
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Etude pour la restauration hydromorphologique de l'Ozon de Chenevelles à Archigny (86)

BET Legrand
27 Avenue Jean Bonnin
37 700 Saint Pierre des Corps



Tuteur entreprise :
Edouard Grossain
Directeur général

Mélissa Courteix
IMA
2024-2025

Tutrice académique :
Francesca Di Petro

Sommaire

I.	Contexte de l'étude et objectifs	2
II.	Etat de l'art	4
A.	Les enjeux liés aux petits cours d'eau de plaine	4
1.	Un équilibre dynamique	4
2.	Processus de méandrage	4
3.	Des dysfonctionnements d'origine anthropique	5
B.	La restauration des petits cours d'eau de plaine	6
1.	Le reméandrage : la solution privilégiée	6
2.	Le travail en lit mineur : la recharge en granulat comme alternative	7
III.	Etat initial	8
A.	Contexte topographique et hydrologique	9
B.	Contexte générale	13
1.	Etat de la masse d'eau.....	13
2.	Contexte sédimentaire et pédologique	14
3.	Contexte piscicole	16
C.	Evaluation de l'altération morphologique	17
IV.	Matériels et méthodes	19
A.	Travaux de reméandrage	19
B.	Travaux dans le lit mineur : la recharge en granulat.....	21
V.	Résultats : étude de conception.....	23
A.	Reméandrage	23
1.	Tracé	23
2.	Gabarits	24
B.	Travaux dans le lit mineur	28
1.	Tracé	28
2.	Gabarits	28
C.	Déroulé des travaux	29
1.	Création d'annexes humides.....	29
2.	Terrassement du lit	30
3.	Déblais/remblais et recharge granulométrique.....	30
VI.	Discussion	32
VII.	Conclusion	34
VIII.	Bibliographie	35
IX.	Annexes	36

Table des figures

Figure 1 : Section amont de l'Ozon de Chenevelles	2
Figure 2 : Section aval de l'Ozon de Chenevelles	2
Figure 3 : Principe d'équilibre dynamique "balance de Lane", d'après Lane (1995)	4
Figure 4 : Typologie de l'évolution en plan des méandres (Lagasse, 2004).....	5
Figure 5 : Remembrement des parcelles agricoles à Archigny (source : géoportail : 1950/65 – 2011/15)	5
Figure 6 : Contexte hydraulique (SCAN 100® (Métropole) (1/100 000)	8
Figure 7 : Localisation du site d'étude (IGN - Scan 25) (1/25 000).....	9
Figure 8 : Courbes des débits de crue en fonction de l'occurrence (1 à 2 ans)	11
Figure 9: Localisation des sondages pédologiques et côtes	12
Figure 10 : Contexte géologique du site d'étude	15
Figure 11: Courbe granulométrique du ruisseau du Badard.....	15
Figure 12 : Histogramme des captures de la pêche électrique (source : FDAAPPMA 86)	16
Figure 13 : Découpage des tronçons investigués lors de l'étude de l'altération morphologique	18
Figure 14 : Conditions permettant la fraie de la truite (source : Onema (Annexe 11 : Fiche frayère - La Truite commune – ONEMA)).....	20
Figure 15 : Préconisations de recharge en granulat lors de lit mineur approfondi et élargi (Fournials, 2018a).....	22
Figure 16 : Tracé du nouveau linéaire de l'Ozon de Chenevelles et du ruisseau du Badard ...	23
Figure 17 : Exemple d'une zone de débordement préférentiel (plan entier en Annexe 5 et 6)	24
Figure 18 : Profils en travers radier et fosse (tronçon 1)	26
Figure 19 : Profils en travers radier et fosse : principe de la recharge granulométrique (tronçon 6).....	29

Tables des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des missions réalisées pendant le stage	6
Tableau 2 : Programme de mesures 2022-2027 (L'Ozon de Chenevelles et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Ozon - FRGR1524)	3
Tableau 3 : Références utilisées pour la détermination des débits de crue journalière	10
Tableau 4 : Présentation de la station hydrographique utilisée	10
Tableau 5 : Débits caractéristiques (rapport de bassins versants)	10
Tableau 6 : Synthèse des débits de crue journalière (temps de retour compris entre 1 et 2 ans)	11
Tableau 7 : Côte et niveau d'eau des sondages	12
Tableau 8 : Etat des lieux 2019 - Masse d'eau superficielle.....	13
Tableau 9 : Pressions significatives sur la masse d'eau (AELB) - 2019.....	14
Tableau 10 : Objectifs du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027	14
Tableau 11 : Caractéristiques des tronçons 1 à 5	24
Tableau 12 : tableaux récapitulatifs des conditions hydrauliques par débit (tronçons 1 à 5) ..	25
Tableau 13 : Caractéristiques des tronçons a et b	26
Tableau 14 : tableaux récapitulatifs des conditions hydrauliques par débit (tronçons a et b) ..	27
Tableau 15 : Caractéristiques du tronçon 6	28
Tableau 16 : tableaux récapitulatifs des conditions hydrauliques par débit (tronçon 6)	29
Tableau 17 : Volume de déblais et de granulat par tronçon de reméandrage.....	30

Table des équations

Équation 1 : Formule de Myer.....	10
Équation 2 : Formule de la largeur théorique du cours d'eau (radier)	20
Équation 3 : formule du nombre de points d'inflexion théorique	20

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement mon tuteur professionnel M. Grossain pour tous ses précieux conseils tout au long du stage et Mme. Landrit pour son aide précieuse apportée à la réalisation des plans. Je tiens également à remercier M. Denepoux qui a su m'éclairer sur de nombreux domaines.

Enfin, je voulais remercier ma tutrice académique Mme. Di Pietro ainsi que toute l'équipe pédagogique, auprès de qui j'ai pu apprendre tout au long de ces trois années.

Structure d'accueil et missions

Le BET Legrand est un bureau d'études techniques spécialisé en ingénierie et maîtrise d'œuvre environnementale en région Centre-Val de Loire. Les principaux domaines d'expertise sont la réalisation de dossiers « loi sur l'eau », la gestion des eaux pluviales, la délimitation de zones humides, la régularisation d'étangs, la restauration de cours d'eau et les études d'assainissement non collectif.

Mes missions au sein du BET Legrand ont consisté en l'élaboration d'un projet de restauration hydromorphologique, la rédaction de dossiers « loi sur l'eau » dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, la régularisation d'étangs, et la prospection pédologique de zones humides.

Le Tableau 1 suivant présente brièvement les différentes études sur lesquelles j'ai pu travailler, en plus de l'étude présentée dans ce rapport.

Tableau 1 : Récapitulatif des missions réalisées pendant le stage

Missions	Précisions
DLE - eaux pluviales (Déclaration)	2 dossiers réalisés et 1 dossier en cours
DLE - régularisation de plans d'eau (Déclaration)	1 dossier réalisé
DLE – régularisation de plans d'eau, remise en état de zones humides et restauration de cours d'eau (Déclaration)	Dossier en cours
Etude de faisabilité de régularisation de plans d'eau	4 dossiers réalisés
Demande d'examen au cas par cas	1 demande réalisée
Délimitation pédologique de zones humides	Participation à des prospections de terrain
Etude hydraulique de ruissellement	Calculs hydrauliques de ruissellement suite à des travaux de remblai
Diagnostic d'assainissement non collectif	Participation à la phase de terrain de deux diagnostics
Elaboration de fiches ERC (Eviter, Réduire, Compenser)	Rédaction d'une banque formalisée de 30 mesures ERC (régularisation de plans d'eau, gestion des eaux pluviales, restauration de cours d'eau, compensation de zones humides)

Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) adoptée en 2000 a pour objectif d'atteindre le bon état ou potentiel des eaux. Cet objectif ambitieux est mis en péril notamment par une dégradation de l'état écologique des cours d'eau, qui font face à des dysfonctionnements majeurs sur leur compartiment « morphologie et continuité ».

Ces dysfonctionnements qui sont observés sur la quasi-totalité des cours d'eau du territoire français sont apparus il y a plusieurs décennies, où des milliers de kilomètres de cours d'eau ont subi diverses interventions anthropiques. Les petits cours d'eau de plaine ont notamment subi des travaux de déplacement, de recalibrage, de curage et de suppression de la ripisylve. Ces travaux ont participé à l'homogénéisation et à la dégradation des habitats aquatiques et à la modification du régime hydraulique (crues, assec...). Tout ceci se traduisant notamment par la baisse du niveau des nappes d'accompagnement et l'aggravation des phénomènes d'inondations en aval.

La restauration hydromorphologique apparaît donc comme un outil précieux dans une Europe qui cherche à améliorer considérablement l'état écologique, chimique et quantitatif de ses masses d'eau.

Le présent rapport s'intéresse donc à la restauration hydromorphologique de l'Ozon de Chenevelles. Pour cela, les enjeux liés à ce type de cours d'eau et les principales méthodes de restauration seront expliqués. Ensuite, le cours d'eau dans son environnement global sera présenté. Puis, la méthode de restauration utilisée sera développée dans le détail. Enfin, les résultats issus de l'application de la méthode de restauration seront décrits et analysés.

I. Contexte de l'étude et objectifs

Le Syndicat Mixte Vienne & Affluents (S.M.V.A.), en tant que maître d'ouvrage sur le territoire du bassin versant de l'Ozon, souhaite engager des travaux concernant la restauration du cours d'eau de l'Ozon de Chenevelles, sur une longueur d'environ 850 m, au lieu-dit « La Talbadière », sur la commune d'Archigny (86).

Dans le passé, ce cours d'eau a fait l'objet de travaux d'aménagement (notamment pour la culture de Peupliers), lui donnant actuellement un tracé rectiligne et un profil de type canal (Figure 1 et Figure 2). Cette configuration entraîne notamment une uniformisation des faciès d'écoulement et une banalisation de la faune aquatique.



Figure 1 : Section amont de l'Ozon de Chenevelles



Figure 2 : Section aval de l'Ozon de Chenevelles

Le SMVA vise à améliorer la qualité hydromorphologique et écologique du cours d'eau via un projet alliant travaux dans le lit actuel (aménagement de banquettes et recharge en granulat) et opérations de reméandrage.

Le programme de mesures définit par l'agence de l'eau Loire Bretagne pour la masse d'eau est présenté ci-dessous :

Tableau 2 : Programme de mesures 2022-2027 (L'Ozon de Chenevelles et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Ozon - FRGR1524)

Pression cible	Mesure
Pesticides	Limiter les transferts d'intrants et l'érosion au-delà des exigences de la Directive nitrates
Continuité transversale	Aménager, supprimer ou gérer un ouvrage qui contraint la continuité (à définir)
Interception_évaporation	Réduire l'impact d'un plan d'eau ou d'une carrière sur les eaux superficielles ou souterraines
Morphologie	Réaliser une opération classique de restauration d'un cours d'eau
Prélèvements	Réaliser une opération de restauration d'une zone humide

Les travaux menés dans le cadre de cette restauration s'inscrivent ainsi dans deux mesures du programme de la masse d'eau en question (Tableau 2) :

- réaliser une opération classique de restauration d'un cours d'eau,
- réaliser une opération de restauration d'une zone humide.

II. Etat de l'art

A. Les enjeux liés aux petits cours d'eau de plaine

1. Un équilibre dynamique

Les rivières sont des systèmes naturels en équilibre dynamique. Les cours d'eau sont soumis par des variables indépendantes de contrôle qui déterminent leur évolution physique, qui réagissent par des réponses géomorphologiques appelées variables dépendantes de réponse. Concrètement, la rivière est contrôlée par un débit liquide (Q) et un débit solide (Q_s). Le débit liquide traduit la capacité de transport du cours d'eau, c'est le bassin-versant qui fournit son hydrosystème par ruissellement, tandis que le débit solide se compose principalement de la charge alluviale de fond. Ainsi, les cours d'eau sont en constante adaptation afin de trouver un équilibre entre ces deux variables. Cette adaptation de la rivière, appelée équilibre dynamique se traduit par des phénomènes d'érosion ou de dépôt. Les réponses morphologiques des rivières ne sont pas unidimensionnelles, celles-ci se produisent dans un système en trois dimensions : longitudinalement, transversalement et verticalement. Ce principe d'équilibre dynamique est schématisé par la « balance de Lane » (Figure 3) (Jean-Paul Bravard et François Petit, 1997).

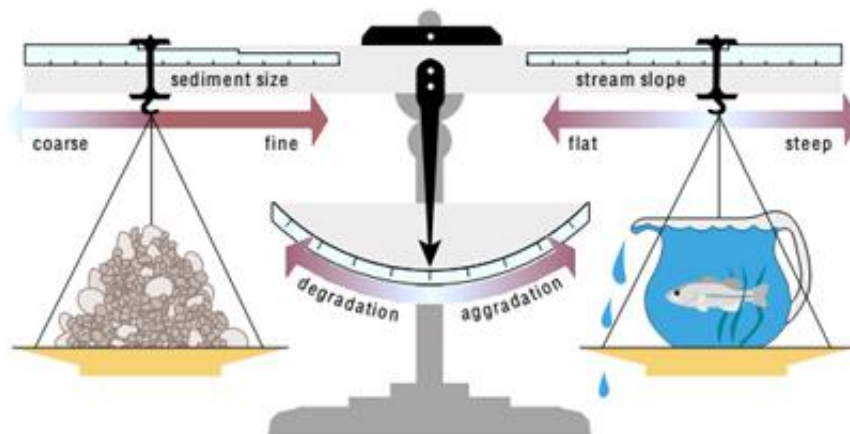


Figure 3 : Principe d'équilibre dynamique "balance de Lane", d'après Lane (1995)

Cet équilibre dynamique des systèmes fluviaux est donc sensible aux altérations, qui jouent sur la charge solide ou la charge liquide. C'est pourquoi, les aménagements anthropiques entrepris sur les rivières, engendrent d'importants dysfonctionnements sur les cours d'eau.

2. Processus de méandrage

Les cours d'eau de plaine sont en constante dynamique, ce qui se traduit notamment par le développement de méandres. Les méandres présentent une dynamique caractérisée par une migration latérale. Ce phénomène est assuré par un équilibre dynamique où la berge concave du méandre est érodée, tandis que le dépôt de matériaux se concentre sur la berge convexe. Lagasse définit quatre grands types d'évolution de méandres (extension, translation, expansion et rotation) qui peuvent se combiner (Figure 4) (Lagasse, 2004). Ce phénomène de migration de méandres par translation, peut aboutir à des changements morphologiques significatifs du tracé du cours d'eau, par exemple dans le cas de raccourcissements ou de rescindements de méandres.

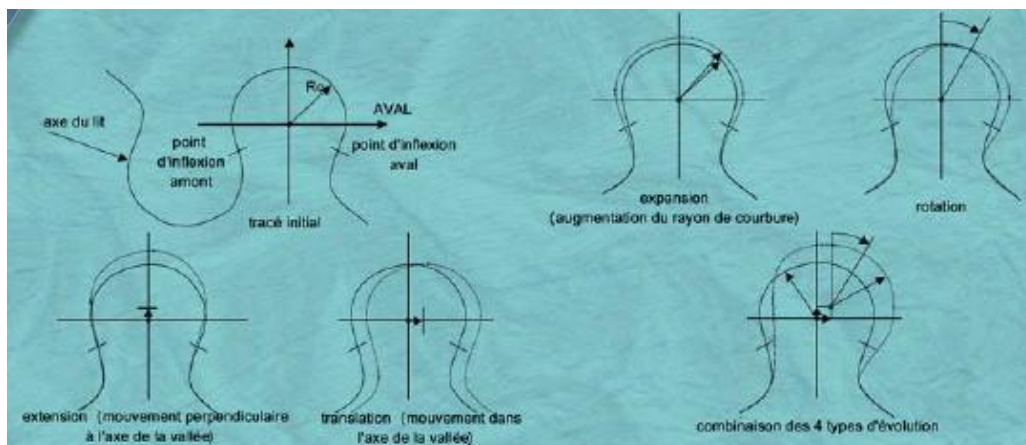


Figure 4 : Typologie de l'évolution en plan des méandres (Lagasse, 2004)

3. Des dysfonctionnements d'origine anthropique

Les cours d'eau de plaine ont subi de nombreux aménagements hydrauliques, à commencer par leur déplacement en dehors de leur fond de vallée. A partir des années 1950 et jusque dans les années 1990, le remembrement rural connaît un succès important (Figure 5). La restructuration des parcelles agricoles par le regroupement des propriétés parcellaires a pour but d'améliorer les conditions d'exploitation (passage d'engins agricoles motorisés imposants) (Pauchard et al., 2016). Cette restructuration des parcelles oblige donc de déplacer les cours d'eau, tout en leur donnant un tracé rectiligne. Un cours d'eau déplacé depuis son fond de vallée et donc positionné dans un point topographique élevé, verra ses échanges nappes/rivières altérés, accentuant ainsi les assecs. Un cours d'eau originellement méandrique qui se retrouve rectiligne aura un régime hydraulique bouleversé, avec une diminution de la fréquence et de l'intensité des submersions et une déconnexion des annexes hydrauliques, au droit des travaux. Tandis qu'à l'aval ces travaux auront pour conséquence une aggravation des inondations. De plus, les faciès d'écoulement seront fortement homogénéisés, entraînant une banalisation des habitats aquatiques (vitesse, hauteur, substrat). La rectification des cours d'eau va également engendrer des problèmes d'incision, notamment par augmentation de la pente.



Figure 5 : Remembrement des parcelles agricoles à Archigny (source : géoportail : 1950/65 – 2011/15)

En plus de la modification de leur position et de leur sinuosité, la plupart des petits cours d'eau de plaine ont également subi des travaux de recalibrage et de curage.

Le recalibrage consiste à élargir et/ou approfondir le lit mineur du cours d'eau. Ces travaux avaient pour but d'augmenter la capacité hydraulique du cours d'eau et diminuer la fréquence des inondations sur les terres agricoles. En effet, le débit d'un cours d'eau naturel avant débordement correspond à un débit de Q1 à Q2. Or, l'objectif de ces travaux de recalibrage était d'obtenir un débit plein-bord de Q5 à Q10, voire Q50 (Adam, 2007). Ces travaux de remembrement des parcelles agricoles et de recalibrage des cours d'eau ont pour conséquence de nombreux dysfonctionnements, tant sur les compartiments écologiques que chimiques et quantitatifs. Un cours d'eau surcreusé par recalibrage, va drainer sa nappe d'accompagnement et ainsi assécher sa plaine inondable. Ceci va se traduire par une perte des zones humides dans le lit majeur et une déconnexion des annexes hydrauliques, en raison également de la plus faible fréquence de débordement. Le recalibrage a aussi pour conséquence un étalement de la lame d'eau, qui provoque une perte d'habitabilité (baisse du niveau d'eau et réchauffement) (Adam, 2007).

Enfin, ces travaux hydrauliques sont souvent accompagnés de la suppression de la ripisylve du cours d'eau. Cette dégradation a elle aussi de nombreuses conséquences sur le milieu, tout en aggravant les effets négatifs des autres travaux déjà présentés. La ripisylve, du fait de sa nature d'écotone, constitue un milieu riche en biodiversité et est donc particulièrement sensible. Sa destruction a aussi des impacts directs sur le cours d'eau. La végétation, les racines, les troncs et embâcles participent à la création d'une mosaïque d'habitats, y compris dans le lit mineur. Elle joue également un rôle précieux d'ombrage et donc de rafraîchissement des eaux. Les végétaux constituent un important apport de matière organique, tandis qu'ils participent également à la lutte contre les pollutions diffuses en captant les nitrates et phosphates ruisselant depuis les parcelles agricoles. Enfin, la végétation rivulaire joue un rôle précieux dans le maintien des sols et donc des berges du cours d'eau (Adam, 2007).

En concordance avec l'application de la Directive cadre sur l'Eau, l'ensemble des éléments présentés dans cette partie souligne ainsi l'importance de la restauration des cours d'eau ayant fait l'objet de travaux hydrauliques.

B. La restauration des petits cours d'eau de plaine

1. Le reméandrage : la solution privilégiée

La restauration hydromorphologique est un processus complexe qui demande d'importants moyens financiers et fonciers. Pour réaliser une restauration efficace, plusieurs paramètres sont à prendre en compte. Le linéaire de travaux doit être suffisamment conséquent, le foncier doit être disponible et des moyens financiers importants doivent être mis en jeu. Enfin, certains usages liés aux cours d'eau pourront être impactés par ces travaux : drainage, irrigation agricole, peupleraies...

La recréation de cours d'eau, a pour principe de reproduire les conditions hydromorphologiques les plus proches d'un état sans altération, du tronçon de rivière considéré (Fournials, 2018b). Cette méthode est jugée comme particulièrement efficace car elle joue sur divers compartiments de la masse d'eau (morphologie, continuité écologique et sédimentaire, hydrologie, pollutions diffuses...).

Pour cela il est nécessaire d'établir un diagnostic à l'échelle du bassin versant (géologie, hydrogéologie, hydrologie), puis du cours d'eau et enfin du tronçon à restaurer.

Un cours d'eau est caractérisé par de nombreux paramètres morphologiques (pente, sinuosité, gabarit, granulométrie).

Le retour du cours d'eau dans son thalweg permettra de restaurer la pente et le profil en long naturel de la rivière. Ceci permettra également d'améliorer les échanges entre le cours d'eau et sa nappe d'accompagnement, d'améliorer le transport sédimentaire, et de reconnecter le lit majeur avec ses

annexes hydrauliques (bras morts, mares, zones humides). Tout ceci participe ainsi à retrouver un régime hydraulique (rehaussement de la nappe, réduction du risque d'inondation...) proche d'un système sans altérations.

Comme expliqué précédemment, le principe de ces travaux repose sur la recréation d'un cours d'eau non altéré. Ainsi, le cas optimal consiste à dimensionner le nouveau lit à partir d'une station de référence qui présente des variables de contrôles similaires au tronçon à recréer (géologie, surface de bassin versant, régime hydraulique, forme et pente de vallée). Cependant, ces stations non dégradées sont rares, d'autant plus que la longueur de la station de référence doit être suffisamment importante pour réaliser des mesures fiables (au moins 14 fois la largeur à plein bord) (Fournials, 2018b). Il existe donc une seconde méthode de dimensionnement qui consiste à déterminer les variables de réponse (largeur du lit, profondeur, sinuosité, granulométrie...) à partir des variables de contrôle (débit dimensionnant, géologie...).

Quand la dynamique latérale du cours d'eau est contrainte, par exemple, pour des raisons foncières ou de protection contre les inondations... Une alternative au reméandrage existe, c'est la recharge en granulats.

2. Le travail en lit mineur : la recharge en granulat comme alternative

Contrairement aux travaux de remise en fond de vallée et de reméandrage, les travaux en lit mineur ne jouent pas sur tous les compartiments de la masse d'eau et sont donc moins efficaces pour retrouver le bon état de la rivière. Cependant, ce système constitue une alternative intéressante notamment en raison de sa facilité de mise en œuvre et son faible coût.

Cette technique permet ainsi, selon l'objectif attendu de :

- restaurer les alluvions grossières et leurs fonctions,
- rehausser le niveau moyen du lit,
- rétablir l'équilibre dynamique du chenal et en faciliter la gestion ultérieure
- diversifier les habitats (faciès-substrats).

Le principe ici, qui est applicable aux petits cours à granulométrie grossière, est de créer un lit d'étiage au sein d'un lit mineur, lui-même au sein d'un lit majeur restreint.

Le principe de dimensionnement du nouveau lit est le même que dans le cas d'un reméandrage. L'objectif est toujours de recréer une sinuosité et une diversité d'habitats par la mise en place de radiers. La création d'une sinuosité et des faciès d'écoulement (radiers, fosses, plat courant), passe ici, par la mise en place de banquettes alternes, qui ont pour principe de resserrer la section d'écoulement sur tout le linéaire recalibré, et ce de façon plus importante dans les zones de radier.

III. Etat initial

L'Ozon de Chenevelles est un cours d'eau de plaine qui prend sa source dans la commune de Saint-pierre-de-maillé, au lieu-dit « Puygirault ». Après un parcours d'Est en Ouest sur environ 7,5 km, celui-ci afflue l'Ozon en rive droite, sur la commune de Monthoiron, au niveau de la fosse des trois Ozons. L'Ozon serpente ensuite sur plus de 22 km depuis sa source au Sud, sur la commune d'Archigny, avant de se jeter dans la Vienne à Châtelleraut dont il est un affluent de rive droite (Figure 6 : Contexte hydraulique (SCAN 100® (Métropole) (1/100 000)).

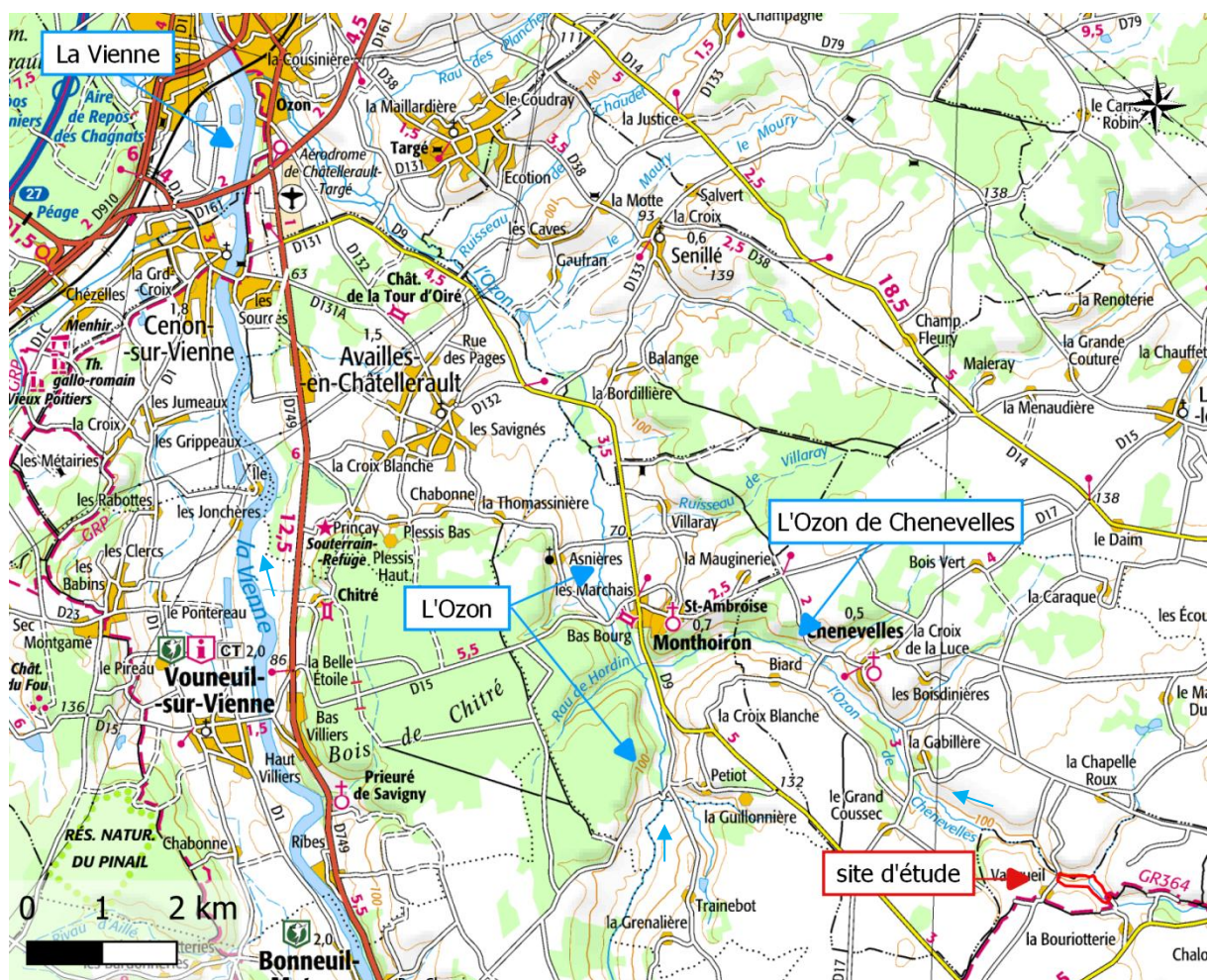


Figure 6 : Contexte hydraulique (SCAN 100® (Métropole) (1/100 000))

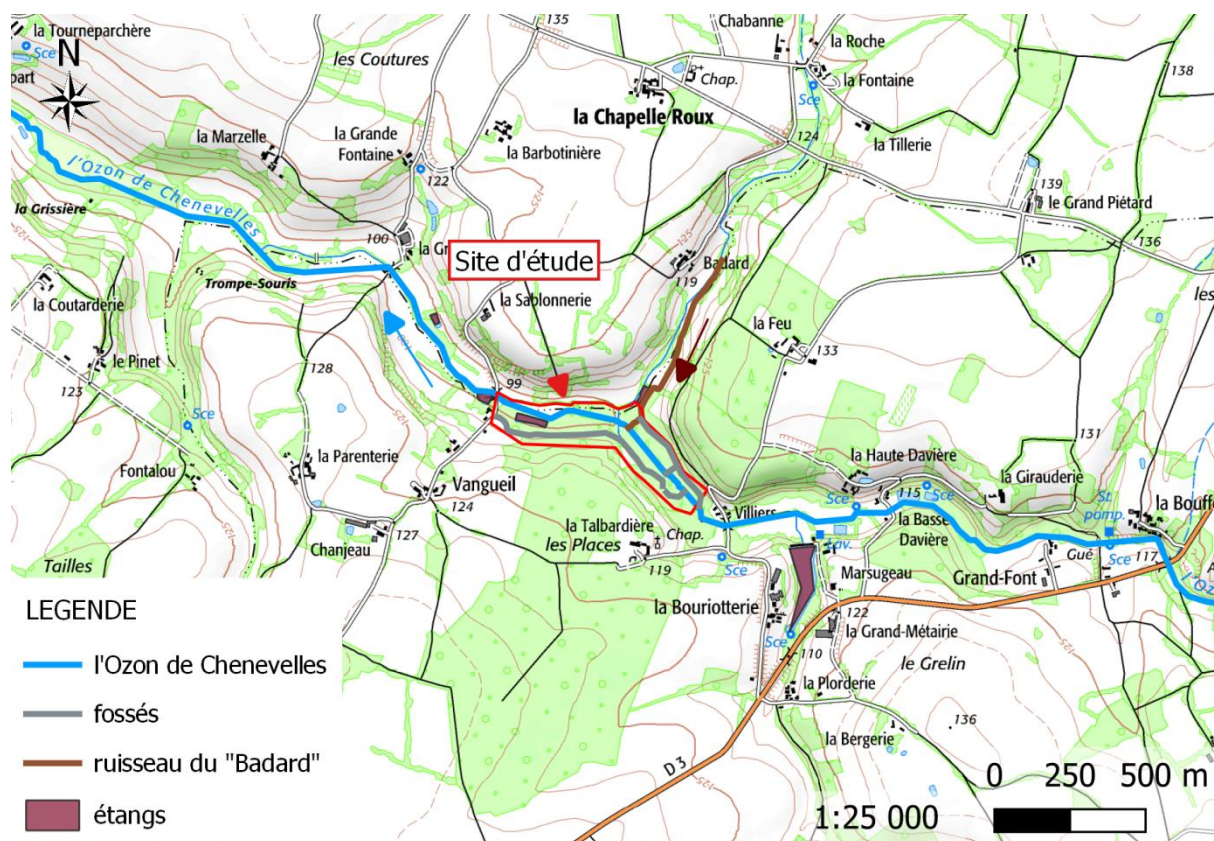


Figure 7 : Localisation du site d'étude (IGN - Scan 25) (1/25 000)

L'Ozon de Chenevelles est un cours d'eau de 2^{ème} catégorie piscicole dans un contexte salmonicole, qui est listé comme réservoir biologique. L'Ozon, ses affluents et sous-affluents sont inscrits dans le décret frayères (Liste 1), conformément à l'article R432-1-1 du Code de l'Environnement, pour le chabot, la lamproie de Planer, la truite fario et la vandoise.

Les eaux de l'Ozon de Chenevelles appartiennent à la masse d'eau de « L'Ozon de Chenevelles et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Ozon » (réf : FRGR1524), dont l'objectif est l'atteinte du bon état global en 2027.

Sur le site d'étude, le bassin versant de l'Ozon de Chenevelles a une superficie de 29,257 km² en amont et de 37,807 km² en aval. Un ruisseau nommé dans le cas de cette étude : ruisseau du « Badard » afflue l'Ozon de Chenevelles en rive droite, son bassin versant à une surface de 7,827 km² (Figure 7).

A. Contexte topographique et hydrologique

Un relevé topographique réalisé à l'aide d'un GPS Trimble R12 (système de coordonnées RGF93 et nivellement RAF09) en février 2025 a permis d'établir un plan topographique de l'état initial de la zone d'étude (Annexe 1 et Annexe 2). Lors de ce relevé, les écoulements annexes à l'Ozon de Chenevelles et au ruisseau du Badard (bief, fossé...) ont également été localisés. L'ouvrage en aval du linéaire à restaurer a été levé (Annexe 3 et Annexe 4).

L'Ozon de Chenevelles n'étant pas équipé de station de mesure de débits, une estimation des différents régimes d'écoulements est effectuée.

L'estimation des débits moyens et d'étiage (Tableau 5) se base sur des ratios débimétriques (rapports de bassins versants) avec la station hydrométrique, présentant des caractéristiques similaires, la plus proche. L'estimation des débits de crue journalier avec des temps de retour compris entre 1 et 2 ans (Tableau 6 et Figure 8), se base sur une analyse GRADEX (Tableau 3), toujours en fonction des rapports de bassins versants.

Tableau 3 : Références utilisées pour la détermination des débits de crue journalière

Station référence	L'Ozon à CHATELLERAULT
Surface BV - station référence	265,2 km ²
X0 – station de référence	6,508
Gradex – station de référence	4,853

Pour ce faire, la station de l'Ozon à Châtellerault [Moulin des halles] (86) a été analysée, son bassin versant a une superficie de 265.2 km² (Tableau 4). L'analyse a été menée sur le tronçon amont, puis aval (à partir de la confluence avec le ruisseau du « Badard ») de l'Ozon de Chenevelles et sur le ruisseau du « Badard ».

Tableau 4 : Présentation de la station hydrographique utilisée

Bassin versant	Distance du projet (km)	Surface (km ²)	Durée de jeu de données
L'Ozon à CHATELLERAULT	14.5	265.2	10 ans

Les estimations s'appuient sur la méthode de Myer par application de la relation empirique suivante :

$$Q_a = Q_b \times (S_a / S_b)^\alpha$$

Avec : **Qa** : le débit du ruisseau en projet en m³/s ;
Qb : le débit de la station en m³/s ;
Sa : la surface du bassin versant du ruisseau en projet en km² ;
Sb : la surface du bassin versant de la rivière à sa station en km² ;
α : Coefficient de Myer (à varier selon les types de débits : étiage, moyen, crue annuelle...).

Équation 1 : Formule de Myer

Pour les débits d'étiage et débits moyens, les débits spécifiques sont généralement plus faibles pour les petits bassins versants. Il est généralement admis l'utilisation d'un coefficient de Myer **α =1,20**.

Pour les débits de crues annuelle à bisannuelle, il sera retenu un coefficient de Myer **α =1**.

❖ **Détermination des débits moyens et d'étiage**

Tableau 5 : Débits caractéristiques (rapport de bassins versants)

	L'Ozon à CHATELLERAULT	L'Ozon de Chenevelles à l'extrémité amont du site d'étude	L'Ozon de Chenevelles à l'extrémité aval du site d'étude	Ruisseau du « Badard »
Surface de bassin versant	265,2 km ²	29,25 km ²	37,80 km ²	7,82 km ²
Module (L/s)	706 L/s	50 L/s	68 L/s	10 L/s

QMNA5 (L/s)	59 L/s	4 L/s	6 L/s	1 L/s
Qmédian (L/s)	100 L/s	20 L/s	30 L/s	5 L/s
Qfrayère (L/s)	1 150 L/s	80 L/s	111 L/s	17 L/s

❖ Détermination du débit de crue journalier 1 an à 2 ans

Tableau 6 : Synthèse des débits de crue journalière (temps de retour compris entre 1 et 2 ans)

T (temps de retour en an)	F : Fréquence = 1-(1/T)	Débit de crue journalier (m ³ /s)			
		Station de référence de l'Ozon à CHATELLERAULT	L'Ozon de Chenevelles à l'extrémité amont du site	L'Ozon de Chenevelles à l'extrémité aval du site	Ruisseau du « Badard »
1,1	0,09	2,263	0,250	0,323	0,067
1,2	0,17	3,677	0,406	0,524	0,109
1,3	0,23	4,650	0,513	0,663	0,137
1,4	0,29	5,414	0,597	0,772	0,160
1,5	0,33	6,051	0,668	0,863	0,179
1,6	0,38	6,601	0,728	0,941	0,195
1,7	0,41	7,088	0,782	1,010	0,209
1,8	0,44	7,525	0,830	1,073	0,222
1,9	0,47	7,922	0,874	1,129	0,234
2	0,50	8,286	0,914	1,181	0,245

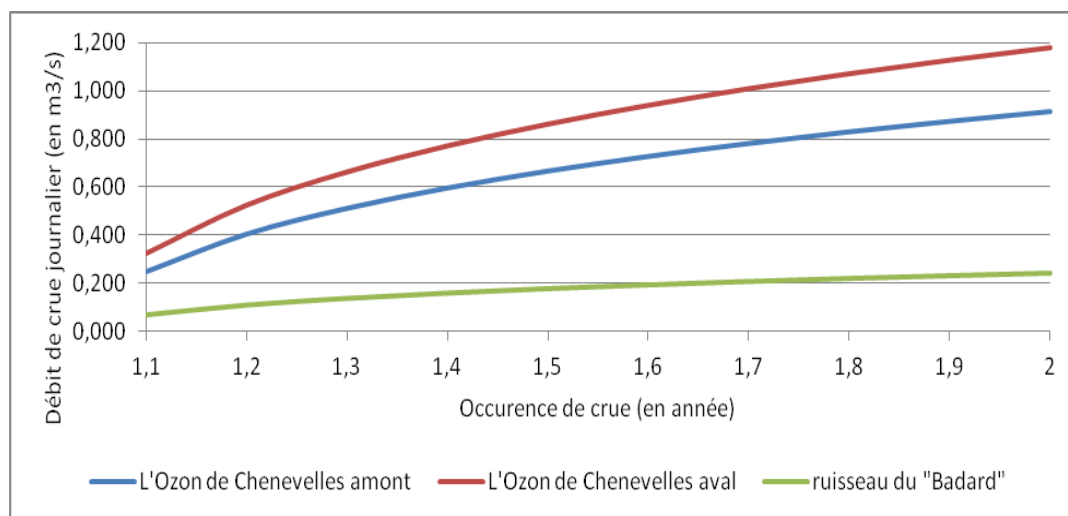


Figure 8 : Courbes des débits de crue en fonction de l'occurrence (1 à 2 ans)

❖ Piézométrie

Six sondages pédologiques réalisés à la tarière manuelle jusqu'à une profondeur maximale de 1,10 m ont pu mettre en évidence, dans la partie amont du site d'étude, une baisse significative du niveau de la nappe alluviale de l'Ozon de Chenevelles à proximité du cours d'eau (baisse de l'ordre de 1 m) (Tableau 7) (Annexe 10). En effet, les sondages 1 et 2 situés à proximité du lit du cours d'eau n'ont pas permis de détecter de niveau d'eau. Le niveau piézométrique du sondage n°5, en bordure de l'Ozon de Chenevelles et du ruisseau du Badard atteint 0,80 m de profondeur. Tandis que les sondages n°3 et 4, plus éloignés du lit ont mis en évidence un niveau de nappe entre 0,20 et 0,30 m de profondeur.

Ces investigations montrent que plus on se rapproche du lit mineur de l'Ozon de Chenevelles, plus le niveau de la nappe alluviale est profond (Figure 9). Le cours d'eau, fortement incisé (jusqu'à 2 m de profondeur), rabat la nappe alluviale par son action de drainage, désaturant ainsi le sol à proximité immédiate.

Tableau 7 : Côte et niveau d'eau des sondages

Sondage	Altimétrie – Terrain Naturel (en m NGF)	Niveau d'eau (en m NGF)	Profondeur de la nappe / sol (en m)
1	101,65	< 100,55	> à 1,10 m
2	101,17	< 100,07	> à 1,10 m
3	101,15	100,95	0,20 m
4	100,92	100,72	0,20 m
5	100,41	99,61	0,80 m
6	99,51	99,21	0,30 m

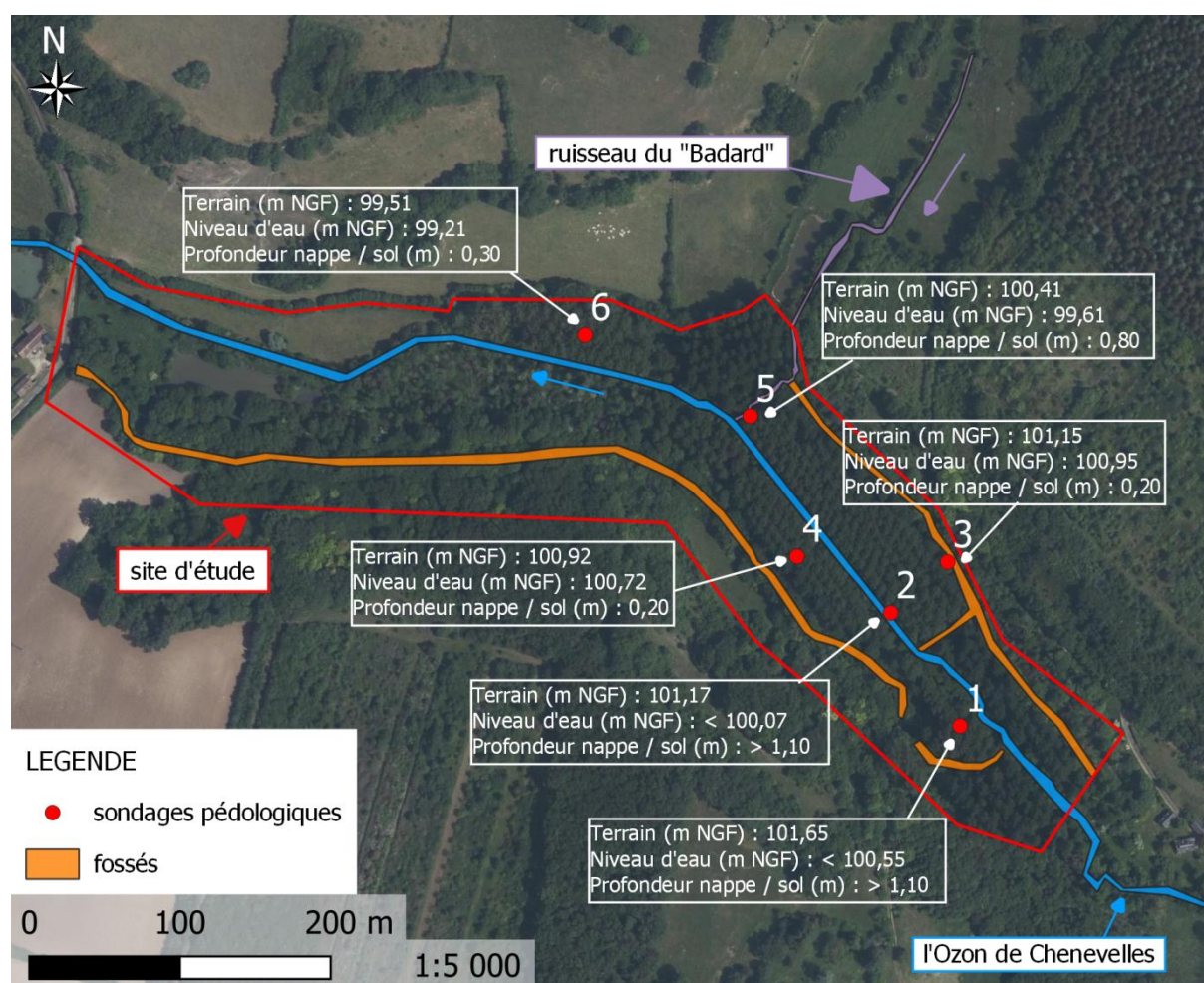


Figure 9: Localisation des sondages pédologiques et côtes

B. Contexte générale

1. Etat de la masse d'eau

Les eaux de l'Ozon de Chenevelles appartiennent à la masse d'eau de « l'Ozon de Chenevelles et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Ozon » (référence FRGR1524), dont l'objectif est l'atteinte du bon état global en 2027.

La qualité physico-chimique, l'état biologique et écologique de la masse d'eau de l'Ozon de Chenevelles et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Ozon (FRGR1524) ont été évalués par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour l'année 2019 (Tableau 8).

Tableau 8 : Etat des lieux 2019 - Masse d'eau superficielle

Etat écologique	Moyen
Etat chimique	Bon
Etat chimique sans ubiquiste	Bon
Etat biologique	Moyen
Etat physico-chimique	Bon
Etat polluants spécifiques	Moyen
Etat Physico-chimique hors polluants spécifiques non synthétiques	Moyen
IBD	Bon
I2M2	Bon
IBMR	Bon
IPR	Moyen
Bilan O ₂	Bon
Etat nutriment	Bon
Matière azotée	Bon
Matière phosphorée	Bon
Acidification	Très bon
Température	Très bon
O ₂ dissous	Très bon
Taux de saturation O ₂	Bon
DBO5	Très bon
COD	Bon
NH ₄ ⁺	Très bon
NO ₂	Très bon
NO ₃ ⁻	Bon
PO ₄ ³⁻	Bon
Phosphore total	Bon
pH min	Très bon
pH max	Très bon
Morphologie et continuité	Bon
Macropolluants	Bon

Etat écologique consolidé en 2016	Moyen
-----------------------------------	-------

La masse d'eau de l'Ozon de Chenevelles et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Ozon présente un état écologique moyen et un état chimique bon (Tableau 8).

Tableau 9 : Pressions significatives sur la masse d'eau (AELB) - 2019

Macropolluants ponctuels	Non
Pollution diffuse (nitrates, pesticides et phosphore diffus)	Oui
Hydrologie	Oui
Morphologie et continuité	Oui
Micropolluants	Non

La masse d'eau subie des pressions de l'ordre des pollutions diffuses (nitrates, pesticides et phosphore diffus), au niveau de l'hydrologie, de la morphologie/continuité et des micropolluants (au regard de l'état écologique avec ubiquiste) (Tableau 9).

Tableau 10 : Objectifs du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027

Objectif d'état écologique	Bon état 2021
Objectif d'état chimique	Bon état
Objectif d'état global	Bon état 2021
Motif de report de l'échéance	FT

Les objectifs sur cette masse d'eau sont l'atteinte d'un bon état écologique pour 2021 et d'un bon état chimique (Tableau 10).

2. Contexte sédimentaire et pédologique

Les plateaux présents sur le bassin-versant sont composés de limons plus ou moins argileux (LP), d'argiles rouges à meulières (ig1A^a) et de calcaires lacustres (g1C).

Les versants de la vallée sont issus de calcaires lacustres localement silicifiés (e7b-g1C)

Le lit majeur de l'Ozon de Chenevelles est constitué d'alluvions récentes composées de limons et d'argiles (Fz) dans la section aval, de sables et graviers (Fz) dans la section médiane et de colluvions superficielles de fond de talweg et de vallées sèches dans la section amont (C) (Figure 10).

Selon la courbe granulométrique réalisée sur le ruisseau du Badard, la granulométrie de référence ici repose sur un D50 de 11,0 mm et un D90 de 24,0 mm (Figure 11).

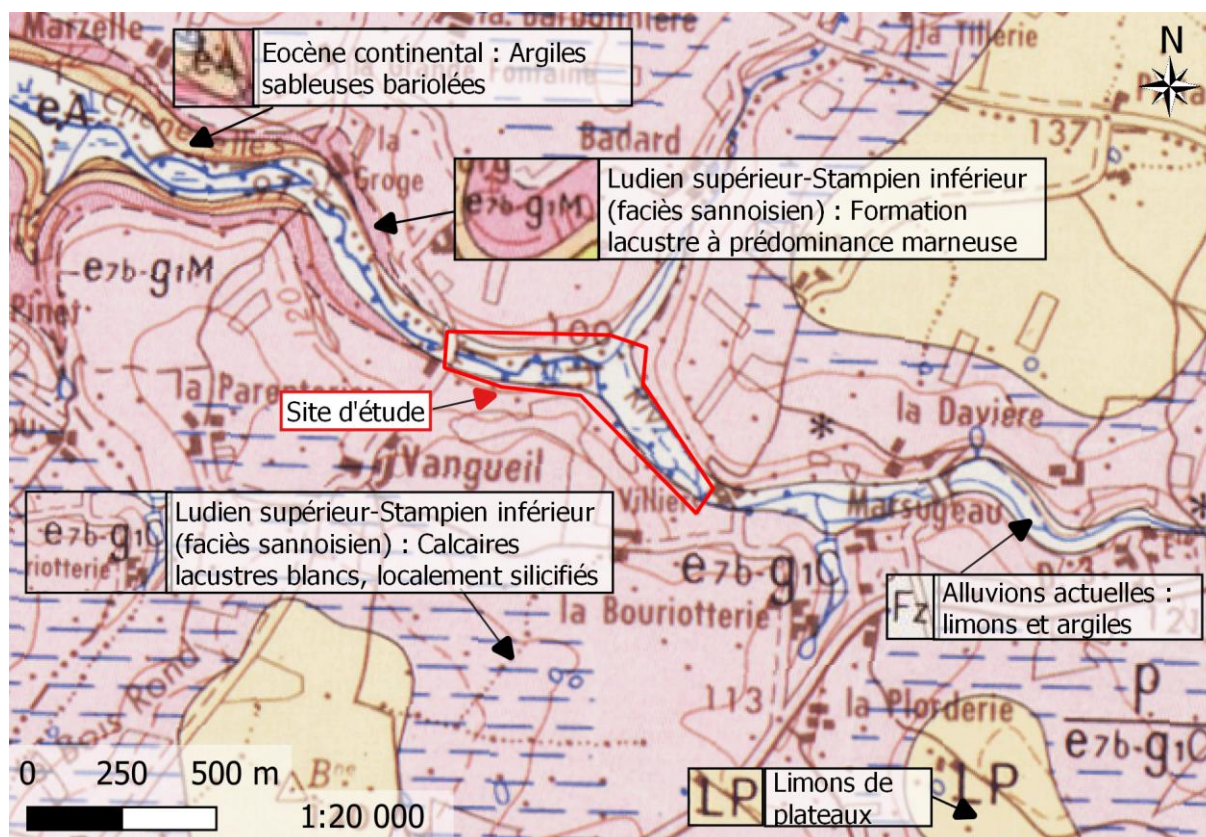


Figure 10 : Contexte géologique du site d'étude

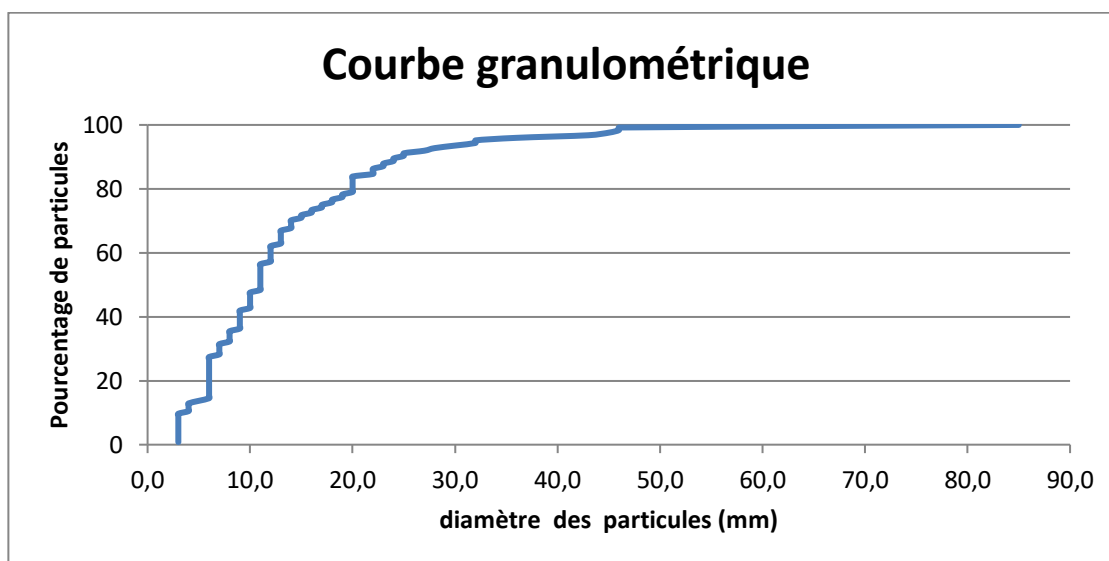


Figure 11: Courbe granulométrique du ruisseau du Badard

Selon la bibliographie existante, la vallée de l'Ozon de Chenevelles est composée de Fluviosols (vallée humide, argilo-limoneuse, sur alluvions argileuses, engorgées par une nappe plus ou moins profonde). Ces caractéristiques ont pu être confirmées grâce à la réalisation de six sondages pédologiques.

La description détaillée des sondages est présentée en Annexe 10.

3. Contexte piscicole

Une pêche électrique réalisée en 2024 sur l'Ozon de Chenevelles dans la commune d'Archigny a montrée l'histogramme des captures suivant (Figure 12).

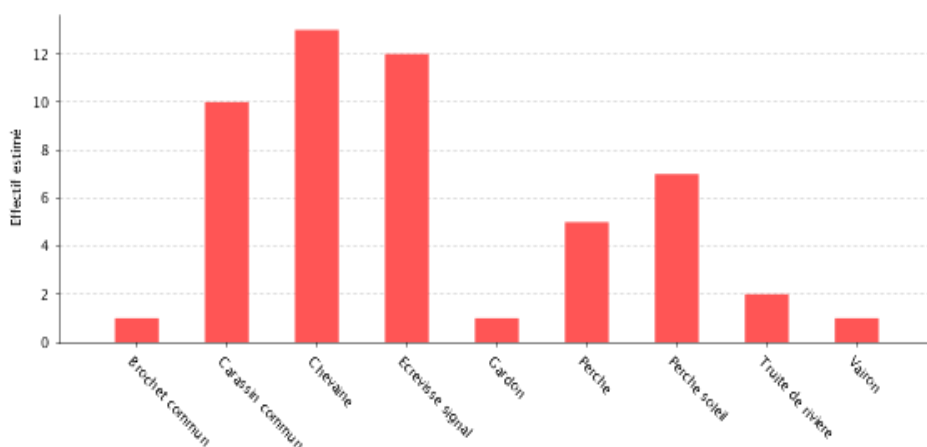


Figure 12 : Histogramme des captures de la pêche électrique (source : FDAAPPMA 86)

On observe trois espèces dominantes et deux espèces secondaires qui composent ce peuplement. Les trois espèces dominantes sont l'écrevisse signal (espèce exotique envahissante), le chevesne et le carassin commun. Les deux espèces secondaires sont la perche soleil (espèce exotique envahissante) et la perche commune. On observe donc une part importante d'individus invasifs, ces espèces prospèrent notamment dans des milieux dégradés car elles sont très tolérantes. A noter que pour l'espèce cible du cours d'eau, qui est la truite commune, seulement deux individus ont été pêchés.

Les valeurs métriques calculées à partir de la pêche électrique montrent les scores suivants :

-DII = 7,48 : le nombre d'individus invertivores est très inférieur à la valeur théorique. Une faible présence d'invertébrés aquatiques peut traduire une dégradation de la qualité de l'eau de la rivière (polluants, réchauffement, perte d'habitats...).

-DTI = 5,65 : la densité totale d'individus est très inférieure à la valeur théorique. Une faible densité d'individus peut provenir de divers dysfonctionnements du milieu : perte d'habitats, manque de nourriture, interruption de la continuité écologique, mauvaise qualité de l'eau, réchauffement...

-NEL = 4,23 : le nombre d'espèces lithophiles est inférieur à la valeur théorique. Un faible nombre d'espèces se reproduisant sur un substrat minéral peut avoir plusieurs causes comme un colmatage du substrat ou une granulométrie pas adaptée (trop homogène, trop fine ou grossière...). La granulométrie de l'Ozon de Chenevelles est très homogène, fine et colmaté et n'est donc pas adaptée à la fraie des truites, qui est l'espèce cible de la masse d'eau.

-NER = 3,67 : le nombre d'espèces rhéophiles est inférieur à la valeur théorique. Un faible nombre d'espèces évoluant dans de forts courants traduit une homogénéisation des habitats du milieu qui sont largement dominés par les plats lenticques.

-DIO = 2,82 : la densité d'individus omnivores est supérieure à la valeur théorique. Les espèces omnivores sont généralement des espèces peu sensibles, qui peuvent plus facilement s'adapter à des milieux dégradés, pauvres en nutriments.

-DIT = 0,74 et NTE = 0,13 : la densité d'individus tolérants et le nombre total d'espèces sont proches des valeurs théoriques. Cependant, la proximité du nombre totale d'espèces avec la valeur

théorique ne met pas en lumière la problématique associée à la domination du peuplement par des espèces exotiques envahissantes, comme expliqué précédemment (écrevisse signal, perche soleil).

La note de l'IPR réalisé en 2024 est de 24,72, soit une qualité moyenne (à la limite de la classe 4 - médiocre). La note des IPR réalisés sur la même station en 2011 et 2014 étaient respectivement de 17,81 et 11, soit une qualité bonne et moyenne. La qualité hydromorphologique le l'Ozon s'est donc fortement dégradée cette dernière décennie.

Afin de retrouver un bon état écologique de la masse d'eau, il apparaît primordial de reconstituer des habitats favorables au développement et à la fraie des truites et de ses espèces d'accompagnement. Les enjeux pour la faune piscicole sont les suivants :

- la granulométrie est trop fine pour la fraie de la truite et d'autres espèces lithophiles,
- la qualité de l'eau est dégradée, les espèces piscicoles invertivores ne peuvent donc pas se nourrir,
- la forte homogénéisation des habitats du cours d'eau empêche le développement des espèces plus sensibles aux altérations du milieu.

C. Evaluation de l'altération morphologique

L'analyse des différents compartiments morphologiques du linéaire d'étude a permis de définir les altérations subies par le cours d'eau. L'identification de ces altérations morphologiques permet ainsi d'établir les enjeux auxquels les travaux de restauration doivent répondre. Le linéaire de l'Ozon de Chenevelles prospecté a été découpé en trois tronçons présentant des caractéristiques morphologiques homogènes. Les tronçons sont identifiés dans la Figure 13.

Le tronçon amont (n°1) est fortement incisé en raison notamment de son tracé rectiligne. Cette incision empêche le cours d'eau de déborder (berges hautes et pente abrupte) et le déconnecte de sa nappe alluviale (abaissement du niveau de la nappe). Les faciès d'écoulement, les berges ainsi que la ripisylve sont homogènes le long du tronçon et ne permettent pas une diversification des habitats. Alors que l'affluent en rive droite est pourvu d'une granulométrie relativement adaptée à la reproduction de la truite (D50 = 11,0 mm (Figure 11), l'Ozon de Chenevelles ne dispose pas de frayères (excepté la zone du passage à gué actuel). En effet, les travaux de recalibrage ont augmenté les forces tractrices exercées lors des crues, ce qui a pour conséquence de chasser tous les granulats susceptibles de reposer dans le fond, au droit de radiers. Seuls quelques blocs subsistent sur ce tronçon.

Les tronçons médians (n°2) et aval (n°3) présentent des altérations similaires. Les deux tronçons ont subi une incision (moins prononcée qu'en amont), les berges sont moins hautes et abruptes qu'en amont mais davantage instables en raison des systèmes racinaires exondés. Le seuil du pont de Vangueil en aval, étant calé près de 0,50 m au-dessus du fond du ruisseau, les écoulements sont fortement ralentis et le fond du lit est fortement colmaté par des limons et vases. Là aussi, la granulométrie n'est pas adaptée à la fraie des truites et les habitats sont homogènes. Le recalibrage du cours d'eau et la présence du seuil du pont rend ce linéaire homogène, colmaté et incisé.

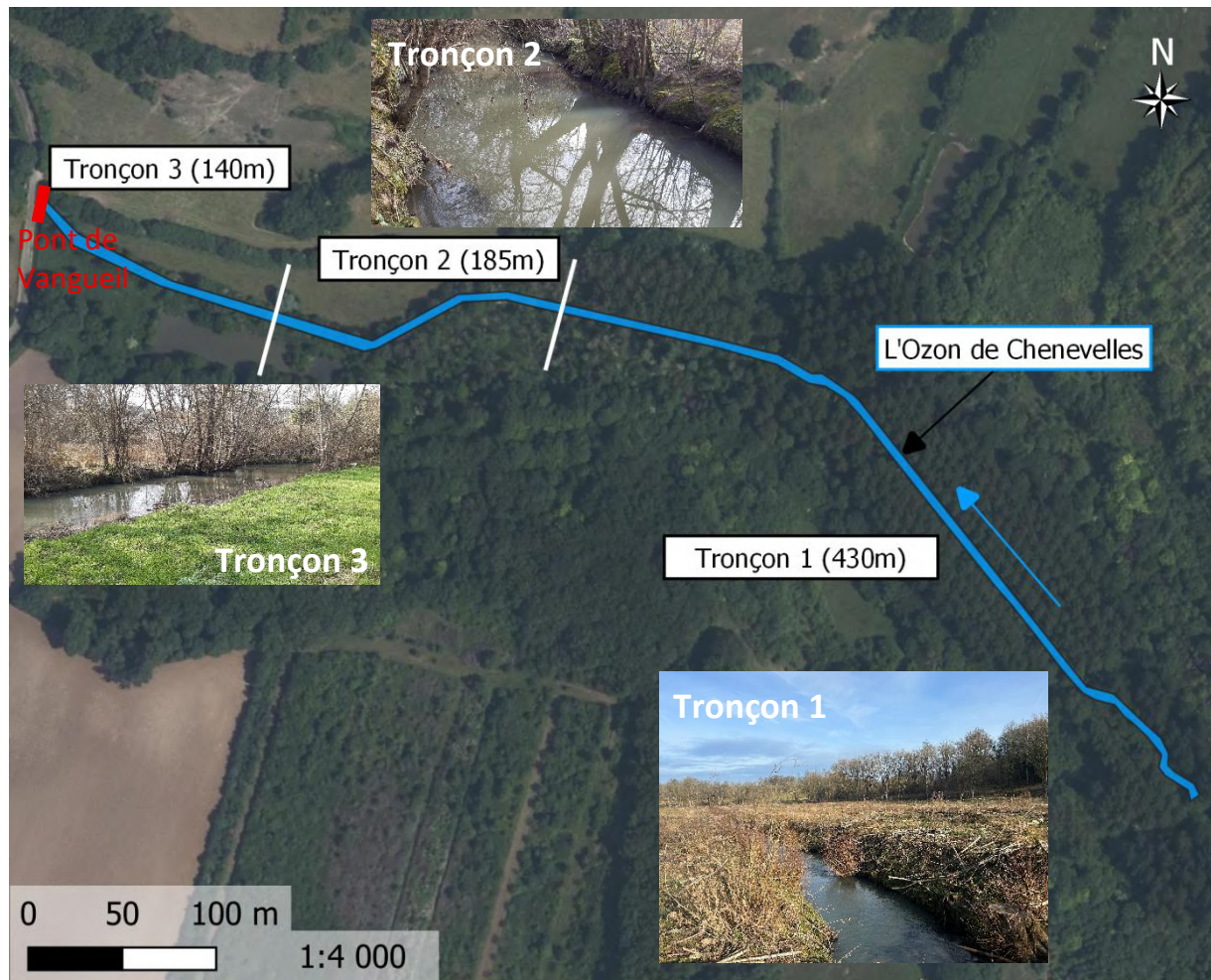


Figure 13 : Découpage des tronçons investigués lors de l'étude de l'altération morphologique

IV. Matériels et méthodes

La restauration hydromorphologique des petits cours d'eau peut s'effectuer à différents niveaux de bénéfices. Les travaux de remise en fond de vallée et de reméandrage sont les travaux sur rivière, considérés comme les plus efficaces. En effet, la recréation de cours d'eau, joue sur de nombreux paramètres. Cependant, de nombreuses contraintes (foncier, aménagements, usages, acceptabilité, financier...) peuvent venir limiter ces travaux de restauration. Ainsi, dans le cas où la remise en fond de vallée et le reméandrage ne sont pas possibles, des travaux dans le lit mineur sont privilégiés.

A. Travaux de reméandrage

Le dimensionnement des travaux de remise en fond de vallée et de reméandrage se décompose en plusieurs parties, présentées ci-dessous. Ce travail est réalisé pour chaque tronçon du cours d'eau. En effet, il peut être nécessaire de découper le cours d'eau en plusieurs tronçons afin de respecter l'intégralité des contraintes de dimensionnement (débit, topographie, sinuosité, franchissabilité des radiers...).

❖ Axe de méandrage

La première étape consiste à définir le futur axe de méandrage du cours d'eau. L'objectif est de le positionner en fond de vallée. Pour cela, un relevé topographique est effectué afin d'aboutir à un plan du contexte actuel. Diverses contraintes viennent s'ajouter à la délimitation de l'axe de méandrage. Il faut tenir des comptes des actuels biefs et fossés, et des particularités de la micro-topographie.

❖ Sinuosité

La deuxième étape consiste en la création de la sinuosité du cours d'eau. La gamme privilégiée est entre 1,2 et 1,4 ; l'indice de sinuosité moyen ne doit pas dépasser 1,4 afin d'éviter le risque de recouplement de méandres. Une étude historique de l'Ozon de Chenevelles se basant sur le cadastre napoléonien est réalisée afin de définir une classe d'indice de sinuosité la plus proche du cours d'eau non-altéré.

❖ Gabarit des radiers et fosses

La troisième étape consiste à dimensionner les gabarits type des radiers et fosses. Dans un premier temps, le gabarit type radier est prédimensionné, la largeur est calculée selon le débit plein bord ($Q_{1,7}$) (le débit de dimensionnement est situé entre $Q_{1,5}$ et Q_2 , la valeur centrale de $Q_{1,7}$ a donc été utilisée), la pente et un coefficient de rugosité de 25 (la valeur 25 est utilisée dans le cadre de travaux de restauration, celle-ci étant adaptée à un sous-dimensionnement de l'ordre de 80%) (Équation 2). La hauteur de berge est ensuite calculée selon un ratio d'aspect de 6. Le dimensionnement des radiers et autres faciès se base sur un sous-dimensionnement à hauteur de 80%, afin de garantir au cours d'eau un pouvoir d'ajustement de son gabarit (Fournials, 2018b).

$$W = \left(\frac{Q_{1,7} * (1 + \alpha)^{2/3}}{K_s * i^{1/2} * \alpha^{5/3}} \right)^{3/8}$$

Avec :

- W = largeur théorique au radier
- $Q_{1,7}$ = débit de crue journalière de récurrence 1,7 ans (m^3/s)

- α = inverse du rapport de forme (1/6 à 1/8)
- K_s = coefficient de rugosité
- i = pente (m/m)

Équation 2 : Formule de la largeur théorique du cours d'eau (radier)

A la suite de ce prédimensionnement, le gabarit type radier est ajusté selon les différents débits caractéristiques. Chaque débit impose des contraintes spécifiques :

-au Q1,7 (débit dimensionnant plein bord) : le niveau d'eau doit correspondre à la hauteur de berge,

-au QMNA5 : la hauteur d'eau doit être d'au moins 10 cm afin de garantir la continuité écologique à l'étiage. Pour cela, un lit d'étiage est dimensionné,

-au Qfrayère (débit moyen pour le mois de novembre) : les hauteurs d'eau, les vitesses de courant et la granulométrie doivent être comprises dans les gammes attendues pour des frayères fonctionnelles de *Salmo trutta* (Figure 14). Seule la température de l'eau ne peut pas être estimée.

Température :	2 à 11°C
Granulométrie :	10 à 50 mm et 20 à 100 mm
Vitesse de courant :	20 à 75 cm/s
Profondeur de fraie :	10 à 80 cm

Figure 14 : Conditions permettant la fraie de la truite (source : Onema (Annexe 11 : Fiche frayère - La Truite commune – ONEMA))

Après le dimensionnement du gabarit type radier, le gabarit type fosse peut être dimensionné, en effet celui-ci dépend du gabarit radier. La largeur plein-bord d'une fosse représente entre 1,2 et 1,5 fois la largeur plein-bord d'un radier (un coefficient de 1,325 a été choisi). La profondeur est égale à $2 * \text{profondeur}_{\text{radier}} + 0,20$ m. La pente en intrados du méandre est plus élevée en bas de berge.

❖ Reméandrage

La quatrième étape correspond au traçage du reméandrage (soit l'axe en lit mineur). Le principe général est de favoriser l'hétérogénéité du tracé (indice de sinuosité, forme du méandre, écart inter point d'inflexion, amplitude...). Le but ici est donc de favoriser la diversité des habitats du cours d'eau (vitesse, hauteur d'eau, granulométrie...).

Dans un premier temps, il est nécessaire de définir le nombre de points d'inflexion, celui-ci s'obtient à partir de la longueur d'onde des méandres, qui est comprise entre 10 et 12 fois la largeur des radiers (Équation 3).

$$n_{\text{Point d'inflexion}} = 1 + \left(\frac{2 * L_m}{\lambda} \right)$$

Avec :

- L_m = longueur en axe de méandrage
- λ = longueur d'onde des méandres = 11 W

Équation 3 : formule du nombre de points d'inflexion théorique

Ensuite, il faut tracer l'amplitude de l'axe de méandrage qui correspond au minimum à quatre fois la largeur des radiers (idéalement 6 fois).

Après avoir défini l'amplitude de reméandrage, il est désormais nécessaire de tracer les méandres du cours d'eau selon la sinuosité définie, tout en ajustant avec la microtopographie du terrain naturel.

Enfin, il est nécessaire de procéder à une étape de vérification et d'ajustement du tracé de reméandrage selon la puissance spécifique et la force tractrice calculées au débit plein-bord (Q1,7). Pour cela, le nombre de points d'inflexion peut être ajusté selon la pente et la déclivité des radiers. En effet, pour qu'un radier soit fonctionnel, celui doit permettre une accélération des courants et il doit être franchissable. Pour assurer son efficacité, sa pente doit être comprise entre 2 et 6 fois la pente du cours d'eau et sa déclivité doit être d'au moins 0,02 m. Pour assurer sa franchissabilité piscicole, sa pente doit être inférieure à 5 %. Ces principes sont ceux retenus par le BET Legrand, par retour d'expérience.

❖ Remblais/déblais

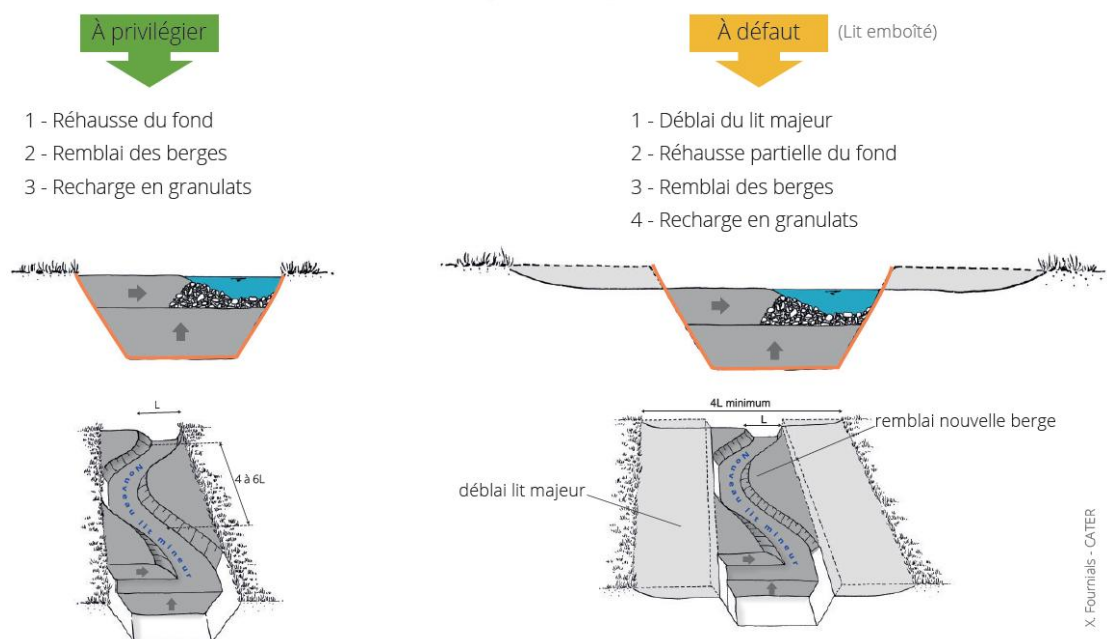
La cinquième et dernière étape consiste à vérifier les volumes de déblais/remblais. Afin de limiter la quantité de déblai et/ou de remblai, les côtes de haut de berge du nouveau cours d'eau doivent être le plus proche possible du terrain naturel. Dans le cas où les côtes de berge doivent être ajustées, plusieurs paramètres peuvent être modifiés comme le nombre de points d'inflexion, la sinuosité/pente, l'axe de méandrage ou les côtes de radier amont et/ou aval si possible.

Un résumé des contraintes techniques qui s'appliquent au dimensionnement des travaux de reméandrage est présent en Annexe 12.

B. Travaux dans le lit mineur : la recharge en granulat

Quand des contraintes dans le lit majeur limitent la dynamique latérale du cours d'eau, un autre principe de restauration que le reméandrage et la remise en fond de vallée existe, ce sont les travaux en lit mineur. Ces travaux consistent à créer des banquettes alternes et des radiers, afin d'obtenir un nouveau lit mineur (schéma de droite Figure 15). Dans le cas de cours d'eau élargis, ces travaux permettent également un rétrécissement du lit (Fournials, 2018a).

Les principes de calcul pour le dimensionnement des travaux sont les mêmes que dans le cadre d'un reméandrage, sans la phase préalable de positionnement de l'axe de méandrage puisque l'axe du lit est contenu dans le tracé actuel du cours d'eau (cf paragraphe II.B.1).



Recharge en granulats non figurée sur les vues en perspective

Figure 15 : Préconisations de recharge en granulat lors de lit mineur approfondi et élargi (Fournials, 2018a)

V. Résultats : étude de conception

Pour rappel, l'étude portant sur la restauration hydromorphologique de l'Ozon de Chenevelles a pour objectif de recréer des habitats piscicoles salmonicole, de limiter l'incision du lit et de retrouver un régime hydraulique compatible avec une reconnexion des annexes hydrauliques et de la nappe alluviale.

Les linéaires de l'Ozon de Chenevelles et du ruisseau du Badard concernés par le projet de restauration ont été séparés en deux secteurs majeurs. Le premier (tronçons 1 à 5 et a, b) fera l'objet d'une remise en fond de vallée et d'un reméandrage, tandis que le second tronçon (tronçon 6) fera l'objet de travaux en lit mineur, comme expliqué plus tôt en raison des contraintes latérales imposées par le plan d'eau en rive gauche et les enjeux récréatifs en rive droite (Figure 16).

Le plan d'avant-projet est présenté en Annexe 5 et en Annexe 6.

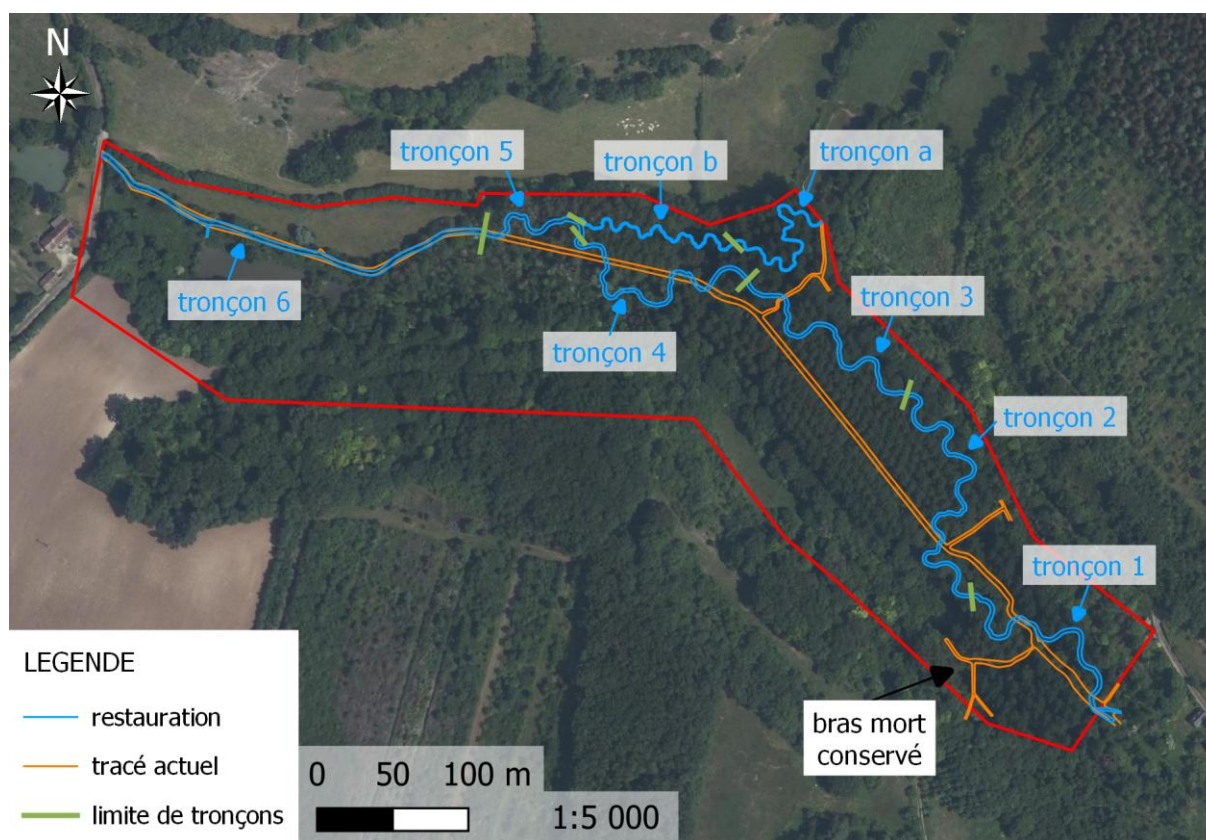


Figure 16 : Tracé du nouveau linéaire de l'Ozon de Chenevelles et du ruisseau du Badard

A. Reméandrage

1. Tracé

Le linéaire concerné par les travaux de reméandrage a une longueur totale de 627 m (541 m sur l'Ozon de Chenevelles et 86 m sur le ruisseau du Badard). Celui-ci a été séparé en 7 tronçons. La multiplicité des tronçons permet un ajustement du dimensionnement plus précis et adapté au contexte topographique ainsi qu'une plus grande hétérogénéité dans la création des habitats. Le reméandrage du cours d'eau a également pour conséquence de recréer différents écosystèmes mis en eau à l'occasion de crues, qui présenteront des fonctionnalités variées (prairies humides, bras mort, mares) (Figure 17) (cf paragraphe V.C.1).

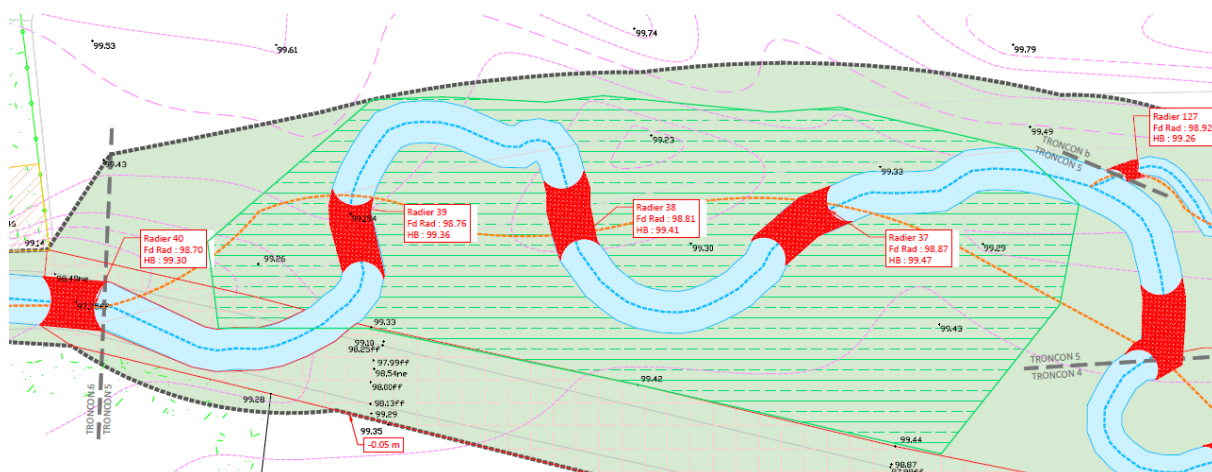


Figure 17 : Exemple d'une zone de débordement préférentiel (plan entier en Annexe 5 et 6)

2. Gabarits

❖ L'Ozon de Chenevelles

Tableau 11 : Caractéristiques des tronçons 1 à 5

Tronçon	1	2	3	4	5
Lm : Linéaire en axe du lit mineur (m)	185 m	245	176	190	94
La : Linéaire en axe de méandrage (m)	137 m	164	130	138	70
Si : Coefficient de sinuosité (méthode euclidienne)	1,35	1,49	1,35	1,38	1,34
I : Pente moyenne du fond du lit en axe du lit mineur (%)	0,15 %	0,40 %	0,23 %	0,33 %	0,23 %
W : Largeur à plein Bord (m) : (au droit des points d'inflexion des méandres et en tête de radier)	3,1 m	2,5 m	2,75 m	2,65 m	3,2 m
W travaux (m) : Largeur sous-dimensionné de 20 %	2,48 m	2 m	2,2 m	2,12 m	2,56 m
D : Hauteur totale plein bord (m)	0,59 m	0,51 m	0,56 m	0,53 m	0,6 m
Largeur du lit d'étéage (m) - au miroir	0,25 m	0,25 m	0,25 m	0,25 m	0,25 m
Largeur du lit d'étéage (m) - en pied	0,15 m	0,15 m	0,15 m	0,15 m	0,15 m
Profondeur du lit d'étéage (m)	0,10 m	0,10 m	0,10 m	0,10 m	0,10 m
Dm : Hauteur d'eau au module (m)	0,18 m	0,16 m	0,17 m	0,16 m	0,18 m
Ω : Amplitude ou enveloppe de méandrage (m)	18,60 m	15,00 m	16,50 m	15,90 m	19,20 m
n : Nombre de radier (points d'inflexion)	8,00	12,00	7,00	8,00	4,00
Longueur totale de radier (m)	42,55 m	56,35 m	40,48 m	43,70 m	21,62 m
Longueur moyenne d'un radier (m)	5,32 m	4,70 m	5,78 m	5,46 m	5,41 m
Pente moyenne de radier (%)	0,63 %	1,74 %	0,99 %	1,44 %	1,02 %
Δ rad : Déclivité entre chaque radier (m)	0,03 m	0,08 m	0,06 m	0,08 m	0,05 m
ē : Distance moyenne entre deux radiers (en axe de méandrage) (m)	18,60 m	15,00 m	16,50 m	15,90 m	19,20 m
Longueur totale de fosse (m)	64,75 m	85,75 m	61,60 m	66,50 m	32,90 m

Longueur moyenne d'une fosse (m)	8,09 m	6,27 m	8,80 m	8,31 m	8,23 m
P : Puissance du cours d'eau (Watts/m) à Plein bord	11,20 W/m	30,69 W/m	17,44 W/m	25,44 W/m	23,19 W/m
ω : puissance spécifique (Watts/m ²) à Plein bord	3,61 W/m ²	12,27 W/m ²	6,34 W/m ²	9,60 W/m ²	7,25 W/m ²
T₀ : Force tractrice (N/m ²) à Plein bord	5,39 N/m ²	12,50 N/m ²	7,68 N/m ²	10,33 N/m ²	8,45 N/m ²
Taille max de sédiments mis en mouvement (mm) à Plein bord	8 mm	18 mm	11 mm	15 mm	12 mm
Epaisseur de granulat (m)	0,30 m en radier et plat 0,10 m en fosse				
Volume total de granulat (m ³)	118 m ³	125 m ³	100 m ³	103 m ³	62 m ³
Volume total de déblais dans le lit (m ³)	406 m ³	390 m ³	329 m ³	329 m ³	216 m ³
Volume total de déblais dans l'enveloppe de méandrage (m ³)	149 m ³	226 m ³	126 m ³	131 m ³	78 m ³

Chaque tronçon de l'Ozon de Chenevelles a été dimensionné selon les règles présentées précédemment. En raison des diverses contraintes de chaque tronçon (topographie, débit...), les caractéristiques morphologiques de chaque tronçon varient, tout en restant dans une gamme de bon fonctionnement (Tableau 11).

On peut noter d'importantes différences entre le tronçon n°1 et le tronçon n°2.

Le tronçon n°1 présente une pente générale et une pente de radier assez faible (respectivement 0,15 % et 0,63 %). Ce tronçon possède donc une puissance spécifique faible (3,61 W/m²). Ceci est dû à la topographie plane du secteur. En conséquent, lors des travaux de restauration, la granulométrie de recharge en granulat sera diminuée afin de correspondre davantage à la taille maximale de sédiments mise en mouvement (8 mm) au débit morphogène (Q_{1,7}).

A l'inverse, le tronçon n°2 possède une forte pente générale et de radier (respectivement 0,40 % et 1,74 %). La forte puissance spécifique du tronçon (12,27 W/m²) impose une recharge en granulat adaptée à la taille maximale de sédiments mise en mouvement (18 mm), avec une granulométrie supérieure, afin de conserver un matelas alluvial sur le tronçon.

Comme pour le tronçon n°2, le tronçon n°4 aura une gamme de recharge en granulat adaptée à sa forte puissance spécifique (9,60 W/m²) (voir détails au paragraphe V.C.3).

Tableau 12 : tableaux récapitulatifs des conditions hydrauliques par débit (tronçons 1 à 5)

Tronçon 1	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,004 m ³ /s	0,020 m ³ /s	0,050 m ³ /s	0,782 m ³ /s	0,080 m ³ /s
H correspondante (m)	0,11 m	0,14 m	0,18 m	0,59 m	0,21 m
V correspondante (m/s)	0,06 m/s	0,12 m/s	0,18 m/s	0,50 m/s	0,22 m/s

Tronçon 2	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,004 m ³ /s	0,020 m ³ /s	0,050 m ³ /s	0,782 m ³ /s	0,080 m ³ /s
H correspondante (m)	0,09 m	0,13 m	0,16 m	0,51 m	0,19 m
V correspondante (m/s)	0,22 m/s	0,17 m/s	0,25 m/s	0,73 m/s	0,32 m/s

Tronçon 3	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,004 m ³ /s	0,020 m ³ /s	0,050 m ³ /s	0,782 m ³ /s	0,080 m ³ /s
H correspondante (m)	0,11 m	0,14 m	0,17 m	0,56 m	0,20 m
V correspondante (m/s)	0,08 m/s	0,15 m/s	0,20 m/s	0,58 m/s	0,25 m/s

Tronçon 4	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
-----------	-------	---------	---------	--------------	-----------

Q (m³/s)	0,004 m³/s	0,020 m³/s	0,050 m³/s	0,782 m³/s	0,080 m³/s
H correspondante (m)	0,09 m	0,13 m	0,16 m	0,53 m	0,19 m
V correspondante (m/s)	0,19 m/s	0,15 m/s	0,22 m/s	0,67 m/s	0,28 m/s
Tronçon 5	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,006 m³/s	0,030 m³/s	0,070 m³/s	1,010 m³/s	0,080 m³/s
H correspondante (m)	0,11 m	0,14 m	0,18 m	0,60 m	0,19 m
V correspondante (m/s)	0,07 m/s	0,15 m/s	0,22 m/s	0,62 m/s	0,24 m/s

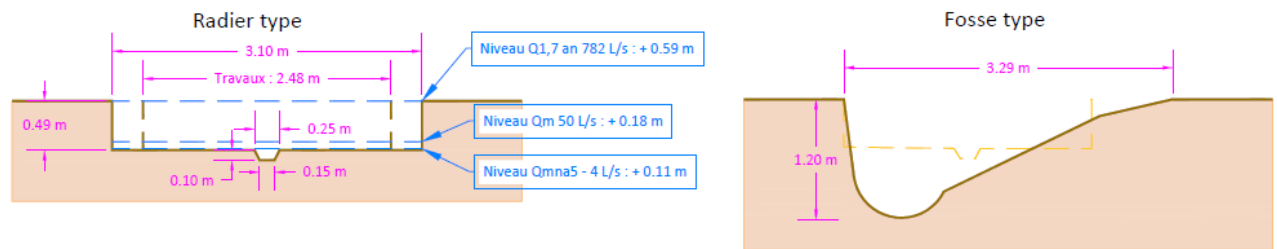


Figure 18 : Profils en travers radier et fosse (tronçon 1)

Pour chaque tronçon, au QMNA5, la hauteur d'eau (Tableau 12) est d'au moins 0,09 m, l'objectif à atteindre pour assurer la continuité biologique est de 0,10 m. Les débits d'étiage étant sous-estimés, cette contrainte de continuité biologique est respectée.

En comparant, la hauteur d'eau au Qpb et la hauteur de berge totale (Tableau 12), celles-ci sont égales pour chaque tronçon. Un débordement au Q1,7 est donc attendu (Figure 18).

Pour chaque tronçon, la hauteur d'eau et les vitesses de courant, en période de fraie (Qfrayère calculé pour le mois de novembre) sont comprises dans les gammes attendues pour des frayères fonctionnelles de *Salmo trutta* (Figure 14).

❖ Le ruisseau du Badard

Tableau 13 : Caractéristiques des tronçons a et b

Tronçon	a	b
Lm : Linéaire en axe du lit mineur (m)	158 m	155 m
La : Linéaire en axe de méandrage (m)	115 m	113 m
Si : Coefficient de sinuosité (méthode euclidienne)	1,37	1,37
I : Pente moyenne du fond du lit en axe du lit mineur (%)	0,66 %	0,52 %
W : Largeur à plein Bord (m) : (au droit des points d'inflexion des méandres et en tête de radier)	1,3 m	1,4 m
W travaux (m) : Largeur sous-dimensionné de 20 %	1,04 m	1,12 m
D : Hauteur totale plein bord (m)	0,34 m	0,34 m
Largeur du lit d'étiage (m) - au miroir	0,15 m	0,25 m
Largeur du lit d'étiage (m) - en pied	0,1 m	0,15 m
Profondeur du lit d'étiage (m)	0,10 m	0,10 m
Dm : Hauteur d'eau au module (m)	0,12 m	0,12 m
Ω : Amplitude ou enveloppe de méandrage (m)	7,80 m	8,40 m

n : Nombre de radier (points d'inflexion)	14,00	13,00
Longueur totale de radier (m)	36,34 m	35,65 m
Longueur moyenne d'un radier (m)	2,60 m	2,74 m
Pente moyenne de radier (%)	2,86 %	2,24 %
Δ rad : Déclivité entre chaque radier (m)	0,07 m	0,06 m
ē : Distance moyenne entre deux radiers (en axe de méandrage) (m)	7,80 m	8,40 m
Longueur totale de fosse (m)	55,30 m	54,25 m
Longueur moyenne d'une fosse (m)	3,95 m	4,17 m
P : Puissance du cours d'eau (Watts/m) à Plein bord	13,50 W/m	10,58 W/m
ω : puissance spécifique (Watts/m ²) à Plein bord	10,38 W/m ²	7,56 W/m ²
T0 : Force tractrice (N/m ²) à Plein bord	10,85 N/m ²	9,06 N/m ²
Taille max de sédiments mis en mouvement (mm) à Plein bord	15 mm	13 mm
Epaisseur de granulat (m)	0,30 m en radier et plat 0,10 m en fosse	
Volume total de granulat (m ³)	42 m ³	43 m ³
Volume total de déblais dans le lit (m ³)	99 m ³	105 m ³
Volume total de déblais dans l'enveloppe de méandrage (m ³)	53 m ³	56 m ³

Le ruisseau du Badard, découpé en deux tronçons, dont les caractéristiques hydrauliques et morphologiques sont similaires, diffère cependant de l'Ozon de Chenevelles (tronçons 1 à 5). En effet, ce ruisseau situé en fond de vallée, est caractérisé par une forte pente générale (0,52 % à 0,66 %) et de radier (2,24 % à 2,86 %) (Tableau 13).

L'intensité de la pente impose également un léger sous-dimensionnement par rapport au calcul théorique de la largeur au radier (baisse de 0,10 m pour le tronçon a) afin de respecter la contrainte associée à la hauteur d'eau (continuité écologique et fraie).

Le tronçon a, qui présente une forte puissance spécifique (10,38 W/m²), aura lors des travaux une recharge granulométrique plus grossière (voir détails au paragraphe V.C.3).

Tableau 14 : tableaux récapitulatifs des conditions hydrauliques par débit (tronçons a et b)

Tronçon a	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,001 m ³ /s	0,005 m ³ /s	0,010 m ³ /s	0,209 m ³ /s	0,017 m ³ /s
H correspondante (m)	0,04 m	0,11 m	0,12 m	0,34 m	0,14 m
V correspondante (m/s)	0,17 m/s	0,14 m/s	0,18 m/s	0,62 m/s	0,25 m/s
Tronçon b	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,001 m ³ /s	0,005 m ³ /s	0,010 m ³ /s	0,209 m ³ /s	0,017 m ³ /s
H correspondante (m)	0,03 m	0,11 m	0,12 m	0,34 m	0,13 m
V correspondante (m/s)	0,14 m/s	0,14 m/s	0,18 m/s	0,57 m/s	0,21 m/s

La hauteur d'eau au QMNA5 (Tableau 14), malgré la mise en place d'un lit d'étiage n'est estimée qu'à 0,03 à 0,04 m. Cependant, cette valeur n'est pas fiable en raison de la sous-estimation du QMNA5 du ruisseau. Cependant, les hauteurs en période de fraie, sont comprises dans la gamme basse des valeurs théoriques pour la fraie de la truite (Figure 14), en tenant compte de la sous-estimation, les valeurs semblent favorables pour les frayères à truite.

B. Travaux dans le lit mineur

1. Tracé

L'Ozon de Chenevelles en aval du site d'étude (sur 280 m) est contraint en rive gauche par la présence d'un étang et en rive droite par des parcelles n'étant pas incluses dans le foncier susceptible de faire l'objet de travaux. Ces contraintes appliquées sur la dynamique latérale empêchent la recréation de méandres. C'est pourquoi, sur ce tronçon, les travaux de restauration consistent en une recharge granulométrique et la création de banquettes. Le dimensionnement du nouveau gabarit du cours d'eau est basé sur le même principe que dans le cas d'une remise en fond de vallée et reméandrage.

2. Gabarits

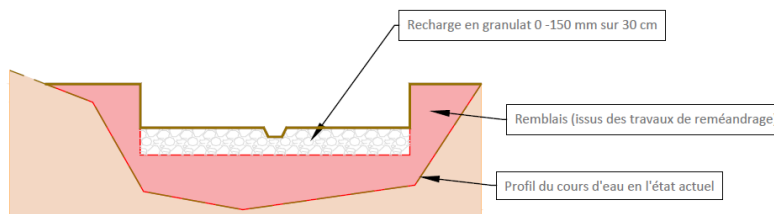
Tableau 15 : Caractéristiques du tronçon 6

Tronçon	6
Lm : Linéaire en axe du lit mineur (m)	281 m
I : Pente moyenne du fond du lit en axe du lit mineur (%)	0,18 %
W : Largeur à plein Bord (m) : (au droit des points d'inflexion des méandres et en tête de radier)	3,7 m
W travaux (m) : Largeur sous-dimensionné de 20 %	2,96 m
D : Hauteur totale plein bord (m)	0,58 m
Largeur du lit d'étiage (m) - au miroir	0,25 m
Largeur du lit d'étiage (m) - en pied	0,15 m
Profondeur du lit d'étiage (m)	0,10 m
Dm : Hauteur d'eau au module (hors lit d'étiage) (m)	0,08 m
n : Nombre de radier (points d'inflexion)	11,00
Longueur totale de radier (m)	42,15 m
Longueur moyenne d'un radier (m)	3,83 m
Pente moyenne de radier (%)	1,19 %
Δ rad : Déclivité entre chaque radier (m)	0,05 m
ē : Distance moyenne entre deux radiers (en axe de méandrage) (m)	25,18 m
Longueur totale de fosse (m)	98,35 m
Longueur moyenne d'une fosse (m)	8,94 m
P : Puissance du cours d'eau (Watts/m) à Plein bord	17,63 W/m
ω : puissance spécifique (Watts/m ²) à Plein bord	4,76 W/m ²
T0 : Force tractrice (N/m ²) à Plein bord	6,63 N/m ²
Taille max de sédiments mis en mouvement (mm) à Plein bord	10 mm
Volume total de remblais dans le lit (m ³) (création de banquettes)	840 m ³

Tableau 16 : tableaux récapitulatifs des conditions hydrauliques par débit (tronçon 6)

Tronçon 6	QMNA5	Qmédian	Qmodule	Qpb (1,7 an)	Qfrayère*
Q (m³/s)	0,006 m³/s	0,030 m³/s	0,070 m³/s	1,010 m³/s	0,111 m³/s
H correspondante (m)	0,11 m	0,14 m	0,18 m	0,58 m	0,21 m
V correspondante (m/s)	0,06 m/s	0,13 m/s	0,20 m/s	0,55 m/s	0,24 m/s

Tronçon 6 - Radier



Tronçon 6 - Fosse

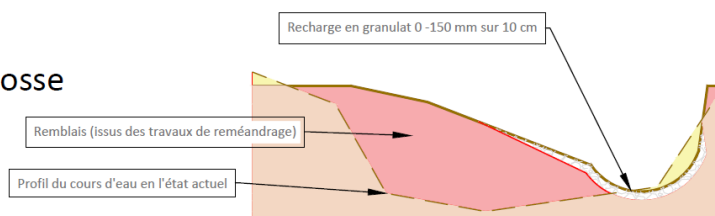


Figure 19 : Profils en travers radier et fosse : principe de la recharge granulométrique (tronçon 6)

Les caractéristiques du tronçon n°6 sont similaires aux tronçons amont de l'Ozon de Chenevelles (tronçons 1 à 5) (Tableau 11 et Tableau 15), hormis la pente générale qui est particulièrement faible (0,18 %). Celle-ci est contrainte par le seuil du pont en aval immédiat du tronçon (Annexe 4 : Profil en long de l'ouvrage type pont).

Les valeurs de hauteurs d'eau et vitesses sont respectées pour chaque débit caractéristique (QMNA5, Qpb et Qfrayère) (Tableau 16).

La création de banquettes sera permise grâce aux matériaux de déblai sur l'emprise du nouveau linéaire de l'Ozon de Chenevelles et du ruisseau du Badard (Figure 19).

C. Déroulé des travaux

L'implantation du tracé sera réalisée après la phase de travaux préparatoires (installation de chantier, gestion de la végétation...). Les travaux s'effectueront toujours vers l'amont, en réalisant tout d'abord la connexion aval, et en laissant un « bouchon » en entrée du nouveau lit.

1. Création d'annexes humides

Au niveau du tronçon 1, l'actuel lit de l'Ozon de Chenevelles n'a plus la possibilité de déborder (en raison de sa forte incision), grâce au reméandrage le nouveau lit aura la possibilité de déborder, notamment en rive gauche où les eaux pourront rejoindre un ancien bief actuellement déconnecté qui sera conservé. Ce bras mort permettra la création de nouveaux habitats, davantage lenticques.

Tout au long du nouveau tracé, quatre zones de débordements préférentiels seront aménagées (trois au niveau de l'Ozon de Chenevelles et une sur le ruisseau du Badard), ces zones d'une superficie totale d'environ 4 600 m² (2 800 m² sur l'Ozon de Chenevelles et 1 800 m² sur son affluent) présentent une microtopographie en creux et feront donc l'objet de plantations d'espèces hygrophytes, qui pourront

se développer sur un substrat humide. Cette mission de végétalisation des zones humides et de la ripisylve est assurée par le Conservatoire d'Espaces Naturels du Centre-Val-de-Loire, et ne sera donc pas traitée dans le présent rapport.

Enfin, le troisième écosystème prendra place au niveau de l'ancien lit de l'Ozon de Chenevelles où un réseau de mares sera créé tout au long du tracé de reméandrage. En effet, des portions de l'actuel cours d'eau ne seront pas remblayées, permettant ainsi la création de mares qui seront mises en eau à l'occasion de crues (cf paragraphe IV.B.1.a.). Ces îlots de biodiversité permettront également de respecter l'équilibre déblais/remblais des travaux.

2. Terrassement du lit

Le terrassement du nouveau lit anticipera une recharge moyenne de 30 cm de matériaux. Sur les premiers 25 m de la connexion amont, la granulométrie moyenne sera plus grossière afin de limiter l'érosion des sédiments.

3. Déblais/remblais et recharge granulométrique

Tableau 17 : Volume de déblais et de granulat par tronçon de reméandrage

Tronçon	Volume de déblais en lit mineur (m ³)	Volume de déblais en lit majeur (m ³)	Volume de déblais total (m ³)	Volume de granulat (m ³)
1	415	150	565	120
2	400	160	560	125
3	335	125	460	100
4	335	130	465	100
5	220	80	300	60
a	100	50	150	40
b	105	55	160	45
TOTAL	1 910	750	2 660	590

La quantité de matériaux extraits par les travaux est de l'ordre de 1 910 m³ dans le lit mineur, auquel s'ajoute 750 m³ dans l'enveloppe de méandrage, soit un total d'environ 2 660 m³ de déblais (Tableau 17).

Concernant les besoins de remblais, il est estimé que le remblai du cours d'eau actuel, où sera opéré le reméandrage, nécessite un volume de 2 770 m³ de matériaux. A cela, s'ajoute les matériaux de remblais nécessaires à la création des banquettes sur le tronçon 6, dont le volume est estimé à 840 m³. Ainsi les besoins totaux de remblais sont estimés à 3 610 m³. Comme évoqué dans la partie V.C.1, l'équilibre remblais/déblais sera assuré grâce à la création de mares dans l'actuel lit de l'Ozon de Chenevelles. Le volume de matériaux à remblayer sera ainsi diminué.

Le terrassement du nouveau lit sera anticipé d'une recharge en granulat moyenne de 30 cm de matériaux, avec une épaisseur plus faible (10 cm) au niveau des fosses (Annexe 9).

Sur les radiers et les plats en secteur rectiligne, la reconstitution du matelas alluvial occupera quasiment toute la largeur du lit. Elle remontera légèrement en berge afin de permettre des ajustements inévitables de la section du lit mineur lors des premières crues. Il est préconisé de positionner les granulats de manière à accentuer le pincement du lit, afin de concentrer les écoulements d'étiage et favoriser un auto-curage. Ce profil en « V », ne devra pas être centré systématiquement, mais ajusté à la sinuosité du cours d'eau (Figure 19).

Au niveau des fosses, la reconstitution du matelas alluvial sera limitée à la section correspondant au débit moyen (module), elle ne sera pas nécessaire sur les banquettes en berge convexe (Figure 19).

Ainsi, le volume total de granulat est estimé à 590 m³ pour la recharge au niveau du reméandrage (Tableau 17).

L'érosion des berges et le colmatage des granulats déposés pourront être significatifs la première année avant la reprise de la végétation rivulaire. Une petite banquette en pied de berge sub-verticale sera réalisée dans la partie concave des méandres, afin de prévenir ce phénomène.

Sur la majorité des tronçons, le mélange de granulat sera constitué d'une gamme de granulométrie de 0/150 mm alluvionnaire et/ou pierre de champs en visant la répartition suivante :

- 0-20 mm (20 %),
- 20-80 mm (60 %)
- 80-150 mm (20 %)

Sur les tronçons 2, 4 et a, la gamme privilégiée sera légèrement plus grossière : 10/150 mm, ou un mélange de cette gamme avec celle de 0/150 mm. Cette gamme est davantage adaptée à ces trois tronçons qui présentent des forces tractrices plus importantes et donc une taille maximum de mise en mouvements des sédiments plus importante.

En complément, des blocs 200 – 400 mm sont à prévoir pour diversifier les habitats (environ 10 % du volume total de recharge).

VI. Discussion

L'étude de conception de la restauration hydromorphologique de l'Ozon de Chenevelles a abouti à la proposition suivante, validée par le Syndicat Mixte Vienne & Affluents.

Le secteur amont de l'Ozon de Chenevelles sera repositionné en fond de vallée et retrouvera une sinuosité naturelle. Le secteur aval de l'Ozon de Chenevelles, sera aménagé par recharge de granulat et création de banquettes. Enfin, le ruisseau du Badard, affluent de l'Ozon de Chenevelles sera rallongé et retrouvera une sinuosité naturelle.

Le dimensionnement de chaque tronçon à restaurer permettra notamment de respecter les contraintes liées :

- à la continuité écologique (pente et déclivité de radier...),
- aux conditions de fraie des truites communes (vitesse hauteur d'eau...),
- au bon fonctionnement général de la masse d'eau (indice de sinuosité, pente, puissance...).

Ainsi le dimensionnement de la restauration de l'Ozon de Chenevelles permettra de restaurer le bon fonctionnement hydraulique des deux cours d'eau, tout en diversifiant les habitats du milieu.

Cette étude de restauration hydromorphologique présente cependant plusieurs limites, pour lesquelles des pistes d'amélioration sont envisageables.

Plusieurs étapes du dimensionnement peuvent représenter une source d'erreur pour l'étape d'avant-projet. L'une des premières étapes de cette étude, sur laquelle se base l'ensemble des calculs de dimensionnement est l'estimation des débits. En l'absence de station hydraulique, l'estimation des débits et en particulier le débit d'étiage (QMNA5) est peu fiable. Une méthode d'estimation par collection de jaugeages ponctuels pourrait permettre de limiter les erreurs induites par cette étape d'estimation. Une seconde étape de l'avant-projet, qui consiste à dimensionner le gabarit du nouveau cours d'eau, peut représenter une source d'erreur pour le dimensionnement. En effet, peu de bibliographie est disponible sur le dimensionnement des fosses, contrairement au dimensionnement des radiers, qui est particulièrement bien documenté.

De plus, le site présente plusieurs contraintes sur lesquelles il n'est pas possible d'intervenir dans le cadre de ce projet, limitant ainsi l'efficacité de la restauration. Le projet permettra une amélioration de la continuité écologique du cours d'eau, cependant, en aval immédiat du secteur d'étude un seuil de pont impacte la continuité écologique et sédimentaire de l'Ozon de Chenevelles. De plus, les contraintes foncières en partie aval n'ayant pas permis un reméandrage, les travaux en lit mineur engendreront une plus faible amélioration de l'état du milieu.

Enfin, certaines méthodes n'ont pas pu être développées dans cette étude, en raison du contenu de la commande du syndicat de bassin qui est limitée par une enveloppe temporaire et budgétaire. Il s'agit notamment du développement d'un modèle hydraulique 1D ou 2D, qui permettrait de comparer des profils en long de la ligne d'eau entre l'état initial et l'état après travaux. De plus, la mise en place d'un suivi, en particulier du compartiment hydraulique par la pose de piézomètres semble pertinent dans le cas de cette étude, où la reconnexion du cours d'eau à sa nappe est un enjeu majeur.

A la suite et en complément de cette étude, un second projet portant sur la restauration complète du ruisseau du Badard est en cours de conception (phase avant-projet). Des travaux « Low-tech » de type barrage de castor, permettrait d'améliorer encore davantage l'état de la masse d'eau,

tout en respectant les contraintes budgétaires du Syndicat Mixte Vienne & Affluents. Ce choix de restauration s'appuie notamment sur des précédents projets basés sur le même type de restauration ayant bien fonctionnés.

VII. Conclusion

L'objectif de l'étude était de proposer une solution de restauration portant sur l'Ozon de Chenevelles à la Talbadière (Commune d'Archigny). Ce cours d'eau a notamment fait l'objet de travaux de rectification, qui en font aujourd'hui un cours d'eau rectiligne de type canal. Ce milieu fait donc face à des problématiques de qualité écologique, évaluée comme « moyenne » (uniformisation des faciès d'écoulement et perturbation de la faune aquatique).

Pour répondre à cette demande, la méthode de restauration proposée est celle de la recréation de cours d'eau et de la recharge granulométrique. La recréation de cours d'eau par remise en fond de vallée et reméandrage effectuée sur le secteur amont de l'Ozon de Chenevelles et le ruisseau du Badard permettra ainsi de diversifier les habitats du lit mineur (frayères, cache cous-berges...) et de restaurer les zones humides et annexes hydrauliques du lit majeur (mares, bras mort, zones humides). Enfin, des travaux dans le lit mineur (rehaussement au droit des radiers, recharge en granulats...) sur le secteur aval de l'Ozon de Chenevelles permettra, à moindre mesure, de restaurer un fonctionnement hydromorphologique naturel, par diversification des faciès d'écoulement et création d'un matelas alluvial et de frayères à truite.

Le dimensionnement du projet de restauration a permis d'établir au total huit tronçons à restaurer, disposant chacun de ses propres caractéristiques hydromorphologiques.

Sur chaque tronçon, les faciès d'écoulement seront diversifiés (radier, fosse, plat courant). La granulométrie, les hauteurs d'eau et vitesses de courant seront propices à la fraie des truites. Le nouveau gabarit du cours d'eau permettra la création et la reconnexion d'annexes hydrauliques (mares, zones humides, bras mort).

La solution proposée présente toutefois plusieurs limites, liées notamment à la fiabilité des données de l'état initial (estimation du débit d'étiage) et au manque de retour d'expérience sur le dimensionnement des fosses.

VIII. Bibliographie

Adam, P. (19-) A. (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*.

L'Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction de l'eau, des milieux aquatiques et de l'agriculture (DEMAA), Service eaux de surface. Nanterre.

Fournials. (2018a). *La Recharge en Granulats, une technique souple et rapide pour la restauration des petits cours d'eau*. <https://www.cater-com.fr/mediatheque/documents/la-recharge-en-granulats.html>

Fournials. (2018b). *La Recréation de Cours d'Eau, du retour en fond de vallée au reméandrage*. <https://www.cater-com.fr/mediatheque/documents/la-recreation-de-cours-deau.html>

Jean-Paul Bravard et François Petit, 1997, *Les cours d'eau, dynamique du système fluvial*. (s. d.).

Lagasse, P. F., & National Cooperative Highway Research. (2004). *Handbook for Predicting Stream Meander Migration*. Transportation Research Board.

Pauchard, L., Madeline, P., & Marie, M. (2016). L'échange parcellaire : Une nouvelle étape dans l'aménagement foncier de l'Ouest français. *Noroi*, 240, 7-24.
<https://doi.org/10.4000/noroi.5928>

IX. Annexes

Annexe 1 : Plan topographique – Etat actuel Amont au 1 / 250

Annexe 2 : Plan topographique - Etat actuel Aval au 1 / 250

Annexe 3 : Coupe (face amont) de l'ouvrage type pont

Annexe 4 : Profil en long de l'ouvrage type pont

Annexe 5 : Plan d'Avant-Projet Amont au 1 / 250

Annexe 6: Plan d'Avant-Projet Aval au 1 / 250

Annexe 7 : Profils en travers du projet de restauration (tronçons 1 à 5)

Annexe 8 : Profils en travers du projet de restauration (tronçons 6, a et b)

Annexe 9 : Profil en long type du projet de restauration

Annexe 10 : Description des sondages pédologiques

Annexe 11 : Fiche frayère - La Truite commune – ONEMA

Annexe 12 : Contraintes de dimensionnement reméandrage

Annexe 1 :
Plan topographique
– Etat actuel Amont
au 1 / 250



- Commune d' ARCHIGNY

RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE I L' OZON DE CHENEVELLES

ETAT INITIAL

PLAN

PLB

Levé et dressé p

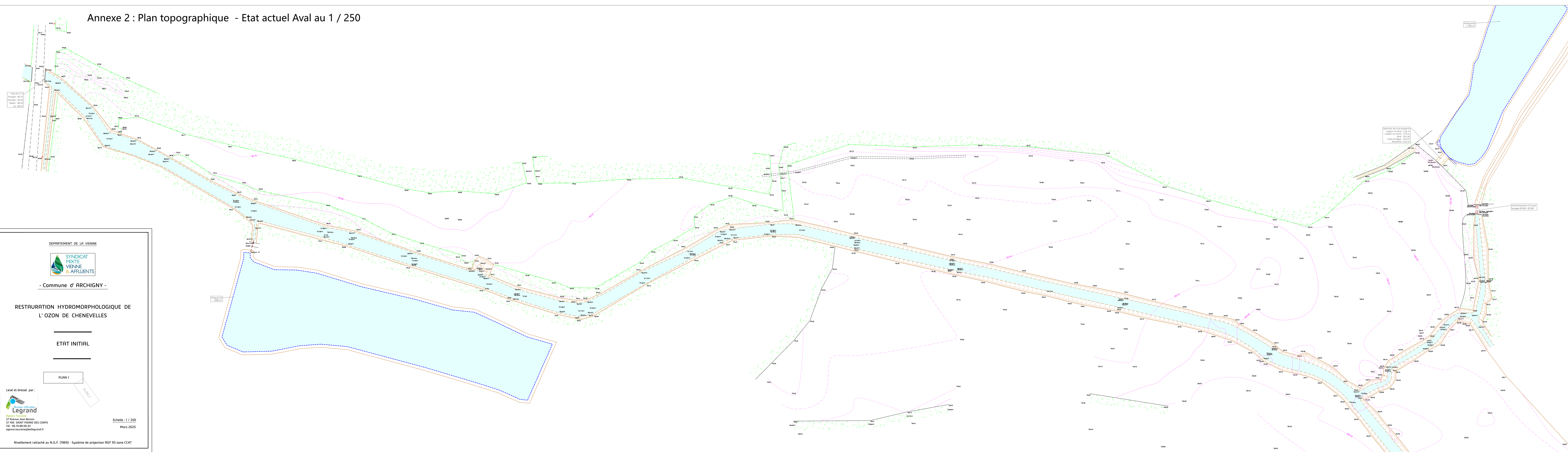


Agence Touraine
27 Avenue Jean Bonnin
37 700 SAINT PIERRE DES CO
Tél : 06.74.88.00.43
agence.touraine@betlegrand.fr

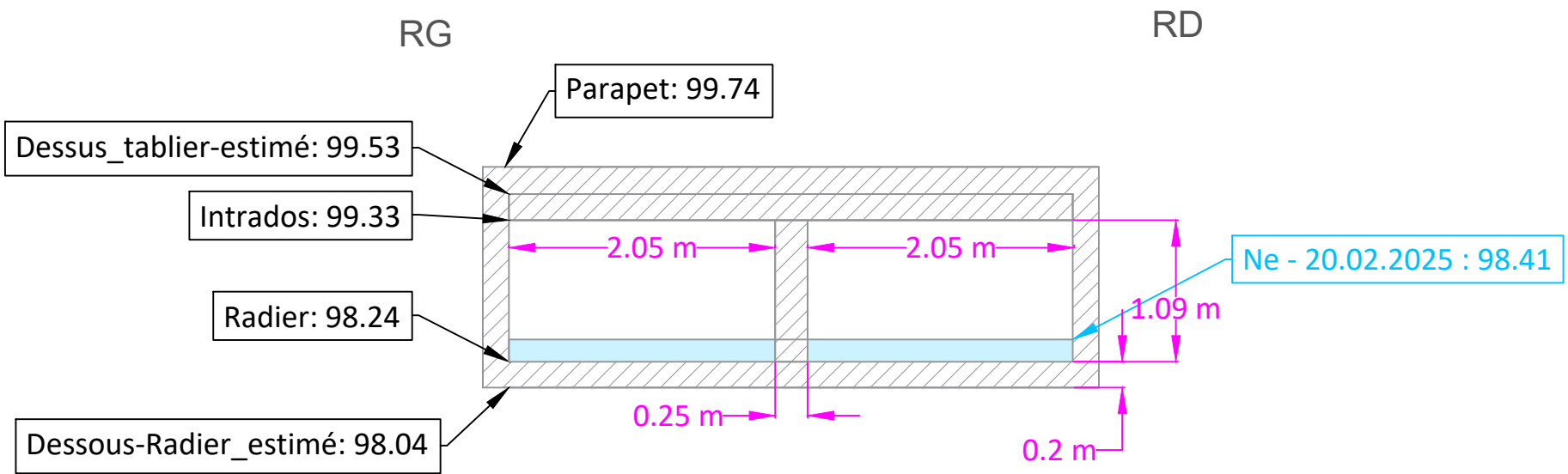
Echelle : 1 / 2

Nivellement rattaché au N.G.F. (1969) - Système de projection RGF 93 zone

Annexe 2 : Plan topographique - Etat actuel Aval au 1 / 250



OH - PONT VC n° 5 "VANGUEIL" - Vue amont

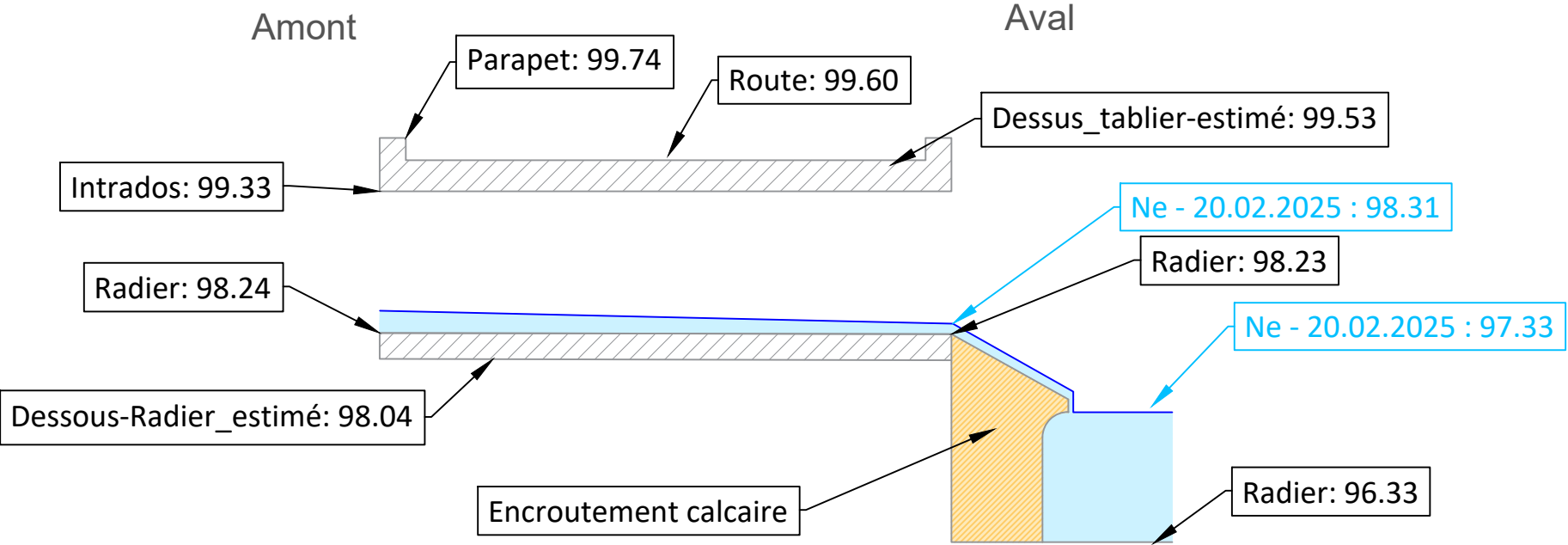


Plan de comparaison : 97.00

Echelle en X : 1/100

Echelle en Y : 1/100

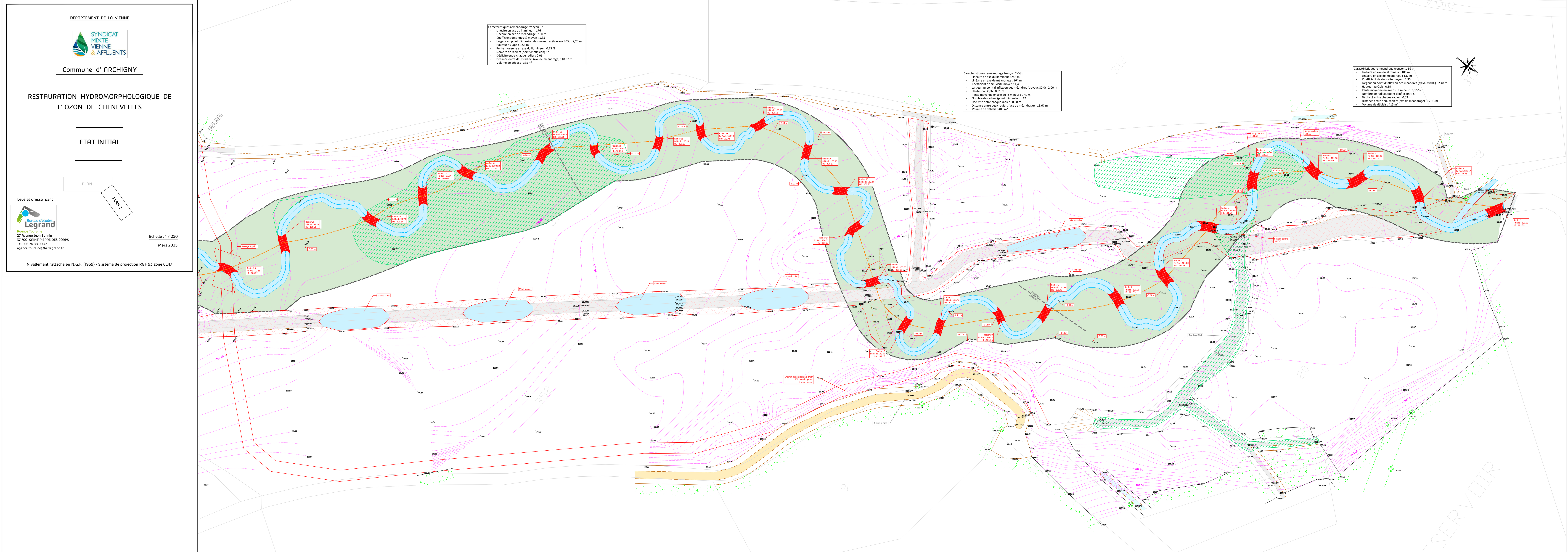
OH - PONT VC n° 5 "VANGUEIL" - Profil en long



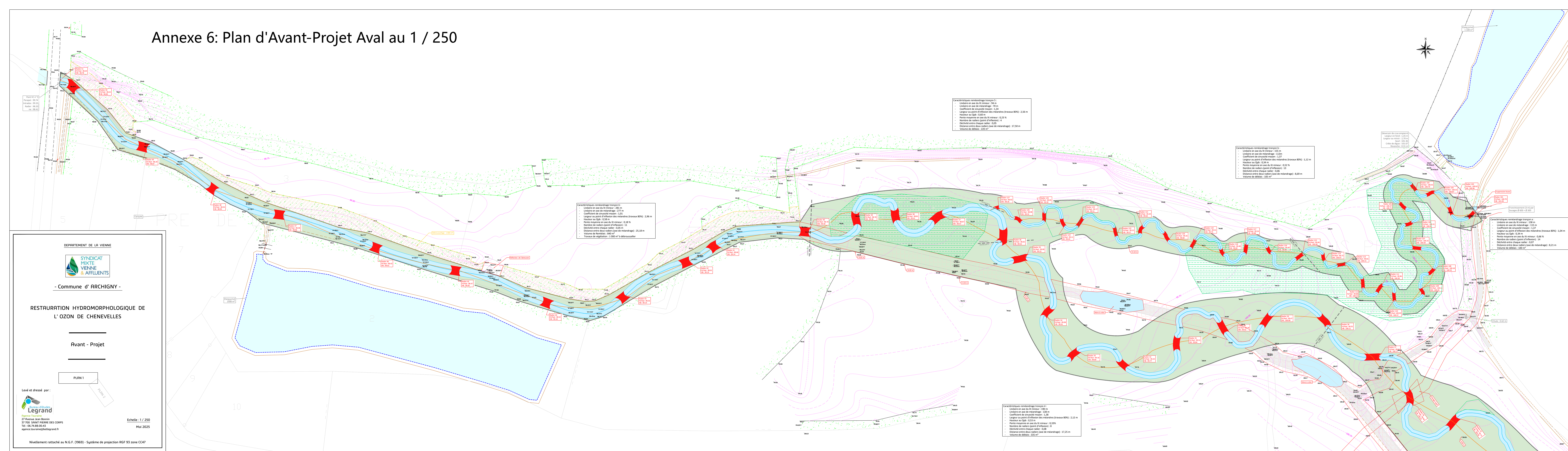
Plan de comparaison : 96.00

Echelle en X : 1/100
Echelle en Y : 1/100

Annexe 5 : Plan d'Avant-Projet
Amont au 1 / 250



Annexe 6: Plan d'Avant-Projet Aval au 1 / 250



Levé et dressé par :
Agence Touraine
27 Rue Jean Bonin
37 700 SAINT PIERRE DES CORPS
Tél : 06 74 88 00 43
agence.touraine@betilegrand.fr

Échelle : 1 / 250
Mai 2025

Nivellement rattaché au N.G.F. (1969) - Système de projection RGF 93 zone CC47

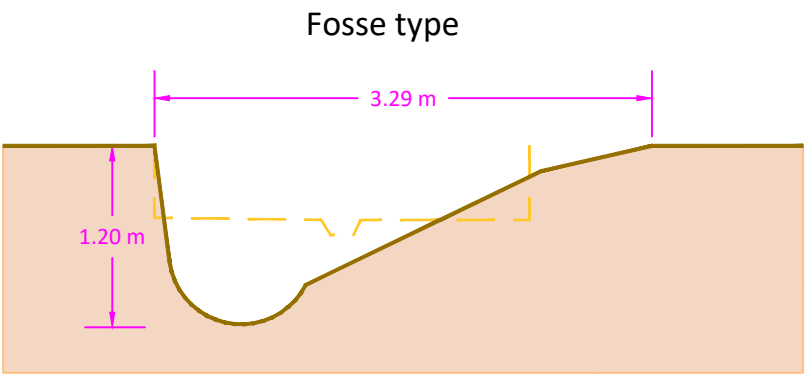
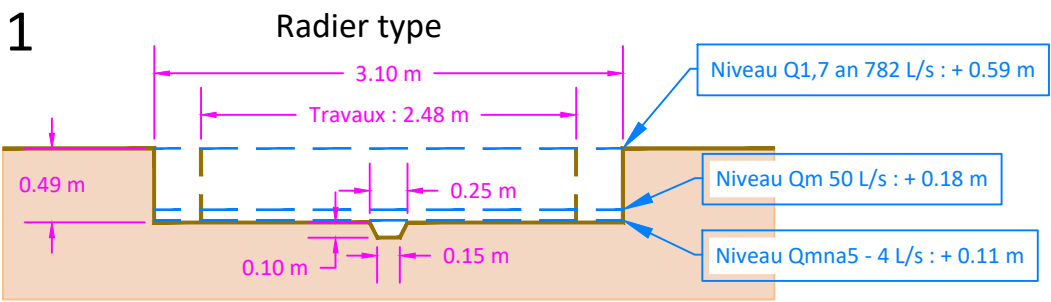
PROJET DE RESTAURATION DE L' OZON DE CHEVENEVELLES ET DU BADARD

PROFILS EN TRAVERS TYPE (Tronçons 1 à 5)

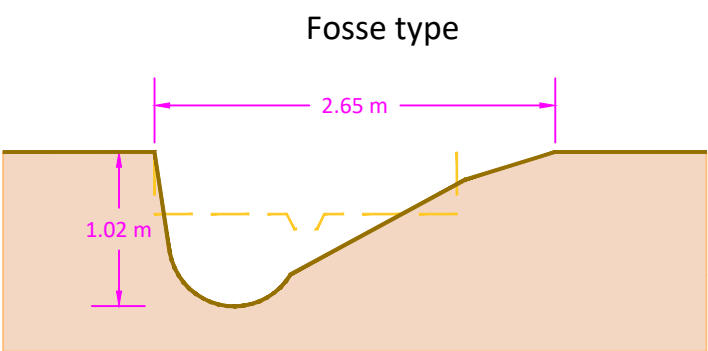
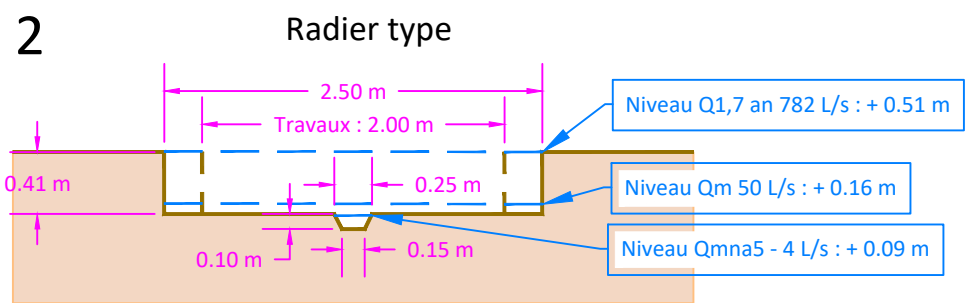
S.M.V.A.

ARCHIGNY - Site de la Talbardière

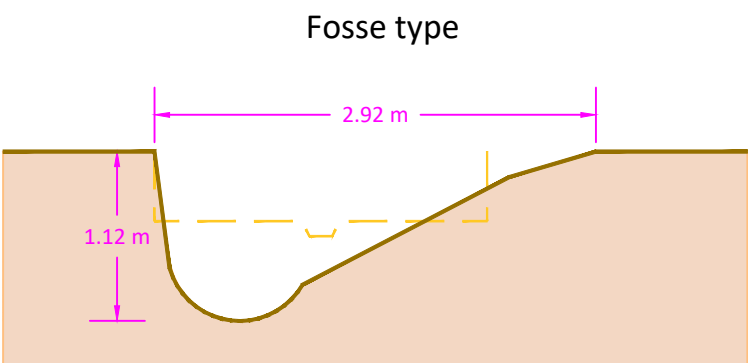
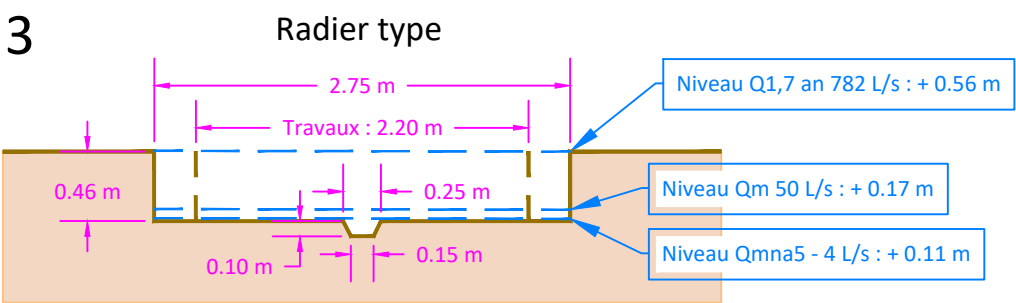
Tronçon 1



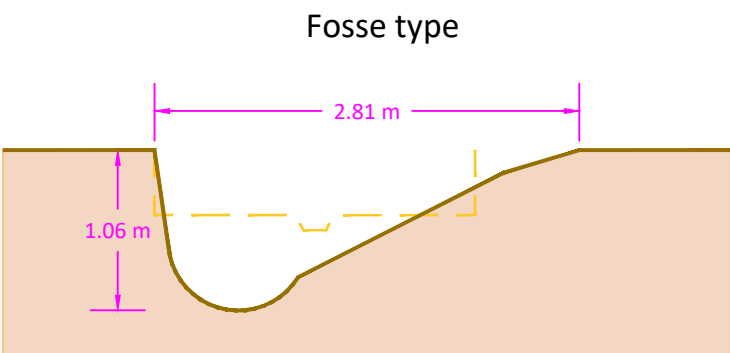
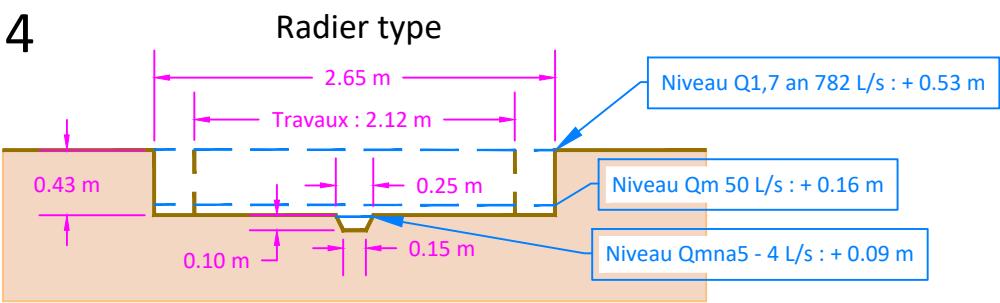
Tronçon 2



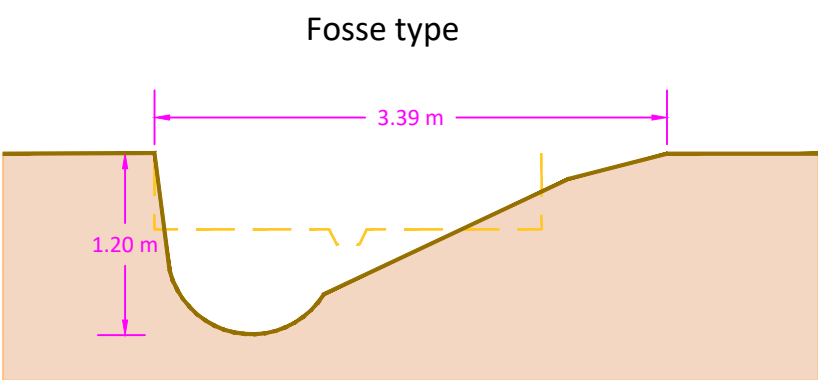
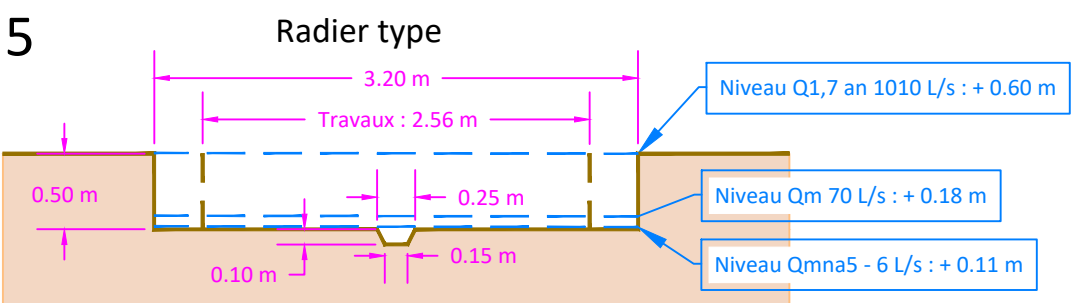
Tronçon 3



Tronçon 4



Tronçon 5



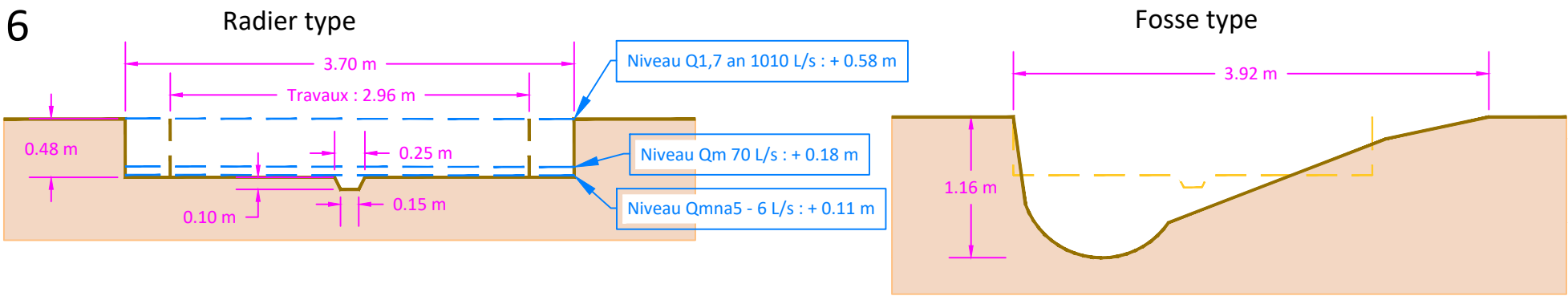
PROJET DE RESTAURATION DE L' OZON DE CHENEVELLES ET DU BADARD

PROFILS EN TRAVERS TYPE (Tronçons 6 , a et b)

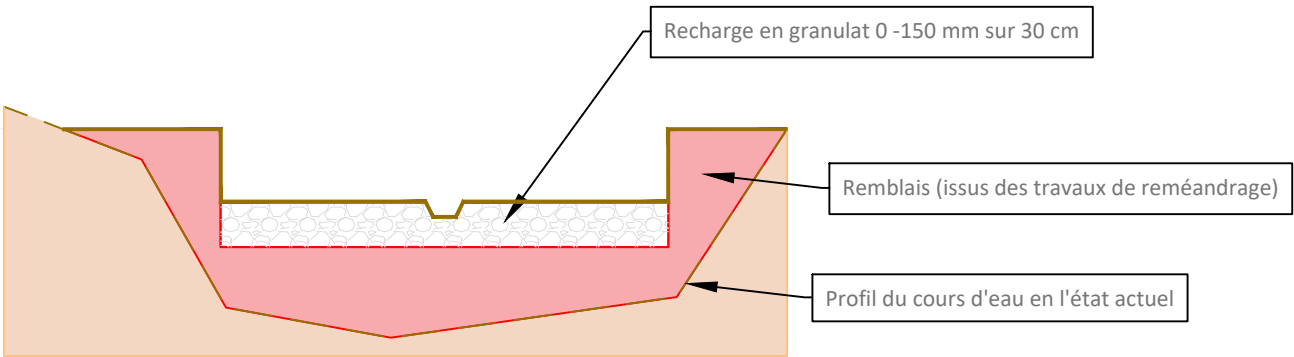
S.M.V.A.

ARCHIGNY - Site de la Talbardière

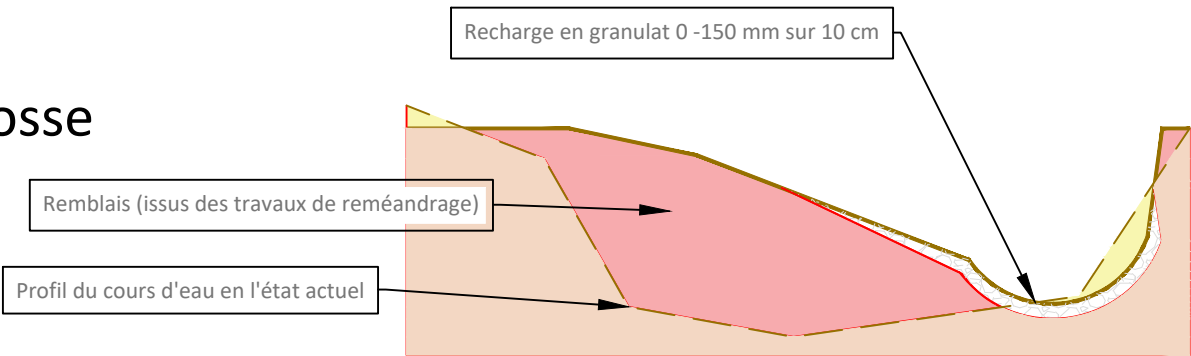
Tronçon 6



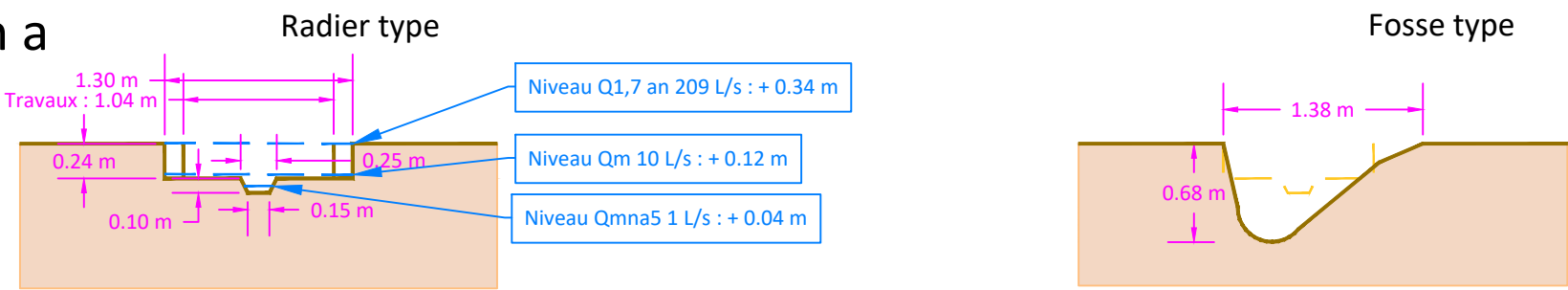
Tronçon 6 - Radier



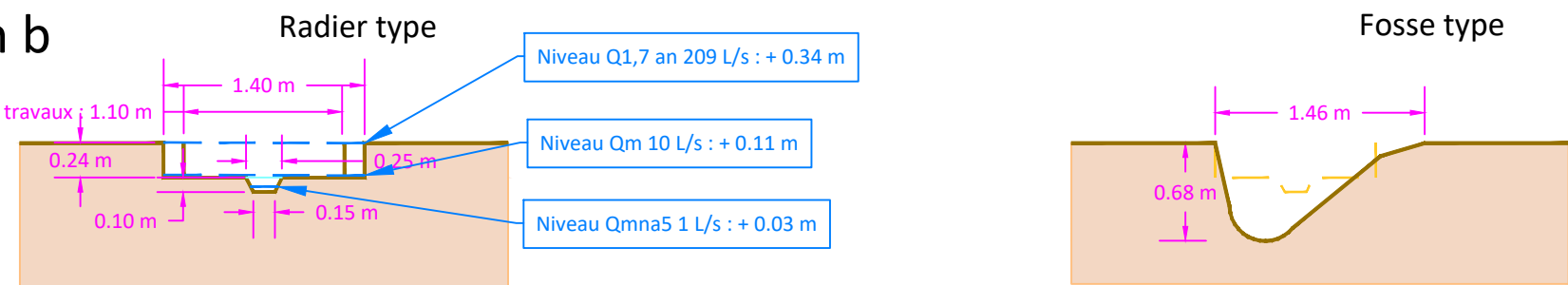
Tronçon 6 - Fosse



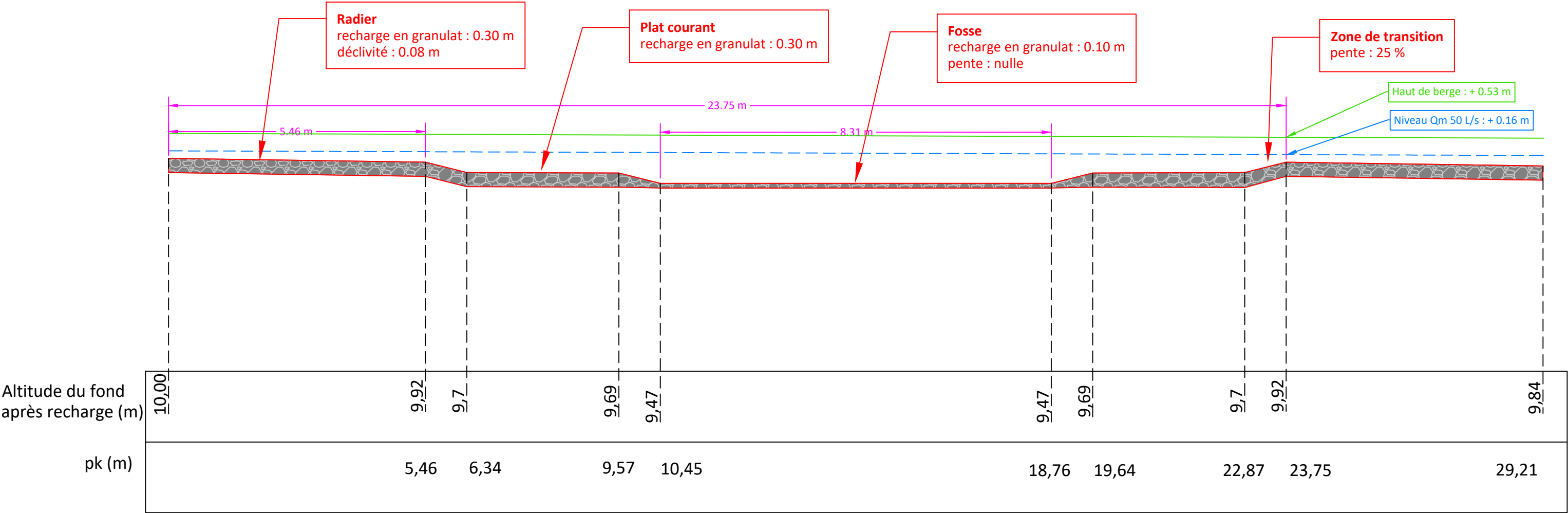
Tronçon a



Tronçon b



PROJET DE RESTAURATION DE L ' OZON DE CHENEVELLES ET DU BADARD
PROFIL EN LONG TYPE D ' UNE SEQUENCE DE FACIES (Exemple du tronçon n°4)
S.M.V.A.
ARCHIGNY - Site de la Talbardière



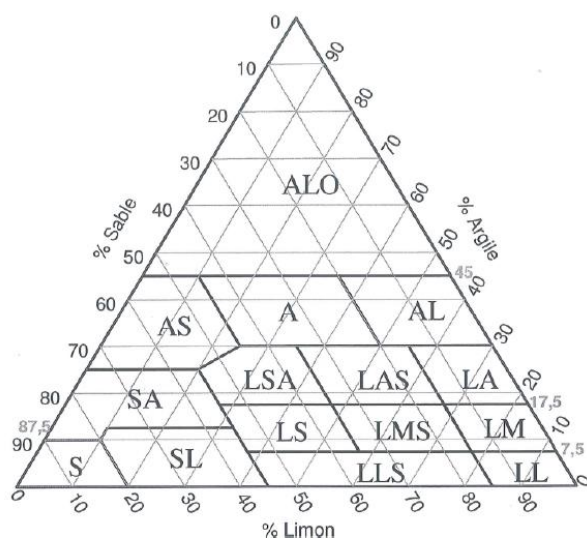
Description des sondages pédologiques

Date d'investigation	20/02/2025	Antécédent météorologique	3,4mm de cumul de pluie sur les 10 jours précédant les investigations*
-----------------------------	------------	----------------------------------	--

**Infoclimat, station la plus proche : Archigny (86), 2 km*

Note de lecture :

❖ Textures de sol :



ALo : Argile lourde
A : Argileux
AL : Argilo-limoneux
AS : Argilo-sableux

S : Sableux
SA : Sablo-argileux
SL : Sablo-limoneux

LL : Limon léger
LLS : Limon léger sableux
LM : Limon moyen
LMS : Limon moyen sableux
LS : Limono-sableux
LSA : Limono-sablo-argileux
LAS : Limono-argilo-sableux
LA : Limono-argileux

Profil n° 1	FLUVIOSOL				
	Horizon	Texture	Couleur	Éléments grossiers	Humidité relative
0 – 20 cm	A	LS	Bariolé gris-ocre	/	Frais
20 – 60 cm	S1	LM / LA	Gris	/	Frais
60 – 70 cm	S2	AL	Gris	/	Frais
60 – 100 cm	S3	A	Bariolé gris-ocre	/	Humide



A

S1

S2

S3

Commentaire	Absence d'éléments grossiers				
-------------	------------------------------	--	--	--	--

Profil n° 2	FLUVIOSOL				
	Horizon	Texture	Couleur	Éléments grossiers	Humidité relative
0 – 20 cm	A	LS	Brun foncé	/	Frais
20 – 70 cm	S1	LA	Brun-ocre à bariolé gris-ocre	/	Frais
70 – 80 cm	S2	A	Bariolé gris-ocre	/	Frais
80 – 100 cm	S3	A	Gris	/	Humide



A

S1

S2

S3

Commentaire	Absence d'éléments grossiers				
-------------	------------------------------	--	--	--	--

Profil n° 3	FLUVIOSOL				
	Horizon	Texture	Couleur	Éléments grossiers	Humidité relative
0 – 40 cm	A	LS / L	Brun	/	Frais
40 – 60 cm	S1	AL/A	Brun-ocre	/	Frais
60 – 100 cm	S2	A	Gris	/	Humide à noyé



Niveau d'eau A S1 S2

Commentaire	Niveau d'eau à 20 cm en fin de sondage - horizon noyé à partir de 80 cm – absence d'éléments grossiers
-------------	--

Profil n° 4	FLUVIOSOL				
	Horizon	Texture	Couleur	Éléments grossiers	Humidité relative
0 – 20 cm	A	LS	Brun foncé	/	Frais
20 – 30 cm	S1	LA	Gris	/	Frais
30 – 55 cm	S2	Al/A	Bariolé gris-ocre	/	Humide
55 – 100 cm	S3	A	Gris	Oui	Humide + à noyé



A Niveau d'eau S1 S2 S3

Commentaire	Niveau d'eau à 20 cm en fin de sondage - horizon noyé à partir de 90cm – présence de silex à partir de 85 cm
-------------	--

Profil n° 5	FLUVIOSOL				
	Horizon	Texture	Couleur	Éléments grossiers	Humidité relative
0 – 20 cm	A	SL	Brun	/	Frais
20 – 55 cm	S1	L/LA	Bariolé gris-ocre	/	Frais
55 – 80 cm	S2	AL	Gris	/	Humide
80 – 100 cm	S3	AL	Brun	/	Humide



A S1 Niveau d'eau S2 S3

Commentaire	Niveau d'eau à 60 cm en fin de sondage - absence d'éléments grossiers
-------------	---

Profil n° 6	FLUVIOSOL				
	Horizon	Texture	Couleur	Éléments grossiers	Humidité relative
0 – 25 cm	A	S	Brun très foncé	/	Humide +
25 – 50 cm	S1	AL	Bariolé gris-ocre	/	Humide +
50 – 90 cm	S2	AL	Bariolé gris-ocre	/	Humide +
90 – 110 cm	S3	L	Brun foncé-ocre	/	Frais



A Niveau d'eau S1 S2 S3

Commentaire	Niveau d'eau à 25 cm en fin de sondage - absence d'éléments grossiers
-------------	---

Ordre des Salmoniformes

Famille des Salmonidae

Cette espèce figure sur l'arrêté du 08/12/1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national.



E.CO.G.E.A., 2008

Généralités sur l'espèce

En France, la truite commune colonise des habitats diversifiés : on la rencontre des petits torrents de montagne, des rases des plateaux des massifs anciens jusqu' à certains grands cours d'eau de plaine, en passant par certains lacs, pourvu que les eaux restent fraîches (entre 0 et 20°C) et bien oxygénée (> 7mg/l).

La truite commune présente trois "écotypes" : la truite de mer, migratrice amphihaline, la truite de lac, essentiellement inféodée aux grands lacs alpins et la truite de rivière, la plus largement répartie géographiquement. Ces 3 "formes" ont des caractéristiques communes concernant les sites de reproduction même si, du fait de leur taille, la truite de mer et la truite de lac utilisent des sites se rapprochant aussi beaucoup de ceux utilisés par le saumon.

Reproduction

La reproduction de la truite commune se déroule de fin octobre à fin janvier sur des fonds de graviers et petits galets. Les truites sont généralement positionnées par couple sur la zone de fraie, même s'il est possible d'observer plusieurs géniteurs dans un petit périmètre. Le mâle possède alors un caractère extrêmement territorial vis à vis de sa femelle et s'évertue à chasser ses concurrents. L'acte de fraie se caractérise par des mouvements convulsifs de la femelle qui après avoir creusé une petite dépression dans le substrat, expulse ses oeufs aussitôt fécondés par le mâle. Ces oeufs se déposent sur le fond puis sont recouverts de substrat par la femelle, qui se déplace en remontant vers l'amont au fur et à mesure que l'acte de fraie progresse.

Température :	2 à 11°C
Granulométrie :	10 à 50 mm et 20 à 100 mm
Vitesse de courant :	20 à 75 cm/s
Profondeur de fraie :	10 à 80 cm

Au final, la frayère est constituée d'un dôme dans lequel sont enfouis les oeufs et d'un creux à l'amont, correspondant à l'emplacement des derniers matériaux déplacés énergiquement par la femelle. La frayère abrite ainsi plusieurs poches d'oeufs. Les premiers oeufs déposés sont situés les plus en aval dans la frayère. Cette frayère est facilement repérable dans le cours d'eau : elle correspond à une tache claire d'environ 40 cm de long pour 25 cm de large, pour un couple de truite d'une vingtaine de centimètres. Le substrat (et les oeufs enfouis) débarrassé du périlithon et des particules fines est alors parfaitement irrigué. Chez les plus gros sujets, la taille des frayères peut atteindre plus de 2 m de long.



E.CO.G.E.A., 2007

Couple de truites sur frayère

Faciès d'écoulement utilisés pour la reproduction

Sur des cours d'eau de taille importante, les queues de fonds, les plats et plats courants précédant les ruptures de pente, et les secteurs de tresse sont des sites privilégiés de reproduction de la truite commune.

Sur des systèmes de taille plus modeste, les mêmes types de faciès sont utilisés (queues de fonds, plats et plats courants), mais les faciès de type escaliers peuvent aussi abriter quelques frayères si la granulométrie s'y prête.

Les frayères sont parfois édifiées à proximité d'embâcles, créant une accélération en bordure, ce qui peut parfois rendre les frayères difficiles à déceler.



Multiple frayères de truite commune sur un faciès plat précédant une rupture de pente

Le repérage des frayères

Selon le type de milieu et la taille des truites, le repérage des frayères peut se faire soit à large échelle à pied ou à l'aide d'une embarcation (canoë ou bateau à moteur), soit à pied à l'échelle de stations représentatives du cours d'eau (prospection lente de plusieurs séquences de faciès). L'utilisation de lunettes polarisantes est indispensable. Sur les zones favorables, les nids sont repérables, lorsqu'ils sont récents, par leur couleur claire correspondant au nettoyage du substrat et par leur structure en creux et dôme (bathyscope parfois utile).

Il est important de noter que ponctuellement et en fonction des originalités géologiques et morphologiques du cours d'eau, les truites peuvent exploiter des fractions granulométriques plus fines que celles citées précédemment (gravier fins voir sables grossiers). Les grandes truites sont également susceptibles de déplacer des fractions granulométriques de taille plus importante que les petites, ce qui donne des indices sur les dimensions des géniteurs.

La reproduction de la truite commune a lieu en fin d'automne et début d'hiver. Les augmentations de débit suivant les épisodes pluvieux sont susceptibles d'effacer rapidement les structures, rendant alors leur repérage délicat.



Une frayère de truite commune

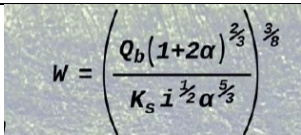
Pour en savoir plus...

Bagliniere J.L., Maisse G., 1991. La truite, biologie et écologie, INRA Edition, Paris, 302 p.

Richard, A., 1998. Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. Collection Mise au point CSP, 256 p.

Nombreuses publications sur cette espèce sur <http://www.kmae-journal.org/> dont par exemple : Delacoste M., Baran P., Dauba F. et Belaud A., 1993. Etude du macrohabitat de reproduction de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans une rivière Pyrénéenne, la Neste du Louron. Evaluation d'un potentiel de l'habitat physique de reproduction. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 331, 341-356.

Annexe 12 : Contraintes de dimensionnement reméand

SI - Coefficient de sinuosité visé <i>Pour le nouveau lit (secteur amont) uniquement</i>	1,4
Q_b – Débit à plein bord <i>Correspondant au débit de crue 1,7 an</i>	Débit dimensionnant utilisé : - Secteur amont : 782 l/s - Secteur aval : 1 010 l/s - Affluent (ruisseau du Badard) : 209 l/s
W/D - Rapport de forme visé	6
α - Inverse du rapport de forme	0,1667
Ks – Coefficient de rugosité <i>(Valeur empirique pour les cours d'eau restauré)</i>	25 m^{1/3}/s
W - Largeur à plein bord moyenne <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de la pente : i)</i>	
D - Profondeur à plein bord moyenne <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de W et donc de la pente : i)</i>	D = α x W
λ – Longueur d'onde (entre 10 et 12 W) <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de W et donc de la pente : i)</i>	11 x W retenu
ē – Ecartement moyen entre point d'inflexion <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de λ, donc de W et donc de la pente : i)</i>	ē = λ / 2
n – Nombre de points d'inflexion <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de λ, donc de W et donc de la pente : i, mais également de la longueur en axe)</i>	n = 1 + ((2 x Longueur en axe) / λ)
Ω – Amplitude <i>Également nommé : emprise de l'enveloppe de méandrage</i> <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de W et donc de la pente : i)</i>	Ω = 6 x W en moyenne
Υ : Poids volumique de l'Eau	9 810 N/m³
P : Puissance du cours d'eau (Watts/m) <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de la pente : i)</i>	P = Υ x Q_b X i
ω : puissance spécifique (Watts/m²) <i>Calculé selon la formule suivante (dépend ainsi de W et donc de la pente : i)</i>	ω = P / W
Longueur de radier	Entre 15 et 30 % de la longueur totale - 23% pour les tronçons en reméandrage - 15% pour le tronçon avec travaux dans le lit (tronçon 6)
Pente de radier	Entre 2 et 6 fois la pente du tronçon, sans dépasser 5 %
Longueur de fosse	35 % de la longueur totale



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Mélissa Courteix
2024-2025

Etude pour la restauration hydromorphologique de l'Ozon de Chenevelles à Archigny (86)

Résumé :

L'Ozon de Chenevelles est un cours d'eau de plaine qui a subi de fortes dégradations (déplacement, linéarisation, incision, perte d'habitats, déconnexion latérale et verticale). Le Syndicat Mixte Vienne & Affluents a donc entrepris de réaliser des travaux de restauration hydromorphologique sur une portion de 850 m. Le bureau d'études BET Legrand a ainsi été missionné pour dimensionner les travaux de restauration. La majeure partie du tronçon à restaurer fera l'objet de travaux de remise en fond de vallée et de reméandrage, tandis que le secteur aval, soumis à des contraintes latérales fera l'objet de travaux en lit mineur (recharge granulométrique). Ce projet de restauration hydromorphologique a pour objectif de connecter le cours d'eau à ses annexes hydrauliques et à sa nappe d'accompagnement et d'améliorer la continuité écologique et sédimentaire, tout en recréant une diversité d'habitats (frayères à truite...).

Mots Clés : restauration hydromorphologique, reméandrage, recharge granulométrique, frayères

BET Legrand :
27 Avenue Jean Bonnin
37 700 Saint Pierre des Corps

Tuteur entreprise :
Edouard Grossain
Directeur général

Tutrice académique :
Francesca Di Pietro