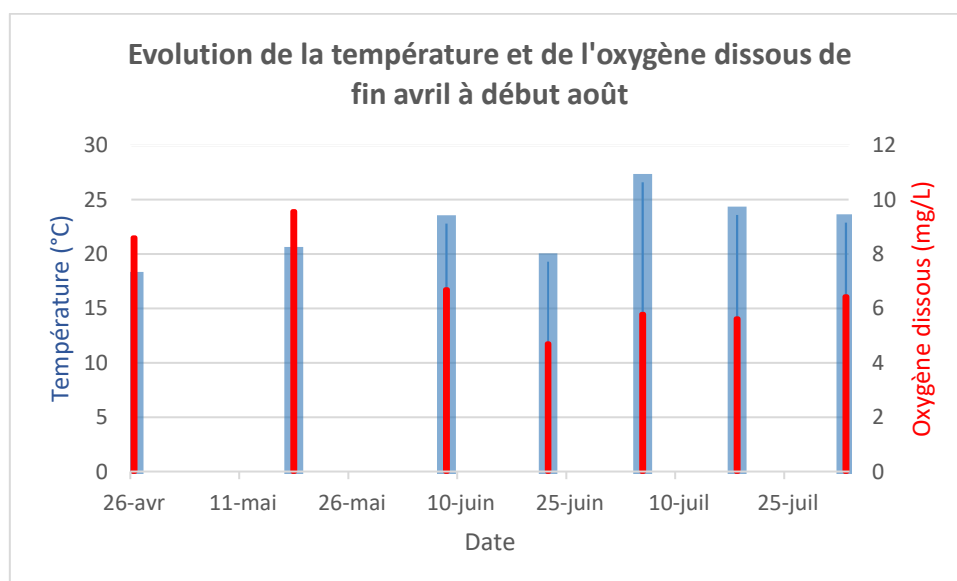


Figure 18 : Evolution de la température et de l'oxygène dissous pendant la période d'étude

Les relevés de température et d'oxygène dissous révèlent une bonne qualité d'eau (Tableau 9). Une seule valeur dépasse les 25°C mais la température moyenne sur la période étudiée est de 21,8°C (Figure 18).

De même les valeurs d'oxygène dissous révèlent une bonne oxygénation de l'eau avec une moyenne de 76,7% de saturation (Tableau 9). Cette concentration en oxygène ne révèle pas de dystrophie du milieu, pouvant être caractérisé par un taux d'oxygène très faible ou au contraire très important dû au développement végétal et/ou bactérien dans le milieu.

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<b>Température (°C)</b>	<24	]24-25,5]	]25,5-27]	]27-28]	>28
<b>Oxygène dissous</b>					
<b>(mg/L)</b>	>8	]8-6]	]6-4]	]4-3]	<3
<b>(% de saturation)</b>	>90	]90-70]	]70-50]	]50-30]	<30

Tableau 9 : Classes de qualité DCE concernant la température et l'oxygène dissous. Données issues de l'arrêté du 27 juillet 2015 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, concernant les cours d'eau cyprinicoles.

*Remarque : Les suivis réalisés l'année dernière sur des boires courantes indiquaient une température moyenne plus faible, aux alentours de 18°C mais la période de suivi était plus précoce (début avril – fin juin). (Loger, 2017)*

### III.3.2- Données biologiques

- Peuplement macrophytique

L'IBMR réalisé le 13 juillet sur la boire révèle une note de 8,5/20, indiquant un niveau trophique élevé du milieu (données brutes de l'IBMR en Annexe 7). Le taux de recouvrement de la boire par la végétation est très faible (Tableau 10 : 3,5% de recouvrement) et les espèces présentes dans le relevé confirment cette note. En effet, si on observe la côte d'oligotrophie moyenne des espèces échantillonnées, on remarque qu'elle est plutôt faible. Cette côte varie selon le preferendum écologique des espèces et est comprise entre 0 et 20 : plus elle s'approche de 20, plus l'espèce est associée aux milieux oligotrophes, plus elle tend vers 0, plus l'espèce peut supporter des conditions trophiques élevées. Les coefficients de stenoecie montrent que les espèces présentes sur la boire sont euryèces, pouvant se développer sur une large gamme de milieux.

L'espèce la plus retrouvée a été *Myriophyllum spicatum* (86% de taux de recouvrement), espèce inféodée aux milieux eutrophes et de faible énergie (stagnants ou faiblement courants) (Lansdown, 2017).

Note IBMR : 8,56. Niveau trophique élevé.	
<b>Taux de recouvrement de la végétation</b>	3,5%
<b>Richesse taxonomique</b>	13 taxons
<b>Côte d'oligotrophie moyenne</b>	9
<b>Coefficients de stenoecie</b>	
Niveau 1 (espèce euryèce)	6 taxons
Niveau 2	4 taxons
Niveau 3 (espèce stenoèce)	0 taxons
<b>Espèce dominante</b>	<i>Myriophyllum spicatum</i> (86% du recouvrement total)

Tableau 10 : Tableau de synthèse de l'IBMR réalisé sur la boire du Curé



*Remarque : Les IBMR réalisés sur 9 boires courantes l'année dernière dans le cadre du CTMA avaient révélé des notes de 7,70 à 11,69. La boire du Curé se retrouve dans la moyenne basse de cet intervalle et le taux de recouvrement par la végétation semble beaucoup plus faible que l'année dernière (les taux de recouvrement variaient de 10 à 75% : Loger, 2017).*

- **Peuplement piscicole**

La pêche électrique réalisée en aval de la boire du Curé le 11 juillet 2018 a révélé une note IPR de 28,24, indiquant un état médiocre du peuplement piscicole (état éloigné de ce que l'on devrait obtenir si le milieu n'avait pas été soumis à des perturbations anthropiques). Cette note est probablement due à la très faible quantité d'habitats présents sur la boire, comme en témoignent les résultats liés aux faciès d'écoulement et aux substrats. En effet, le milieu est caractérisé par un écoulement de plat courant sur un substrat uniforme essentiellement sableux. Seuls quelques cailloux ou racines ponctuels peuvent servir d'habitats à la faune piscicole. De plus, la ripisylve présente sur la zone d'échantillonnage ne permet pas un ombrage important du milieu et le réchauffement des eaux y est relativement rapide.

Le peuplement piscicole retrouvé lors de la pêche électrique ne semble pourtant pas si déséquilibré (indice d'équitabilité tendant vers 1 : Tableau 11) mais on peut toutefois relever la présence de 3 espèces dominantes (Tableau 12) : la bouvière, le carassin et le pseudorasbora, espèce exotique envahissante (respectivement 25, 24 et 25 individus). La majorité des espèces recensées sont limnophiles (préférant les eaux calmes et peu courantes) et peu sensibles à la qualité de l'eau. On peut toutefois noter la présence d'une épioche, d'une loche de rivière et de 3 spirilins (espèce affectionnant les eaux bien oxygénées et peu polluées). La loche de rivière bénéficie d'ailleurs d'une protection nationale 6.

*Tableau 11 : Indices calculés à partir de la pêche électrique*

Indices	Suivi 2018
<b>S (Richesse spécifique)</b>	11
<b>N (Effectif total)</b>	115
<b>H' (Diversité spécifique)</b>	1,96
<b>Hmax (Diversité maximale)</b>	2,40
<b>Indice d'équitabilité J</b>	0,83

*Remarque : Les espèces retrouvées en 2018 semblent assez similaires aux espèces retrouvées lors de l'inventaire de 2010 mais le brochet ou l'anguille ont disparu des relevés (Tableau 12). D'autres prospections plus poussées pourront être réalisées à différents points de la boire afin d'infirmer ou confirmer leur absence.*

---

6 Article 1 de l'arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire

Espèces		Code	Abondance	
			2010 (Présence)	2018 (Nombre)
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	ANG	OUI	
Bouvière	<i>Rhodeus amarus</i>	BOU	OUI	25
Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>	BBB		2
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	BBB	OUI	
Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO	OUI	
Carassin commun	<i>Carassius carassius</i>	CAS	OUI	24
Chevesne	<i>Leuciscus cephalus</i>	CHE	OUI	2
Ecrevisse américaine	<i>Orconectes limosus</i>	OCL	OUI	
Ecrevisse de Louisiane	<i>Procambarus Clarkii</i>	PCC		9
Epinuche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	EPI	OUI	1
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GAR	OUI	9
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU	OUI	14
Ide mélanote	<i>Leuciscus idus</i>	IDE	OUI	
Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>	LOR		1
Perche	<i>Perca fluviatilis</i>	PER	OUI	
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES	OUI	
Poisson-chat	<i>Ictalurus melas</i>	PCH	OUI	
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	PSR	OUI	25
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT	OUI	
Spiralin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	SPI		3
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN	OUI	

Tableau 12 : Espèces retrouvés lors des pêches électriques de 2010 et 2018 sur la boire du Curé. Les espèces exotiques envahissantes sont indiquées en rouge

Remarque : Les IPR réalisés sur 9 boires courantes l'année dernière dans le cadre du CTMA avaient révélé des notes variant de 40,45 à 9,68 (Loger, 2017), la boire du Curé se trouve dans la moyenne de cet intervalle.

- Peuplement macrobenthique

La note IBG DCE de 11/20 obtenue sur la boire du Curé (prélèvements réalisés le 13 juillet 2018) indique un état moyen du milieu, en décalage avec l'état qui serait obtenu sans perturbations anthropiques (liste faunistique de l'IBG-DCE en Annexe 8). En effet, les indices calculés à partir du peuplement montre une diversité spécifique (H') deux fois inférieure à la diversité maximale (Hmax) que l'on pourrait obtenir sur ce type de milieu (Tableau 13). Cela est probablement dû au manque d'habitats présents dans la boire. On peut d'ailleurs remarquer que les quelques habitats marginaux recensés totalisent plus de taxons et un effectif plus important que le substrat majoritaire constitué de sables et limons (substrat moins biogène) (Tableau 14).



Note IBG DCE : 11/20	
Groupe indicateur	5 (genre Hydroptila ; 3 individus)
Indices calculés	
Diversité H'	2,08
Diversité maximale Hmax	4,75
Indice d'équitabilité J	0,44

Tableau 13 : Tableau de synthèse de l'IBG-DCE réalisé sur la boire du Curé

L'analyse des invertébrés récoltés dans la boire indique un déséquilibre dans le peuplement. En effet, le faible indice d'équitabilité (0,44) met en avant la dominance de 2 espèces : *Potamopyrgon antipodarum* et le groupe des oligochètes. *Potamopyrgon antipodarum* est un gastéropode considéré comme exotique envahissant pouvant supporter de fortes concentrations en nutriments et se développant très rapidement dans des milieux déséquilibrés. C'est une espèce euryèce qui colonise une large gamme d'habitats, des eaux douces aux eaux saumâtres, entraînant le déclin d'autres espèces habitant ces milieux (diminution de la richesse spécifique). (Van Damme, 2013).

Les oligochètes, présents en très forte concentration sur le substrat de sable et limons indique une forte concentration du milieu en matière organique (Tachet, 2010).

Le groupe indicateur (taxon le plus polluo-sensible représenté par plus de 3 individus dans le relevé) est représenté par le genre Hydroptila. Ce taxon est généralement associé à la végétation et plus particulièrement au périphyton, on peut donc le retrouver au sein des macrophytes immergés ou sur les pierres recouvertes d'un biofilm algal (Tachet et al., 2010). Ce taxon est toutefois représenté par un nombre très faible d'individus au sein du relevé (3 individus). Les taxons représentés par plus de 3 individus ont tous un groupe indicateur de 1 ou 2 (espèces polluo-tolérantes).

	Prélèvements A (Substrats marginaux : Hydrophytes, hélophytes, racines, blocs)	Prélèvements B+C (Substrat dominant : Sables et limons)	Total – Tous prélèvements confondus
% de recouvrement des différents substrat	6%	94%	100%
Richesse taxonomique	24	9	27
Effectif	2507	1868	4375
Taxons dominants	<i>Potamopyrgon antipodarum</i> (1530 individus)	Oligochètes (1503 individus)	

Tableau 14 : Caractéristiques des échantillons prélevés sur les différents substrats

Remarque : Les IBG-DCE réalisés sur 9 boires courantes l'année dernière dans le cadre du CTMA avaient révélé des notes variant de 6 à 17 (Loger, 2017).

- Bilan sur les indicateurs biologiques

Les notes des indicateurs obtenues peuvent maintenant être comparées aux notes de référence (état que devrait avoir le milieu en l'absence de perturbations anthropiques). Cette note de référence diffère selon les hydroécorégions et la boire du Curé se situe au niveau de l'hydroécorégion n°9 « Tables calcaires ». Cette hydroécorégion représente plus d'un tiers du bassin de la Loire et est marquée par un relief peu important, une faible densité de drainage ainsi qu'un climat à tendance océanique (ONEMA, 2011). Le rapport entre la note de référence et la note observée permet d'obtenir un Ecological Quality Ratio (EQR) ou « écart à la référence » que l'on peut ensuite comparer aux classes de qualité définies dans la Directive Cadre sur l'Eau (Tableau 15).

	IBMR	IBG-DCE	IPR
Formule de calcul EQR	$\frac{\text{Note obtenue}}{\text{Note de référence}}$	$\frac{\text{Note obtenue} - 1}{\text{Note de référence} - 1}$	La transformation en EQR des valeurs de limites de classes pour l'IPR présentant des difficultés, il a été décidé de maintenir ces valeurs-seuils en note d'indice. (MEEM, 2016)
Note obtenue sur la boire du Curé	<b>8,56</b>	<b>11</b>	<b>28,24</b>
Note de référence pour l'HER « Tables calcaires »	11,17	17	IPR<5 : TRES BON 5<IPR<16 : BON 16<IPR<25 : MOYEN 25<IPR<36 : MEDIOCRE IPR>36 : MAUVAIS
EQR	<b>0,766</b>	<b>0,625</b>	
Limites de classes de qualité	EQR>0,92 : TRES BON 0,77<EQR<0,92 : BON	EQR>0,94 : TRES BON 0,81<EQR<0,94 : BON	
	<b>0,64&lt;EQR&lt;0,77 : MOYEN</b>	<b>0,56&lt;EQR&lt;0,81 : MOYEN</b>	
	0,51<EQR<0,64 : MEDIOCRE EQR<0,51 : MAUVAIS	0,31<EQR<0,56 : MEDIOCRE EQR<0,31 : MAUVAIS	

Tableau 15 : Classes de qualité DCE associées aux indicateurs biologiques. Données du tableau issues de l'arrêté du 27 juillet 2015 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface

La note IBMR indique un état moyen du peuplement macrophytique, à la limite du bon état (voir tableau), ce qui peut sembler surprenant au vu du très faible pourcentage de recouvrement de la boire par la végétation. Les notes IBG-DCE et IPR indiquent respectivement un état moyen et médiocre des peuplements macrobenthiques et piscicoles. Le facteur déclassant pour l'état de la boire est donc l'IPR. Ce même facteur était déclassant pour l'état des masses d'eau sur le bassin de la Maine (p3).

### III.3.3- Discussion

Les résultats de l'état des lieux réalisé sur la boire du Curé ont révélé une bonne qualité d'eau au regard de la température et de l'oxygène mesurés mais des indicateurs biologiques en décalage avec le bon état que l'on devrait obtenir en l'absence de perturbations anthropiques. Le peuplement piscicole est de qualité médiocre tandis que les peuplements macrophytiques et macrobenthiques sont de qualité moyenne. Ce décalage est majoritairement influencé par le manque d'habitats disponibles sur la boire pour les différentes espèces de poissons ou d'invertébrés, probablement causés par des travaux sur le milieu dans les années 1970 (Schneider, 2010). La boire a ainsi été déplacée de son lit d'origine et recalibrée pour des besoins agricoles (aujourd'hui l'ancien lit est toujours visible lors des inondations puisqu'il se trouve en position topographique plus basse que la boire actuelle : Figure 19).



Figure 19 : Photo de l'ancien lit de la boire visible lors de l'inondation des prairies en avril. M. Fuentes

Ces travaux ont participé à l'étalement de la lame d'eau, l'homogénéisation totale des faciès d'écoulement et la détérioration des habitats. Deux ouvrages avaient également été mis en place en amont et en aval de la boire afin de réguler le niveau d'eau et une dizaine de buses placées sur le linéaire entravaient les écoulements. (Schneider, 2010). Des travaux de restauration, réalisés en 2010, ont permis d'araser les ouvrages de régulation amont et aval sur la boire et remplacer les buses par des pont-cadres, mieux dimensionnés afin de répondre aux objectifs de la DCE en terme de continuité écologique. Le barrage de Cheffes sur la Sarthe ne pouvant être supprimé à cause des usages liés à la navigation, la boire du Curé constitue une voie de passage, notamment pour les espèces piscicoles. Les prairies inondées aux abords de la boire, leur servent d'ailleurs de frayère.

Ces premiers travaux de restauration ont permis de libérer les écoulements et d'évacuer partiellement le substrat envasé de la boire (visible en aval de la boire). Toutefois, une grande partie de la boire présente toujours un substrat vaseux que les écoulements ne parviennent pas à évacuer.

Il a ainsi été établi que la résilience des cours d'eau suite à des modifications morphologiques (chenalisation, recalibrage) dépendait principalement de leur puissance spécifique. Cette puissance spécifique, correspond, de manière simplifiée, au produit de la pente et du débit du milieu. Au-delà de  $35 \text{ W/m}^2$ , la puissance spécifique du cours d'eau lui permettrait de se réajuster morphologiquement et de retrouver peu à peu une géométrie plus naturelle (Figure 20). En effet, plus la puissance est importante, plus l'érosion des berges sera facilitée et l'apport sédimentaire important.

A contrario, en deçà d'un seuil de  $25 \text{ W/m}^2$ , la puissance spécifique n'est pas assez importante pour remodeler le milieu. (Malavoi, 2007)

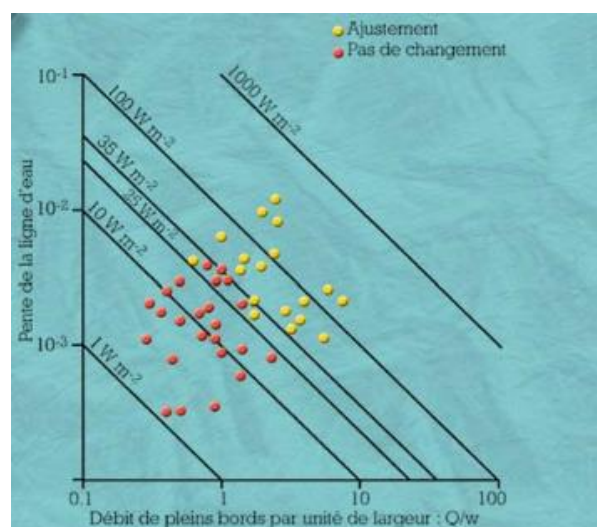


Figure 20 : Seuils de puissance spécifique Source : ONEMA d'après Brookes, 1988 in Wasson

La puissance spécifique n'a pas été mesurée sur la boire du Curé mais la présence de plat (lent et courant) majoritaire sur le linéaire indique une puissance spécifique du milieu relativement faible.

Les travaux de restauration des habitats prévus par le Département semblent donc être nécessaires afin d'aider le milieu à retrouver un fonctionnement plus naturel, *a minima* sur la partie amont de la boire.

### III.3.4- Propositions de travaux

La meilleure des restaurations consisterait à repositionner la boire du Curé dans son ancien lit mais cela nécessiterait des moyens techniques et financiers importants et, cela s'opposerait également aux souhaits des exploitants agricoles.

La redynamisation des écoulements et la diversification des habitats souhaitée en amont de la boire peut être obtenue à travers 2 types d'actions de restauration :

- La mise en place de *bancs alluviaux alternés* ou de *risbermes artificiels* est une technique intéressante pour les milieux présentant un lit rectiligne et une homogénéisation des habitats. Le principe est de recréer des bancs alluviaux alternés similaires à ceux qui se développent naturellement sur les cours d'eau à transport solide moyen et fort. Cet aménagement permettra de resserrer la lame d'eau et ainsi accélérer les écoulements. Cette dynamique permet également de ré-enclencher le processus d'érosion latérale de berges et la mise en place, petit à petit, d'une sinuosité du lit (Figure 21) (Malavoi, 2007).

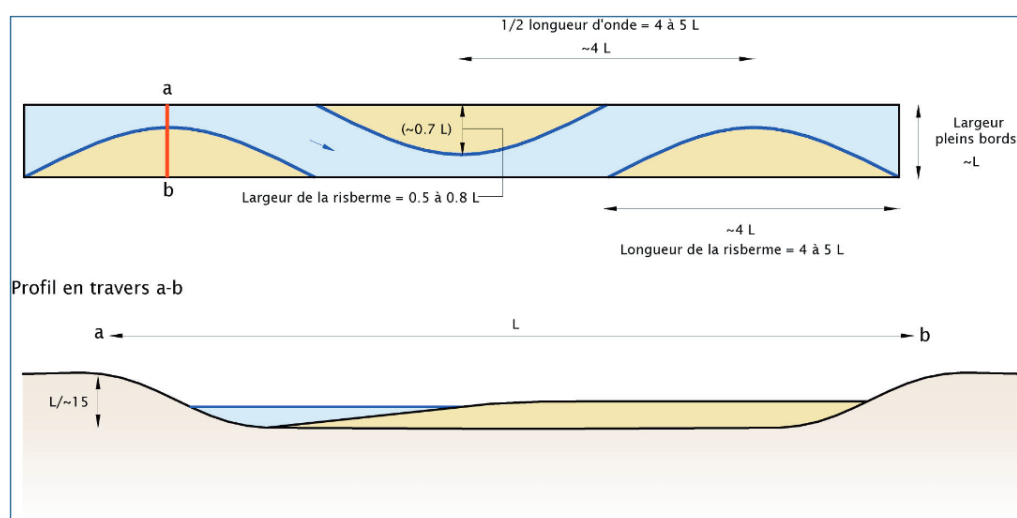


Figure 21 : Schéma d'implantation des risbermes ( $L$ =Largeur à plein bord) Source : BIOTEC

*Remarque : Cet aménagement peut induire une augmentation de la fréquence de débordement du milieu suite à la hausse du niveau d'eau dans le lit de la boire.*

- Une disposition d'amas de graviers/blocs sur différents points en amont de la boire permettrait de créer des habitats pour les espèces faunistiques, de rehausser légèrement la ligne d'eau à ces endroits-là et d'accélérer les écoulements. Cela permettrait également de favoriser les échanges avec l'air afin d'oxygéner les eaux. Il faudra toutefois veiller à conserver une granulométrie proche de celle du milieu ou légèrement supérieure pour résister aux crues.

Les quelques foyers de jussie repérés n'ont pas encore colonisé la boire de manière importante. Il pourrait donc être intéressant de mettre en place des actions d'arrachage manuel pour l'éradiquer totalement pendant qu'elle n'est pas trop implantée.

# Conclusion

L'objectif principal de cette étude était de réaliser un état des lieux physiques et biologiques de 8 annexes hydrauliques situées au cœur des basses vallées angevines, dans le cadre du Contrat Territorial Milieux Aquatiques. Cet état des lieux, première phase de suivi des sites avant travaux de restauration, pourra être comparé aux résultats obtenus 3 ans après les travaux selon le même protocole standardisé.

Concernant les sites type 'zone humide', les résultats obtenus sur les différents sites ont permis d'établir une base de données hydrologiques, floristiques et faunistiques des annexes hydrauliques. Les divers inventaires réalisés ont mis en évidence une diversité intéressante d'espèces floristiques, d'habitats et d'espèces faunistiques notamment concernant les odonates. Certains sites ont pourtant révélé des dysfonctionnements, indiqués par les mesures physico-chimiques, et en particulier les concentrations en oxygène dissous dans l'eau des boires, relativement faibles. La majorité des sites d'études était en effet des milieux peu courants voire stagnants dont les linéaires étaient déconnectés du cours d'eau associé ou entravés par la présence d'ouvrage sous-dimensionnés ou d'encombres. Plusieurs de ces constats témoignent du comblement progressif de ces annexes hydrauliques. C'est un processus naturel causé par les dépôts alluviaux successifs mais qui mène à des pertes importantes en termes d'habitats et d'espèces associées. Les travaux entrepris par les maîtres d'ouvrage du CTMA visent donc essentiellement à restaurer le caractère fonctionnel des annexes hydrauliques en améliorant leur connexion avec le cours d'eau.

Concernant les sites 'courant', la boire du Curé, seul site d'étude caractérisé par des eaux courantes a révélé une bonne qualité d'eau mais des peuplements faunistiques et floristiques sous-représentés ou déséquilibrés en décalage avec le bon état imposé par la Directive Cadre sur l'Eau. Ce décalage s'est révélé être principalement causé par le manque d'habitats présents sur la boire et disponibles pour les organismes, dû à un recalibrage dans les années 1970. Des travaux de restauration ont donc été proposés dans le but de pallier cette homogénéisation et diversifier les écoulements et les habitats.

Concernant le suivi réalisé, l'inventaire floristique s'est révélé être l'exercice le plus long à mettre en place, que ce soit sur le terrain, ou par la suite, dans le traitement des données, l'utilisation du logiciel JUICE n'étant pas aisé lorsque l'on débute et les retours d'expérience quant à son utilisation, limités. Du point de vue de la méthode, l'affectation de coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet reste une technique subjective et cet aspect devra être pris en compte dans la réalisation de futurs suivis sur les mêmes sites.

Les paramètres étudiés dans le cadre du CTMA sont multiples et l'organisation pour les prospections de terrain sur les 8 sites d'étude n'a pas toujours été simple, il serait donc préférable de ne pas dépasser ce nombre de sites lors des prochains suivis.

Les travaux prévus sur l'ensemble des sites d'étude auront lieu cette année (2018) ou en 2019. Le deuxième suivi sera donc réalisé en 2022 et 2023 et permettra finalement de statuer sur l'efficacité des travaux réalisés et leurs impacts sur les milieux.

# Bibliographie

ADASEA du Maine-et Loire, 2004. *Document d'objectifs Natura 2000 des Basses Vallées Angevines*. 221p. [en ligne].

Disponible sur

[http://www.angersloiremetropole.fr/fileadmin/plugin/tx\\_dcddownloads/docobBVAnatura2000.pdf](http://www.angersloiremetropole.fr/fileadmin/plugin/tx_dcddownloads/docobBVAnatura2000.pdf).

(Consulté en juin 2018)

Agence de l'eau Loire Bretagne, 2016. *L'eau en Loire-Bretagne n°90 - Le Sdage Loire-Bretagne 2016-2021 et son programme de mesures associé*. Orléans : Agence de l'eau Loire-Bretagne (AELB) ISSN 2272-0111 [en ligne]

Disponible sur : [http://www.eau-loire-bretagne.fr/sdage/sdage\\_2016\\_2021/PUBLI\\_revue90.pdf](http://www.eau-loire-bretagne.fr/sdage/sdage_2016_2021/PUBLI_revue90.pdf)

(Consulté en juillet 2018).

Agence de l'Eau Loire Bretagne, 2018. *Mayenne-Sarthe-Loir, un des territoires de Loire-Bretagne les plus dégradés*. [en ligne]

Disponible sur <https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/des-eaux-en-bon-etat/quelle-qualite-des-eaux/sous-bassin-mayenne-sarthe-loir.html>. (consulté en juin 2018)

Angers Loire Métropole, 2017. *Convergence et conciliation des enjeux Eau et Biodiversité. CTMA des Basses Vallées Angevines*. Atelier 44 « Préservation de la biodiversité : quelles actions pour l'Agence de l'Eau ? » Carrefour des gestions locales de l'eau.

Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997. Corine Biotopes. *Types d'habitats français* (version originale). Nancy : Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts. Laboratoire de recherche en sciences forestières. 217p.

Clausnitzer, V. 2009. *Calopteryx splendens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T158701A5265028. [en ligne]

Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158701A5265028.en>. (consulté en août 2018).

Delassus L., Magnanon S., Colasse V., Glémarec E., Guitton H., Laurent E., Thomassin G., Bioret F., Catteau E., Clément B., Diquelou S., Felzines J.-C., Foucault B., Gauberville C., Gaudillat V., Guillevic Y., Haury J., Royer J.-M., Vallet J., Geslin J., Goret M., Hardegen M., Lacroix P., Reimringer K., Waynel J., Zambettakis C., 2014. *Classification physionomique et physiologiques des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire*. Brest : Conservatoire botanique national de Brest (Les cahiers scientifiques et techniques, 1). 262p.

Département de Maine-et-Loire, 2016. *Programme de restauration de cours d'eau et zones humides – Basses Vallées Angevines. Fiche de présentation du CTMA*.

Dupieux N., 2004 – *Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin de la Loire*. Programme Loire nature, mission scientifique, 52 p.

Lansdown R.V., 2017. *Myriophyllum spicatum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T164481A84291750. [en ligne] Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T164481A84291750.en>. (consulté en août 2018).

Loger L., 2017. *Etude des boires de la Sarthe et du Loir dans une optique de restauration de continuité écologique et sédimentaire*. Rapport de Master 2 Zones Humides Continentales et Littorales. Université d'Angers. 56p.

LPO, 2016. *Les Basses Vallées Angevines et l'action de sauvegarde engagée par la LPO*. [en ligne]. Disponible sur <http://divers.lpo-anjou.org/bva/bva.htm>. (consulté en mai 2018).

Malavoi J-R., Biotec, 2007. *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Agence de l'Eau Seine-Normandie. 64p. [en ligne]. Disponible sur : [http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Collectivite/HYDROMORPHO/02Guide\\_terrain.pdf](http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Collectivite/HYDROMORPHO/02Guide_terrain.pdf) (consulté en août 2018)

Ollivier D., 2013. *Roselières basses à moyennes*. Poitou-Charentes Nature. [en ligne]. Disponible sur : <http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/roselieres-basses-a-moyennes/> (consulté en août 2018)

ONEMA, 2011. *Réseau de Contrôle de Surveillance - Synthèse des données piscicoles Bretagne - Pays de la Loire (2007 - 2010)*. [en ligne]. Disponible sur [http://www.onema.fr/sites/default/files/pdf/2011\\_008.pdf](http://www.onema.fr/sites/default/files/pdf/2011_008.pdf) . (Consulté en juillet 2018)

Schneider S., 2010. *Etat des lieux de la boire du curé suite à sa restauration écologique*. Rapport de Master 2 Eco-ingénierie des Zones Humides et Biodiversité. Université d'Angers – Agrocampus Ouest. 61p.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-polatera P., 2010. *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*, ed. du CNRS, 607p.

Van Damme D., 2013. *Potamopyrgus antipodarum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T155980A738398. [en ligne] Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T155980A738398.en>. (consulté en août 2018)

Yao E., 2017. *Etats initiaux de boires en vue de travaux de restauration*. Rapport de Master 2 Zones Humides Continentales et Littorales. Université d'Angers. 74p.

# Annexes

Annexe 1 : Cahier de protocole des indicateurs de suivi du CTMA rédigé par Emma YAO et Lionel LOGER (2017) .....	34
Annexe 2 : Localisation des points de relevés et des transects sur chacun des sites d'étude.....	43
Annexe 3 : Exemple de fiches sites réalisé pour les maîtres d'ouvrage.....	48
Annexe 4 : Données hydrologiques et physico-chimiques brutes .....	51
Annexe 5 : Espèces d'odonates retrouvées sur l'ensemble des sites d'étude .....	54
Annexe 6 : Données phytosociologiques brutes .....	55
Annexe 7 : Fiche de résultats de l'IBMR réalisé selon la norme AFNOR NF T90-395.....	65
Annexe 8 : Résultats bruts de l'IBG-DCE réalisé selon la norme AFNOR NF T90-333 .....	66



*Annexe 1 : Cahier de protocole des indicateurs de suivi du CTMA rédigé par Emma YAO et Lionel LOGER (2017)*

## Récapitulatif des indicateurs

<b>Tronc Commun Fonctionnement Hydraulique</b>	<b>Tronc Commun Zones Humides</b>	<b>Tronc Commun Courant</b>
Flore	Flore	Flore aquatique
Température	Température	Température
Oxygène	Oxygène	Oxygène
Amphibiens	Amphibiens	Granulométrie
Odonates	Odonates	Débit
Faunes diverses	Faunes diverses	
Suivi hauteur d'eau	Suivi hauteur d'eau	
Profil en travers	Profil en travers	

## Récapitulatif des passages

<b>Indicateurs</b>	<b>Passages</b>
Flore	1 fois par mois de mai à juillet
Température, Oxygène et Suivi hauteur d'eau	1 fois tous les 15 jours
Amphibiens	1 fois en avril-mai et 1 fois en juin
Odonates	1 fois avant le 15 juin, 1 fois entre mi-juin et fin juillet et 1 fois à partir du 1 <sup>er</sup> août
Faunes diverses	A faire lors des autres prospections
Profil en travers	1 seule fois
Granulométrie (au niveau profils en travers)	1 seule fois (sauf si crue/tempête)
IBMR	2 fois (module / étiage)
IBGN	2 fois (module / étiage)
Pêche électrique	1 ou 2 fois

# Protocoles de suivi des indicateurs

## Troncs Communs Fonctionnalité Hydraulique et Zones Humides

### I-Protocoles de suivi de la biodiversité

#### I.1- Flore

##### Introduction

Le protocole d'inventaire floristique de cette présente étude est inspiré du rapport technique du Conservatoire Botanique National de Brest (Delassus, 2015) et des rapports d'anciens stagiaires de la Fédération de Maine-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (Leclerc, 2011 ; Bidet 2014 ; Defaye, 2016) ayant déjà travaillé sur la problématique d'états initiaux de zones humides dans le département.

Cette méthode d'inventaire est basée sur l'approche phytosociologique sigmatiste de Braun-Blanquet et consiste à des relevés phytosociologiques pour chaque association végétale contactée le long d'un transect. La phytosociologie sigmatiste repose sur le postulat suivant : l'espèce végétale et l'association végétale sont considérées comme les meilleurs intégrateurs de tous les facteurs écologiques (climatiques, édaphiques, biotiques et anthropiques) responsables de la répartition de la végétation (Béguin et al., 1979).

Dans le cadre de notre étude, cette inventaire permet donc d'identifier les différentes unités de végétation présentes, de connaître la biodiversité floristique par le calcul d'indice de biodiversité et de caractériser les paramètres environnementaux comme l'azote et l'humidité par le calcul d'indice d'Ellenberg du site avant et après la phase des travaux. Cet indice permet entre autres, de renseigner sur la fréquence d'inondation-exondation de la zone, la fertilité des sols ou sur de potentielles pollutions.

Le résultat de cette étude permettra d'en un premier temps, d'avoir un état de référence afin de caractériser, par la suite, les potentielles conséquences des travaux sur la flore. De plus, la dynamique de la végétation et des habitats ainsi que leurs relations avec les variables environnementales pourront être observés. L'inventaire permettra également d'apprécier les potentialités de certains sites en tant que frayères.

##### **Mise en place du protocole**

L'échantillonnage stratifié est la méthode qui permet de faire des relevés phytosociologiques ainsi, des prospections préliminaires sur le terrain sont utiles pour acquérir une vue d'ensemble de la diversité floristique et pour préparer les transects (Meddour, 2011). Les inventaires se font sur une végétation bien développée et doivent donc être effectués durant la période optimale de développement (Delassus, 2015). Ils sont réalisés aux mois de Mai (session 1), Juin (session 2) et Juillet (session 3), de façon à couvrir la période entre la baisse quasi-totale des niveaux d'eau et après fauche et début de repousse des prairies humides, mais également pour prendre en compte les espèces les plus tardives (Leclerc, 2011 ; Bidet, 2014 ; Defaye, 2016).

### 1) Méthode d'échantillonnage

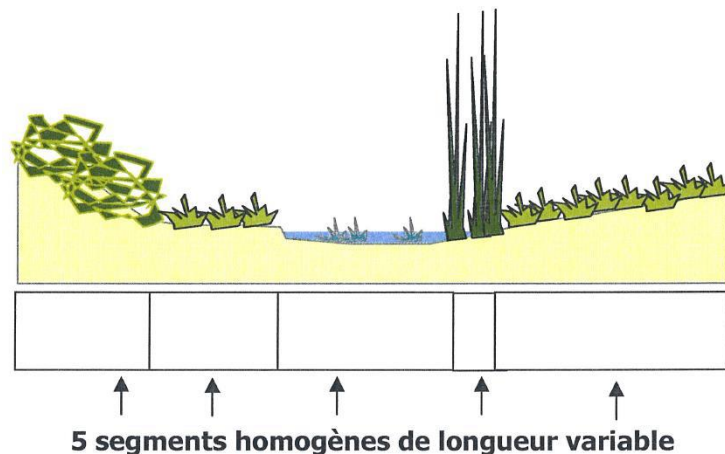
La technique d'échantillonnage consiste, le long d'un transect, à une identification de formations végétales différentes mais homogènes en leur sein (appelées strates) (Delassus, 2015). Chaque strate identifiée est échantillonnée indépendamment des autres strates, cependant il est préconisé d'organiser une stratification, de manière à obtenir un nombre de relevés à peu près équivalent pour chaque strates (Gillet, 2000).

### 2) Identification des transects

Les transects ont été définis après visite générale du site. Cette première étape ne nécessite qu'une « compétence visuelle » pour l'identification de la structure générale des formations végétales (Delassus, 2015). Deux à quatre transects sont établis selon la taille du site et la nature des travaux ; la longueur des transects varie en fonction du nombre de formations végétales rencontré.

Les transects sont choisis selon plusieurs critères et correspondent à un profil semblable à la Figure 1 :

- Ils sont réalisés dans le sens du profil en travers de la boire.
- Ils doivent être représentatifs de la végétation globale du site et rendre compte de l'hétérogénéité de l'habitat.



**5 segments homogènes de longueur variable**  
Figure 1 Délimitation de segments homogènes le long d'un transect  
(Leclerc, 2011)

### 3) Relevés

Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'association végétale que s'il est effectué sur une surface au moins égale à l'aire minimale, c'est à dire sur une surface assez grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes dans l'association (Guinochet, 1973). Classiquement, cette aire minimale est définie à l'aide de la courbe aire-espèces. Cependant, afin de simplifier l'échantillonnage, il existe déjà des ordres de grandeur d'aire minimale en fonction du type de formation végétale présentés ci-dessous dans le Tableau 1 et Tableau 2.

Tableau 1 : Ordres de grandeur des aires minimales pour les étendues spatiales (Gorenflot & De Foucault, 2005 ; Delpech, 2006)

Formations	Etendues
Végétations annuelles de dalles ou fissures rocheuses	Quelques cm <sup>2</sup>
Végétations flottantes de lentilles d'eau	10 cm <sup>2</sup>
Prairie, pelouses maigres ou de montagne, végétations aquatiques, roselières, mégaphorbiaies	10 à 25 m <sup>2</sup>
Communautés de mauvaises herbes, végétations rudérales, celles des éboulis, coupes forestières	25 à 100 m <sup>2</sup>
Landes	100 à 200 m <sup>2</sup>
Forêts	300 à 800 m <sup>2</sup>

Tableau 2 Ordres de grandeur des aires minimales pour les linéaires (Delpech, 2006)

Formations	Etendues
Ourlets et lisières herbacées	10 à 20 m
Végétations herbacées ripuaires	10 à 50 m
Haies	30 à 50 m
Végétations des eaux courantes	30 à 100 m

Les espèces rencontrées de chaque groupe végétal situé de part et d'autre du transect ont été déterminées puis quantifiées selon un coefficient d'abondance-dominance (l'importance de recouvrement de chaque espèce au sein du relevé) défini suivant l'échelle de Braun-Blanquet (cf. Tableau 3). Enfin, pour chaque espèce identifiée, la strate (herbacée, arbustive ou arborée) à laquelle elles appartiennent a été recensée afin d'obtenir la structure verticale de la végétation (Delassus, 2015).

Tableau 3 Coefficient de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet J., 1932 ; Braun-Blanquet J. et al., 1952)

Coefficients	Recouvrement
+	< 1 %, espèces disséminées et peu abondantes
1	< 5 %
2	Entre 5 % et 25 %
3	Entre 25 % et 50 %
4	Entre 50 % et 75 %
5	Entre 75 % et 100 %

#### 4) Analyse des données

Le traitement des données floristiques consistait dans un premier temps à rassembler les relevés phytosociologiques dans un tableau brut. Des indices de biodiversité ont été calculés à partir du logiciel JUICE, logiciel de gestion, d'analyse et de classification de données écologiques. L'indice d'équitabilité de Piélou traduit le degré de diversité spécifique atteint par rapport au maximum théorique (Blondel, 1979). Il se calcule par rapport à l'indice de Shannon et est compris entre 0 et 1. Afin d'évaluer l'humidité édaphique et le niveau trophique des boires, un indice d'Ellenberg moyen a été calculé à partir des indices de chaque espèce, pondérés par leur pourcentage de recouvrement. Puis, les données ont été « diagonalisées » dans le but d'ordonner les relevés en les regroupant par

ressemblance. Le but est de comparer les relevés entre eux et de mettre en évidence les similitudes de groupements végétaux et donc de types d'habitats. Ceci est réalisé à partir de l'outil « Two-way Indicator Species Analysis » (TWINSpan). Par la suite, une méthode d'ordination a permis de vérifier la pertinence des résultats issus de la classification réalisée par TWINSpan mais aussi de procéder à leur interprétation écologique. Ainsi, l'Analyse Détendancée des Correspondances (DCA) met en évidence les éventuelles ressemblances entre les boires à partir de leurs communautés végétales (Hill & Gauch, 1980). Ce travail est fondé sur une analyse multivariée des correspondances qui séparent des groupes de relevés composés d'espèces censées correspondre à des conditions écologiques similaires. Les groupements issus de l'analyse ont été associés par la suite à des habitats de la classification CORINE Biotope (Bissardon & Guibal, 1997).

## I.2- Faune

### Introduction

L'inventaire faunistique est réalisé dans le but d'avoir une vue d'ensemble de la biodiversité animale des différents sites à restaurer et permet d'identifier les sites potentiels de reproduction d'espèces vulnérables comme les amphibiens, les odonates et les poissons.

### **Amphibiens**

La période d'inventaire des amphibiens en 2017 ne permettra pas de couvrir la totalité de la période optimale pour les observations.

Idéalement, 3 sessions dont 1 nocturne seront réalisées (RhoMeO ; Miaud) :

- Fin janvier/début février pour la reproduction des espèces précoces (Grenouilles rousses et agiles, Crapaud commun, Salamandre tachetée).
- Début mars jusqu'à courant mai pour les espèces plus tardives comme le Pélodyte ponctué, le Crapaud calamite ou la Rainette verte et également pour les tritons.
- Fin mai jusqu'à début juin pour les espèces les plus tardives comme les Grenouilles vertes, le Sonneur à ventre jaune et l'Alyte (Miaud, 2005).

Selon les rapports, les dates peuvent varier, à titre d'exemple, d'après l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et dans le cadre du programme RhoMeO, 3 visites annuelles sont prévues dont un passage courant février-mars, un 2<sup>e</sup> passage courant avril-mai et un dernier passage au mois de juin.

Cependant et afin d'adapter les dates à la présence de stage, nous pourrions nous appuyer sur le tableau réalisé par la DREAL Pays de la Loire en 2016, regroupant la phénologie des amphibiens dans la région.

Pour cette année 2017, un passage de jour sera prévu courant mai et juin et un passage de nuit courant juin.

### **Méthode d'échantillonnage**

L'inventaire des amphibiens combine plusieurs méthodes afin d'être le plus représentatif possible, le but étant d'être le plus exhaustif possible dans la liste des espèces présentes au niveau d'un site.

Ainsi, lors des visites diurnes, des observations et identifications visuelles des pontes, têtards et adultes pourront être réalisées. Cette méthode peut être complétée par l'identification au chant, et par des prospections à l'épuisette pour identifier les larves et têtards qui se développent. Des points d'écoute sont choisis afin de couvrir des zones potentielles de présence d'espèces.

Concernant la recherche d'amphibien à l'aide d'épuisette, la technique consiste à réaliser des mouvements d'épuisette par « aller et retour » d'environ 1 m dans et à proximité des différents habitats (par exemple dans les plantes aquatiques de différentes espèces, le long des berges, etc.).

Il peut être intéressant également de noter l'effort de pêche (par exemple la durée, nombre de coup d'épuisette, linéaire de berges échantillonnées, etc.) (Miaud, 2005).

Des prospections de nuit seront réalisées dans le but de prendre en compte les espèces plus actives la nuit. Le protocole consiste à une écoute des chants de 10 minutes maximum par points, complété par des observations visuelles à la lampe torche de 10 minutes en moyenne (Grossi J.L., mai 2010 ; Molière, J.-J., 2005). Les Amphibiens utilisent régulièrement des abris (bois, pierres, etc.), qui pourront être inspectés avec profit (Miaud, 2005).

Les chants sont enregistrés à l'aide d'un dictaphone sur téléphone puis identifiés à partir de sites internet.

Il a été choisi de ne pas mettre en avant l'importance des populations mais de bien dresser un inventaire des espèces présentes. Ainsi, les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces (données qualitatives). Elles sont collectées sur un réseau de points d'observation placé de manière stratégique afin de suivre l'impact des travaux sur ce taxon et de mesurer la tendance d'évolution des peuplements d'une année à une autre.

## Odonates

Les relevés consistent à la réalisation d'une liste d'espèces d'Odonates (au plus proche de l'exhaustif) présentes sur le site d'étude. Les inventaires peuvent être complétés par des prospections d'exuvie ou de larves. Les espèces, les stades biologiques et les comportements observés pourront être identifiés. L'inventaire permettra de relever la présence/absence des espèces observées, le but étant de faire un simple état des lieux.

Les relevés devront dans la mesure du possible être réalisés dans des conditions météorologiques optimales (cf. Tableau 4).

Tableau 4. Conditions météorologiques idéales pour l'observation d'odonates (Source : SFO, non daté)

		Température		
		<17°C	17°C-22°C	>22°C
Nébulosité	>3 /4	non	oui	oui
	< ¾	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non
Force du vent	< 4 Beaufort	non	oui	oui
	4 Beaufort	non	oui exceptionnellement	
	> 4 Beaufort	non	non	non

## Méthode d'échantillonnage

Les odonates sont inventoriés sur un ensemble de point d'écoute réalisé sur des secteurs stratégiques et afin de concentrer les efforts, sur les secteurs comportant le plus de probabilité de présence du taxon.

# I-Protocoles de suivi du milieu physique

## Introduction

Le suivi hydraulique et hydrologique nous permettra de déterminer la hauteur des eaux, la température et l'oxygène dissous. Ces paramètres indiquent les variations de qualité dans les boires (Bunn S *et al.* 2002). Des profils topographiques en travers des boires seront réalisés et serviront de point de suivi pour les prochaines études après travaux.

## Hauteur d'eau, Débit, Température et Oxygène

Afin de suivre le plus rigoureusement la hauteur d'eau, le débit, la température et l'oxygène dissous, les points de relevé se feront aux mêmes endroits sur le site pour l'ensemble des paramètres et d'une session à une autre. Chaque site sera visité tous les 15 jours afin de relever les paramètres.

A noter que les débits et les hauteurs d'eau des cours d'eau associés aux boires seront relevés toutes les semaines à partir des stations de mesure les plus proches (cf. Vigicrues et Banque Hydro France).

L'oxygène dissous (en mg/l et/ou % de saturation) présente des teneurs variables en fonction de la température et de la quantité de matière organique présente dans l'eau. Des baisses importantes d'oxygène ont des conséquences préjudiciables sur la vie aquatique. Lors des prélèvements, pour les eaux calmes (lenticues) et stagnantes, les valeurs d'O<sub>2</sub> dissous et pourcentage de saturation peuvent varier fortement en fonction des conditions météorologiques et de l'heure de la mesure. Il est donc nécessaire d'indiquer ces paramètres lors du prélèvement (Dupieux, 2004).

### 1) Identification des points de relevés

Les points de relevés sont faits de préférence dans un endroit accessible et représentatif du site (protocole IBGN et IBMR). Si la boire n'est pas trop grande, les points pourront se faire comme-ci : un à la connexion amont et un à la connexion aval. Il est intéressant de multiplier les points (dans une certaine limite) afin de mettre en évidence d'éventuelles variations spatiales des paramètres mesurés.

### 2) Méthode d'échantillonnage

Il est préférable de respecter l'ordre dans lequel les sites ont été suivis à chaque campagne de prélèvements afin d'avoir les conditions d'ensoleillement et de température les plus identiques possibles pour éviter tout biais (Bidet, 2014).

Les mesures ont été effectuées à l'aide de la sonde thermo Scientific Orion Star A223 avec un embout RDO/DO Meter fournie par la Fédération de pêche 49.



## Tronc Commun Courant

I-

### Protocoles de suivi de la biodiversité

#### IBMR

L'IBMR se réalisera en deux passages. Un premier passage aura lieu à des débits du Loir et de la Sarthe proche de leur module respectif (31,8 m<sup>3</sup>/s et 47,7 m<sup>3</sup>/s). Le second passage d'étude de la végétation se fera en période d'étiage afin de déterminer si des variations de débits et donc de hauteur d'eau, influence les populations végétales présentent. Ce relevé se réalisera sur la partie la plus courante du site et sur une zone plus calme. La détermination des individus collectés doit se faire jusqu'à l'espèce. Le recouvrement en Macrophytes est estimé in situ en pourcentage. L'IBMR nécessite une description du site et des écoulements.

$$IBMR = \frac{\sum_n^i Ei * K * CSi}{\sum_n^i Ei * Ki}$$

*i* : les taxons constitutifs,  
*n* : le nombre total de taxons  
*CSi* : moyenne des cotes spécifiques  
*Ei* : le coefficient de sténocécie  
*Ki* : le coefficient d'abondance

#### IBG-DCE

Le but de l'IBG-DCE est d'assurer le prélèvement des macro-invertébrés de façon normalisée afin de pouvoir réaliser un suivi dans le temps de l'évolution des différents sites. Cet indice peut mettre en évidence des dysfonctionnements, certains taxons, étant résistants à des pollutions ponctuelles, restent présents dans le cours d'eau, alors que d'autres taxons étant sensibles à ces pollutions disparaissent. L'IBG-DCE tient compte des habitats les plus représentatifs mais également des habitats marginaux qui sont sources de biodiversités. (AFNOR 2009). Les stations sont définies sur le terrain et sont caractérisées par la présence d'une diversité de substrat et si possible de vitesse d'écoulement. La définition des stations est donc réalisée suite à la description des substrats. Ainsi, un total de 12 prélèvements par station est effectué, 4 sur les habitats marginaux, 4 sur les habitats principaux et 4 autres sont réalisés en compléments sur les substrats principaux en privilégiant ceux qui n'ont pas déjà été échantillonnés. La conservation des prélèvements se fait dans de l'alcool 90° dans des boîtes de conservation étiquetées. Les prélèvements se font sur des sites pouvant être prospectés à pied à l'aide d'un suber ou d'un haveneau de maille 500µm.

#### Pêche électrique

2 sessions de pêche (ou une selon le temps disponible) sur chacun des sites courants. Il s'agit de réaliser une pêche complète des différents individus se trouvant dans la boire lors de la prospection. Cette dernière se déroulera d'aval en amont afin de ne pas déranger les zones non prospectées et éviter de faire fuir les individus. La prospection se fera munie d'appareils portatifs sur 30 points.

## II-Protocoles de suivi du milieu physique

### Introduction

Le suivi hydraulique et hydrologique nous permettra de déterminer la hauteur des eaux et le débit ainsi que la température, l'oxygène dissous et la granulométrie. Ces paramètres indiquent les variations de qualité dans les boires (Bunn S *et al.* 2002). Ils serviront également de point de référence pour les prochaines études après travaux.

### Hauteur d'eau, Débit, Température et Oxygène

Cf. La méthode présentée pour les troncs communs fonctionnalité hydraulique et zones humides.

### Granulométrie

La nature du substrat est paramètre important à caractériser car elle joue un rôle important sur la structuration des communautés vivantes et sur le fonctionnement du milieu (Dupieux, 2004).

« La nature du substrat au sein de l'annexe fluviale devra être caractérisée car elle joue un rôle important sur la structuration des communautés vivantes (couple substrat / vitesse) et sur le fonctionnement du milieu (éventuel colmatage du fond par des fines et limitation des échanges entre l'annexe et la nappe). Il est ainsi proposé de caractériser le substrat en procédant à un échantillonnage, par exemple le long des profils topographiques en travers réalisés pour caractériser la géométrie de l'annexe, et en notant le long de ces profils et selon un espacement régulier :

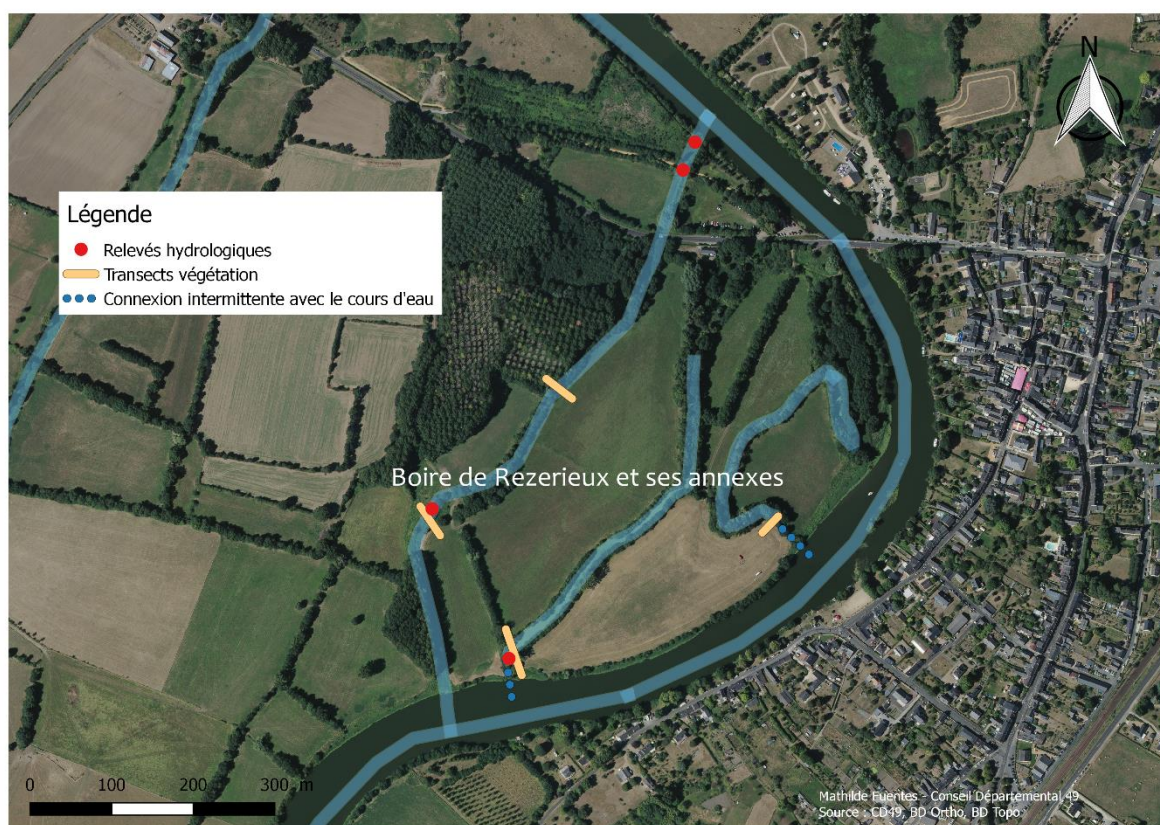
- l'épaisseur éventuelle de vase
- la texture du substrat observé sous la vase.

Généralement, la désignation du substrat repose sur la granulométrie de ses éléments constitutifs depuis les éléments les plus abondants jusqu'aux moins représentés. Pour caractériser les substrats des annexes fluviales, il est proposé dans le cadre du suivi Loire nature de limiter la description du substrat à la fraction la plus représentée en utilisant la typologie suivante : »

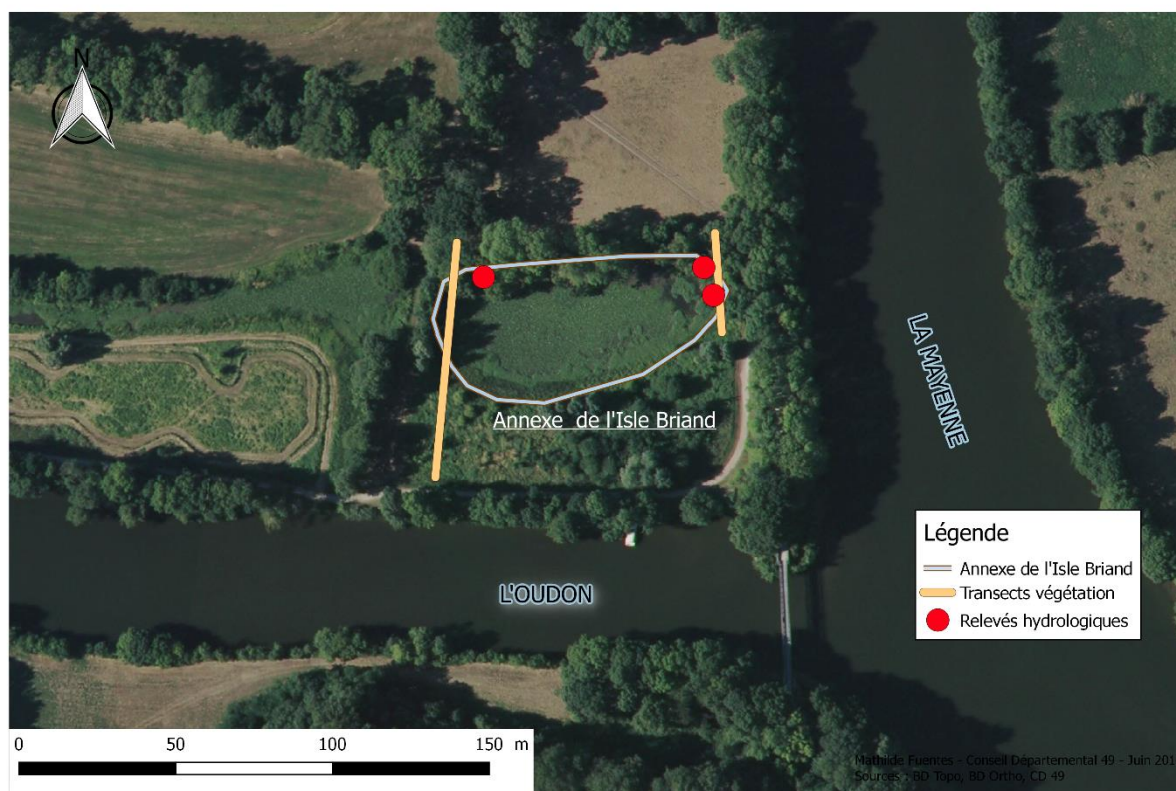
Tableau 4 Typologie présentée par la norme afnor de l'IBGN

Dénomination	Taille des éléments
Blocs	> 250mm
Galets	25 à 250 mm
Graviers	2.5 à 25 mm
Sables	< 2 mm
Vase	< 0.1mm avec débris organique

## Annexe 2 : Localisation des points de relevés et des transects sur chacun des sites

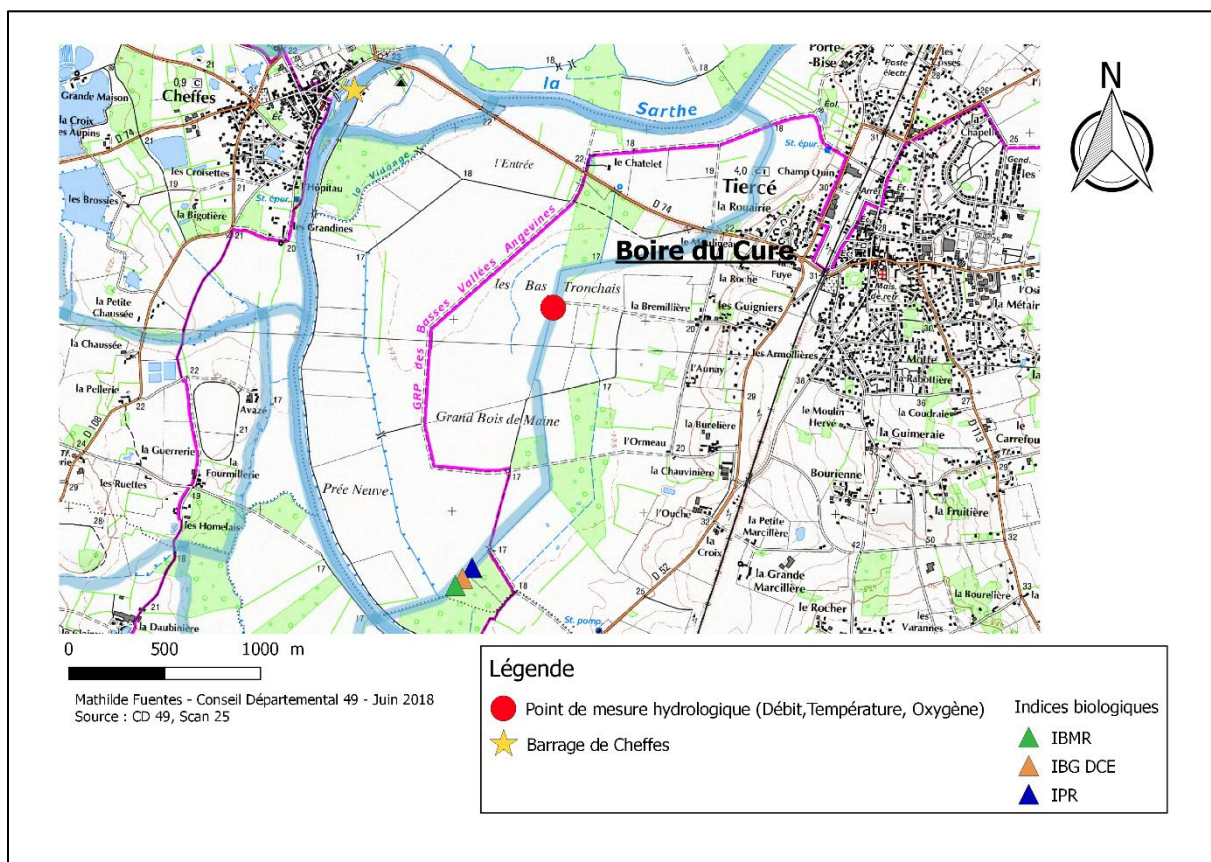


Boire de Rézierieux

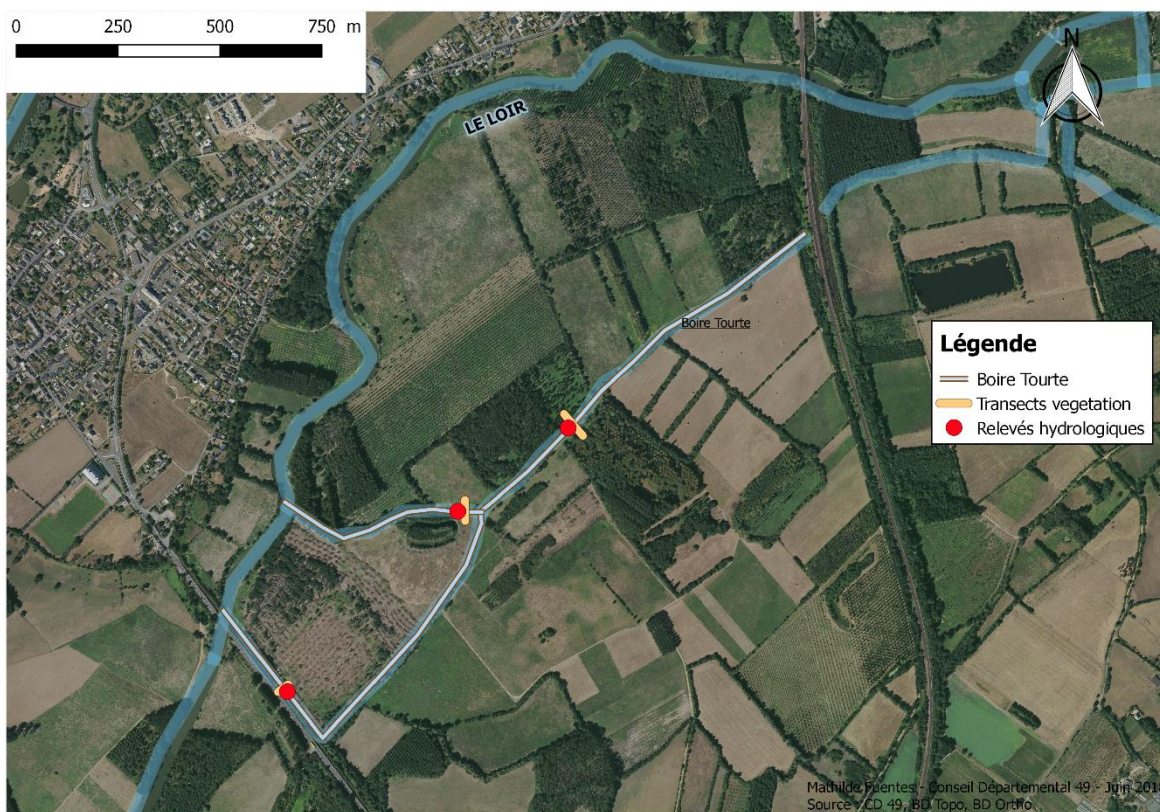


Annexe de l'Isle Briand



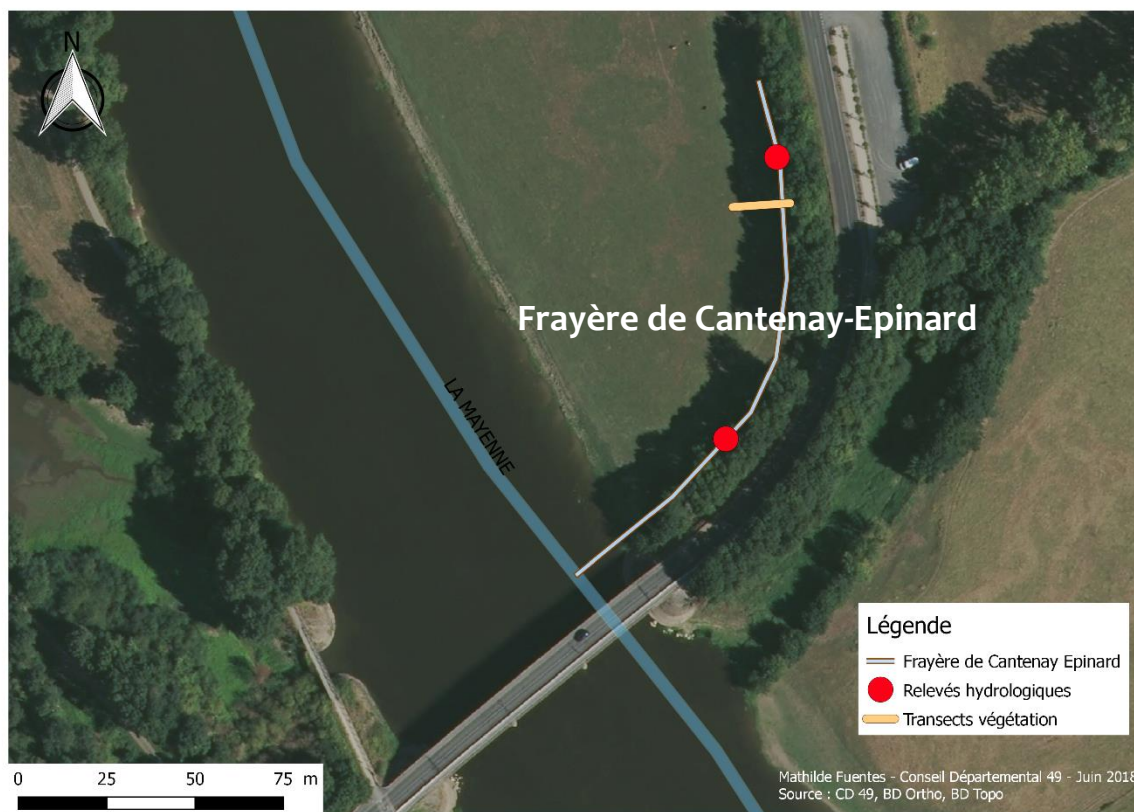


Boire du Curé



Boire Tourte

Frayère de Cantenay-Epinard

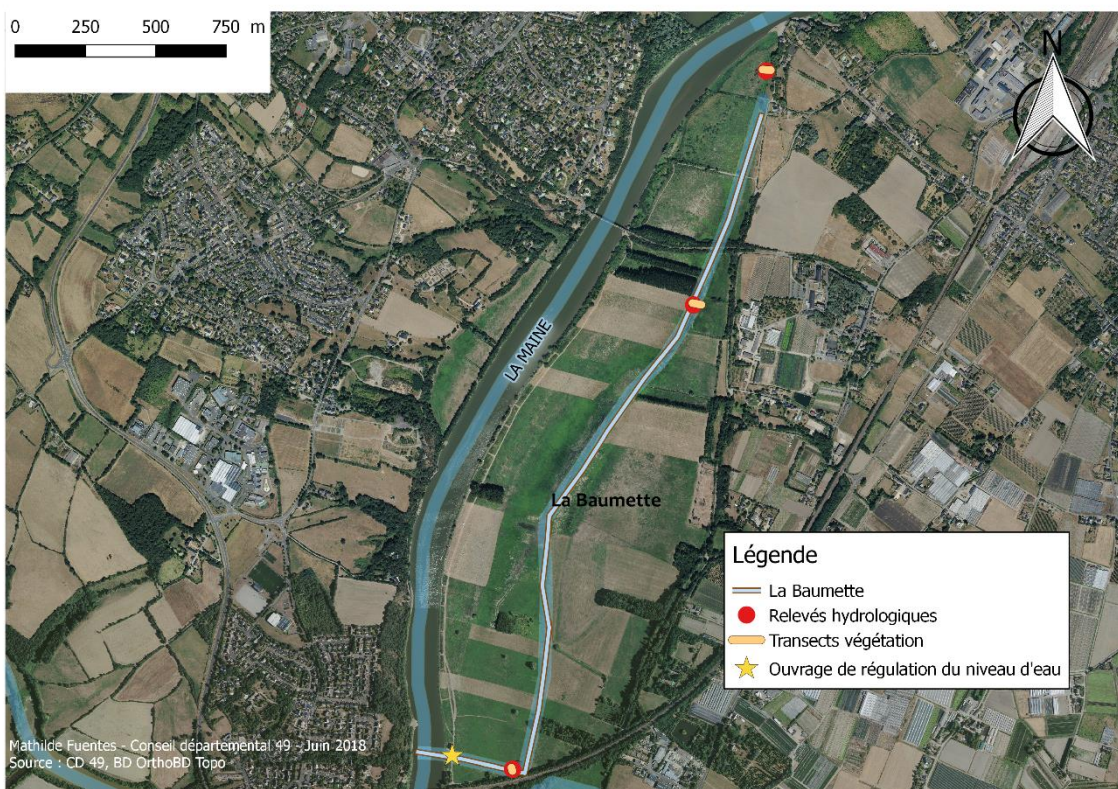




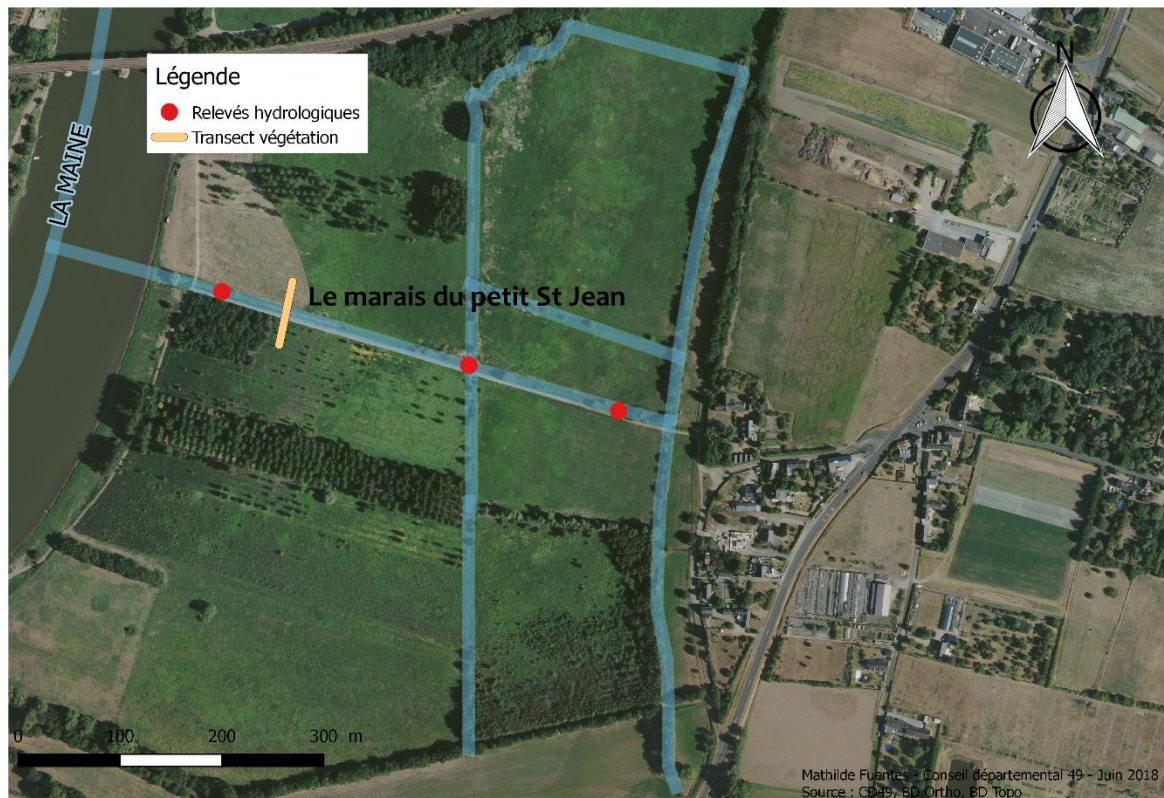


Boire de la Papillaie

La Baumette



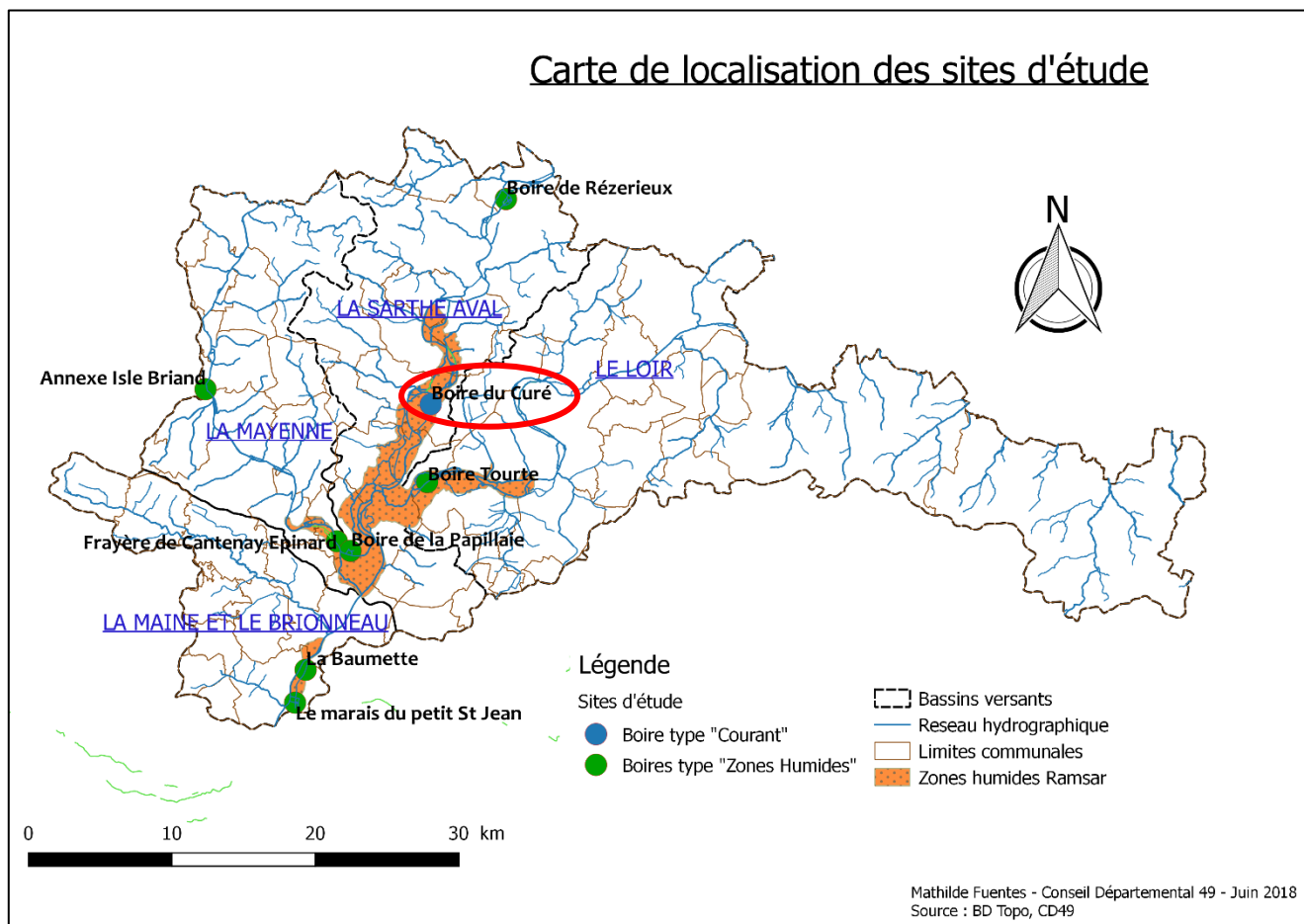




Le marais du Petit St Jean

Annexe 3 : Exemple de fiches sites réalisé pour les maîtres d'ouvrage.

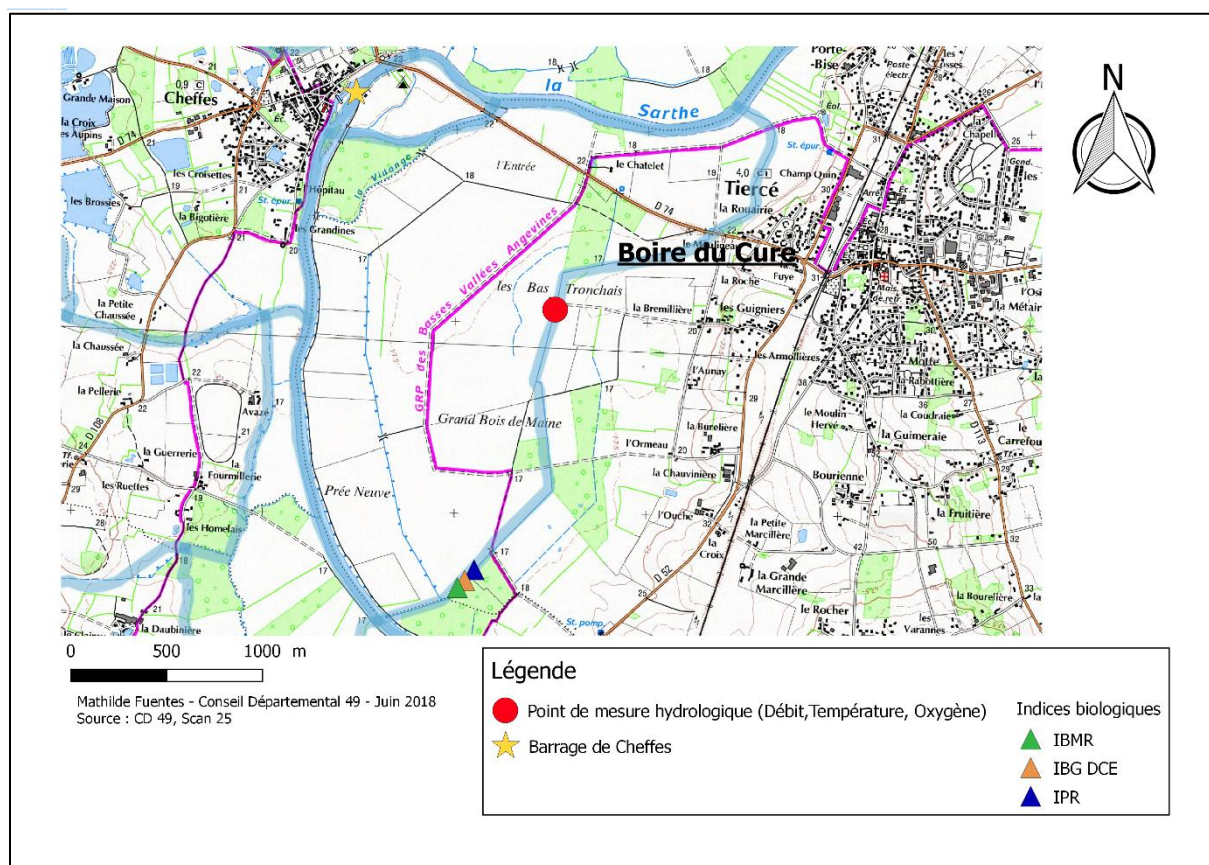
## La boire du Curé



Commune(s)	Cours d'eau associé	Rive	Longueur	Zones naturelles	Maitre d'ouvrage	Travaux prévus
Tiercé Briollay	Sarthe	Gauche	4100m	Natura 2000 ZNIEFF I ZNIEFF II	Département de Maine et Loire	2018



## Positionnement géographique et localisation des relevés



## Historique

La boire du Curé est une boire de 4 km de long qui draine les prairies inondables bordant la Sarthe. Elle est connectée au cours d'eau par l'amont et l'aval et constitue une voie de contournement, notamment piscicole au barrage de Cheffes. Cette boire a été déplacée de son lit et recalibrée dans les années 1970. Elle a fait l'objet de travaux en 2010, visant à restaurer un écoulement permanent dans le lit de la boire et minimiser les obstacles à l'écoulement notamment par l'arasement ou le remplacement d'ouvrages sous-dimensionnés ou désuets.

## Caractéristiques

- Sédimentaires

Substrats	Linéaire concerné (m)	Répartition des substrats
Vase	2644	66%
Sables-Graviers	1015	25%
Sables-Limons	361	9%

- Faciès d'écoulements

Faciès d'écoulement	Linéaire concerné (m)	Répartition des faciès d'écoulement
Plat lent	2738	68%
Plat courant	1282	32%

- Note des différents indices et classe de qualité associée

Indice	IBG-DCE	IBMR	IPR
Note	11	8,56	28,24
Classe	3 (Moyenne)	3 (Moyenne)	4 (Médiocre)
Diversité spécifique (Groupe indicateur le plus élevé pour l'IBG-DCE)	27 taxons (5)	13 taxons	11 taxons

### Travaux envisagés

Comme beaucoup de cours d'eau recalibrés, cette boire est caractérisée par des faciès d'écoulement et des berges uniformes qui mènent à des habitats très peu diversifiés présentant un lit souvent colmaté ou envasé. Des **travaux de restauration** sont donc envisagés en 2018/2019 afin de diversifier les habitats de la boire ainsi qu'**aménager des abreuvoirs** pour les bovins des prairies annexes.

## Annexe 4 : Données hydrologiques et physico-chimiques brutes

### Boire de Rézerieux

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
02-mai	65	14	10.17	99.6
15-mai	60	17.4	9.08	94.8
07-juin	70	20.6	7.68	86
19-juin	75	20.3	7.63	83.9
10-juil	48	26.8	7.45	93.4
30-juil	35	24.6	7.44	89.9
Pt2	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
02-mai	90	14	10.09	99
15-mai	80	17.6	8.8	92.2
07-juin	105	20.8	7.65	85.9
19-juin	95	21.1	7.44	83.2
10-juil	65	26.1	7.41	91.8
30-juil	65	24.1	5.87	70.2
Pt 3	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
02-mai	110	13.8	9.97	97.3
15-mai	90	15.4	6.81	68.2
07-juin	112	20.7	7.07	79.1
19-juin	100	21.1	6.89	77
10-juil	65	23.3	3.72	43.8
30-juil	65	Sonde en panne		
Pt 4	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
02-mai	50	12	15.94	149.5
15-mai	35	15.7	12.09	121.8
07-juin	50	21	4.13	46.5
19-juin	50	19.2	1.27	13.7
10-juil	25	27	6.89	86.5
30-juil	13	Sonde en panne		

### Boire Tourte

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
28-juin	35	24.9	4.91	59.7
18-juil	25	21.2	3.98	44.9
27-juil	7	22.1	1.12	13
Pt2	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
28-juin	45	25.7	8.19	100.4
18-juil	8	ASSEC		
Pt3	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
28-juin	25	22	2.18	24.9
18-juil	25	20.3	0.79	8.8
27-juil	ASSEC			

#### Annexe de l'Isle Briand

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
26-avr	80	18.1	5.26	55.6
09-mai	60	17.8	1.72	18.2
25-mai	35	Sonde en panne		
13-juin	Inondation	Site inondé		
25-juin	45	25.4	3.88	47.4
25-juil	20	22.7	1.71	19.9
Pt2	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
26-avr	70	18.1	5.26	54.7
09-mai	50	16.9	0.39	4.1
25-mai	40	Sonde en panne		
13-juin	Inondation	Site inondé		
25-juin	37	20	0.34	3.7
25-juil	20	20.5	0.22	2.5
Pt3	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
26-avr	40	17.5	4.78	49.9
09-mai	40	16.5	0.98	10.1
25-mai		Sonde en panne		
13-juin	Inondation	Site inondé		
25-juin	35	19.6	1.13	12.3
25-juil	20	19.6	0.24	2.6

#### Frayère de Cantenay-Epinard

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
03-mai	50	11	5.84	53
15-mai	30	14.8	4.49	44.3
31-mai		Sonde en panne		
19-juin	65	20.2	12.89	141.3
05-juil	20			
Pt2	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
03-mai	35	11.2	4.55	41.5
15-mai	20	14.1	3.76	36.6
31-mai	10	Sonde en panne		
19-juin	45	20	9.83	107.2
05-juil	10			

### Papillaie

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
16-mai	38			
23-mai	20			
27-juin	35	25.7	0.27	3.3
09-juil	25	22.5	0.69	7.9
27-juil	ASSEC			

### Baumette

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
ASSEC				
Pt2	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
31-mai	>150			
20-juin	>150	22.9	0.41	4.8
02-juil	110	26.9	1.97	24.8
23-juil	90	25.2	1.6	19.5
Pt3	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
31-mai	90			
20-juin	>150			
02-juil	60	24.7	4.1	24.7
23-juil	ASSEC			

### Marais du Petit St Jean

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
16-mai	25	22	16.23	185.5
05-juin	50	20.8	1.13	12.8
20-juin	90	24.3	1.21	14.5
02-juil	20	22.9	2.61	30.6
23-juil	A SEC	ASSEC		
Pt2	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
16-mai	95	22.9	18.84	218.9
05-juin	115	23.4	6.45	76.5
20-juin	130	25.5	0.93	11.3
02-juil	70	22.8	2.61	30.6
23-juil	28	28.8	3.99	52
Pt3	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
16-mai	25	22.7	20.45	236.6
05-juin	50	23.4	6.45	76.5
20-juin	90	23.5	0.63	7.4
02-juil	20	23.2	2.74	32.4
23-juil	ASSEC			

**Boire du Curé**

Pt1	Heau (cm)	T (°C)	Ox (mg/L)	Ox (% de saturation)
26-avr	60	17.6	8.6	89.9
18-mai	51	19.9	9.57	104.9
08-juin	72	22.8	6.69	78.4
22-juin	74	19.3	4.71	50.5
05-juil	50	26.6	5.79	72.4
18-juil	36	23.6	5.62	66.3
02-août	40	22.9	6.43	74.6

*Annexe 5 : Espèces d'odonates retrouvées sur l'ensemble des sites d'étude*

	Boire de Rézerieux	Annexe Isle Briand	Boire Tourte	Frayère Cantenay	Boire de la papillaie	Boire de la Baumette	Marais du petit St Jean	(Boire de Chauffour)
<i>Aeshna affinis</i>		X				X		
<i>Aeshna mixta</i>		X						
<i>Anax imperator</i>	X	X	X		X	X	X	
<i>Brachytron pratense</i>						X		
<i>Calopteryx splendens</i>					X	X	X	
<i>Ceriagrion tenellum</i>							X	
<i>Chalcolestes viridis</i>	X							
<i>Coenagrion puella</i>	X	X				X		
<i>Crocothemis erythraea</i>							X	
<i>Erythromma lindenii</i>		X						
<i>Erythromma viridulum</i>						X		
<i>Gomphidae sp</i>			X					
<b><i>Gomphus graslinii</i></b>								X
<i>Ishnura elegans</i>	X	X	X			X	X	
<i>Lestes barbarus</i>			X		X			
<i>Lestes dryas</i>			X					
<i>Libellula depressa</i>	X	X			X	X	X	
<i>Libellula fulva</i>		X						
<i>Orthetrum albistylum</i>	X	X	X		X	X	X	
<i>Orthetrum cancellatum</i>	X	X	X			X	X	
<i>Platycnemis pennipes</i>	X	X					X	
<i>Sympecma fusca</i>		X						
<i>Sympetrum meridionale</i>						X		
<i>Sympetrum sanguineum</i>		X	X		X	X		
<i>Sympetrum striolatum</i>		X				X		

## Annexe 6 : Données phytosociologiques brutes

Sites	Rézerieux																	Isle Briand								Tourte										Frayère	
Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Acer campestre</i>																						+															
<i>Achillea ptarmica</i>																									1												
<i>Agrostis capillaris</i>	2																	2						1													
<i>Agrostis stolonifera</i>				2	2					2											1																
<i>Alisma lanceolatum</i>																			1														1				
<i>Alliaria petiolata</i>																						1															
<i>Alnus glutinosa</i>							2						1		+																						
<i>Alopecurus geniculatus</i>										1																											
<i>Alopecurus myosuroides</i>	1																																				
<i>Alopecurus pratensis</i>							1														1			+													
<i>Althaea officinalis</i>						1																			2						1		1				
<i>Amaranthaceae</i>														2		2																			2		
<i>Anisantha sterilis</i>																									1												
<i>Apiaceae sp</i>		1																																			
<i>Argentina anserina</i>																																	3		3	2	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2			2	2		1	+	3	2				2		2																					
<i>Atriplex ou Chenopodium sp</i>																								1	2	2			1						2		
<i>Atriplex sp</i>																																					
<i>Avena fatua</i>														3																							
<i>Azolla filiculoides</i>																			2																		
<i>Bellis perennis</i>																		1																			
<i>Bidens frondosa ou tripartita</i>															2									2	2	2		2			2	1			1		
<i>Bolboschoenus maritimus</i>																																					
<i>Bromus commutatus</i>				1	1																																
<i>Bromus mollis</i>										+																											
<i>Callitriche sp</i>																			1																		

<i>Calystegia sepium</i>		2				1	1		+		1	2	2					2			1	1	2			1		1	1	+		2		
<i>Carduus tenuiflorus</i>															2																		1	
<i>Carex disticha</i>																																		
<i>Carex elata</i>		2													+																			
<i>Carex riparia</i>							1																											
<i>Carex sp</i>			1			1																	1											
<i>Carex spicata</i>												1																						
<i>Carex vesicaria</i>									2		2																							
<i>Centaurea nigra</i>							1																											
<i>Ceratophyllum demersum</i>																								1										
<i>Chaerophyllum temulum</i>						3																												
<i>Convolvulus arvensis</i>						+																												
<i>Crataegus monogyna</i>											2							2		1														
<i>Crepis setosa</i>	+																																	
<i>Crepis sp</i>														1																				
<i>Cuscuta australis</i>																				+				2										
<i>Dactylis glomerata</i>	3	1			2	+	2	2				2		3	2			1	1															
<i>Deschampsia cespitosa</i>															2		2	2			2													
<i>Digitaria sanguinalis</i>																						1												
<i>Echinochloa crus-galli</i>																				+								1						
<i>Eleocharis palustris</i>				1																														
<i>Elytrigia repens</i>	2				1	2	2					2		3	1					+														
<i>Epipactis helleborine</i>						+																												
<i>Equisetum arvense</i>				1																														
<i>Euonymus europaeus</i>																		2		1														
<i>Fraxinus excelsior</i>		2		2	1	2	2		2		2				2	1		2			2							2		1				
<i>Galium aparine</i>	2	2		1	+	2	1		2		2			3	+																			
<i>Galium palustre</i>									1											+					2			1	1					
<i>Geranium dissectum</i>	1			1					+			1			+						1													





<i>Phalaris arundinacea</i>		4					2			1	1			3			1	1	3	2			1				2	+		2		1		
<i>Phleum pratense</i>							2	1								1																		
<i>Plantago lanceolata</i>																1				1			1			1	3		3		2			
<i>Plantago major</i>																2										1			2	2				
<i>Poa trivialis</i>	2			1	3		+		1	2	1			2		1			1				2									2		
<i>Populus</i> sp						2	1															3						1		2				
<i>Potentilla reptans</i>	2	1						1	2				1	1								2	1			2	2					1	3	
<i>Prunus spinosa</i>				2																2		2												
<i>Pulicaria dysenterica</i>																																		
<i>Quercus robur</i>																2						+												
<i>Ranunculus acris</i>				+	1				1							1				1								1		1			3	
<i>Ranunculus flammula</i>																																		
<i>Ranunculus repens</i>							2															1	1											
<i>Rhamnus cathartica</i>																												2						
<i>Rorippa amphibia</i>																							1				3	1	3	4	3			
<i>Rorippa sylvestris</i>																													2					
<i>Rosa canina</i>				1												1						2												
<i>Rubus</i> sp				4		4	2					3							2		+	2	3		2			1		2		2		
<i>Rumex acetosa</i>																1																		
<i>Rumex crispus</i>								+				1							2										1					
<i>Salix alba</i>									2				1												3									
<i>Salix atrocinerea</i>																			1		1	2												
<i>Silene dioica</i>																1																		
<i>Solanum dulcamara</i>							1			1	1		1						1											2				
<i>Sonchus arvensis</i>	+																																	
<i>Sonchus asper</i>							1																											
<i>Spergularia rubra</i>																																		
<i>Stachys palustris</i>							1						1						2								1			2		1		
<i>Symphotrichum lanceolatum</i>																																		



Sites	Papillaie											Baumette											Petit St jean				
Numéro des relevés	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62		
<i>Acer campestre</i>																											
<i>Achillea ptarmica</i>												1	2	2	2										2		
<i>Agrostis capillaris</i>												1															
<i>Agrostis stolonifera</i>																											
<i>Alisma lanceolatum</i>													2										1				
<i>Alliaria petiolata</i>																											
<i>Alnus glutinosa</i>																											
<i>Alopecurus geniculatus</i>																											
<i>Alopecurus myosuroides</i>																											
<i>Alopecurus pratensis</i>											3	2															
<i>Althaea officinalis</i>											1		2	1	+				1	2	2	1					
<i>Amaranthaceae</i>								2	2	+												2			1		
<i>Anisantha sterilis</i>																											
<i>Apiaceae sp</i>																											
<i>Argentina anserina</i>	1	2																									
<i>Arrhenatherum elatius</i>																											
<i>Atriplex ou Chenopodium sp</i>					2	3	1	1														2					
<i>Atriplex sp</i>							1	1		2																	
<i>Avena fatua</i>																											
<i>Azolla filiculoides</i>																											
<i>Bellis perennis</i>																											
<i>Bidens frondosa ou tripartita</i>		2		2		2	3	2	2	1			2											1			
<i>Bolboschoenus maritimus</i>																		2									
<i>Bromus commutatus</i>																											
<i>Bromus mollis</i>																											
<i>Callitriche sp</i>																											
<i>Calystegia sepium</i>					+	1				1		1	2	2	1			2		2	3	1	1	+			

<i>Carduus tenuiflorus</i>									+					2											
<i>Carex disticha</i>					1																				
<i>Carex elata</i>		3																							
<i>Carex riparia</i>																									
<i>Carex sp</i>				1		1										3	2								
<i>Carex spicata</i>																									
<i>Carex vesicaria</i>																									
<i>Centaurea nigra</i>																									
<i>Ceratophyllum demersum</i>																	1								
<i>Chaerophyllum temulum</i>																									
<i>Convolvulus arvensis</i>																								2	
<i>Crataegus monogyna</i>																									
<i>Crepis setosa</i>																									
<i>Crepis sp</i>																									
<i>Cuscuta australis</i>																									
<i>Dactylis glomerata</i>																									
<i>Deschampsia cespitosa</i>																									
<i>Digitaria sanguinalis</i>																	2								
<i>Echinochloa crus-galli</i>		1		3		+																			
<i>Eleocharis palustris</i>	3	3		2									2			3				2					
<i>Elytrigia repens</i>											2	3		3	2									2	
<i>Epipactis helleborine</i>																									
<i>Equisetum arvense</i>																									
<i>Euonymus europaeus</i>																									
<i>Fraxinus excelsior</i>					3	2				2	2														
<i>Galium aparine</i>					4		1		1	1															
<i>Galium palustre</i>	1			1			+	1	+				2	1	2		1		2		1			+	1
<i>Geranium dissectum</i>																									
<i>Geum urbanum</i>																									









Annexe 7 : Fiche de résultats de l'IBMR réalisé selon la norme AFNOR NF T90-395

LA BOIRE DU CURÉ À TIERCÉ							
Analyse au laboratoire							
Date d'analyse :		17/07/2018		Laboratoire :		Aquascop Angers	
Opérateur (s) :		Mikael Tréguier					
Expert (s) consulté (s) :		-					
Taxon(s) concerné(s) :		-					
Récapitulatif des métriques							
Nombre de taxons		Nombre de taxons par groupe floristique		Statistiques	cotes spécifiques	coefficients sténocécie	
Total	13	hétérotrophes	-	moyenne	9,00	1,40	
contributifs	10	algues	4	écart-type	1,76	0,52	
ratio taxons contributifs / total	0,77	bryophytes	-	minimum	6	1	
sténocécie 1	6	ptéridophytes	-	maximum	12	2	
sténocécie 2	4	lichens	-				
sténocécie 3	-	phanérogames	9				
				<b>Note IBMR</b>	<b>8,56</b>		
Liste floristique							
Code du taxon	Nom du taxon	Groupe	Cote spécifique	Coefficient sténocécie	% de recouvrement		
					UR1	UR2	Total pondéré
CLASPX	Cladophora sp.	ALG	6	1	0,01		0,01
COMSPX	Compsopogon sp.	ALG	nc	nc	0,01		0,01
HEOSPX	Heteroleibleinia sp.	ALG	nc	nc	0,01		0,01
MELSPX	Melosira sp.	ALG	10	1	0,01		0,01
IRIPSE	Iris pseudacorus	PHe	10	1	0,05		0,05
MYOSCO	Myosotis scorpioides	PHe	12	1	0,05		0,05
PHAARU	Phalaris arundinacea	PHe	10	1	0,01		0,01
SPAERE	Sparganium erectum	PHe	10	1	0,05		0,05
CARSPX	Carex sp.	PHx	nc	nc	0,01		0,01
ELONUT	Elodea nuttallii	PHy	8	2	0,05		0,05
MYRSPI	Myriophyllum spicatum	PHy	8	2	3		3,00
PERAMP	Persicaria amphibia	PHy	9	2	0,01		0,01
POTCRI	Potamogeton crispus	PHy	7	2	0,01		0,01
Total					3,3		3,30

Annexe 8 : Résultats bruts de l'IBG-DCE réalisé selon la norme AFNOR NF T90-333

DATE DE PRELEVEMENT : 13/07/2018  
COURS D'EAU : La Boire du curé  
SITE (STATION/COMMUNE) : Tiercé (49125)  
CODE STATION : -

Taxons	CODE SANDRE	A	B	C	Tous
<i>Hydropsyche</i>	212	3			3
<i>Hydroptila</i>	200	3			3
<i>Hydroptilidae</i>	193	2			2
<i>Procladius bifidus</i>	391	1			1
<i>Caenis</i>	457	2			2
<i>Heptagenia</i>	443	1			1
<i>Corixinae</i>	5196	1			1
<i>Micronecta</i>	719	1	1		2
<i>Gerris</i>	735	2			2
<i>Hydraena</i>	608	1			1
<i>Chironomidae</i>	807	20	18	14	52
<i>Dixidae</i>	793	1			1
<i>Calopteryx</i>	650	32			32
<i>Coenagrionidae</i>	658	2			2
<i>Platycnemis</i>	657	1			1
<i>Anisoptera</i>	9787	1			1
<i>Zygoptera</i>	9785	3			3
<i>Gammarus</i>	892	827	5		832
<i>Corbicula</i>	1051	15	87	214	316
<i>Sphaeriidae</i>	1042		6	1	7
<i>Ferrissia</i>	1030	44			44
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	979	1530	9	7	1546
<i>Physella</i>	19280	2			2
<i>Planorbidae</i>	1009	3			3
<i>Oligochaeta</i>	933	9	1093	410	1512
<i>Nemathelmintha</i>	3111		1	1	2
<i>Copepoda</i>	3206		1		1
Effectif total		2507	1221	647	4375



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS  
37200 TOURS

**Mathilde Fuentes**

**2017-2018**

## Suivi des actions de restauration des Milieux Aquatiques dans le cadre du Contrat Territorial des Milieux Aquatiques des Basses Vallées Angevines

### Résumé :

Les Basses Vallées Angevines constituent une vaste plaine alluviale inondable située à la confluence de la Sarthe, la Mayenne, le Loir et la Maine. Son réseau hydrographique y est dense et composé de nombreuses boires, terme utilisé dans le bassin de Loire pour désigner les annexes hydrauliques.

Lancé en 2014, le Contrat Territorial des Milieux Aquatiques des Basses Vallées Angevines (CTMA BVA) vise à améliorer l'état des milieux aquatiques du bassin de la Maine afin de répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau. Il propose notamment un programme de restauration sur les annexes hydrauliques des cours d'eau, milieux menacés par le processus naturel de comblement.

L'objectif de ce stage a donc été de réaliser l'état initial de 8 boires avant les travaux de restauration, prévus dès l'automne 2018. Cet état des lieux, établi à partir d'un protocole commun à tous les sites concernés par le CTMA, a permis de dresser une base de données physique et biologique de ces milieux. Trois ans après la fin des travaux, un suivi identique permettra d'évaluer l'impact des aménagements réalisés.

**Mots Clés :** Basses Vallées Angevines, CTMA, Annexes hydrauliques, Boires, Suivi

**Conseil Départemental de Maine-et-Loire:**

48B boulevard du Maréchal Foch, 49 000 Angers

**Tuteur entreprise :**

Maëva FORTIN

Technicienne de rivière

**Tuteur académique :**

Francesca DI PIETRO