

OUEST AM' - Agence de RENNES

Parc d'activités d'Apigné

1, rue des cormiers

BP 95101

35651 Le Rheu cedex

Tel: 02 99 14 55 70

Fax: 02 99 14 55 67

rennes@ouestam.fr

Opération d'aménagement SNC Sud Chapelle

AVP

**Restauration des ruisseaux
du Moulin Neuf et de la Viennais**



Ouest am'

Développement et aménagement des territoires

6 juillet 2018

SOMMAIRE

1. Etat initial Ruisseau du Moulin neuf.....	3
1.1. Hydrogéomorphologie et hydraulique	3
1.1.1 Hydrographie générale.....	3
1.1.2 Hydrographie locale	4
1.1.1 Géomorphologie	10
1.1.2 Approche théorique du fonctionnement hydraulique.....	13
1.2. Contexte environnemental.....	13
2. Restauration Ruisseau du moulin neuf.....	17
2.1. Limites du projet de restauration	17
2.1. Dimensionnement du projet de restauration.....	17
3. Etat des lieux Ruisseau de la Viennais	21
3.1.1 Hydrographie générale.....	21
3.1.2 Hydrographie locale	22
3.1.3 Géomorphologie	23
3.1.4 Approche théorique du fonctionnement hydraulique.....	24
3.2. Contexte environnemental.....	25
4. Restauration du ruisseau de la Viennais	27
4.1. Limites du projet de restauration	27
4.2. Dimensionnement du projet de restauration.....	27
5. Chiffrage stade AVP	32

1. ETAT INITIAL RUISSEAU DU MOULIN NEUF

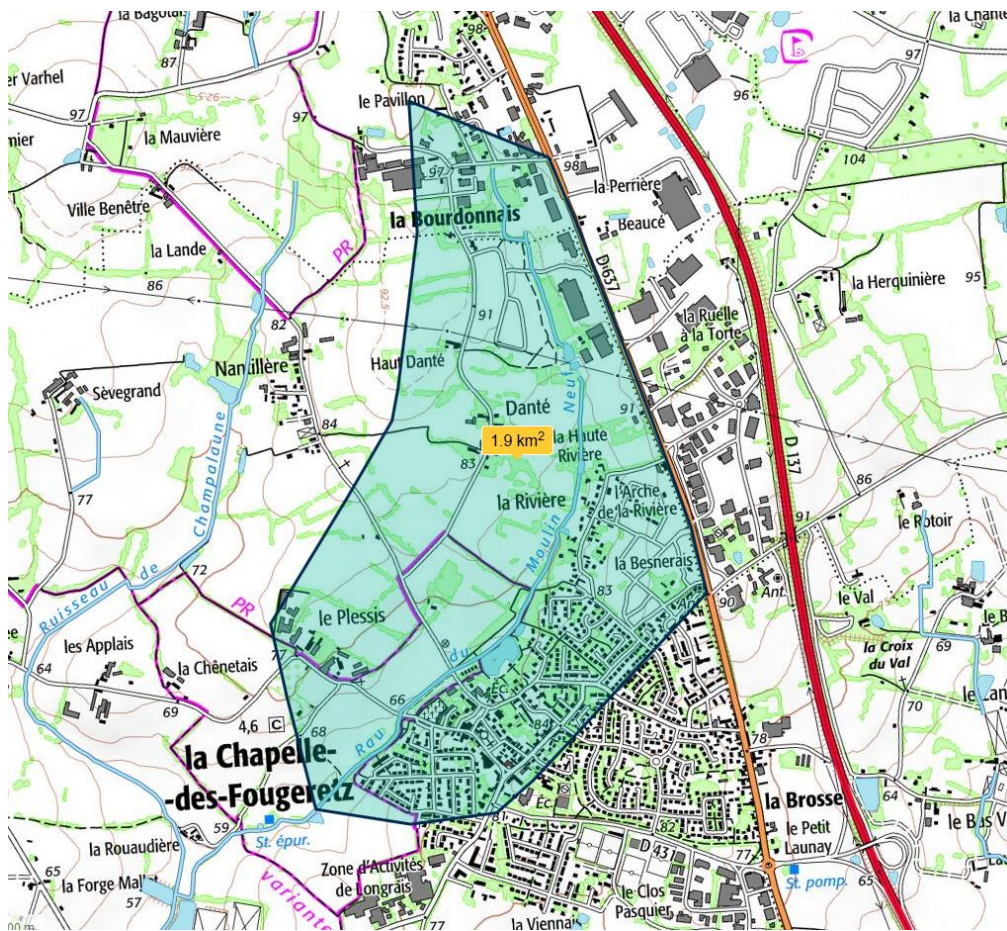
1.1. HYDROGÉOMORPHOLOGIE ET HYDRAULIQUE

1.1.1 Hydrographie générale

Le ruisseau du Moulin Neuf est un affluent du ruisseau de la Champalaune, lui-même affluent de la Flume.

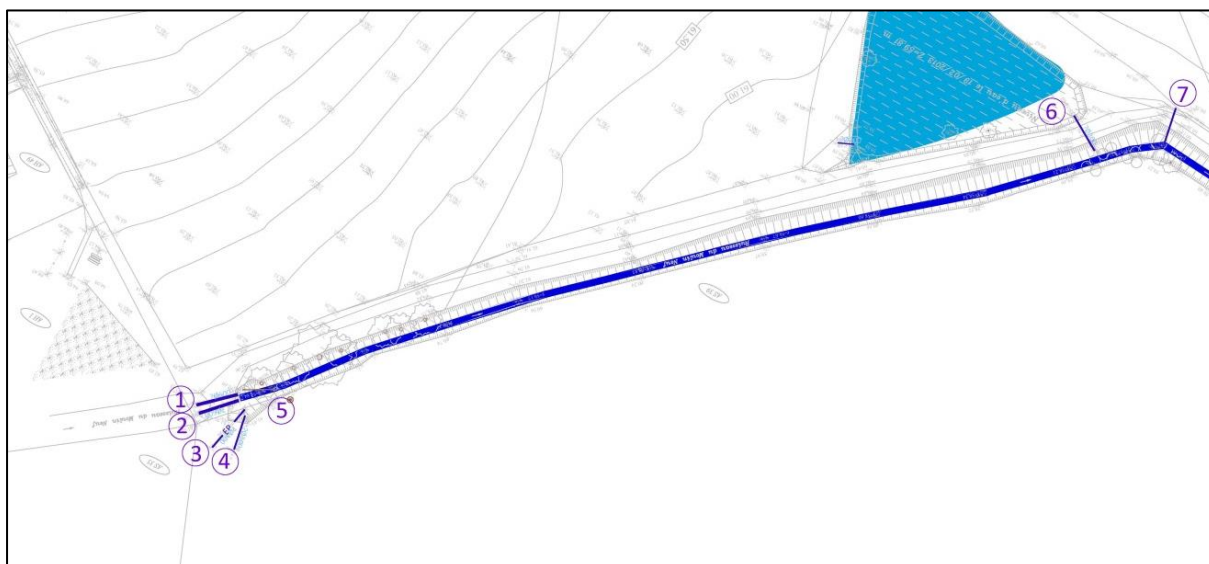
Au niveau du tronçon étudié, la longueur du chemin hydraulique du cours d'eau est de 2,5 km pour une pente moyenne de 1,33%.

La surface du bassin versant du cours d'eau au niveau du tronçon étudié est de 1,9 km² en considérant la route départementale D637 comme limite. Ce bassin versant se base sur les courbes de niveau. Il peut donc comprendre certaines imprécisions dans les zones urbaines telles que le bourg de la Chapelle-des-Fougerez où le cheminement des eaux pluviales ne se fait pas forcément par ruissellement gravitaire.

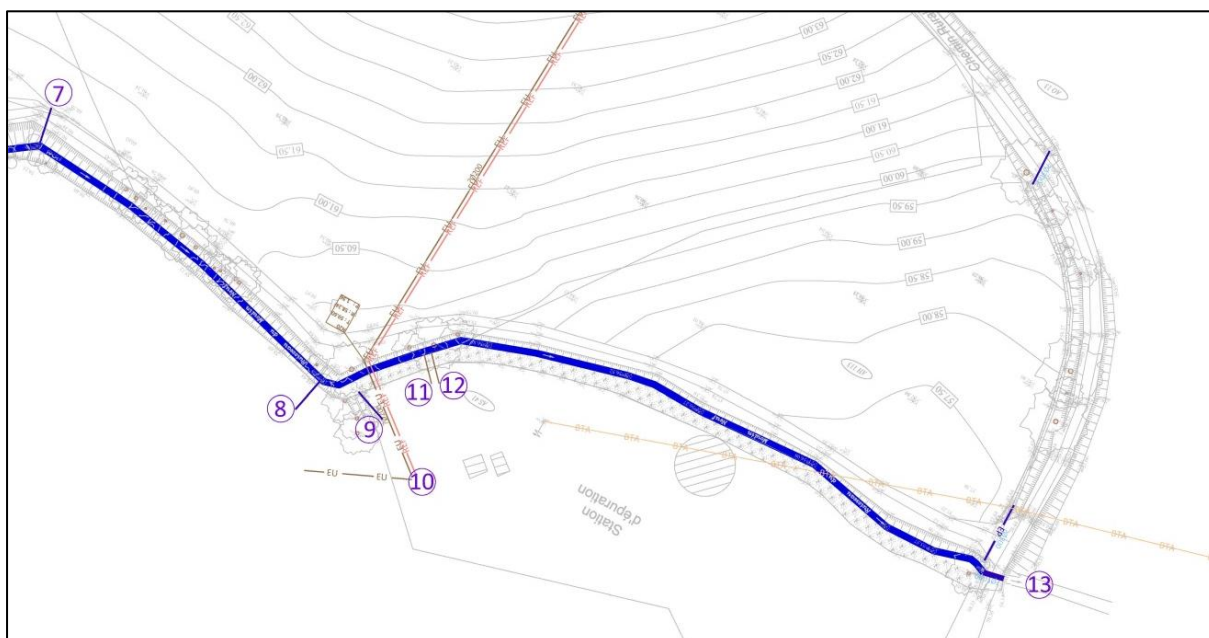


1.1.2 Hydrographie locale

Le tronçon de cours d'eau étudié est caractérisé par un réseau complexe de canalisations, drains, arrivées d'eau et buses. Pour une meilleure compréhension, ces ouvrages ont été numérotés de l'amont vers l'aval et figurent sur le plan ci-dessous et sont décrits par la suite



Plans des réseaux divers tronçon amont




Plans des réseaux divers tronçon aval

A l'amont du secteur étudié, le tronçon débute à l'aval d'un passage agricole. Le cours d'eau traverse ce passage par deux buses diamètre 600 mm.



Vue d'ensemble de l'arrivée d'eau avec l'exutoire des différents réseaux


L'entrée de la buse (n°1) est en partie envasée et ne permet pas le passage d'un débit très important. Cette buse est en contrebas de la buse n°2. Des infiltrations de buse (n°1) vers la buse (n°2) sont observées.


Numéro : 1	
Emplacement : Passage du cours d'eau	
Diamètre : 600 mm	
Type : Buse de canalisation béton du cours d'eau	
Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 50 cm	
Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui	
Exutoire des deux buses (n°2 au premier plan ; n°1 au second plan derrière les ronces)	

La buse (n°2) est divisée en deux éléments. Le premier possédant déjà une pente importante se jette dans un second élément bétonné avec une pente très forte. L'exutoire du premier élément se situe environ 40 cm au-dessus de l'exutoire du second élément. L'essentiel du débit transite par la buse (n°2). L'exutoire pentu de la buse (n°2) entraîne une fosse de dissipation d'une profondeur de 60 cm.


Numéro : 2	Type : Buse de canalisation béton du cours d'eau
Emplacement : Passage du cours d'eau	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 60 cm
Diamètre : 600 mm	Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui
	
Vue intérieure de la buse depuis l'amont	Buse en deux éléments non raccordés

Rive droite, on note la présence de deux drains dont les exutoires se situent respectivement à 50 et 80 cm au-dessus de l'exutoire de la buse (n°2). Le drain le plus haut ne présentait aucun écoulement lors d'une visite après 3 jours de pluie soutenue.


Numéro : 3	
Emplacement : Rive droite (hors périmètre d'intervention)	
Diamètre : 100 mm	
Type : Exutoire de drain situé dans une tête de pont béton	
Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 110 cm	
Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui	
Exutoire de drain (n°3)	

Numéro : 4	
Emplacement : Rive droite (hors périmètre d'intervention)	
Diamètre : 100 mm	
Type : Exutoire de drain situé dans une tête de pont béton	
Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 140 cm	
Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Non	
Exutoire de drain (n°4)	


Une canalisation d'eau traverse le cours d'eau en encorbellement en aval de la fosse de dissipation.

Numéro : 5	
Emplacement : Traversée du cours d'eau	
Type : Canalisation d'eau usée en fonte	
Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 50 cm	
Canalisation d'eau traversant le cours d'eau (n°5) Diamètre : 200 mm	

Rive gauche, en aval de l'étang, on retrouve l'exutoire de ce dernier.

Numéro : 6	Type : Exutoire du plan d'eau par une buse béton
Emplacement : Rive gauche	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 140 cm
Diamètre : 200 mm	Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui
	
Exutoire de plan d'eau (n°6)	

Rive gauche, à l'extérieur du premier coude se trouve l'exutoire d'un drain

Numéro : 7	Type : Exutoire de drain
Emplacement : Rive gauche	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 80 cm
Diamètre : 100 mm	Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui
	
Exutoire de drain (n°7)	


Rive droite, à l'extérieur du second coude, se trouve un drain arrivant dans une tête de pont béton.

Numéro : 8	Type : Exutoire de drain
Emplacement : Rive droite (hors périmètre d'intervention)	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 30 cm
Diamètre : 100 mm	Ecoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui
	
Exutoire de drain dans une tête de pont béton (n°8)	

Quelque mètre en aval rive droite on observe un second tuyau. Il s'agit d'un tuyau PVC qui ne semble pas souvent être en eau (marque de dépôt à l'intérieur du tuyau).

Numéro : 9	Type : Exutoire de drain
Emplacement : Rive droite (hors périmètre d'intervention)	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 90 cm
Diamètre : 50 mm	Ecoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Non
	
Tuyau PVC diamètre 50 mm (n°9)	

2 canalisations traversent le cours d'eau en encorbellement. Il s'agit d'une arrivée d'eau et d'un poste de refoulement de la station d'épuration rive droite.

Numéro : 10	Type : Canalisation d'eau usée en amiante-ciment
Emplacement : Traversée du cours d'eau	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 110 cm
Diamètre : 2 x 200 mm	
	
Canalisation station d'épuration en encorbellement sur le cours d'eau	


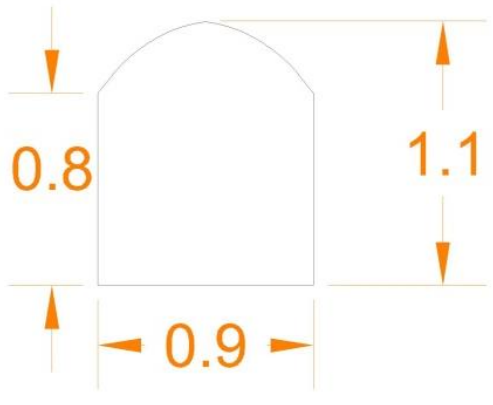
Au niveau de la station d'épuration, deux exutoires sont présents :

- Le plus bas (n°11) avec la présence d'écoulement léger. Il s'agit probablement d'un ancien rejet de la station d'épuration.
- Le plus haut (n°13), sans écoulement et avec un clapet anti-retour, sûrement l'ancien trop-plein de la station d'épuration.

Numéro : 11	Type : Canalisation béton
Emplacement : Rive droite (hors périmètre d'intervention)	Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 60 cm
Diamètre : 200 mm	Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui

Numéro : 12	
Emplacement : Rive droite (hors périmètre d'intervention)	
Diamètre : 200 mm	
Type : Canalisation PVC avec clapet anti-retour	
Hauteur radier canalisation /radier cours d'eau : 110 cm	
Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Non	
Trop plein de la station d'épuration ? (n°12)	

En fin de tronçon, le cours d'eau passe sous un cheminement doux sur talus à travers un ouvrage maçonné.

Numéro : 13	Type : Pont maçonné
Emplacement : Passage du cours d'eau	Écoulement constaté (lors d'un passage par temps pluvieux) : Oui
	
Ouvrage maçonné en limite du tronçon étudié	Dimensions de l'ouvrage maçonné

1.1.3 Géomorphologie

La granulométrie du cours d'eau est très élevée avec une prédominance des éléments supérieurs au caillou. On note une importance présence de pierre et de blocs.



Echantillon du substrat

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre perpendiculaire au plus grand axe)
Dalles (dont dalles d'argile)	Plus de 1 024 mm
Rochers	Plus de 1 024 mm
Blocs	256 à 1 024 mm
Pierres grossières	128 à 256 mm
Pierres fines	64 à 128 mm
Cailloux grossiers	32 à 64 mm
Cailloux fins	16 à 32 mm
Graviers grossiers	8 à 16 mm
Graviers fins	2 à 8 mm
Sables	0,0625 à 2 mm
Limons	0,0039 à 0,0625 mm
Argiles	Moins de 0,0039 mm
Vase	Sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques
Terre végétale	Points hors d'eau très végétalisés

Tableau de référence utilisé pour la granulométrie (Onema)

Le cours d'eau présente un profil peu méandrique avec des berges abruptes de plus d'un mètre de hauteur. Ce profil rectiligne entraîne une pente importante de 1,1% et une uniformisation des faciès d'écoulement. En effet, sur l'ensemble du tronçon, les faciès d'écoulement sont de type radier et plat courant.

La pente importante entraîne également l'apparition de microseuils.



Microseuils témoignant de la raideur de la pente

Le lit du cours d'eau est très embroussaillé notamment par la ronce (*rubus sp.*).



Embroussaillage du lit

Les berges verticales comportent plusieurs encoches d'érosions.



Encoches d'érosion à divers endroits du tronçon étudié

1.1.4 Approche théorique du fonctionnement hydraulique

Il n'y a pas de suivi des débits écoulés sur le cours d'eau. De manière à appréhender les épisodes hydrauliques majeurs tels que les crues morphogènes (biennale, décennale, centennale) et ainsi dimensionner le projet de restauration en fonction, différents calculs hydrauliques ont été mis en œuvre. La « méthode rationnelle » a été utilisée.

Les débits du cours d'eau ont donc été estimés mathématiquement (voir étude d'incidences).

Approche du débit capable

Par cette méthode (formule de Manning Strickler) nous avons regardé le débit capable actuel du cours d'eau. L'objet est ici de comparer le débit de plein bord aux sections actuelles d'écoulement.

Le calcul théorique donne pour un Q2 de 347 l/s donne une section moyenne de :

- Largeur en gueule : 1.1 m
- Largeur en radier : 0.5 m
- Hauteur de berge plein bord : 0.40 m
- Pente : 0.012 m/m

Les mesures sur le terrain des différents profils en travers (cf. §5.3.3) donnent au minimum :

- Largeur en gueule : 2.00 m
- Largeur en radier : 1.00 m
- Hauteur de berge plein bord : 1.50 m
- Pente : 0.011 m/m

Le coefficient de Strickler retenu est estimé à 30. La section moyenne existante donne un débit capable de 4 907 l/s. Le cours d'eau est donc très largement surdimensionné, même dans les profils de plus faible capacité hydraulique. Les encoches d'érosion et le défaut d'une granulométrie plus fine illustrent les à-coups hydrauliques.

1.2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

La **rive gauche** du tronçon de cours d'eau étudié est occupée par une bande enherbée plus ou moins large. Cette bande enherbée est par endroit séparée du cours d'eau par de petits bosquets de ripisylve relictuelle. Ainsi, elle peut être divisée de l'amont vers l'aval en 5 parties :

- Une ripisylve relictuelle d'une longueur de 40 m
- Une bande enherbée d'une longueur de 75 m
- Un talus enherbé séparant le plan d'eau du cours d'eau sur 45 m
- Une ripisylve relictuelle d'une longueur de 100 m
- Une bande enherbée d'une longueur de 100 m

Le premier bosquet de ripisylve relictuelle s'apparente à un alignement d'arbres d'une largeur maximum de 3 m, hors houppier. La strate arborée est composée de : *Quercus robur*, *alnus glutinosa*, *Corylus avellana*. Elle comporte d'anciens chênes têtard.



Ripisylve relictuelle /alignement d'arbres

En aval de ce bosquet, la bande enherbée entre la parcelle de culture et le ruisseau s'étend jusqu'à la berge de ce dernier.



Bande enherbée sans ripisylve et berge avec une végétalisation très faible

La bande enherbée se rétrécit ensuite pour former un talus entre le plan d'eau et le ruisseau. Les berges du plan d'eau sont abruptes avec une strate arbustive dense.



Bande enherbée entre le plan d'eau et le cours d'eau



Strate arbustive dense en bord de plan d'eau

En aval du plan d'eau, une ripisylve relictuelle refait son apparition. Il s'agit d'un alignement d'arbres en bord de parcelle dominé par *Quercus robur* et *Castaena sativa*. Plusieurs arbres présentent des signes d'une ancienne gestion en têtard et comportent des dendro-habitats intéressants. On note des traces d'activités de pics.



Alignement de chênes anciennement gérés en têtard



Châtaigner présentant des dendro-habitats



Vue d'ensemble du bosquet ou alignement d'arbres

A l'aval de ce bosquet et jusqu'à la fin du tronçon étudié, la bande enherbée s'étend jusqu'en bordure de cours d'eau.



Bande enherbée sur la partie aval du tronçon étudié

Les espèces recensées dans la bande enherbée sur l'ensemble du tronçon étudié sont les suivantes (inventaire non exhaustif): *Oenanthe crocata*, *Urtica dioica*, *Rubus sp.*, *Ranunculus reptans*, *Taraxacum officinale*, *Geranium molle*, *Heracleum sphondylium*, *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Lamium purpureum*, *Rumex acetosa*, *Rumex crispus*, *Rumex acetosella*, *Galium aparine*

2. RESTAURATION RUISSEAU DU MOULIN NEUF

2.1. LIMITES DU PROJET DE RESTAURATION

Le projet de restauration présente plusieurs limites dont la principale est d'ordre foncier. En effet, le projet de restauration du cours d'eau et de zones humides ne peut se faire que sur la rive gauche de ce dernier, la rive droite n'étant pas comprise dans le périmètre d'aménagement.

Différentes opérations sont communément réalisées sur ce type de ruisseau modifié entre reméandrage, reprofilage en pentes douces des berges, recharge alluviale, diversification des écoulements ou encore plantations d'hélophytes et de ripisylve...

Différentes contraintes limitent la mise en œuvre de ces actions :

Sur la rive droite, la restauration ne doit se faire que sur une bande riveraine comprise entre les aménagements projetés (parcelle viabilisée, bassin de rétention pluviale...) et le cours d'eau. Le reméandrage n'est pas envisageable ici en lien avec les contraintes d'espace. Le reprofilage des berges en pentes douces, garantissant une optimisation des fonctionnalités biologiques, l'intégration paysagère au projet d'aménagement et l'entretien aisé ne peut être que partiellement mis en œuvre pour les mêmes raisons d'espace disponible, et de la hauteur importante des berges, ou encore la présence d'une végétation mature présentant une fonctionnalité écologique (vieux arbres).

La recharge alluviale permettrait également de remonter le fil d'eau et limiterait l'encaissement du lit facilitant alors la création de banquettes inondables. Cependant la présence des exutoires de drains de la parcelle rive droite limite cette possibilité (risque d'envolement des drains par une remontée du niveau d'eau), même si cette dernière peut être partiellement utilisée sur le tronçon étudié.

Le projet de restauration écologique doit s'intégrer dans le projet paysager en considérant par ailleurs la gestion à long terme du site. Pour ces raisons, la raideur des talus ne dépasse pas 3/1 soit une pente de 33%.

2.2. DIMENSIONNEMENT DU PROJET DE RESTAURATION

De l'amont vers l'aval

(Se référer au plan des différentes canalisations et arrivées d'eau ainsi qu'à leur numérotation §1.1.2 p.4)

A l'aval des buses n°1 et n°2

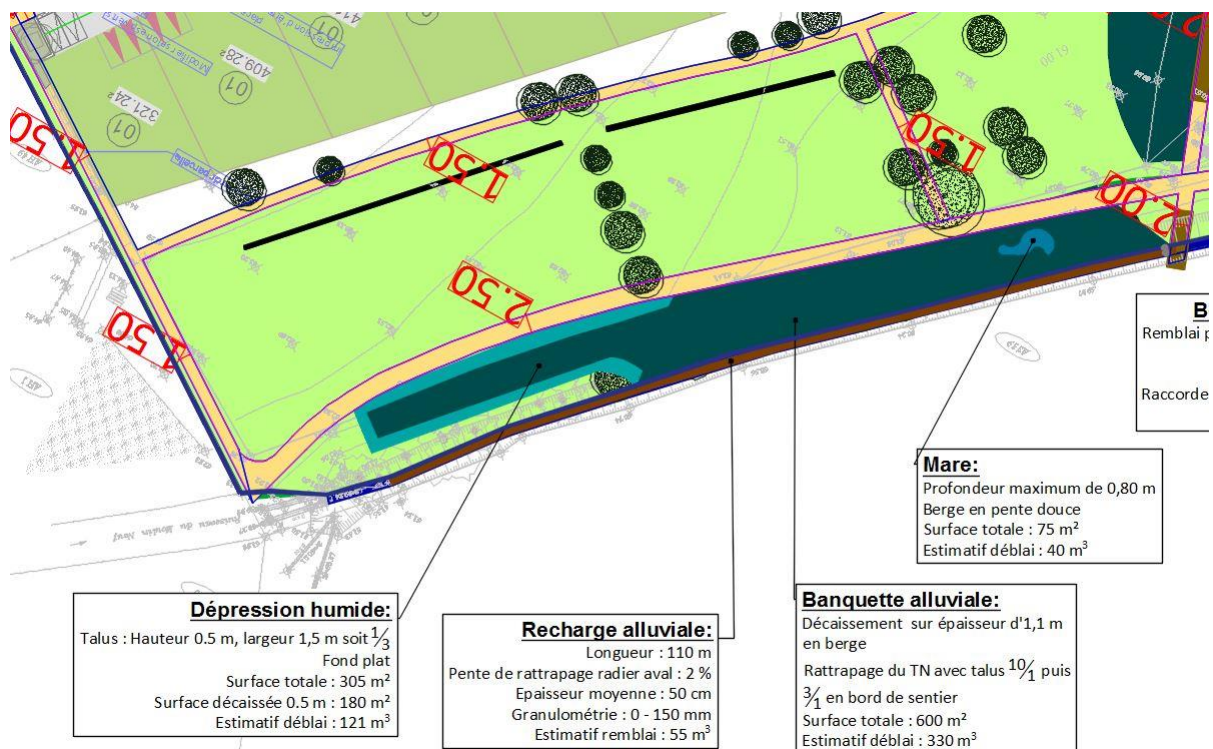
La traversée du ruisseau par une canalisation d'eau usée (n°5) ne permet pas d'envisager de recharge alluviale à l'aval direct des buses n°1 et n°2. Sur une longueur d'environ 40 m, le premier bosquet empêche la création de banquette.

A l'aval de ce bosquet, une bande enherbée d'une longueur de 70 m pourrait accueillir une banquette alluviale. Un cheminement doux est prévu à environ 10 m de la berge. A l'amont de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 2,30 m, (radier cours d'eau = 59,17 m NGF ; berge = 61,51 m NGF). A l'aval de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 2,30 m (radier cours d'eau = 58,67 m NGF ; berge = 61,00 m NGF). La largeur entre le cours d'eau et le cheminement atteint 10 m

Principe d'aménagement :

Une recharge alluviale commençant plus en amont (milieu du bosquet) permettra de relever le cours d'eau de 50 cm en moyenne et ainsi limiter les volumes de déblais.

Au niveau de la berge, un décaissement de 1,10 m permettrait d'obtenir une banquette à environ 70 cm au-dessus du radier. Le rattrapage du TN au niveau du sentier se ferait par des talus 10/1 puis talus à 3/1 sur les deux derniers mètres avant le sentier. La banquette pourra se prolonger par une dépression moins profonde remontant en amont derrière le bosquet. Il s'agira alors de terrassement d'une profondeur de 0,5 m avec des talus 3/1 sur 1,5 m.



Entre le cours d'eau et le plan d'eau

Le tronçon le long du plan d'eau ne peut faire l'objet de restauration significative du cours d'eau. En effet, il est nécessaire de conserver un talus entre le plan d'eau et le cours d'eau. Le radier du cours d'eau étant plus de 2 m sous le niveau du TN et avec une distance de 10 m entre le plan d'eau et le cours d'eau, il n'est pas possible de recréer une pente douce.

Principe d'aménagement :

En revanche, le plan d'eau n'étant pas autant encaissé que le cours d'eau, il est possible d'adoucir ses berges aujourd'hui très abruptes. Des terrassements et remblaiements ponctuels de la berge et du plan d'eau permettraient d'obtenir des pentes douces. Cette opération se ferait de part et d'autre du cheminement, des buses placées sous ce dernier permettraient de maintenir la connexion hydraulique entre les deux parties.

Entre les deux coudes du cours d'eau

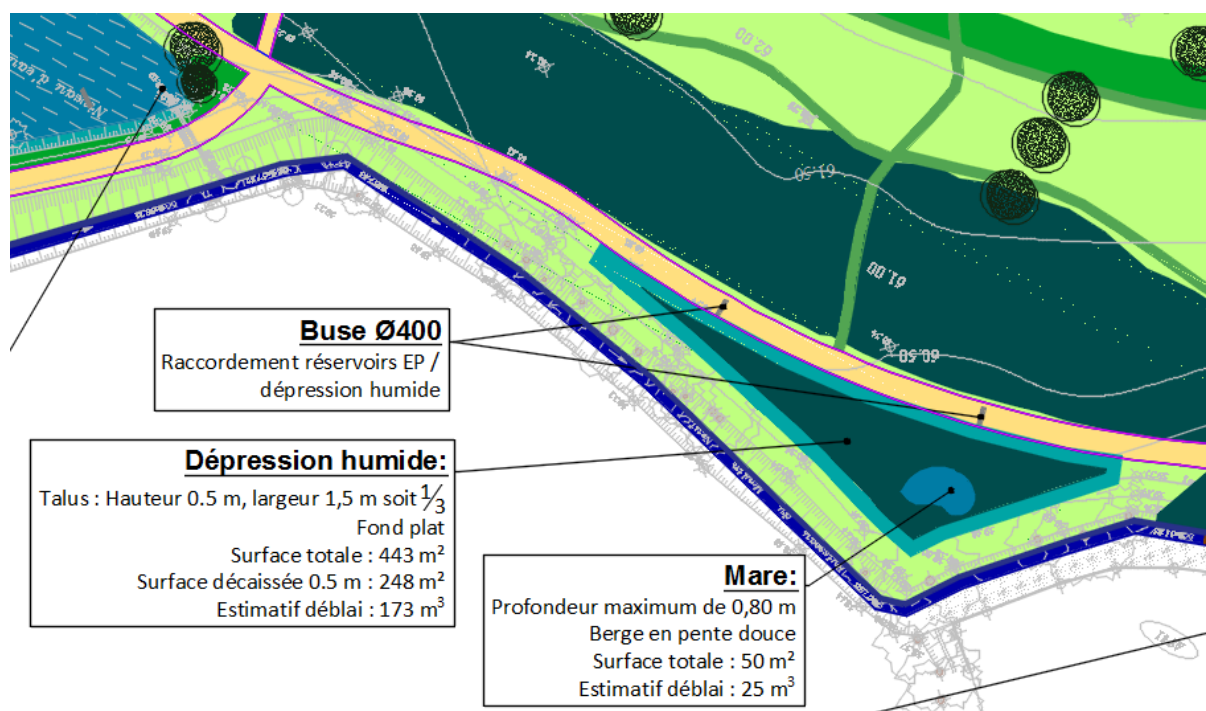
Sur cette portion le cours d'eau est très encaissé (plus de 2,5 m entre le radier et la berge). Un second bosquet à conserver ne permet pas de travailler directement la berge. L'exutoire de drain agricole (n°8), seulement 30 cm au-dessus du radier exclut toute possibilité de recharge alluviale.

Il existe cependant une zone importante entre le bosquet et le cheminement (largeur maximum de 15 m). Celle-ci pourrait faire l'objet de dépression humide raccordé au bassin de stockage des eaux pluviales.

Principe d'aménagement :

Afin de limiter l'impact paysager d'une zone très encaissée et les problématiques d'entretien associées, la profondeur de terrassement sera limitée à 50 cm.

- Talus d'une hauteur de 0,5 m en 3/1, soit 1,5 m de large.
- En bordure de cheminement, talus d'une hauteur de 0,5 m en 3/1, soit 1,5 m de large.
- Zone centrale plane d'une largeur maximum de 11 m.
- Raccordement aux zones de stockage d'eau pluviale par busage sous le cheminement



En aval du bosquet jusqu'à l'exutoire de la zone d'étude

Après les coudes, en face de l'ancienne STEP, 2 types d'aménagement sont envisageables entre dépression humide non connectée au ruisseau et recharge alluviale / création de banquette :

Principe d'aménagement de la dépression humide

A l'aval du second bosquet, une bande enherbée pourra accueillir une dépression humide qui sera alimentée par les eaux tamponnées du bassin de rétention situé au nord. Un cheminement piéton est prévu entre le bassin de rétention et cette dépression. La dépression prend une forme triangulaire de largeur maximale 10 m. Une surverse viendra équiper cette dépression dont le rejet sera envoyé vers le ruisseau (situé à plus de 5 m)

Principe d'aménagement de la banquette et de la recharge

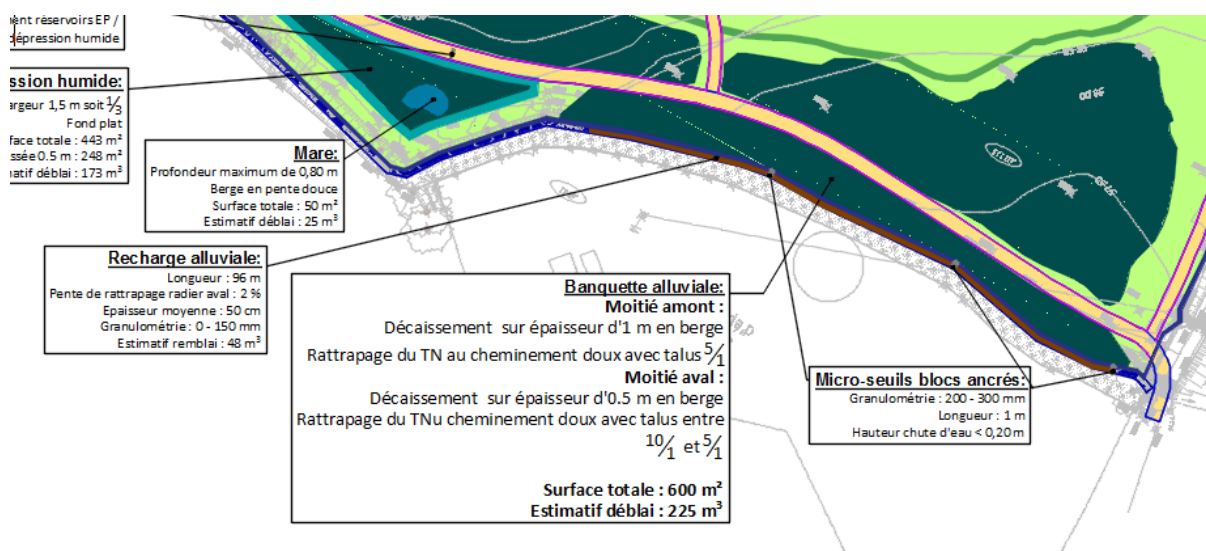
A l'amont de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 2,90 m, (radier cours d'eau = 56,85 m NGF ; berge = 59,75 m NGF). Au centre de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 1,30 m, (radier cours d'eau = 56,27 m NGF ; berge = 57,59 m NGF). A l'aval de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 1,50 m. (radier cours d'eau = 55,57 m NGF ; berge = 57,06 m NGF)

La largeur entre cours d'eau et cheminement atteint 10 m.

Une recharge alluviale commençant en aval des arrivées d'eau de l'ancienne station d'épuration (n°11 et 12) permettra de relever le cours d'eau de 0,50 m en moyenne et ainsi limiter les volumes de déblais.

Au niveau de la berge, décaissement entre 0,30 et 0,50 m pour obtenir une banquette à environ 70 cm au-dessus du radier. Rattrapage du TN au niveau du sentier soit :

- talus 10/1 puis talus à 3/1 sur les deux derniers mètres avant sentier
- ou alors
- talus régulier à environ 5/1



3. ETAT DES LIEUX RUISSEAU DE LA VIENNAIS

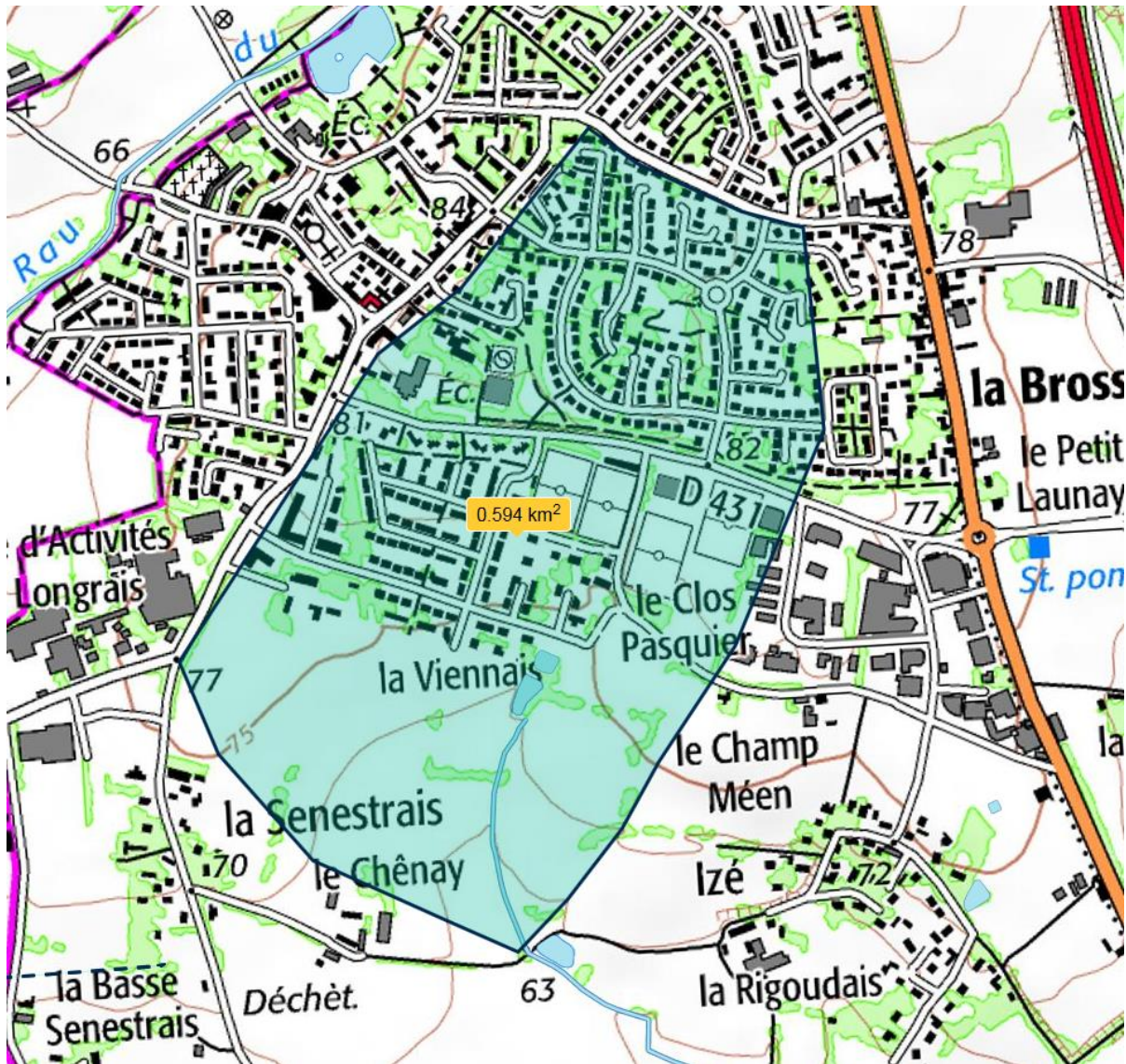
3.1. HYDROGEOMORPHOLOGIE ET HYDRAULIQUE

3.1.1 Hydrographie générale

Le ruisseau à l'est du site d'aménagement est un affluent du cours d'eau "Le Petit Marais" lui-même affluent de l'Ille.

Le tronçon étudié se situe très proche de la source du cours d'eau, en effet, la longueur du chemin hydraulique du cours d'eau y est de 350 m pour une pente moyenne de 2,07%.

La surface du bassin versant du cours d'eau au niveau du tronçon étudié est de 59 ha. Ce bassin versant se base sur les courbes de niveau. Il peut donc comprendre certaines imprécisions dans les zones urbaines telles que le bourg de la Chapelle-des-Fougeretz, où le cheminement des eaux pluviales est influencé par des réseaux qui ne reprennent pas obligatoirement le cheminement gravitaire.



3.1.2 Hydrographie locale

Le cours d'eau semble prendre sa source peu avant le tronçon étudié. Le tronçon étudié débute par l'exutoire d'une buse PEHD diamètre 400. Le trop plein du plan d'eau aval alimente également le cours d'eau par un ouvrage bétonné et un bras d'une dizaine de mètres très envasé



**Buse d'arrivée du cours d'eau
sur le tronçon étudié****Exutoire du trop-plein du plan d'eau**

En amont du tronçon étudié, un chemin traverse le cours d'eau, qui passe alors dans une buse béton diamètre 500 mm. La buse étant placée à hauteur du cours d'eau, elle n'entraîne pas de fosse dissipation en aval. Quelques mètres après ce passage agricole, un fossé temporaire rejoint le cours d'eau rive droite.

**Buse sous passage agricole**

Sur l'ensemble du linéaire étudié, rive droite, une canalisation d'eau usée longe le cours d'eau à une distance variant de 1 à 15 m.

En fin du tronçon étudié, le cours d'eau traverse à nouveau un passage agricole par une buse béton diamètre 500 mm envasée jusqu'à mi-hauteur.

**Buse béton envasée en limite de la zone d'étude**

3.1.3 Géomorphologie

La pente du cours d'eau est relativement élevée sur la zone d'étude. La granulométrie du cours d'eau est pourtant très fine, principalement composée de vase, limon et matière organique sur 20 à 30 cm de profondeur.

Pente entre chaque ouvrage sur le ruisseau

		Pt bas	Pt haut	Dénivelé	longueur	Pente
De l'amont vers l'aval	Troncon1 (de l'exutoire de la buse PEHD à la buse béton sous le passage agricole)	65,74	69,62	3,88	153	2,5%
	Troncon2 (de la voirie au regard N6)	61,25	65,74	4,49	251	1,8%
	Total	61,25	69,62	8,37	404	2,1%

Ce paradoxe entre la pente et la granulométrie pourrait s'expliquer par les très faibles débits ne permettant pas d'enclencher des processus d'érosion/sédimentation importants. Une autre explication pourrait être la présence de la buse à l'amont empêchant le transport sédimentaire.

Le lit du cours d'eau est envahi par la végétation notamment par les ronces. C'est également un indicateur des faibles débits car seul le fond du profil est emprunté par les écoulements.



Lit du cours d'eau envahi par la végétation

3.1.4 Approche théorique du fonctionnement hydraulique

Il n'y a pas de suivi des débits écoulés sur le cours d'eau. De manière à appréhender les épisodes hydrauliques majeurs tels que les crues morphogènes (biennale, décennale, centennale) et ainsi dimensionner le projet de restauration en fonction, différents calculs hydrauliques ont été mis en œuvre. La « méthode rationnelle » a été utilisée.

Les débits du cours d'eau ont donc été estimés mathématiquement (voir étude d'incidences).

Approche du débit capable

Par cette méthode (formule de Manning Strickler) nous avons regardé le débit capable actuel du cours d'eau. L'objet est ici de comparer le débit de plein bord aux sections actuelles d'écoulement.

Le calcul théorique donne pour un Q2 de 69/s soit une section moyenne de :

- Largeur en gueule : 0.40 m
- Largeur en radier : 0.20 m
- Hauteur de berge plein bord : 0.30 m
- Pente : 0.021 m/m

Les mesures sur le terrain des différents profils en travers (cf. §5.3.3) donnent au minimum :

- Largeur en gueule : 1.50 m
- Largeur en radier : 0.60 m
- Hauteur de berge plein bord : 1.00 m
- Pente : 0.021 m/m

Le coefficient de Strickler retenu est estimé à 30. Cette section donne un débit capable de 2 362 l/s. Le cours d'eau est donc très largement surdimensionné, même dans ces portions les moins importantes.

3.2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

La rive droite du tronçon de cours d'eau étudié est occupée par une bande enherbée d'environ 10 m de large. Hormis le long du fossé perpendiculaire au cours d'eau, la rive droite est dépourvue d'arbres. Tous les chênes têtard sont en effet sur la rive gauche du cours d'eau.

Les espèces recensées dans la bande enherbée sur l'ensemble du tronçon étudié sont les suivantes (inventaire non exhaustif) : *Oenanthe crocata*, *Urtica dioica*, *Rubus sp.*, *Ranunculus reptans*, *Ranunculus acre*, *Geranium molle*, *Heracleum sphondylium*, , *Dactylis glomerata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Lamium purpureum*, *Rumex acetosa*, *Rumex crispus*, *Rumex acetosella*, *Galium aparine*, *Filipendula ulmaria*, *Vicia gr. sativa*, *Ilex aquifolium*



Au premier plan : bande enherbée rive droite

Au second plan : fossé perpendiculaire accompagné d'un alignement de chênes têtard rive droite



Vue générale d'une partie courante du cours d'eau



Lit du cours d'eau envahi par la végétation



Lit du cours d'eau libre de végétation

4. RESTAURATION DU RUISSEAU DE LA VIENNAIS

4.1. LIMITES DU PROJET DE RESTAURATION

Le projet de restauration présente plusieurs limites dont la principale est d'ordre foncier. En effet, le projet de restauration du cours d'eau et de zones humides ne peut se faire que sur la rive droite de ce dernier, la rive gauche n'étant pas comprise dans le périmètre d'aménagement.

Sur la rive droite, la restauration ne doit se faire que sur une bande riveraine comprise entre les aménagements projetés (parcelle viabilisée, bassin de rétention pluviale...) et le cours d'eau (de l'ordre de 10 m). Par ailleurs, la principale limite est la présence d'une canalisation d'eau usée longeant le cours d'eau. Pour éviter tout risque d'endommagement durant les travaux de terrassement et par la suite, des épaisseurs importantes de terre ont été conservées entre les aménagements et la canalisation, qui n'est pas prévue être déviée. Ces deux contraintes limitent largement les opérations de restauration du lit du ruisseau que ce soit en termes de reprofilage, reméandrage ou même recharge alluviale.

Par contre, à l'inverse du ruisseau du Moulin Neuf, le tronçon étudié ici ne présente aucun arbre à conserver limitant les travaux de terrassement.

Le projet de restauration écologique s'intègre dans un projet paysager plus large et une gestion à long terme du site. Pour ces raisons, la raideur des talus ne dépasse pas 3/1 soit une pente de 33%.

Pour les impératifs de gestion et de bon fonctionnement des installations, aucun terrassement ne sera réalisé au-dessus des canalisations d'eau usée. Une bande d'une largeur de terre de 1 m sera conservée entre les terrassements et la canalisation côté cours d'eau. Une bande d'une largeur de terre de 0,70 m sera conservée entre les terrassements et la canalisation côté cheminement (côté opposé au cours d'eau).

4.2. DIMENSIONNEMENT DU PROJET DE RESTAURATION

De l'amont vers l'aval

Le long du plan d'eau

Le tronçon compris entre la buse d'arrivée et la fin du plan d'eau ne peut faire l'objet de restauration significative sur la rive droite. En effet, il est nécessaire de conserver un talus entre le plan d'eau et le cours d'eau. Le radier du cours d'eau étant placé plus de 2 m sous le niveau du TN et avec une distance de 7 m entre le plan d'eau et le cours d'eau, il n'est pas possible de recréer une pente douce.

Depuis le plan d'eau sur une distance de 40 m en aval : création d'une banquette alluviale.

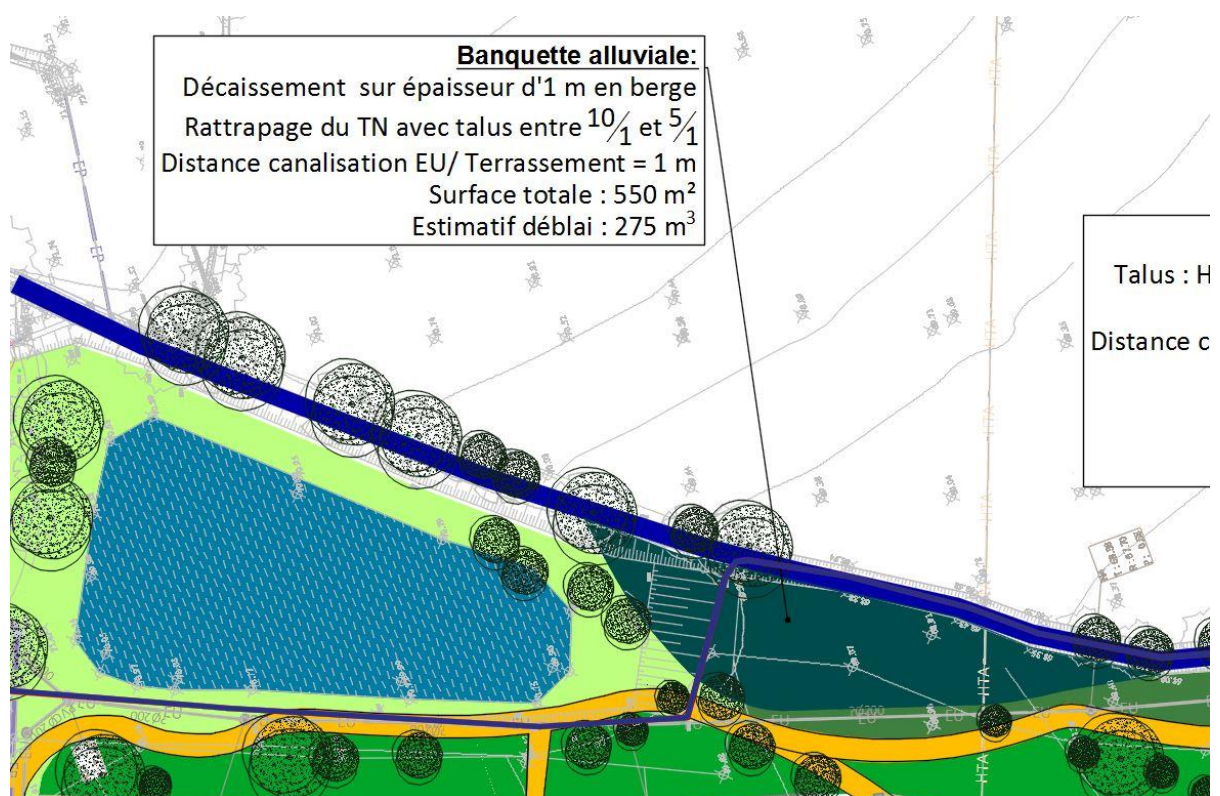
A l'aval du plan d'eau, la canalisation d'eau usée est située à 20 m du cours d'eau, 50 m en aval, elle n'est plus qu'à 5 m du cours d'eau. Cet intervalle est utilisé pour créer une banquette alluviale en pente douce.

A l'amont de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 1,40 m. (radier cours d'eau = 68 m NGF ; berge = 68,88 m NGF). A l'aval de ce tronçon, la hauteur de berge est d'environ 1,65 m, (radier cours d'eau = 66,44 m NGF ; berge = 68,09 m NGF).

Principe d'aménagement :

Au niveau de la berge, décaissement de 1 m pour obtenir une banquette à environ 50 cm au-dessus du radier. Rattrapage du TN au niveau du sentier soit des talus 10/1 au centre de la banquette et 5/1 sur les bordures de la banquette (banquette de largeur maximale 1 m).

Une recharge alluviale permettrait de limiter les volumes de terrassement, cependant cette technique a été écartée. En effet, la présence d'un busage en aval obligerait à rattraper rapidement le niveau initial du radier. La pente moyenne de ce tronçon est déjà de 3%, le rattrapage impliquerait donc de fortes pentes au-delà des 4% avec des risques d'érosion.



Entre la banquette créée et la limite aval du projet

Sur ce tronçon, la canalisation EU longe le cours d'eau à une distance entre 2 et 3 m. Cette largeur est trop faible pour recréer des berges en pentes douces. Les seules possibilités de valorisation restantes se situent alors derrière la canalisation dans la création de dépression, qui sera en contact avec la nappe alluviale. Ces dépressions humides ne pourront pas être alimentées par débordement, mais uniquement par remonté de nappe et ruissellement des eaux pluviales. Un cheminement doux longe la canalisation et limite donc les possibilités de création de dépression. Ce cheminement ne peut être reculé, car les zones en retrait sont nécessaires à la gestion des eaux pluviales du lotissement.

Seules 3 zones sont propices à la création de dépression humide.

Dépression 1 :

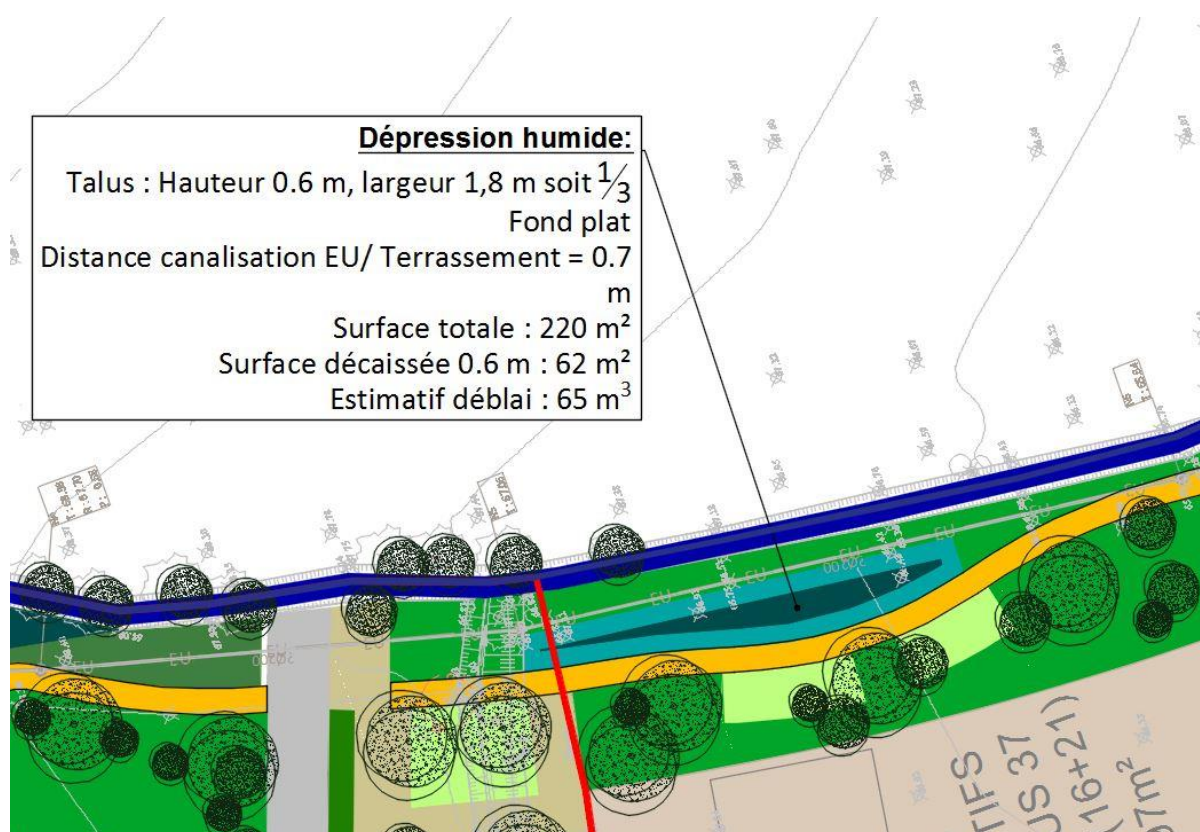
La première zone propice se situe environ 30 m en aval du passage agricole. La distance entre le cheminement et la canalisation est alors de 7 m soit 6.30 m de terrassement possible (intervalle de sécurité de 0,70 avec la canalisation EP).

A l'amont de ce tronçon, la hauteur entre le terrain naturel et le radier du cours d'eau est d'environ 1,40 m, (radier cours d'eau = 65.34 m NGF ; TN = 66.75 m NGF). A l'aval de ce tronçon, la hauteur entre le terrain naturel et le radier du cours d'eau est d'environ 1,80 m, (radier cours d'eau = 64.59 m NGF ; TN = 66.43 m NGF).

Principe d'aménagement :

La banquette est créée par un terrassement d'une profondeur supérieure à 1m afin d'obtenir une connexion efficace avec la nappe. Cependant, afin de limiter l'impact paysager d'une zone très encaissée et les problématiques d'entretien associées, la profondeur de terrassement sera limitée à 60 cm.

- 70 cm après canalisation EU, talus d'une hauteur de 0,6 m en 3/1, soit 1,8m de large.
- En bordure de cheminement, talus d'une hauteur de 0,6 en 3/1, soit 1,8m de large.
- Zone centrale plane d'une largeur maximum de 2 m.



Dépressions 3 et 4 :

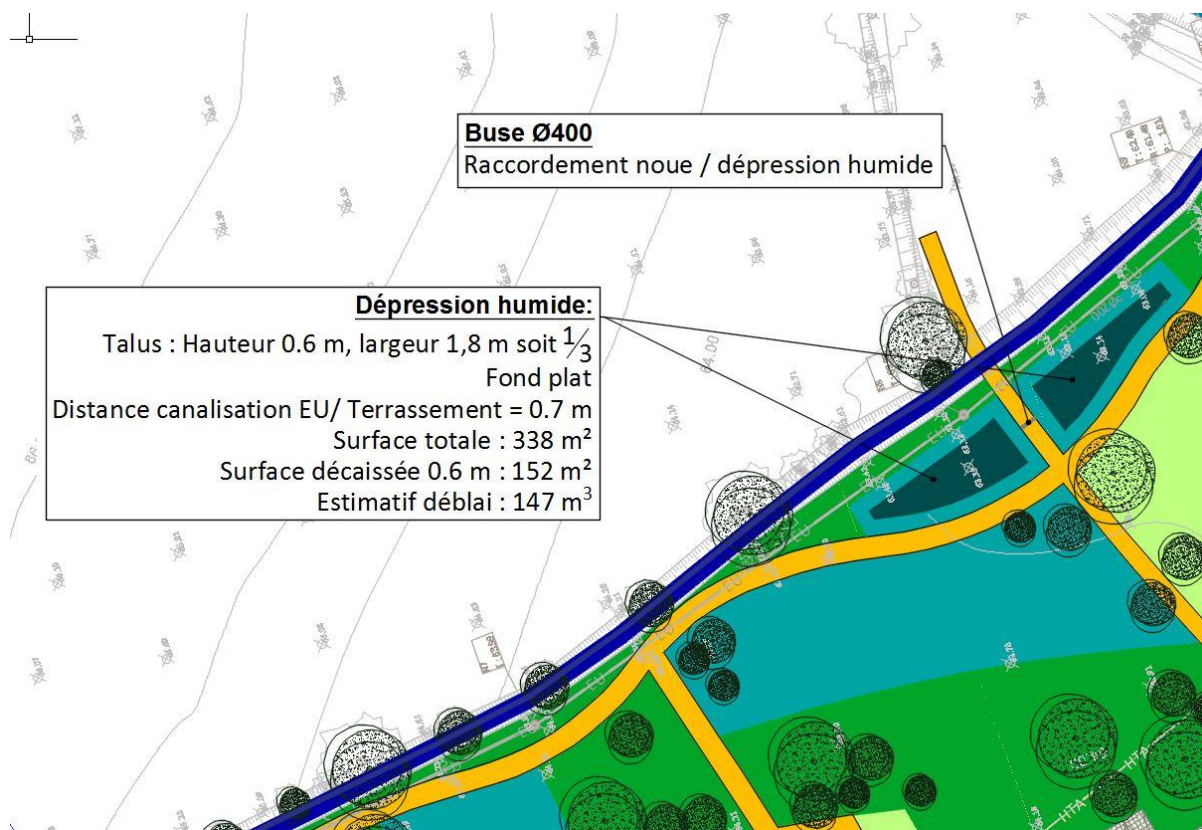
Deux autres zones propices sont situées à la fin du tronçon étudié. La distance entre le cheminement et la canalisation est alors de 10 m soit 9.30 m de terrassement possible (intervalle de sécurité de 0,70 avec la canalisation EU).

A l'amont de ce tronçon, la hauteur entre le terrain naturel et le radier du cours d'eau est d'environ 1,30 m, (radier cours d'eau = 62.19 m NGF ; TN = 63.48 m NGF). A l'aval de ce tronçon, la hauteur entre le terrain naturel et le radier du cours d'eau est d'environ 1,70 m. (radier cours d'eau = 61.36 m NGF ; TN = 63.04 m NGF).

Principe d'aménagement :

Il est proposé un terrassement d'une profondeur supérieure à 1m afin d'obtenir une connexion efficace avec la nappe. Cependant, afin de limiter l'impact paysager d'une zone très encaissée et les problématiques d'entretien associées, la profondeur de terrassement sera limitée à 60 cm.

- 70 cm après la canalisation EP, talus d'une hauteur de 0,6 m en 3/1, soit 1,8m de large.
- En bordure de cheminement, talus d'une hauteur de 0,6 en 3/1, soit 1,8m de large.
- Zone centrale plane d'une largeur maximum de 6 m.



5. CHIFFRAGE STADE AVP

L'opération de restauration telle que décrite précédemment pourrait être engagée selon l'estimation suivante :

	Tâche	Qté	Unité	TU		Prix (€ HT)	
Ruisseau Pont Moulin	Implantation de chantier	1	U	4500	Forfait	4 500 €	
	Terrassement	914	m3	4,5	€/m3	4 113 €	
	Régalage / mise en forme	3100	m ²	3	€/m ²	9 300 €	
	Recharge alluviale + diversification	103	m3	15	€/m3	1 545 €	
	Ensemencement	3100	m ²	2	€/m ²	6 200 €	
	Pose Buse	3	U	300	€/U	900 €	26 558 €
Ruisseau La Viennois	Implantation de chantier	1	U	3000	Forfait	3 000 €	
	Terrassement	487	m3	4,5	€/m3	2 192 €	
	Régalage / mise en forme	1400	m ²	3	€/m ²	4 200 €	
	Ensemencement talus	1400	m ²	2	€/m ²	2 800 €	
	Pose Buse	1	U	200	€/U	200 €	12 392 €
Total € HT							38 950 €