



## Projet individuel



# Reméandrer et renaturer la Bezone à Saint Maurice sur Fessard (Loiret)

Tuteur : Stéphane Rodrigues

### Avertissements :

- Le PIND est un premier test qui vous permet de vous évaluer (et d'être évalué par les enseignants), de prendre conscience des connaissances acquises mais également de la marge de progression et des éléments qui restent à acquérir.
- Le PIND est un espace de liberté (le seul dans la formation) qui mesure votre motivation pour l'aménagement.
- Le PIND est un exercice qui doit vous permettre de problématiser un sujet en vous appuyant sur des recherches bibliographiques, d'élaborer un diagnostic orienté et d'émettre des propositions.

## Table des matières

1	Introduction.....	5
2	Diagnostic.....	6
2.1	La Bezonde et son bassin versant .....	6
2.2	La commune de Saint Maurice sur Fessard .....	7
2.3	Historique .....	8
2.3.1	Dans les années 1970 .....	8
2.3.2	Depuis 2000 .....	8
2.4	Contexte réglementaire.....	9
2.4.1	SDAGE Seine-Normandie 2016-2021 .....	9
2.4.2	SAGE Nappe de Beauce et milieux associés.....	12
2.5	Mon secteur d'étude .....	13
2.5.1	Présentation générale .....	13
2.5.2	Géologie et Pédologie.....	13
2.5.3	Etudes et inventaires .....	14
2.5.4	Géomorphologie fluviale .....	15
2.5.5	Hydraulique .....	17
2.5.6	Occupation du sol .....	17
2.5.7	Plaine d'expansion des crues, inondations et transparence hydraulique .....	18
2.5.8	Tourisme.....	20
3	Projet.....	20
3.1	Retour de la continuité écologique.....	21
3.2	Gain en biodiversité.....	21
3.2.1	Trame bleue.....	21
3.2.2	Trame verte .....	25
3.3	Prévention contre les inondations.....	28
3.3.1	Création de la plaine alluviale .....	28
3.4	Tourisme et sensibilisation du grand public .....	29
3.4.1	Parking et panneaux d'information .....	29
3.4.2	Chemin piétonnier .....	30
3.5	Estimation budgétaire .....	31
3.6	Représentation de mon projet .....	33
4	Conclusion .....	35
5	Bibliographie .....	36

## Table Des Figures

Figure 1: Bassin versant de la Bezonde .....	6
Figure 2 : Carte de l'agglomération montargoise .....	7
Figure 3 : Commune de Saint Maurice sur Fessard .....	7
Figure 4 : Construction du premier barrage .....	8
Figure 5 : Barrage actuel en rive droite le clapet et en rive gauche la crémaillère .....	8
Figure 6 : Vue d'ensemble de mon secteur d'étude .....	13
Figure 7 : Carte géologique des environs de mon terrain d'étude .....	13
Figure 8 : Pêche électrique de septembre 2001 à St Maurice sur Fessard .....	14
Figure 9 : Indices de sinuosité sur la partie amont de mon projet .....	16
Figure 10 : Indices de sinuosité sur la partie aval de mon projet .....	16
Figure 11 : Profil en travers de la rivière avant les travaux de recalibrage .....	17
Figure 12 : Carte de l'occupation du sol .....	18
Figure 13 : Impact des parpaings lors du ressuyage de la Bezonde dans le lotissement .....	19
Figure 14 : Carte des PHEC sur mon secteur d'étude .....	19
Figure 15 : Reméandrage sur la partie amont .....	22
Figure 16 : Reméandrage sur la partie aval .....	22
Figure 17 : Epis défecteurs .....	23
Figure 18 : Vue de l'annexe hydraulique vide.....	23
Figure 19 : Vue de l'annexe hydraulique en eau.....	24
Figure 20 : Résultats attendus après travaux à court terme.....	24
Figure 21 : arbustes à hauteur du premier méandre.....	25
Figure 22 : aulnes en rive droite à maintenir.....	25
Figure 23 : Emplacement de la future plaine alluviale.....	26
Figure 24 : Emplacement de la zone humide.....	26
Figure 25 : partie du massif boisé qui est le plus proche de la rivière .....	27
Figure 26 : Vue du futur emplacement de la haie rive gauche .....	27
Figure 27 : Vue la zone humide en 20000 .....	28
Figure 28 : Hauteur d'eau dans le lotissement lors de la crue du 1er mai 2014 .....	28
Figure 29 : Marquage "ZONE INONDABLE" Rue de l'ancien lavoir dans le bourg .....	29
Figure 30 : Emplacement du futur parking .....	30
Figure 32 : chemin rural sur la partie mixte à maintenir en l'état .....	30
Figure 31 : Chemin rural à l'amont .....	30
Figure 33 : Chemin rural qui deviendra piéton à cet endroit (entre les étangs).....	31

## Table des Tableaux

Tableau 1 : Indices de la pêche électrique .....	15
Tableau 2 : Tableau des débits en fonction de la périodicité de retour.....	17
Tableau 3 : Périodicité de retour des crues les plus importantes .....	19

# 1 Introduction

De 1960 à 1990, les cours d'eau français ont subi de grandes modifications de leur tracé pour faciliter le développement de l'agriculture mécanisée en plein boom grâce à la création de la Politique Agricole Commune. Le but de ces travaux était d'assainir les terres agricoles pour cultiver les zones humides et de faciliter les manœuvres des engins agricoles par des parcelles de forme rectangulaire en supprimant les méandres. Ces changements n'ont pas été sans conséquence pour les rivières qui se sont retrouvées dans des chenaux semblables à des canaux. Ces derniers ont eu pour conséquence un enfoncement du lit mineur dû à la recherche de sédiments par la rivière. En effet, les cours d'eau dissipent leur force en érodant les berges à certains endroits les berges concaves et en déposant des sédiments dans les berges convexe. Ils ont donc érodé les berges mais face aux manques de sédiments mobilisables dans les berges rectilignes, les cours d'eau ont trouvé les sédiments dans le fond du lit. Les rivières se sont donc incisées pour arriver dans certains cas à un écoulement à même la roche-mère.

De plus, sur le territoire métropolitain, ces actions de recalibrage et de rectification de la rivière ont été complétées par la mise en place de barrages et de seuils pour maintenir une lame d'eau satisfaisante et suffisante pour le pompage à but agricole dans les rivières.

Les cours d'eau les plus impactés par ces travaux ont été les régions céréalières du Bassin Parisien. La Bezonde à Saint Maurice sur Fessard a subi un lourd tribut de 1973 à 1976 avec ces opérations destructrices pour l'environnement. Ensuite ces opérations ont été associées jusqu'en 1989 à des curages réguliers du lit mineur.

J'en suis arrivé à la problématique suivante car au fil du temps la Bezonde à St Maurice sur Fessard a de plus en plus un écoulement permanent uniforme avec un chenal lui aussi uniforme et sur ces berges soit une végétation abondante ou soit quasiment absente.

Comment peut-on obtenir un gain de biodiversité grâce au retour de la continuité écologique suite au contournement du barrage de la rue de l'ancien lavoir ?

Mon projet se déroulera en 2 parties : une première partie qui concerne l'ensemble du diagnostic puis la deuxième partie sera sur les différents aspects du projet.



## 2 Diagnostic

### 2.1 La Bezone et son bassin versant

La Bezone est un cours d'eau de 30 km et qui a un bassin versant de 340 km<sup>2</sup>. Sa Source en forêt d'Orléans à l'ouest de Bellegarde sur la commune de Nesploy. Son exutoire est le canal d'Orléans à Pannes au lieu-dit Sainte Catherine. La Bezone traverse à 75 % des terres agricoles, à 20 % des forêts et bois et à 5 % le milieu urbain. Elle a comme principaux affluents qui se trouvent uniquement en rive droite L'Huillard et le Limetin. Les travaux de rectification ont amené au tracé actuel que nous voyons ci-dessous en bleu foncé (Figure 1) en faisant passer le tracé de 50 km à 30 km.

Le syndicat intercommunal d'aménagement du bassin de la Bezone a été créé en 1938 dans les buts de favoriser l'agriculture mécanisée, assainir les terres agricoles et de limiter les inondations. Ensuite

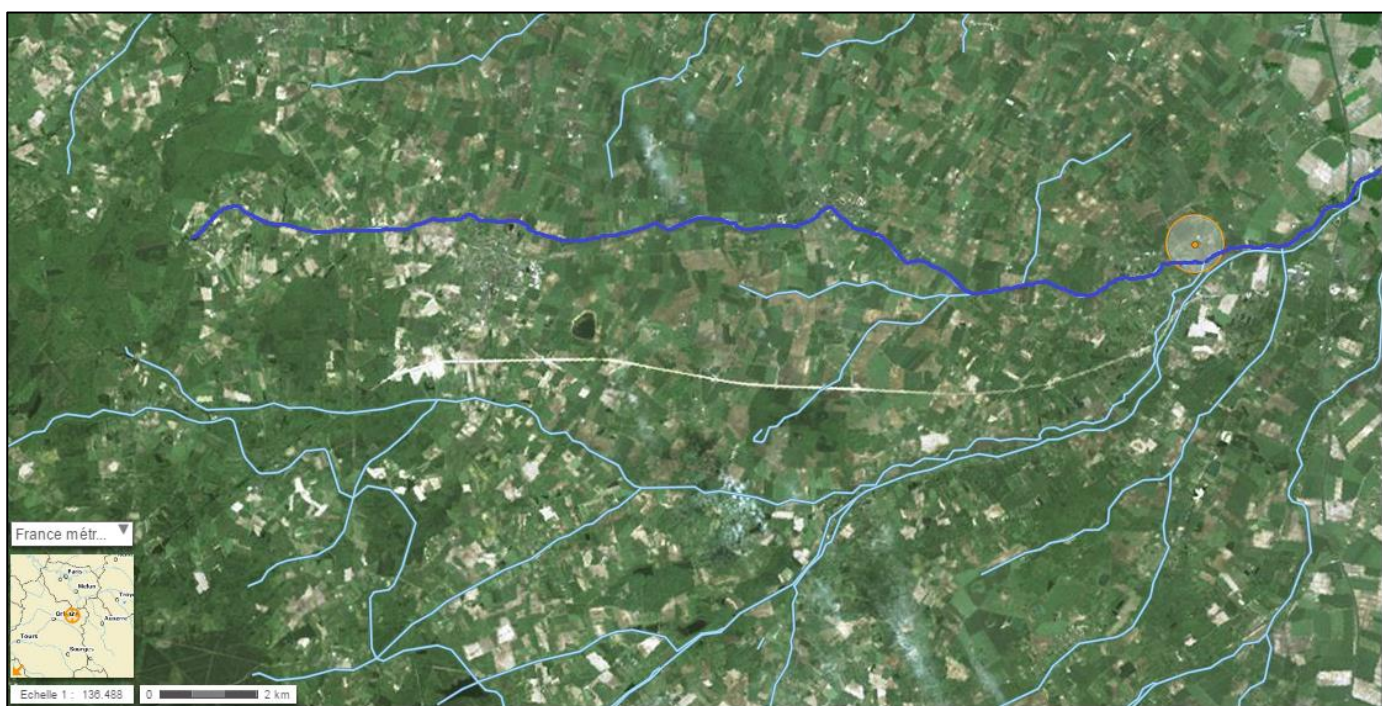


Figure 1: Bassin versant de la Bezone (Géoportail, orthophotoplans, modifié) Réalisation R. Chaumeron

le syndicat c'est agrandi aux affluents de la Bezone pour devenir le syndicat intercommunal d'aménagement du bassin de la Bezone et du Huillard (SIBBH). Il a donc entrepris dans les années 1970 de recalibrer son lit et de rectifier son tracé. A l'heure actuelle, dans le cadre de la réforme territoriale le SIBBH a fusionné en janvier 2014 avec le Syndicat Intercommunal de la Vallée du Loing (SIVLO). Le SIBBH puis le SIVLO ont entrepris depuis une dizaine d'années des travaux de retour à la continuité écologique, de création de zones humides et de déconnexion d'étangs sur cours.



## 2.2 La commune de Saint Maurice sur Fessard

La commune de Saint Maurice sur Fessard se situe dans le Loiret à 10 kilomètres à l'ouest de Montargis (Figure 2). Elle comporte 1200 habitants au dernier recensement en 2012. Le village est composée d'un bourg avec différents commerces (boulangerie, coiffure, restaurant routier, épicerie, poste), d'une école, d'une salle polyvalente et d'une église du XVème siècle qui est classée aux bâtiments de France. L'autre partie du village est composée de maisons individuelles éparpillées ou regroupées en hameau tout au long des routes communales (Figure 3) Le trait rouge montre mon secteur d'étude.

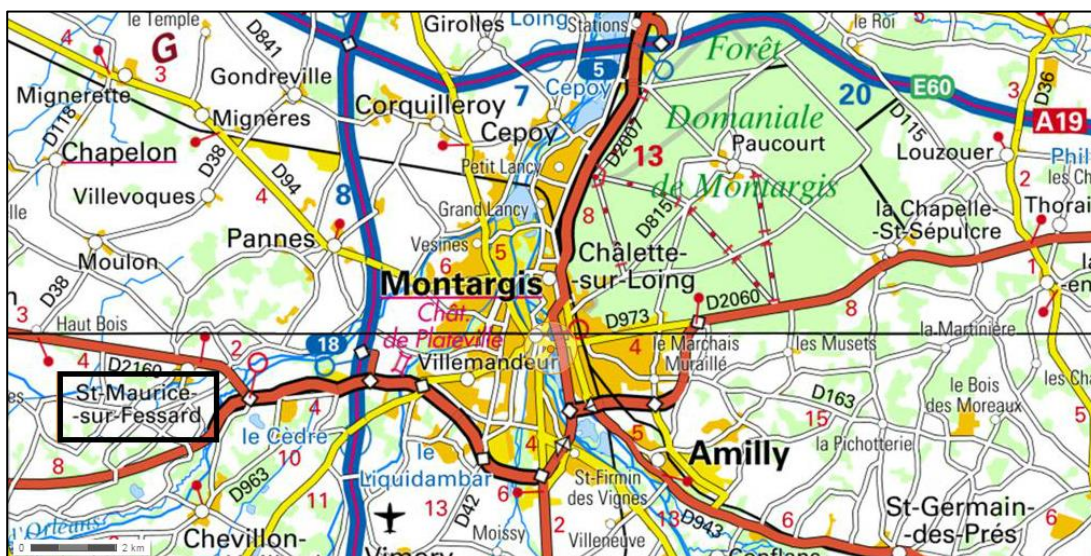


Figure 2 : Carte de l'agglomération montargoise (Géoportail, carte IGN, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

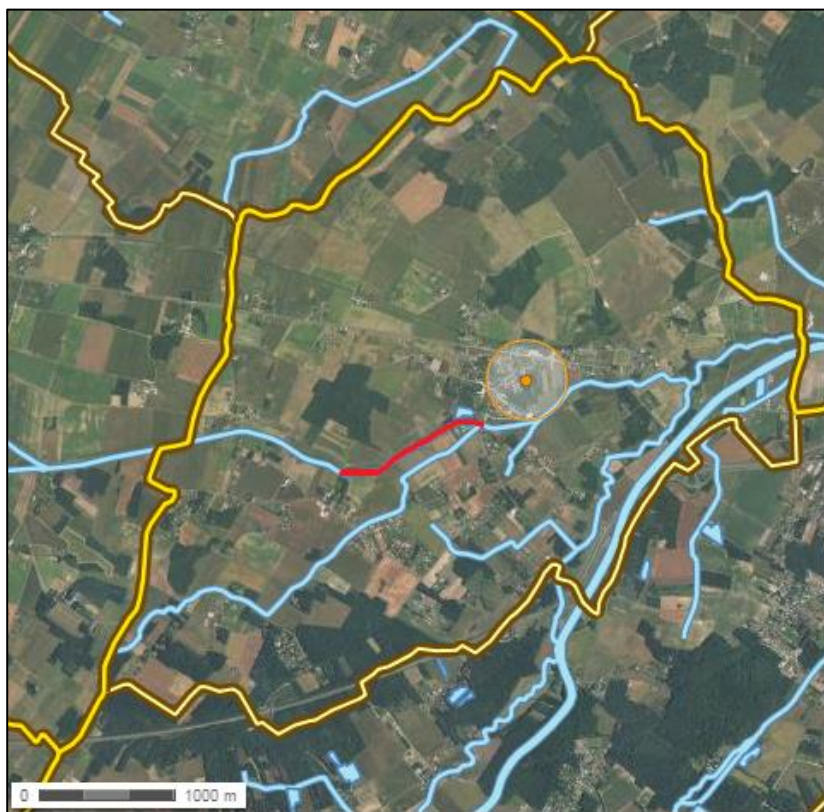


Figure 3 : Commune de Saint Maurice sur Fessard (Géoportail, orthophotoplans, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

## 2.3 Historique

### 2.3.1 Dans les années 1970

Dans les années 1970, dans l'objectif de réduire les inondations, de drainer les terres agricoles et de faciliter les manœuvres des engins, il fut décidé de rectifier le lit mineur de la Bezonde sur l'ensemble de son bassin versant en réduisant de 20 kilomètres linéaire son tracé y compris sur la commune de Saint Maurice sur Fessard. Cette opération a été couplée avec un recalibrage de la rivière sur l'ensemble du linéaire. Cependant, le projet de base n'a pas abouti sur la totalité du cours d'eau ce qui a permis de limiter les impacts environnementaux. Ces travaux ont eu pour conséquence de déconnecter les zones d'expansion des crues de la rivière, d'homogénéiser les habitats et les écoulements, de favoriser le colmatage du fond de la rivière. Ces zones d'expansion retrouvent leurs fonctions naturelles dès lors que la crue dépasse la crue de période de retour décennale.

Mais aussi un premier barrage avait été construit dans les années 1960 (Figure 3), pour réguler les niveaux d'eau tant pour l'agriculture que du lavoir qui était présent en rive droite entre la rue et le barrage. Ce barrage fut remplacé par l'actuel dans le courant des années 1990 par celui que l'on connaît actuellement (Figure 4) qui a seulement un but d'écrêteur de crues.



Figure 4 : Construction du premier barrage (SIVLO)

Figure 5 : Barrage actuel en rive droite le clapet et en rive gauche la crémaillère (R. Chaumeron)



### 2.3.2 Depuis 2000

La mise en place de la Directive Cadre sur L'eau par l'Union Européenne en 2000 puis la Loi sur l'eau et les Milieux Aquatiques ont demandé l'atteinte du bon état écologique et chimique pour la masse d'eau de la Bezonde pour 2015. Ces textes juridiques ont été complétés par une modification des statuts du syndicat



de rivière pour favoriser la biodiversité sur l'ensemble du bassin versant de la Bezone en rétablissant la continuité écologique via des effacements ou des contournements d'ouvrages

## 2.4 Contexte réglementaire

### 2.4.1 SDAGE Seine-Normandie 2016-2021

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Agence Seine-Normandie pour la période 2016-2021 se fixe deux défis en lien avec mon projet individuel :

Le premier défi concerne les milieux aquatiques et humides avec différentes orientations précisées par des dispositions (les dispositions en gras s'appliquent plus particulièrement à mon projet).

- Défi 6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides
  - Orientation 18 : Préserver et restaurer fonctionnalité des milieux aquatiques ainsi que la biodiversité

**Il faut prendre en compte l'espace de fonctionnement du cours d'eau et réduire les impacts des aménagements avec une analyse de l'impact de l'aménagement sur le milieu (Disposition D6.60)**

**Ne pas rompre les interconnexions entre les différents habitats, privilégier les techniques douces de restauration en cherchant la spontanéité des végétaux naturels, privilégier les zones de reproduction (Disposition D6.61)**

Retrouver les fonctions de la ripisylve (Disposition D6.62)

**Délimiter l'espace de mobilité du cours d'eau avec des cartes au 1/25 000 ème (Disposition D6.63)**

**Protection des zones de mobilités dans les documents d'urbanisme, mettre n'œuvre des SUP pour créer ou restaurer l'espace de mobilité en amont de zones urbanisés (Disposition D6.64)**

Eviter le colmatage des frayères en limitant apport MES et rejets urbains (Disposition D6.65)

Identifier et protéger les espaces à forte valeur environnementale (Disposition D6.66)

Identifier et restaurer les forêts alluviales en les inscrivant dans les docs d'urbanisme (Disposition D6.67)

- Orientation 19 : Assurer la continuité écologique pour atteindre les objectifs environnementaux des masses d'eaux

**Décloisonner les cours d'eau pour restaurer certains traits hydro morphologiques des cours d'eau, réduire le taux d'étagement des cours d'eau (Disposition D6.68) Supprimer**

**les ouvrages qui n'ont plus aucun intérêt et remettre en état des sites naturels sur le linéaire influencé, ouvrir les vannages dans l'attente de la suppression**

**Surveillance et entretien par le maître d'ouvrage des dispositifs de franchissement**

Etablir un programme de restauration de la continuité écologique dans les SAGE (Disposition D6.71)

**Favoriser les connexions transversales (Disposition D6.72)**

**Informier, sensibiliser et communiquer sur la continuité écologique auprès des élus, des différents acteurs, et du grand public (Disposition D6.73)**

- Orientation 21 : Gérer les ressources vivantes en assurant la sauvegarde des espèces

Etablir des plans de gestion piscicole à une échelle pertinente (Disposition D6.75)

Promouvoir une gestion piscicole basée sur les milieux et non sur les peuplements halieutiques, interdire le repeuplement dans les milieux en bon état écologique, un repeuplement peut être la solution si seulement le milieu a été dégradé (pollutions, dégradations de l'habitat) **(Disposition D6.76)**

**Favoriser l'activité de pêche en cohésion avec le niveau de population en place**

- Orientation 22 : Mettre fin à la disparition et à la dégradation des zones humides et

Préserver, maintenir et protéger leur fonctionnalité

Eviter les impacts anthropiques sur les zones humides (Disposition D6.83)

**Rendre compatible les documents d'urbanisme avec la préservation de ces milieux,** (Disposition D6.86) prendre en compte l'emplacement des zones humides dans les projets

**Prévoir dans les SAGE des actions de restauration**

Mettre en place des mesures compensatoires en cas de destruction d'une zone humide avec la compensation à hauteur de 150% de la surface initiale

**Cartographier et caractériser les zones humides**

Limiter les prélèvements d'eau dans les nappes qui alimentent les zones humides (Disposition D6.88)

**Etablir un plan de reconquête des zones humides (Disposition 6.89)**

**Informier et sensibiliser sur les zones humides les élus, acteurs et le grand public (Disposition 6.90)**

- Orientation 23 : Lutter contre la faune et la flore exotiques envahissantes

**Mettre en place un dispositif de surveillance** (Disposition D6.91)

**Définir et mettre en œuvre une stratégie d'intervention limitant les espèces exotiques envahissantes (EEE) tout en conservant et préservant les espèces indigènes** (Disposition D6.92)

Eviter l'introduction et la propagation des EEE (Disposition D6.93)

Intégrer la problématique des EEE dans le SAGE, contrats de gestion (Disposition D6.94)

- Orientation 25 : Limiter la création de nouveaux plans d'eaux et encadrer la gestion de ceux existants

Eviter réduire et limiter l'impact des plans d'eau (Disposition D6.105)

Intégrer les plans d'eau dans un plan de gestion qui permet l'équilibre des usages et le maintien de la fonctionnalité des cours d'eau

Sensibiliser les propriétaires sur l'entretien des plans d'eau (Disposition D6.106)

Le deuxième défi à prendre en compte est le défi n°8 sur la limitation et la prévention des inondations auxquelles le village de Saint Maurice sur Fessard est confronté dès lors de crues de la Bezonde comme lors de la crue de périodicité centennale en 1983 ou plus récemment celle du 1<sup>er</sup> mai 2014.

- Défi 8 : Limiter et prévenir le risque d'inondation

- Orientation 32 : Préserver et reconquérir les zones naturelles d'expansions des crues

**Identifier les zones d'expansion des crues (disposition D8.138)**

Prendre en compte et préserver les zones d'expansion des crues dans les documents d'urbanisme (Disposition D8.139)

Eviter réduire et compenser les installations en lit majeur, pas d'aggravation du phénomène de crues par ces installations (Disposition D8.140)

- Orientation 33 : Limiter les impacts des inondations en privilégiant l'hydraulique douce et le ralentissement dynamique des crues

**Privilégier les techniques de ralentissement dynamique par la mise en place de haies, de talus, de fascine. Procéder à une analyse comparative des systèmes de ralentissement (Disposition D8.141)**



- Orientation 34 : Ralentir le ruissellement des eaux pluviales dans les zones aménagées

**Ralentir l'écoulement des eaux pluviales dans la conception des projets (disposition D8.142)**

#### **2.4.2 SAGE Nappe de Beauce et milieux associés**

De plus le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Nappe de Beauce et des milieux aquatiques vient préciser les dispositions du SDAGE. Ils se fixent en cohérence avec le SDAGE quatre enjeux :

- La gestion quantitative de la ressource pour satisfaire tous les usages,
- La restauration de la qualité des eaux souterraines et superficielles,
- La protection des milieux naturels,
- La prévention et la gestion des risques de ruissellement et d'inondation.

Ceci tout en respectant des contraintes tels que les réalités socio-économiques des exploitations agricoles, prendre en compte la croissance démographique et le dynamisme territorial des collectivités locales.

Le SAGE fixe deux objectifs spécifiques concernant les milieux aquatiques. De ces objectifs découlent des dispositions et des actions pour pouvoir les réaliser.

- L'objectif spécifique n°3 : Protéger le milieu naturel qui doit faire l'objet d'une attention particulière
  - Disposition n°14 : Inventaire-diagnostic des ouvrages hydrauliques (lieu, description et fonctions de l'ouvrage). Mettre en place des actions pour remédier au problème posé par l'ouvrage.
  - Disposition n°15 : étude pour une gestion des ouvrages hydrauliques visant à améliorer la continuité écologique.
- L'objectif spécifique n°4 : Prévenir et gérer les risques de ruissellement et d'inondation
 

Mettre en place des actions curatives de protection des lieux habités et des actions préventives pour ne pas aggraver le risque d'inondation

  - Disposition n°19 : Protéger les zones d'expansion de crues et des zones inondables dans les documents d'urbanisme (SCoT, PLUi)

Les dispositions ci-dessus sont complétées par des actions à mettre en place et en œuvre.

## 2.5 Mon secteur d'étude

### 2.5.1 Présentation générale

Mon secteur d'étude se situe entre le pont qui enjambe la Bezone de la rue de la Bezone et le pont de la rue de l'ancien lavoir proche du bourg du village. D'un point de vue transversal, mon projet occupe l'ensemble connu de la zone d'expansion entre les deux ponts (Figure 6) La rivière à cet endroit traverse majoritairement des plaines céréalières.

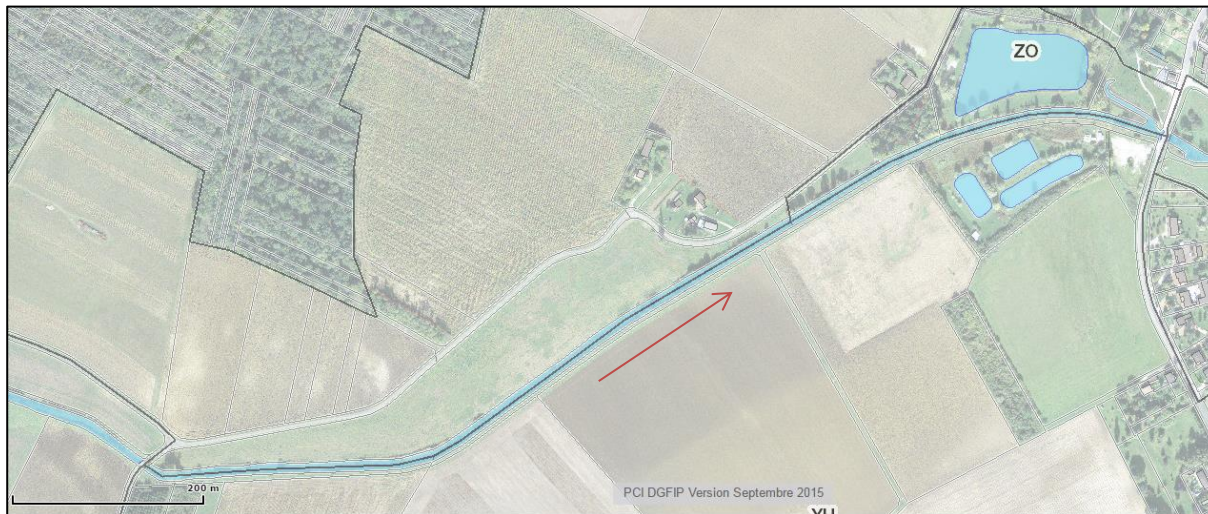


Figure 6 : Vue d'ensemble de mon secteur d'étude (GéoLoiret, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

### 2.5.2 Géologie et Pédologie

La géologie de mon terrain est composée pour le lit mineur d'alluvions récents qui datent de l'Holocène et pour le lit majeur de molasse du Gâtinais qui date de l'Aquitarien. Cette molasse se présente sous la forme d'une alternance de calcaire et de sables, d'argiles ou de marne. (Figure 7).

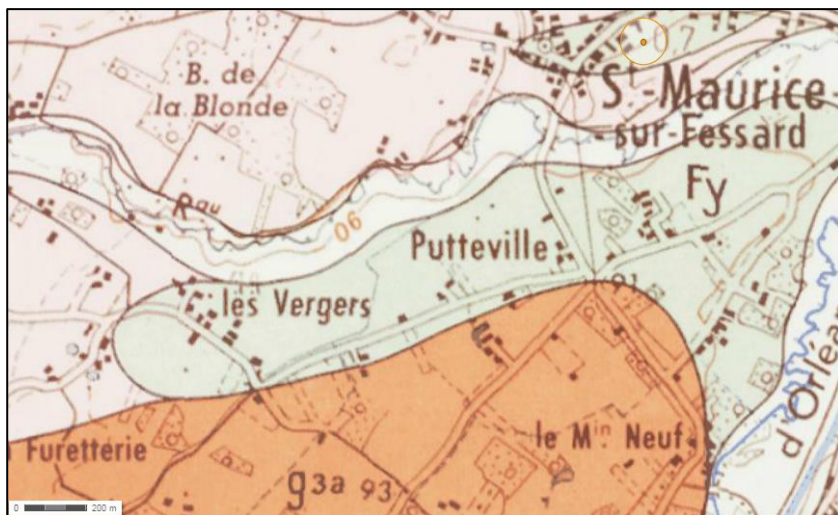


Figure 7 : Carte géologique des environs de mon terrain d'étude (Géoportail, géologie)

Pour la partie sur la Pédologie, la surface du sol est constituée de sable jusqu'à environ 25 cm puis l'on passe sur une structure de sol qui tend vers l'argile pour arriver vers 70 cm à la couche imperméable d'argile. Les horizons supérieurs sont très filtrants, ils sont donc rapidement asséchés en été, leur contact avec l'argile implique un écoulement latéral. Cette couche aura pour conséquence la formation d'une nappe perchée provisoire en période pluvieuse. L'ensemble de ces caractéristiques rend le sol acide (Richer de Forges et al, 2008).

### 2.5.3 Etudes et inventaires

Mon secteur d'étude a fait l'objet de 2 pêches électriques qui sont anciennes. Elles ont été faites en octobre 1989 et en septembre 2001.

La pêche électrique de 2001 s'est déroulée au milieu du linéaire soumis à mon projet, ce qui est intéressant pour avoir des résultats fiables par rapport à ce dernier. En 2001, on remarquait un fort colmatage du lit mineur qui était accompagnée de la présence d'algues filamenteuses et de nénuphars. Le dernier curage de la rivière ayant eu lieu en 1984, on note une amélioration de la biomasse et de la diversité entre 1989 et 2001. La biomasse est de 340 Kg/ hectare en 2001 contre 106 Kg/Ha en 1989. Cependant, on ne trouve pas de brochet (espèce repère de ce type d'hydrosystème), ce qui nous fait dire que la Bezonde rencontre des problèmes d'un point de vue biologiques, morphologiques et hydrauliques.

La pêche électrique de 2001 (SIVLO, 2001) a été effectuée sur un linéaire de 90 mètres par une largeur de 5 mètres et une profondeur de 0,4 mètre. Il a été dénombré 13 espèces différentes pour 727 individus. On retrouve en majorité des gardons à 39 % et des goujons à 31% (Figure 8)

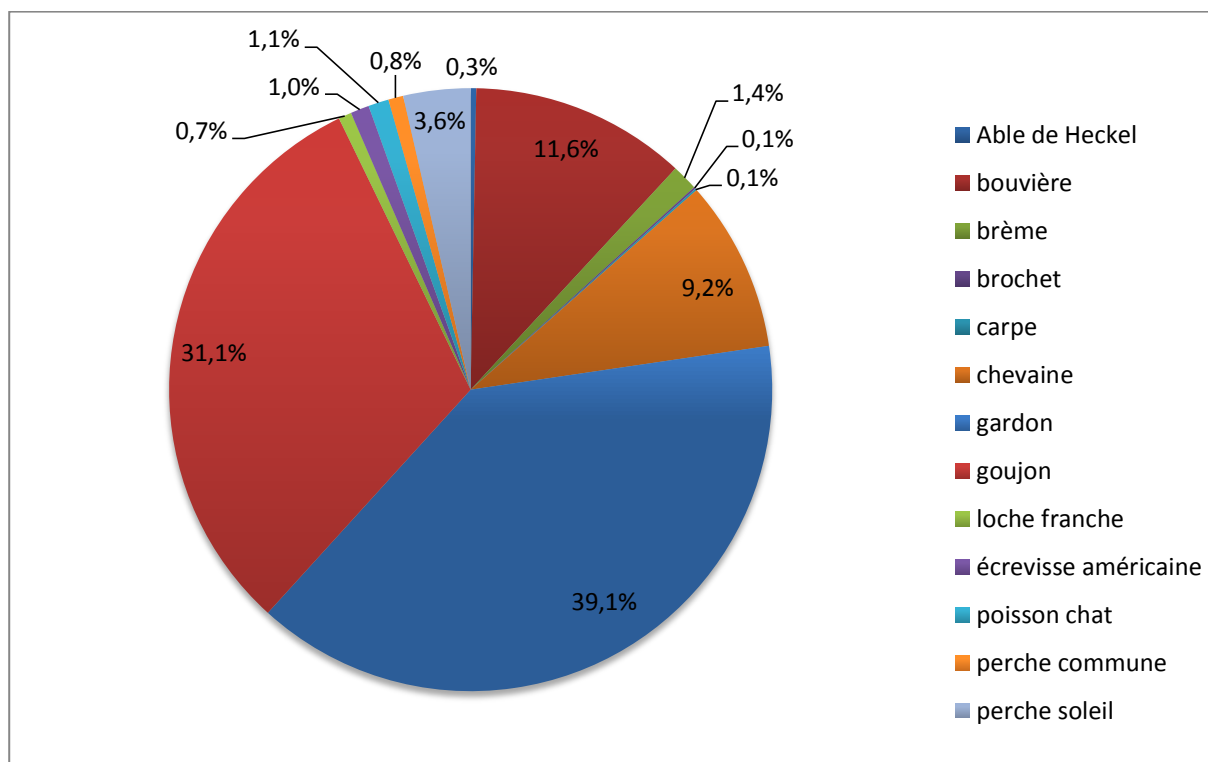


Figure 8 : Pêche électrique de septembre 2001 à St Maurice sur Fessard Réalisation : R. Chaumeron

Cette pêche électrique me permet de prouver les problèmes majeurs qui sont encore existants aujourd'hui. Tout d'abord, suite à l'utilisation d'un tableur Excel fourni par Mme Boisneau pour calculer la note de l'Indice Poisson Rivière et au remplissage du tableur avec les paramètres de la pêche électrique et du



biotope. J'ai pu identifier disfonctionnements : le nombre d'espèces rhéophiles (qui apprécient les faciès lotiques) ne sont pas présentent lors de la pêche électrique alors que la valeur théorique calculée selon les paramètres m'indique que ces espèces doivent être présentent dans la Bezonde. De plus, des espèces lithophiles (qui aiment que le fond du lit comporte des substrats sont en infériorité par rapport à la normale. Ce paramètre confirme la présence du colmatage du fond du lit. Ensuite, lors de la pêche électrique de 2001 il y avait un trop grand nombre d'espèces de poissons qui ont une large capacité d'adaptabilité au milieu comme le prouve l'indice DIT.

	NER	NEL	NTE	DIO	DTI	DIT	DII	Note IPR
type d'espèces	faciès lotiques	substrat	nb espèce totale	omnivores	nb total d'individus		invertivores	
valeur théorique	2,21	2,64	7,86	0,05	0,25	0,15	0,07	
valeur observée	0	1	11	0,80	1,60	0,81	0,58	
score	7,17	4,51	2,74	6,73	5,70	3,67	0,24	30,76

négatif	
positif	

Tableau 1 : Indices de la pêche électrique

Au final, la note est de 31, nous en déduisons qu'en 2001 la qualité de l'eau est mauvaise.

Une pêche électrique est prévue début juin 2015 dans le but de faire un inventaire piscicole en vue des travaux de contournement de l'ouvrage prévu fin 2016 début 2017. Elle devrait se dérouler à l'aval de ma zone d'étude au droit du barrage.

#### 2.5.4 Géomorphologie fluviale

La Bezonde est un cours d'eau sinueux comme l'atteste les coefficients de sinuosité sur les figures suivantes qui m'ont été fournies par le SIVLO. Ces derniers augmentent de l'amont vers l'aval passant de 0.89 à 1.58. Elle devient de plus en plus sinueuse avec à l'origine de larges méandres qui ont créé des plaines d'expansion de crues. Ces dernières ont été déconnectées lors des travaux de recalibrage et de rectification en 1974. De plus, la culture des céréales et la création des étangs les ont plus ou moins détruites. (Figure 9 et 10)

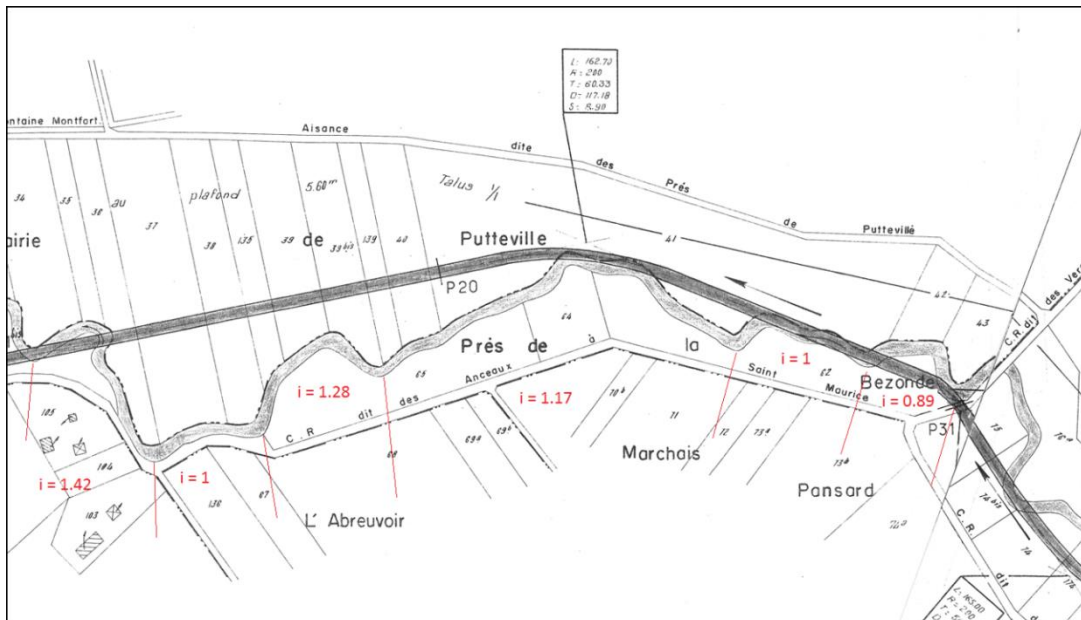


Figure 9 : Indices de sinuosité sur la partie amont de mon projet (SIVLO, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

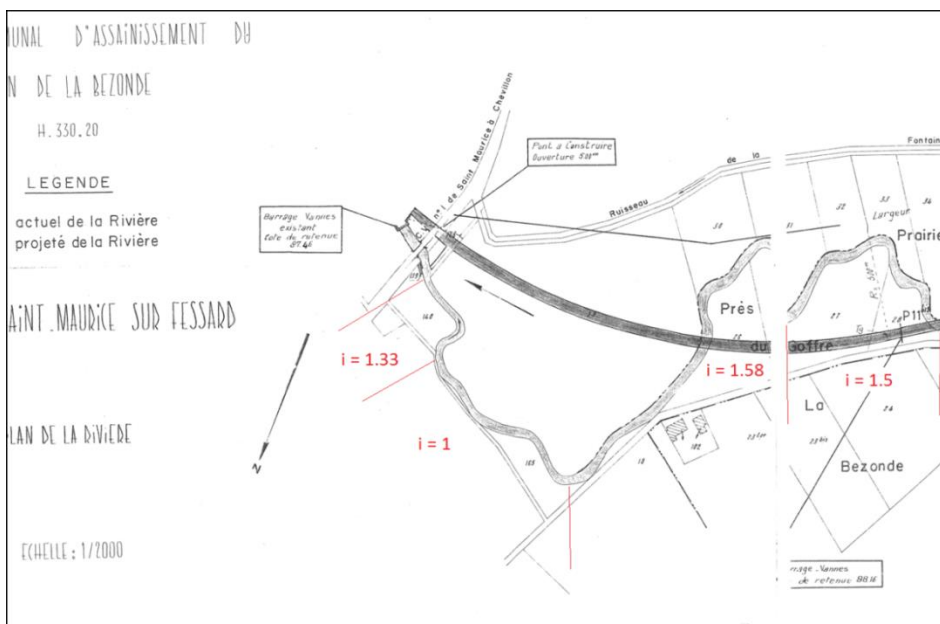


Figure 10 : Indices de sinuosité sur la partie aval de mon projet (SIVLO, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

J'ai calculé les indices de sinuosité entre chaque méandre pour connaître la sinuosité de la Bezonde et pouvoir adapter mon projet en conséquence.

La pente du fond du lit du cours d'eau est de 0.038 % pour les 1200 mètres linéaires de mon projet.

Avant les travaux de recalibrage et de rectification, il a été réalisé un profil en travers de la Bezonde (Figure 11). Ce profil nous permet de déterminer la pente de la berge qui est de 1/0.75 soit 36 degrés.

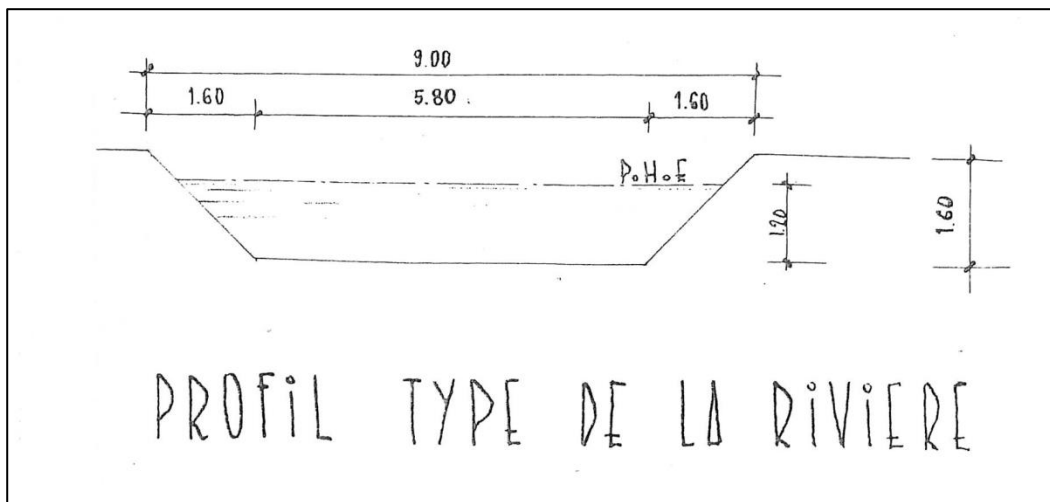


Figure 11 : Profil en travers de la rivière avant les travaux de recalibrage (SIVLO)

### 2.5.5 Hydraulique

Après avoir effectué différents calculs pour savoir comment se comporte la Bezonde je suis arrivé aux résultats suivants

La force tractrice (thô) est égale à ce résultat renseigne sur la force de cisaillement de la rivière. La puissance spécifique est  $g (\rho * g * Q_b * J) / I = (1000 * 9.81 * 6.7 * 0.038) / 1200 = 2 \text{ N/m}^2$

En appliquant la formule de Manning-Strickler on a un débit de 8 m<sup>3</sup>/s avec  $K = 25$  ( $Q = K * S_m * R_h^{(2/3)} * J^{(1/2)}$ )  $Q = 25 * 4 * (4/9)^{(2/3)} * 0.038^{(1/2)} = 8,66 \text{ m}^3/\text{s}$

Le SAGE Nappe de Beauce et milieux associées définit à la station de mesure de Pannes le débit de crise qui est de 0.066m<sup>3</sup>/s et le débit optimal d'étiage qui lui est de 0.1m<sup>3</sup>/s. Le débit de crise comprend uniquement l'alimentation en eau potable et l'écoulement naturel de l'eau dans la Bezonde. Le débit optimal d'étiage autorise en plus des deux usages précédents le pompage agricole dans la rivière pour irriguer les cultures.

Les anciennes crues ont permis de déterminer les périodicités de retour et les débits à St Maurice sur Fessard de ces dernières qui sont présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Type de crue	Débit en m <sup>3</sup> /s
Q2	6.7
Q5	10.4
Q10	13
Q50	17.5
Q100	20.7

Tableau 2 : Tableau des débits en fonction de la périodicité de retour.

### 2.5.6 Occupation du sol

Actuellement, le lit majeur de la rivière sur mon lieu d'étude est majoritairement occupé par de la plaine agricole (Figure 12). Le reste du lit majeur est composé d'étangs qui sont alimentés par la nappe libre. Une petite partie à l'amont du barrage est vouée à la détente des promeneurs avec une pelouse et des arbres d'ornement. C'est aussi à cet endroit que se situe le bras mort en rive gauche.



Le foncier du lit majeur de la Bezonde est composé à 75 % de terres agricoles, à 20 % de forêts et à 5 % du milieu urbain. Enfin, il y a la présence d'une canalisation de gaz naturel haute pression qui passe sous la rivière en amont de mon secteur d'étude. (Diagnostic du PLU intercommunal de l'agglomération montargoise, 2015). Avant de commencer les travaux une Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux (DICT) devra être faite pour la conduite de gaz naturel ainsi que pour les autres réseaux enterrés (adduction en eau potable).

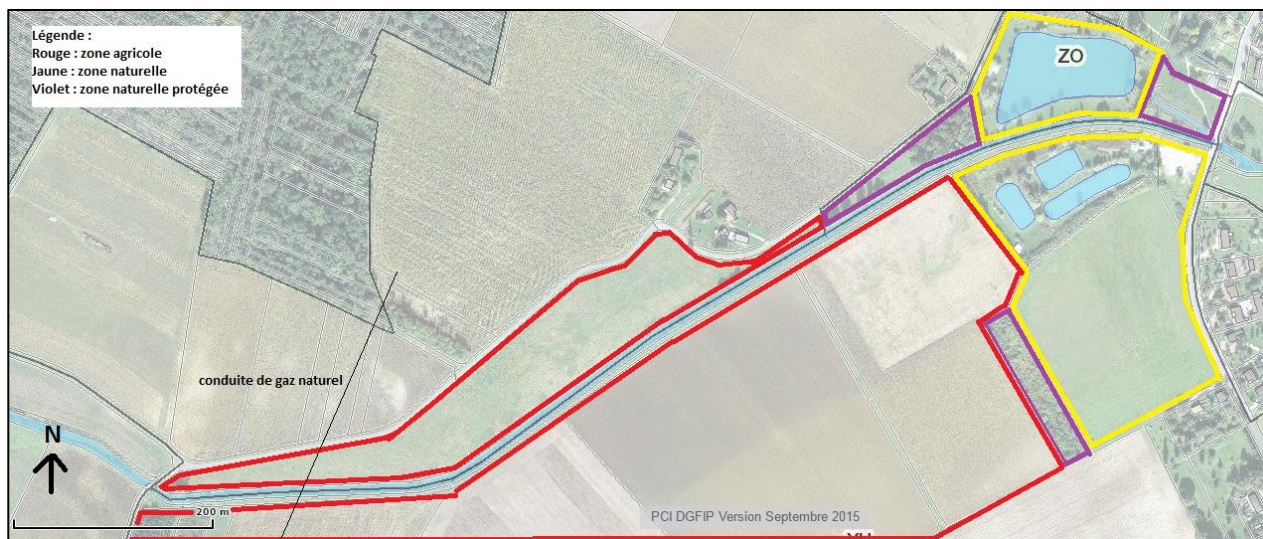


Figure 12 : Carte de l'occupation du sol (GéoLoiret, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

### 2.5.7 Plaine d'expansion des crues, inondations et transparence hydraulique

Comme dit précédemment, les plaines d'expansion sont actuellement des cultures de céréales et les étangs. Elles ont été déconnectées lors des travaux de rectification du lit mineur et ne jouent leur rôle que lorsque la crue est de période de retour de 5 ans minimum.

Concernant la transparence hydraulique, seulement sur mon secteur d'étude le tablier du pont et le barrage font obstacle au bon écoulement de l'eau lors des crues. Le véritable problème se situe à l'aval de mon secteur avec l'exploitation horticole et la station d'épuration toutes les deux en rive gauche. Leur emplacement entraîne une déviation et une remontée de l'eau vers l'amont en rive gauche vers le lotissement de la prairie. Ainsi le lotissement est régulièrement inondé dès lors que la crue dépasse les niveaux de la crue décennale. L'eau dans le lotissement lors d'une crue Q50 est à une hauteur de 50 à 80 cm. Ce phénomène est accentué par la mise en place par les particuliers de murs de parpaings pour délimiter leurs propriétés (Figure 13). Cela aggrave le phénomène d'inondations par le non ressuyage naturel de l'eau quand la crue est passée. Il n'existe pas de carte des plus hautes eaux connues sur la commune. De plus, il n'y a pas de Plan de Prévention du Risque Inondation sur la commune de Saint Maurice sur Fessard. Il serait judicieux d'en créer un pour connaître les plus hautes eaux connues et ainsi en fonction de la périodicité de retour de la crue mettre en place des moyens de prévention, d'information et voire même d'évacuation de la population locale (lotissement et maisons proches de la rivière). En effet, plus personne n'a connaissance d'une crue centennale qui pourrait en l'état actuel avoir de grandes conséquences : inondation de l'ensemble du lotissement et des maisons proches situés à l'amont et à l'aval du bourg car les deux ponts de la rue de l'ancien lavoir (il peut laisser passer 20 m<sup>3</sup>/s) et celui à l'aval de

l'ancienne route nationale 60 (il peut laisser passer un débit de 15m<sup>3</sup>/s) seraient en charge quasiment dès la crue décennale.

Date de la crue	Périodicité de retour
10 Janvier 1982	11 ans
10 Avril 1983	50 ans
20 mars 1995	5 ans
30 Décembre 2001	6 ans
1 <sup>er</sup> mai 2014	50 ans

Tableau 3 : Périodicité de retour des crues les plus importantes

Figure 13 : Impact des parpaings lors du ressuyage de la Bezone dans le lotissement (SIVLO)



J'ai donc réalisé la carte des plus hautes eaux connues à partir de photos et de récits des personnes âgées, des cartes napoléoniennes de l'état-major (Figure 14).

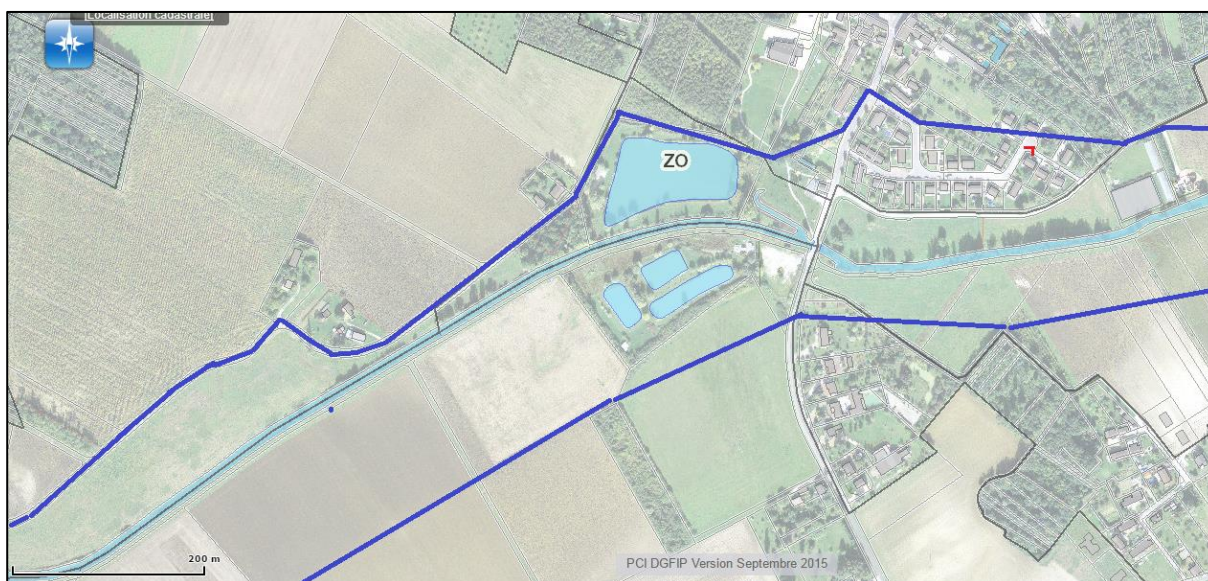


Figure 14 : Carte des PHEC sur mon secteur d'étude (GéoLoiret, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

En rouge le point de vue de la figure 13 ci-dessus.

### 2.5.8 Tourisme

Le tourisme sur la commune est peu important avec comme principal intérêt l'église et les 3 colombiers. La rivière est considérée comme un lieu de promenade. Cependant, elle est vraiment fréquentée par les habitants et les potentiels touristes aux abords du bourg et du barrage avec les chemins piétonniers en gravillons dur et la route de l'ancien lavoir. Le chemin qui borde la rivière est très peu fréquenté car entretenu qu'à certaines périodes de l'année (printemps et été) pour broyer l'herbe. Les personnes sont réticentes au fait de se balader dans une herbe à partir de 15-20 cm parce qu'elles ressentent une peur de rencontrer des serpents, vipères et autres reptiles. Il est difficile de concilier la biodiversité et les promeneurs le long de la rivière.

Pour conclure la partie sur mon diagnostic, j'ai identifié plusieurs enjeux sur la commune de St Maurice sur Fessard, on y trouve l'écologie avec le retour à la continuité écologique, le transport des sédiments pour éviter une érosion accentuée des berges et du fond du lit, une meilleure qualité de l'eau de la Bezonde par une diminution des nitrates et des phosphates, des trames vertes et bleues à maintenir et à développer, un risque inondation ne pas négliger de par la présence du lotissement en rive gauche, un tourisme via un secteur intéressant de promenade à développer le long de la rivière.

## 3 Projet

Pour réaliser mon projet il s'offre à moi trois possibilités en prenant en compte les enjeux cités dans la conclusion du diagnostic :

La première possibilité est un reméandrage complet du cours d'eau en s'appuyant sur les plans de rectification du cours d'eau (Figures 9 et 10). Cependant, cela est très difficile à mettre en place de par les nombreuses parcelles cadastrales qui sont autant de propriétaires différents à convaincre. Pour certaines parcelles, ce sont ces mêmes propriétaires qui ont participé aux travaux en 1974, les faire changer de mentalité me semble difficile car les travaux de recalibrage étaient le plus souvent financés. Ils voient souvent d'un mauvais œil le fait de faire « machine arrière ». De plus, les étangs à l'aval, compromettent grandement ce projet

Une autre possibilité est un reméandrage partiel qui est envisageable car l'emprise foncière est disponible à l'amont alors qu'à l'aval avec les étangs il n'y en a plus. Ce type de scénario permettrait de concilier les différents usages environnants (agriculture, pêche commerciale sur les étangs) et de reconnecter la zone d'expansion de crue. Le maintien de la biodiversité existante serait possible de part une destruction partielle de certains endroits. De plus, l'implantation d'arbres et de haies dans les deux propositions actuelle et précédente diminueront la n de nitrates et de phosphates dans l'eau.

La dernière possibilité est un aménagement uniquement du lit mineur Ce projet n'aura besoin d'aucune emprise foncière pour se réaliser, cependant il est nécessaire d'un point de vue technique et scientifique que la Bezonde puisse retrouver ces méandres pour être reconnecter avec ses plaines d'expansion dans le but de réduire le risque d'inondation à l'aval. De plus, la structure du sol avec des horizons supérieurs sableux qui tendent vers l'argile en profondeur rendent difficile l'érosion des berges par la rivière si l'on



reste dans ce type de scénario. La Bezonde a trop souffert de son tracé actuel tant sur la qualité de l'eau que sur sa richesse végétale et animale pour que son tracé reste comme il est actuellement.

En tenant compte de l'ensemble des enjeux présents sur mon terrain d'étude ainsi qu'à une échelle plus grande qu'est l'échelle communale, j'ai décidé d'envisager la deuxième possibilité du fait du risque inondation qui est important et d'une mauvaise qualité des eaux associé à des écoulements uniformes qu'il faut améliorer et diversifier.

### **3.1 Retour de la continuité écologique**

Suite à une étude hydraulique commandée par le SIVLO, sur l'impact de l'effacement du barrage sur la biodiversité mais aussi de sa perception par le grand public et les élus, il a été décidé de contourner l'ouvrage car les hauteurs d'eau sont les mêmes au-delà de la crue biennale. La vanne à crémaillère sera maintenue pour jouer un rôle psychologique sur les habitants qui voient dans cet ouvrage la possibilité de diminuer les inondations à l'aval dans le lotissement même si son action en réalité est très faible. Ce contournement de l'ouvrage implique donc une baisse du niveau de l'eau avec une mise à sec des berges et une diminution de la lame d'eau si le lit de la rivière n'est pas rétréci. J'ai donc identifié ce problème et ai réfléchi à la manière dont l'on pouvait le résoudre pour permettre en même temps que le retour de la continuité écologique un gain en biodiversité sur le linéaire impacté par le barrage.

La Bezonde est un cours d'eau qui a comme espèce repère le brochet. Il est nécessaire pour sa reproduction, de lui permettre de rejoindre les frayères pour se reproduire. Elles ont en effet été déconnectées voire supprimées lors des travaux de recalibrage et de rectification. De plus les lâchers d'eau fréquents nuisent à la faune piscicole qui une fois passée le barrage avec les fortes vitesses ne peuvent plus remonter à l'amont.

Le retour au transport sédimentaire diminuera l'érosion des berges à l'aval qui sont fortement érodés ainsi que l'incision du lit mineur.

Grâce au projet de contournement de l'ouvrage, le retour au transport sédimentaire va de nouveau redevenir possible. Cela permettra de réduire l'érosion des berges qui est un problème majeur sur l'aval entre le pont de l'ancien lavoir et celui de l'ancienne route nationale 60. Le transport sédimentaire pourra être aussi facilité par le maintien en fonctionnement de la vanne à crémaillère lors de chasses ou de travaux d'entretien et ou de la ripisylve.

### **3.2 Gain en biodiversité**

#### **3.2.1 Trame bleue**

##### **3.2.1.1 *Réduction du lit mineur***

Pour retrouver le plus rapidement possible une plus grande diversité des habitats et des espèces végétales et animales présentes dans et aux abords de la rivière, je souhaite réduire la largeur du lit mineur. Cette opération se découle en plusieurs parties en fonctions de l'emprise foncière disponible et des enjeux proches à concilier.

### 3.2.1.1.1 Reméandrage

Je désire reméandrer la Bezonde sur l'amont de mon secteur d'étude là où l'emprise foncière est disponible et où la rue de la Bezonde est loin de la rivière et donc pas menacée par une érosion du radier de la route par cette dernière, ce qui pourrait engendrer des travaux coûteux de remise en état de la route si cela se produirait. C'est pourquoi je propose un reméandrage qui reprendra le lit historique de la Bezonde entre le pont à l'amont de mon projet et le premier méandre actuel. Je propose en revanche de créer un reméandrage moins accentué entre le premier méandre actuel et les épis déflecteurs. Il permettra à la rivière de retrouver un linéaire plus sinueux qu'actuellement sans menacer la route. (Figures 15 et 16)

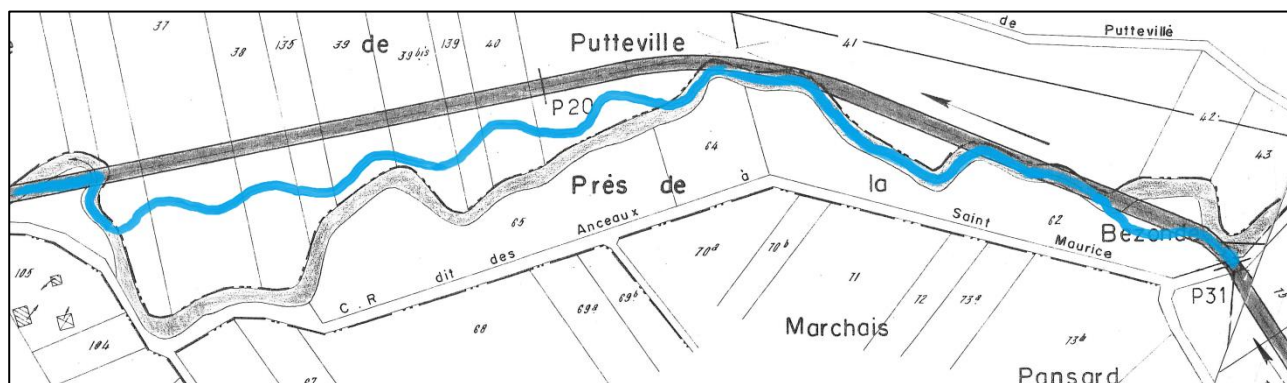


Figure 15 : Reméandrage sur la partie amont (SIVLO, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

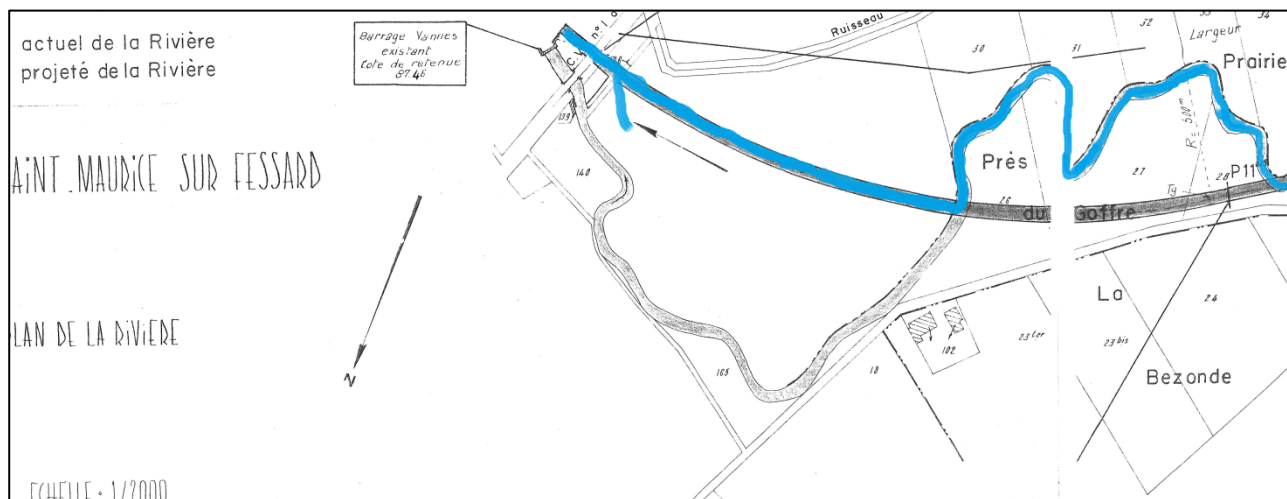


Figure 16 : Reméandrage sur la partie aval (SIVLO, modifié) Réalisation : R. Chaumeron

### 3.2.1.1.2 Épis déflecteurs

Je propose la mise en place d'épis déflecteurs entre la zone reméandrée et la zone humide. J'ai décidé de les mettre ici car la proximité de la route est à prendre en compte. Il serait dommageable de reméandrer plus la Bezonde au proche de la route et d'éroder dans le long terme la rue de la Bezonde. Ce secteur aura une longueur d'environ 70 mètres linéaires et conciliera tous les aspects tant la biodiversité avec la création de radiers et de mouilles tant avec la préservation de la voirie proche. (Figure 17)



Figure 17 : Epis défecteurs

(R.Chaumeron, photomontage)

#### 3.2.1.1.3 Fascines de saules

L'emprise foncière étant limitée à l'amont avec la présence des étangs et le chemin piéton. Cette partie du projet est adaptée à la mise en place de fascines de saules car nous aurons besoin d'aucune emprise foncière pour planter les fascines. Par rapport à la coupe de profil du tracé historique de la Bezonde je prévois une largeur entre les deux fascines de 5 mètres. Pour stabiliser le tressage, il serait envisageable de créer des banquettes végétalisées entre la fascine et la berge actuelle.

#### 3.2.1.1.4 Création d'un bras mort en rive gauche

L'annexe hydraulique en rive gauche à l'amont du barrage est soit complètement en eau lorsque la vanne à crémaillère est fermée soit totalement à sec lorsque la vanne est ouverte (Figure ...). Les sédiments se sont accumulés entre le lit mineur et le bras mort. De plus, ils sont bloqués par les racines des nénuphars et par conséquent peut mobilisable par le courant. Je propose donc de reprofiler les berges en pente douce ainsi que d'y installer des souches d'arbres pour favoriser les frayères et la reproduction des invertébrés. En appliquant une pente de 3/1, on diminue le risque que des poissons restent bloquer lors de l'étiage dans le bras mort.



Figure 18 : Vue de l'annexe hydraulique vide (R.Chaumeron)



Figure 19 : Vue de l'annexe hydraulique en eau  
(R. Chaumeron)

### 3.2.1.2 *Diversification des habitats*

#### 3.2.1.2.1 Souches d'arbres en pied de berge

Dans le lit mineur pour favoriser les invertébrés, il serait possible d'implanter en pied de berge des souches d'arbres. Il sera nécessaires de bien les fixer en pied de berges, pour éviter que lors des inondations ils ne dérivent et viennent se coincer dans le tablier du pont de la rue de l'ancien lavoir ou dans les pontons. Ces souches en plus de créer de nouveaux habitats pourront permettre la fixation de nouveaux embâcles, il s'en suivra une réduction de la section de la rivière et la création de faciès lotiques.



Figures 20 : Résultats attendus après travaux à court terme photo : Le Milleron (SIVLO)



### 3.2.2 Trame verte

#### 3.2.2.1 Conserver l'existant

Dans l'objectif d'éviter de détruire le minimum de végétation possible, il sera justicieux de conserver un maximum voire la totalité si possible des arbres qui bordent la rivière (cohérence avec le PLU communal) (Figure 21.). De plus, les arbustes en rive gauche à hauteur du premier méandre actuel constituent, l'unique endroit où cette strate est présente sur l'ensemble de mon lieu d'étude. Leur conservation et leur préservation me semble important dans le but d'impacter au minimum la biodiversité terrestre (Figure 22). Ensuite le maintien du lit mineur actuel à l'endroit où la zone d'expansion des crues serait créée est intéressant pour favoriser plus vite l'expansion des espèces végétales et animales (odonates, batraciens) vers le nouveau tracé de la Bezonde.



Figure 21 : aulnes en rive droite à maintenir (R.Chaumeron)



Figure 22 : arbustes à hauteur du premier méandre (R.Chaumeron)

#### 3.2.2.2 Créer de nouveaux habitats

##### 3.2.2.2.1 La plaine alluviale

Je propose aussi pour limiter la zone d'inondation à l'aval de créer une plaine alluviale de 2 hectares à l'amont des étangs de pêche privés. La Bezonde reprendra dans cette zone son tracé historique pour mieux reconnecter la zone humide avec la rivière. Pour y arriver, il sera nécessaire d'effectuer une modification cadastrale dans le but de protéger la zone dans l'ensemble des documents d'urbanisme. De



plus, le SIVLO pourra se porter acquéreur pour ce terrain dans le but d'en avoir la maîtrise foncière. Actuellement ce lieu est cultivé en céréales à paille. Ainsi une autre partie de la trame verte pourra aussi être maintenue entre la haie qui jouxte la plaine alluviale. (Figures 23 et 24)



Figure 23 : Emplacement de la future plaine alluviale (R.Chaumeron)

Le point de vue de la photo ci-dessus est marqué en rouge sur la carte

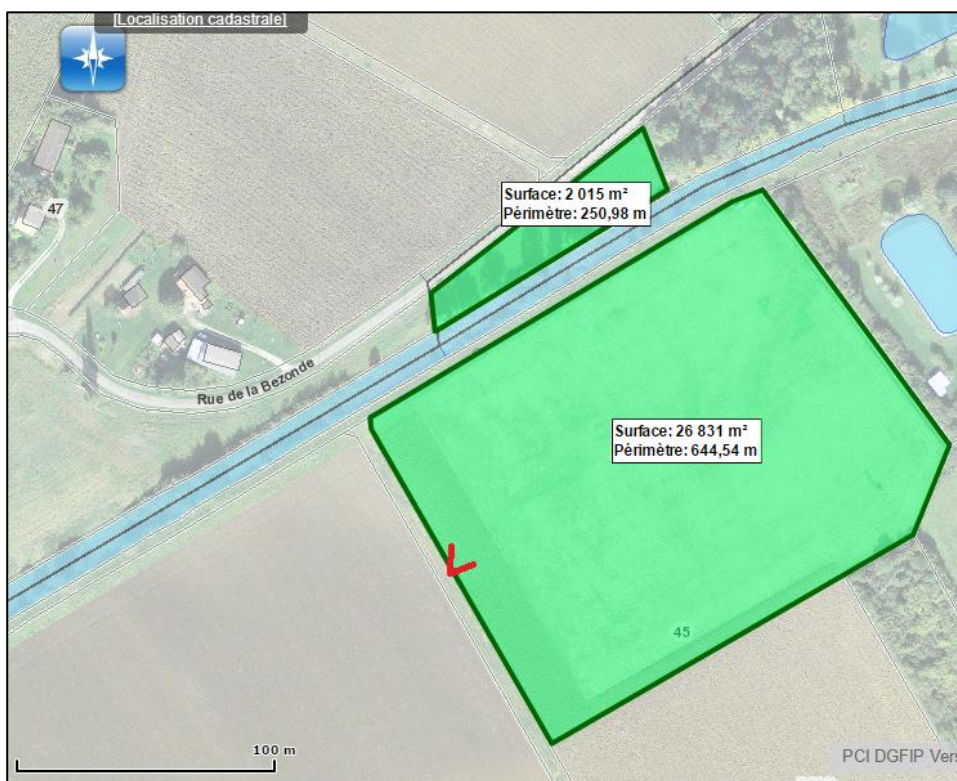


Figure 24 : Emplacement de la zone humide (GéoLoiret, modifié) Réalisation : R.Chaumeron

### 3.2.2.2.2 Connexion avec le massif boisé : une haie

La proximité du massif boisé « les bois de la Blonde » d'une superficie de 40 hectares (Figure 25) est intéressante pour créer une liaison via une trame verte entre la rivière et la bande de bois qui est au contact de la rue de la Bezonde. Pour réaliser cette liaison, je souhaiterais mettre en place une bande herbée couplée à une haie.

La haie aura une longueur de 60 mètres, comportera 2 rangs pour créer un effet de coupe-vent, bénéfique aux cultures environnantes elle sera composée de trouées de 3 mètres pour permettre aux public d'apprécier le paysage environnant (Annexe 1). Cependant, dans la situation actuelle la haie serait dans le sens de la pente entre la route et la rivière. Il serait intéressant donc d'envisager aussi la possibilité d'implanter la haie en parallèle de la rivière entre la bande herbée et les maisons les plus proches. En effet, dans cette configuration la haie permettrait de mieux capter les nitrates qui arriveraient des cultures qui seraient donc en concentration inférieure dans la rivière mais aussi de jouer un vrai rôle dans la lutte contre l'érosion des sols, cela améliorerait la qualité de l'eau. De plus, en implantant la haie en parallèle de la Bezonde, l'eau aura plus tendance à s'infiltrer qu'à ruisseler ce qui favoriserait encore plus la recharge de la nappe d'accompagnement.

Il serait judicieux de faire planter les végétaux par les écoliers d'une dizaine d'années pour les sensibiliser lors d'une visite précédente sur le terrain des impacts de l'homme sur la biodiversité ainsi que sur le risque d'inondation de la commune. Il est fort probable que certains enfants habitent en plus dans le lotissement, ce qui augmenterait la portée du message véhiculé. Il faut prévoir une journée avant la plantation, l'installation de la bâche avec l'aide d'un agriculteur pour la dérouler sur tout le linéaire.

**Figure 25 : partie du massif boisé qui est le plus proche de la rivière (R.Chaumeron)**



**Figure 26 : Vue du futur emplacement de la haie rive gauche (R.Chaumeron)**



### 3.3 Prévention contre les inondations

#### 3.3.1 Création de la plaine alluviale

Comme dit précédemment, la zone humide de 2,8 hectares aura aussi un but de limitation de la zone d'expansion des crues dans le lotissement à l'aval (Figure 28 et . Cette zone humide existait encore en 2000 (Figure 27). Cette zone est selon moi, la plus appropriée pour limiter les inondations car les autres plaines d'expansion des crues existantes à l'amont risquent fortement d'être déjà en charge et la présence des étangs entre la zone humide et le barrage diminuent la zone d'expansion des crues.



Figure 27 : Vue la zone humide en 20000 (Géoportail, photographies aériennes 2000-2005) Réalisation : R.Chaumeron



Figure 28 : Hauteur d'eau dans le lotissement lors de la crue du 1er mai 2014 (SIVLO)

Pour prévenir la sensibilisation des riverains sur la zone naturelle d'expansion des crues de la Bezonde je propose la mise en place de marqueur de crues par rapport aux plus hautes eaux connues. Les crues les plus importantes pour moi à symboliser sont celles d'avril 1983, de mai 2014 (période de retour de 50 ans). De plus, il serait intéressant de matérialiser par le marquage sur la route de l'ancien l'avoir que les habitants et touristes entrent en zone inondable. Cela pourrait se faire par l'inscription sur le goudron de la mention « zone inondable » en bleu avec un trait à la perpendiculaire du sens de circulation (Figure 29).



Figure 29 : Marquage "ZONE INONDABLE" Rue de l'ancien lavoir dans le bourg (Google Street View, modifié) Réalisation : R.Chaumeron

### 3.4 Tourisme et sensibilisation du grand public

Comme je l'ai expliqué dans la partie projet, le tourisme est faible sur la commune. La sensibilisation du public et des habitants proches est nulle sur le risque d'inondation.

#### 3.4.1 Parking et panneaux d'information

Je souhaite aussi sensibiliser les habitants et les possibles touristes de la commune à la préservation de la rivière ainsi qu'à son histoire. Cela passera premièrement comme dit précédemment par les marqueurs de crues. Deuxièmement par la mise en place de panneaux d'information à différents endroits.

Le premier panneau sera implanté à côté du parking rue de l'ancien lavoir. Il présentera la traversée de la rivière proche du bourg via son histoire avec la construction du lavoir, l'histoire de la rivière et du barrage.

Le deuxième panneau se situera au niveau de la plaine alluviale. Il aura pour objectif d'informer et de sensibiliser à l'intérêt de cette zone d'expansion de crues et à la préservation de ce milieu sensible.

Le troisième panneau se situera au niveau du pont de la rue de la Bezonde, il présentera les travaux de 1974, les travaux actuels et la rivière dans son ensemble de Bellegarde à Pannes.

Un quatrième panneau sera implanté au niveau du passage en direction du massif boisé « Les bois de la Blonde ». Il communiquera sur les trames vertes et bleues et l'intérêt du maintien de la biodiversité en milieu rural.



Pour favoriser la visite de ce lieu et développer le tourisme dans le village et la promenade le long de la Bezonde, il me semble intéressant d'installer un parking végétalisé le long de la rue de l'ancien lavoir entre le pont et le dépôt de verre (Figure 30). En plus, d'être utile pour les potentiels promeneurs, ce parking permettra de sécuriser les lieux pour les pêcheurs. De plus, pour améliorer le cadre de vie de ce lieu il me semble intéressant d'implanter des tables en bois avec des poubelles pour permettre aux personnes de manger au bord de la rivière.



Figure 30 : Emplacement du futur parking (Google Street View, modifié) Réalisation : R.Chaumeron

### 3.4.2 Chemin piétonnier

Concernant le chemin piétonnier le long de la rivière, de l'amont vers l'aval je propose de conserver l'ensemble du chemin d'exploitation actuel qui se situe le long du lit mineur. L'ensemble du chemin sera décomposé en 3 parties. La première partie est entre le pont de la rue de la Bezonde et le ponton, le chemin sera mixte entre véhicules motorisés (voiture, tracteur, moto ...), vélos tout terrain et piétons (Figure 31 et 32).



Figure 31 : Chemin rural à l'amont  
(R.Chaumeron)

Figure 32 : chemin rural sur la partie mixte à maintenir en l'état (R.Chaumeron)



Les deux autres parties seront uniquement réservées aux piétons et vélos tout terrain. La seconde partie sera implantée entre le chemin piétonnier existant et la trame verte créée qui rejoint le massif boisé. Un ponton permettra d'enjamber la rivière. Après avoir traversé le ponton en direction du massif boisé, ce passage a pour but de permettre aux personnes de rejoindre plus facilement le bourg pour le chemin retour s'ils ont l'intention d'écourter leur parcours et de faire de même pour les personnes habitant les hameaux environnants. Cela permettra de diversifier les chemins possibles.

La troisième partie sera entre le début de la zone humide et le pont de l'ancien lavoir. Sur cette partie, il n'y a aucun intérêt pour les véhicules motorisés c'est pour cela que je veux la transformer en zone 100 % piétonne et cycliste. Des barrières permettront de bloquer l'accès aux véhicules motorisés sauf pour les services de gestion et d'entretien de la rivière qui auront une possibilité d'accès uniquement à partir de la rue de l'ancien lavoir à l'aval de la zone d'étude. Deux pontons permettront aux VTT et aux promeneurs de traverser la rivière. Le chemin sera divisé en deux sur la largeur : la moitié le long de la berge sera maintenue en herbe pour les vélos, la seconde partie sera en gravillon dur (calcaire) pour faciliter les promenades.



Figure 33 : Chemin rural qui deviendra piéton à cet endroit (entre les étangs) (R.Chaumeron)

### 3.5 Estimation budgétaire

J'ai réalisé 2 devis pour savoir le coût de mon projet. Le premier a été réalisé par une entreprise qui réalise des travaux sur les cours d'eau et à partir d'un devis joint à au rapport d'études sur le barrages (ASCONIT, juillet 2015). Le second par la Fédération des Chasseurs du Loiret.

Le premier devis porte sur le reméandrage, la création de la zone humide, des fascines, des épis déflecteurs, le mélange grainier et les pontons. C'est la totalité de l'estimation budgétaire.

Dénomination	quantité	Prix unitaire TTC	Option basse	Option haute
Installation de chantier	1		14 100	
Fascines de saules 5 mètres entre les deux fascines ; hors remblaiement derrière les fascines	550 mètres linéaire	100 à 130€ le ml	55 000 €	71 500 €
pontons piétons	3	9 000 à 12 000 €	27 000 €	36 000 €
Epis défecteurs	70mètres linéaires	65 à 80 € le ml	4 550 €	5 600 €
Mélange grainier (herbacées)	28 800 m²	1 à 2 € le m²	28 800 €	57 600 e
Reméandrage (travail en déblai/remblai sans évacuation de matériaux, 5 mètres entre les deux berges)	1000 ml	20 à 40 € le ml	20 000 €	40 000 €
Arbres	300 (175 aulnes, 75 frênes, 75 saules)	20 à 25 € l'unité	6 000 €	7 500 €
Garantie de reprise des végétaux	300	2 € l'unité	600 €	
<b>Coût total</b>			<b>156 050 €</b>	<b>232 900 €</b>

Le second devis porte sur la haie entre la route et la rivière. La Fédération des Chasseurs prend à hauteur de 60 % le paillage et à 100 % les plants. De ce fait, l'implantation de la haie aura un coup mineur. Au final, pour l'implantation d'une haie on peut compter environ 1,50 € le mètre linéaire à charge pour le commanditaire. La mise en place de la haie est à faire réaliser.

Désignation	tva	Quantité	Prix unitaire	Montant pris en charge par la FDC	TAUX DE PRISE EN CHARGE FDC	Montant dû HT
FILM PAILLAGE BIO	10%	96	0,974	93,49 €	60%	37,40 €
BAMBOU 90 6/8	10%	192	0,034	6,60 €	0%	6,60 €
MANCHON ANTI LAPIN BLEU H 50	10%	96	0,148	14,24 €	0%	14,24 €
PLANTS ( LISTE JOINTE)	20%	96	0,717	69,26 €	100%	- €

		Montant total HT	173,59 €		58,24 €	
		Total TVA	25,28 €		11,65 €	
		Montant total TTC	198,88 €		69,89 €	

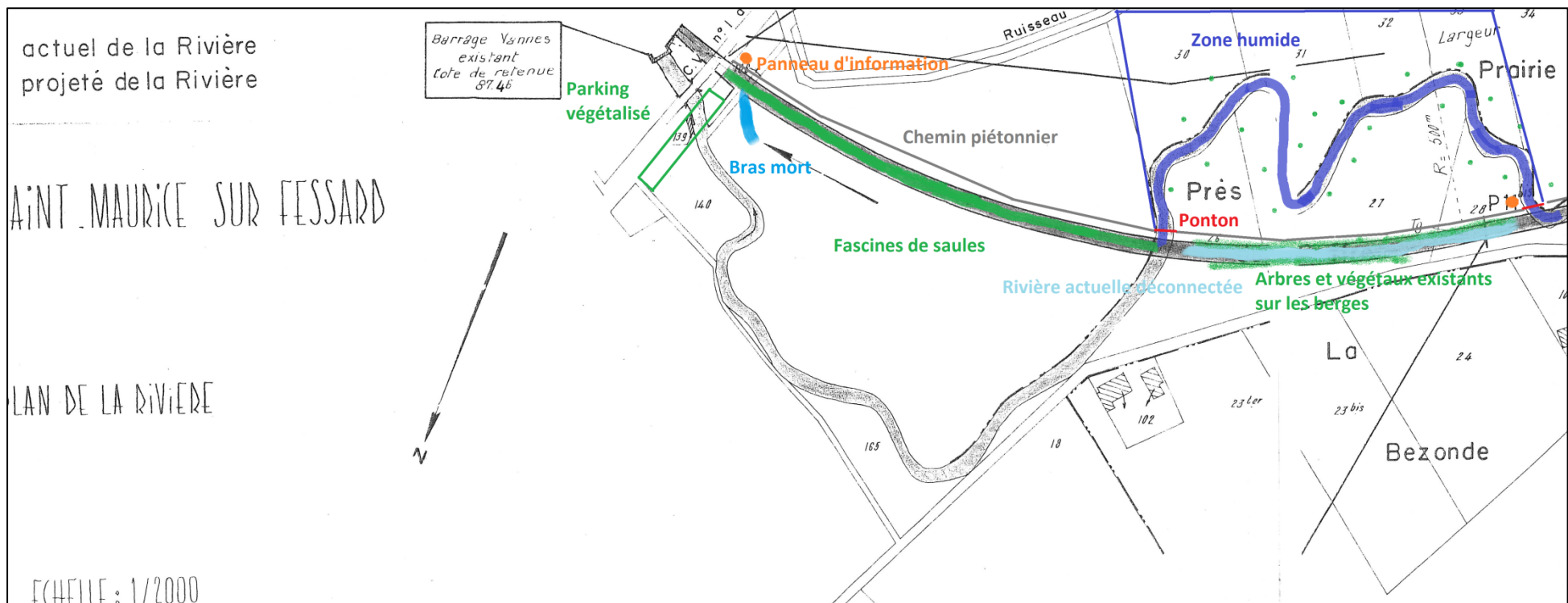
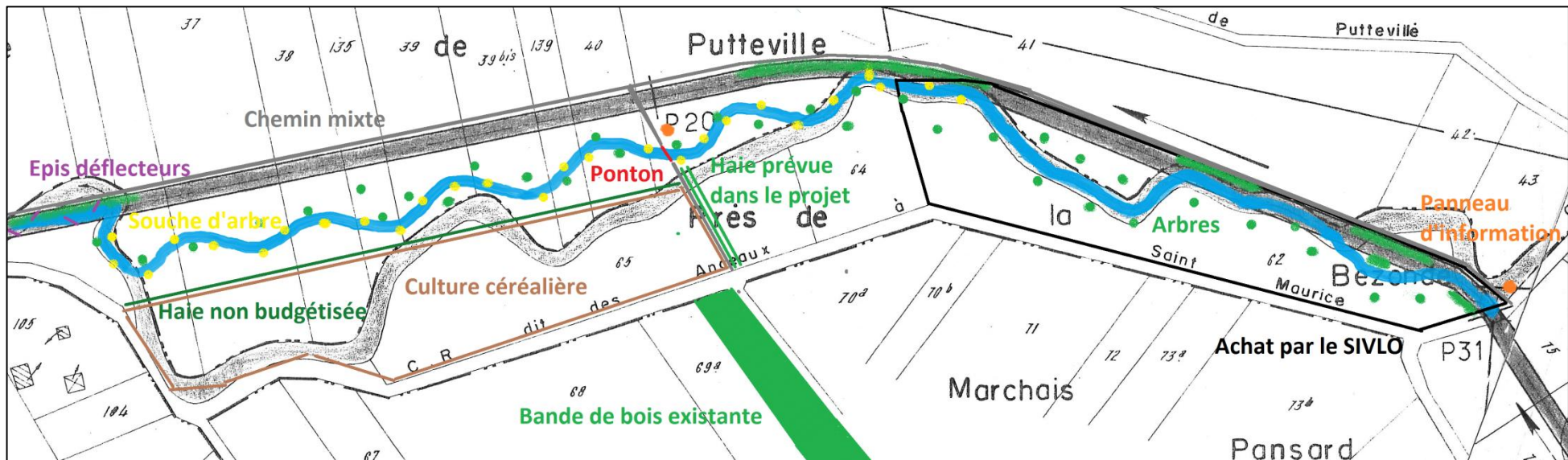
**A VOTRE CHARGE**

**69,89 €**

**Le coût final de mon projet est de 232 969,80 € TTC.**

### 3.6 Représentation de mon projet

J'ai décidé de représenter mon projet à partir des anciennes cartes du fait que la rivière reprendra son ancien tracé sur certains secteurs ces cartes me semblaient les plus réalistes. Ces deux cartes comportent l'ensemble des points développés ci-dessus mis en valeur par un plan où chaque aspect à son propre code couleur.



## 4 Conclusion

La renaturation de la Bezonde à Saint Maurice sur Fessard via un reméandrage et une reconnexion des zones d'expansion des crues va permettre de retrouver une biodiversité plus riche tant en espèces végétales qu'animales mais aussi de prendre en compte et de diminuer les hauteurs d'eau lors des inondations dans le lotissement en rive gauche.

Le reméandrage permettra à la Bezonde de dissiper sa force hydraulique et de regagner en biodiversité avec des écoulements diversifiés et très variables entre la partie amont et aval. Cela nécessitera une étude hydraulique pour savoir si les zones d'expansion de crues jouent leur rôle ainsi que de connaître les hauteurs d'eau dans le lotissement.

Les trames verte et bleue seront améliorées ainsi que la qualité de l'eau via le piégeage des nitrates et phosphates par les différents végétaux présents sur le site (arbre, haie, plaine alluviale). Il serait intéressant d'effectuer des mesures de concentration de ces deux ions avant et après les travaux pour voir leurs évolutions et ainsi pouvoir mieux apprécier les bénéfices de l'aménagement. Un Indice Global Normalisé devrait être aussi réalisé avant et après travaux pour suivre l'évolution des différents taxons présents dans la Bezonde.

Cependant, s'il n'est pas aménagé des zones d'expansion de crues le plus à l'amont possible lors des prochaines crues supérieures à Q10 le lotissement ainsi que les maisons en rive gauche proche de la rivière entre le bourg et le pont de l'ancienne RN60 risquent très fortement d'être inondé l'eau étant refoulée par l'aval du fait que le pont de l'ancienne RN60 à une capacité maximale de 15m<sup>3</sup>/s.



## 5 Bibliographie

Amoros et Petts dir., 1993 : Hydrosystèmes fluviaux, Masson, 300p.

Richer de Forges A. et al. (2008). *Notice explicative de la carte des pédopaysages du Loiret à 1/250 000 (Référentiel Régional Pédologique de la Région Centre)*. INRA Infosol. 278 p.

Bureau d'étude MAD'EO. (juin 2013). *Etude de modélisation hydraulique conjointe à l'étude de renaturation de la Bezone visant à restaurer la continuité écologique sur la commune de Saint-Maurice-sur-Fessard*. SIVLO. 40 p.

Bureau d'études ASCONIT. (juillet 2015). *Rapport d'études sur le barrage à clapet « bourg » de Saint Maurice sur Fessard*. SIVLO. 45p.

ONEMA. « Le transport solide grossier en rivière. » *Eléments de connaissance pour la gestion du transport solide en rivière*. [février 2016 ] 71p.

Site du SIVLO. [janvier 2016]. <http://www.sivlo.fr/le-bassin-du-loing/la-bezone-et-le-huillard>

Cadastre de GéoLoiret [mai 2016] [https://geoloiret-services.loiret.fr/studio/clients/clientFlashArcopole/index.jsp?token=G3nVwDfLl\\*J2LgXd1pE5sLpavpimg8ceud5VzfGPOCHZyAYXUFGGKpIJJaZXmJvZvPjWlc1Uc6yYzfS8VanDeBSMFEdqESmR1bxbin2uoFCe0SrPb9BieuUA3np\\*HEItaaXBITO2Ob.iddbp2J7iOpQ--&appid=Cadastre&apphandler=https://geoloiret-services.loiret.fr/studio/orion/applications](https://geoloiret-services.loiret.fr/studio/clients/clientFlashArcopole/index.jsp?token=G3nVwDfLl*J2LgXd1pE5sLpavpimg8ceud5VzfGPOCHZyAYXUFGGKpIJJaZXmJvZvPjWlc1Uc6yYzfS8VanDeBSMFEdqESmR1bxbin2uoFCe0SrPb9BieuUA3np*HEItaaXBITO2Ob.iddbp2J7iOpQ--&appid=Cadastre&apphandler=https://geoloiret-services.loiret.fr/studio/orion/applications)

Géoportail [avril 2016] <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

Google maps [mai 2016]  
[https://www.google.fr/maps/@47.9895707,2.618752,3a,75y,321.73h,67.32t/data=!3m6!1e1!3m4!1sAJXsGNokHBp7aOpbR8tC\\_Q!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.fr/maps/@47.9895707,2.618752,3a,75y,321.73h,67.32t/data=!3m6!1e1!3m4!1sAJXsGNokHBp7aOpbR8tC_Q!2e0!7i13312!8i6656)

## **6 Annexes**

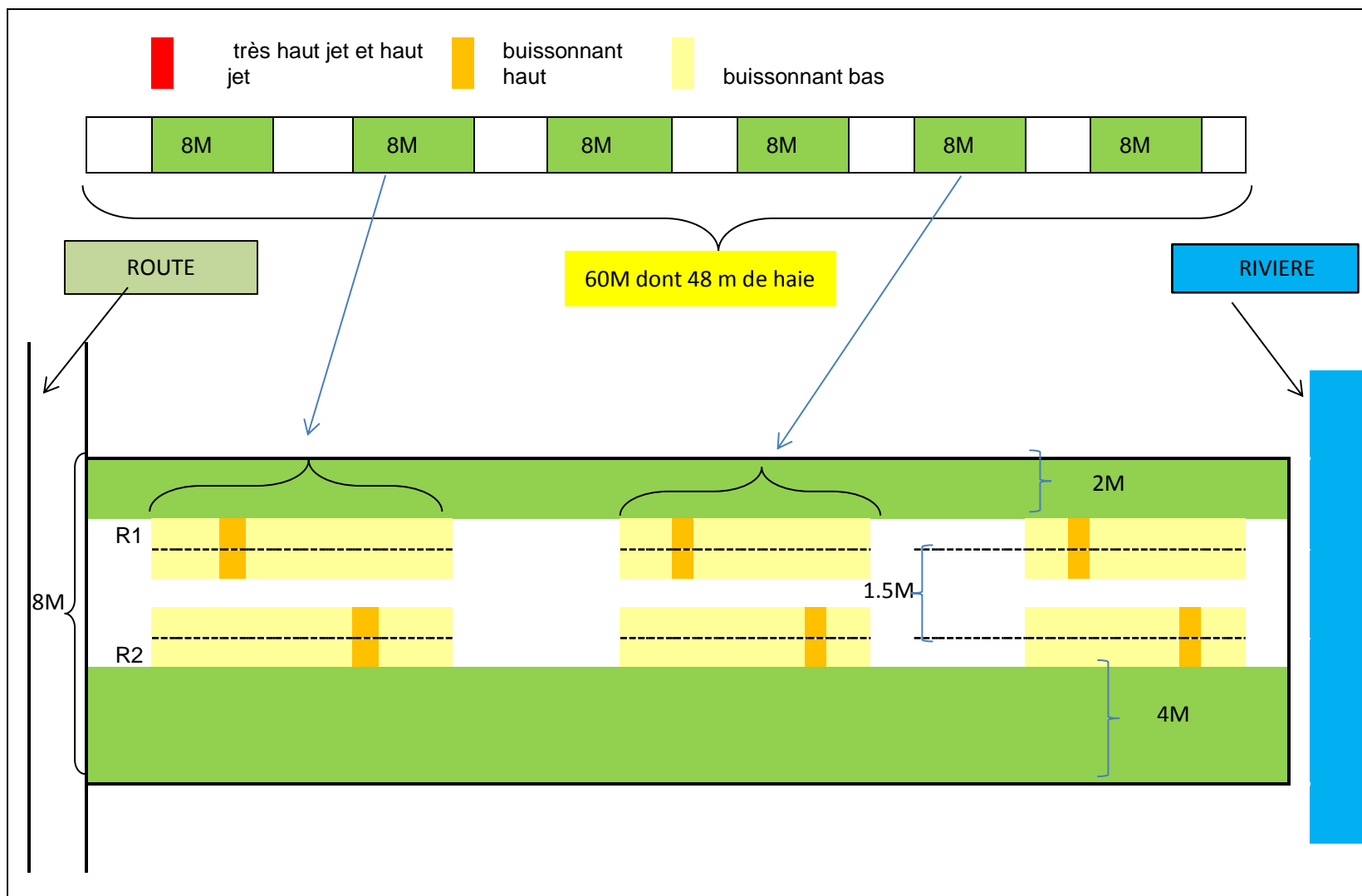
Annexe 1 : schéma de la haie

Annexe 2 : Liste des plants de la haie

Annexe 3 : Fiche de lecture Hydrosystèmes fluviaux

Annexe 1

Source Fédération des Chasseurs du Loiret



Annexe 2 : liste des plants

Nom français	Nom latin	Quantité
Cerisier de Sainte-Lucie	Prunus mahaleb	5
Coudrier	Corylus avellana	5
Sureau noir	Sambucus nigra	5
Amélanchier	Amelanchier ovalis	7
Bourdaïne	Frangula alnus Mill.	7
Camerisier à balais	Lonicera xylosteum	7
Cornouiller mâle	Cornus mas	7
Rosier des champs	Rosa arvensis	9
Fusain d'Europe	Euonymus europaeus	9
Troène commun	Ligustrum vulgare	7
Viorne lantane	Vinurnum lantan	7
Viorne obier	Viburnum opalus	7
Groseillier à maquereau	Ribes uva-crispa	7
Nerprun purgatif	Rhamnus cartharticus	7



### Annexe 3 : Fiche de lecture du livre Hydrosystème fluviaux

Tout d'abord chaque hydrosystème fluvial se situe dans un bassin hydrographique. De ce fait, l'eau s'écoule de l'amont vers l'aval des ruisseaux à la mer. Un cours d'eau se divise en 3 zones : le crénon, le rhithron et le potamon. Le crénon se caractérise par de fortes pentes, une eau riche en O<sub>2</sub> et un débit faible. Un hydrosystème est composée de 4 dimensions : longitudinale, transversale, temporelle et spatiale. L'homme peut modifier le système ce qui implique une dérive spatiale.

Le bilan de l'eau à l'échelle du bassin versant est le suivant : Précipitations – Evaporation – Débit = 0. L'eau en arrivant sur le sol a tout d'abord la possibilité de s'infiltrer mais si la capacité d'infiltration du sol est atteinte, l'eau va alors ruisseler. L'eau en s'infiltrant peut voir sa composition chimique modifiée en rencontrant des composants abiotiques lors de trajet vers la nappe libre.

La plaine alluviale stocke l'eau puis la restitue à la rivière. Mais l'urbanisation croissante diminue ce possible stockage et par conséquent, cette dernière aggrave le phénomène de ruissellement et augmente de manière significative le risque d'inondation. De plus, la morphologie du bassin versant peut aussi jouer sur l'hydrogramme.

D'un point de vue géomorphologique, la rivière va être influencée par différents paramètres tels que la largeur du lit mineur, sa profondeur, sa pente, ses méandres et sa rugosité. Tous ces paramètres modifieront au cours du temps le tracé d'un point de vue longitudinal et transversal de la rivière.

S'en suit l'aspect hydraulique, en calculant pour le cours d'eau étudié la force tractrice du cours d'eau s'est à dire sa puissance à pouvoir arracher des sédiments au berge concave et la pédologie des berges, on peut savoir si le cours d'eau est capable de créer des méandres par lui-même au bien si l'homme doit l'aider à faciliter cela. De plus, selon le débit du cours d'eau on sait s'il aura plus tendance à éroder les berges concaves ou à déposer les sédiments sur les berges convexes. Les crues de périodicité de retour de 5 ans et plus sont les seules qui ont réellement la possibilité de faire bouger le tracé du cours d'eau. Ensuite si l'érosion est supérieure au dépôt, le lit de la rivière va s'inciser alors que si l'inverse se produit le lit va s'exhausser. Le fond du lit mineur peut être aussi modifié par la présence de mouilles et de seuils.

Enfin, des phénomènes rares tels que les crues cincentennales voire milléniale peut modifier toute la géomorphologie de la rivière ou du fleuve dans les 3 dimensions (longitudinale, transversale et verticale).

Enfin, concernant les styles fluviaux, le cours d'eau peut avoir un ou plusieurs chenaux mais aussi avoir une forme rectiligne ou sinueuse. Ceci nous donne 4 possibilités : chenal unique et rectiligne chenal unique et sinueux, chenaux multiples et rectilignes et chenaux multiples et sinueux.

Les végétaux qui peuplent le lit mineur (amphiphytes et hydrophytes) doivent adapter leur morphologie aux différentes vitesses qu'ils peuvent rencontrer et trouver des solutions à la force du cours d'eau sur eux comme le développement de rhizomes par exemple. Ces végétaux se reproduisant par reproduction sexuée, la réussite de cette dernière est dû au fait que il n'y a pas de crues soudaines qui noient les fleurs. Pour la ripisylve, ce problème est beaucoup plus rare. Les amphiphytes et hydrophytes se nourrissent des nutriments contenus dans l'eau et en cas de pénurie de ces derniers, des nutriments des sédiments. L'ombre a un effet très limitant sur le développement des végétaux et l'on peut ainsi rencontrer des mousses et des diatomées.

D'un point de vue longitudinal, la végétation aquatique est influencée par la pente et la température et augmente en allant vers l'aval la pente diminuant et la largeur plus importante offrant plus de possibilités de développement avec la plaine alluviale. Mais d'un point de vue transversal, le gradient hydrodynamique sélectionne les espèces qui sont les plus aptes à vivre dans l'eau. Il est complété par un gradient hydrochimique (teneurs en sels minéraux nécessaires aux plantes). L'énergie lumineuse joue aussi un rôle sur les végétaux mais peut être diminué par la turbidité et la concentration en MES de l'eau. La végétation terrestre quant à elle, c'est le gradient topographique qui joue un rôle majeur, avec la distance entre le toit de la nappe libre et le haut du sol. Plus l'on s'éloigne de la berge, moins la végétation sera impacté par les crues.

Enfin , les végétaux adaptent des stratégies de développement différentes en fonction de leur emplacement (longitudinal et transversal) par rapport à la rivière.

Quant aux invertébrés aquatiques, ils sont aussi soumis au gradient hydrodynamique, mais la température, la nature du substrat, et les ressources alimentaires disponibles interviennent aussi principalement pour les 3 groupes les plus pollu sensibles que sont les éphéméroptères, les plécoptères et les trichoptères.

Ils adaptent leur exosquelette au courant pour pouvoir résister à la vitesse de l'eau. Mais la dérive due à l'eau plus être aussi dû à la recherche de nourriture et de nouveaux espaces.

Les bras morts sont pour leur part faiblement sinueux on y retrouve plus de niches et d'abris, qui peuvent être utilisées par l'ensemble de la faune aquatique. La sédimentation des bras morts entraîne leur exhaussement progressif.

Les poissons, subissent moins la force de l'eau quand ils sont adultes mais les œufs et les alevins peuvent la subir. Ils sont plus sensibles aux aménagements hydrauliques que l'homme pratique sur les rivières, qui sont le plus souvent infranchissable par la faune piscicole. De plus, les barrages modifient la chimie de l'eau et donc la capacité des poissons à vivre dans un milieu donné.

Il existe différentes connexions entre le cours d'eau et les milieux annexes tels que les bras morts, les zones humides, les plaines alluviales , la ripisylve... Tous ces biotopes s'échangent au cours du temps des minéraux, font effet de filtration sur l'eau stockée et se répartissent cette dernière en fonction des différents besoins.

L'Homme intervient dans l'ensemble de ces écosystèmes pour les modifier plus ou moins fortement dans ces intérêts au XXème siècle, dans le but de maîtriser le volume d'eau et de réduire au maximum les inondations. De plus, l'Homme est aussi intervenu dans le lit mineur pour y extraire le bois mort au 17ème siècle, dans le but que l'eau s'écoule le plus vite possible vers la mer, mais aussi des minéraux pour faciliter la navigation (Allier, Dordogne). Au 20ème siècle, il extrait des minéraux pour la construction de bâtiments, de routes. Mais cette action déstabilise le cours d'eau et détruit la faune aquatique.

L'homme au 20ème siècle a aussi endigué une grande partie des cours d'eau français pour faciliter la modernisation de l'agriculture. En coupant les plaines alluviales, il a déconnecté les zones humides pour permettre leur culture.

Ajouter à cela la construction de barrages, pour maintenir l'eau dans certains endroits spécifiques. Ils ont pour conséquence une hausse de la température de l'eau, une plus forte évaporation et un dépôt de sédiments à l'amont de ces derniers.

Ensuite le barrage rompt la continuité écologique des espèces migratrices (saumon, alose) mais de toutes les autres espèces de poissons. Il influence grandement le régime hydrologique en réduisant par période le débit à l'aval avec une gestion de l'eau des crues et de l'eau provenant de la fonte des neiges au printemps. Ils réduisent aussi les pics de crues par le phénomène de stockage de l'eau, il joue aussi sur l'incision du lit à l'aval proche du barrage avec la chute d'eau. Enfin, le barrage déforme la quantité de matières en suspension avec le risque d'en déverser une plus grande quantité en période de reproduction de la faune.

(4<sup>ème</sup> de couverture)

Rémy Chaumeron



Sous la direction de : Stéphane Rodrigues

35 allée Ferdinand de Lesseps

BP 30553

37205 TOURS cedex 3

Type d'exercice : Projet individuel

Promotion : 2015-2016

Titre : Reméandrer et renaturer la Bezonde à Saint Maurice sur Fessard (Loiret)

Résumé :

Saint Maurice sur Fessard est une commune à 10 km de Montargis dans le Loiret. La Bezonde a été recalibré et son lit rectifié entre 1973 et 1976. La construction dans le bourg d'un barrage empêche toute continuité écologique. Le contournement de cet ouvrage suite à une étude hydraulique associée à une étude sur les espèces et les habitats. Les travaux prévoient simplement le réaménagement de la zone proche du barrage en amont et en aval. J'ai donc décidé de mener ce projet sur la partie amont sous influence du barrage c'est-à-dire les 1200 mètres linéaires jusqu'au prochain pont enjambant la Bezonde. Pour réaliser ce projet il me fallait prendre en compte l'aspect sur la biodiversité mais aussi le risque inondation qui est important sur la commune malgré l'absence de PPRI. Il fallait créer des zones d'expansion de crues qui avaient été déconnectés pendant les travaux des années 70. De plus, un reméandrage est nécessaire pour permettre à la Bezonde d'éroder ses berges et de dissiper sa force hydraulique. Enfin, les promenades, les touristes et les pêcheurs marchant ou pêchant le long se font rare. Le parking végétalisé sécurisera l'accès et des panneaux d'information présenteront la Bezonde aux visiteurs. Pour terminer une végétation plus abondante aux abords des berges et dans le lit majeur permettront de réduire la température de l'eau mais aussi de capter les nitrates et les phosphates des champs de céréales environnants.

Mots clés : Renaturation, Reméandrage, Inondation, Biodiversité, Continuité écologique, Eco tourisme et promenade

Localisation : Région Centre Val de Loire, Loiret, 45