



Syndicat Mixte des Vallées de la Veyre et de l'Auzon (SMVVA)

13 rue principale

63 450 St-SATURNIN

Restauration du ruisseau de Saint Sandoux en amont de la confluence du
Charlet – Commune de la Sauvetat (63) – Etude préalable

DOSSIER PROJET

31/03/2026



Groupe MERLIN

Suivi du document :

PRO Restauration Saint Sandoux – Ind A

Indice	Établi par	Approuvé par	Le	Objet révision
A	C. BARBAN	C. BARBAN	31/03/2026	Établissement

Sommaire

I.	CONTEXTE INITIAL.....	7
II.	DESCRIPTIF DU SITE	8
II.1.	Localisation du secteur d'étude	8
II.2.	Description du cours d'eau au droit du projet.....	9
II.3.	Hydrologie	11
II.3.1.	Caractéristiques du bassin versant du ruisseau de Saint Sandoux	11
II.3.2.	Débits caractéristiques	12
II.4.	Fonctionnement hydraulique	13
II.4.1.	Modèle utilisé.....	13
II.4.2.	Forces tractrices	13
II.4.3.	Résultats des simulations état initial	14
III.	DESCRIPTION DES TRAVAUX A REALISER	16
III.1.	Renaturation du ruisseau le long du chemin communal	16
III.1.1.	Dimensionnement du nouveau lit.....	16
III.1.2.	Réalisation des seuils successifs	16
III.1.3.	Création d'un nouveau lit.....	17
III.1.4.	Reprise du chemin communal.....	18
III.1.5.	Fonctionnement hydraulique état projet.....	19
III.2.	Création du bassin de décantation et d'une zone humide à l'aval.....	21
III.2.1.	Création d'un bassin de décantation.....	21
III.2.2.	Création d'un ouvrage de franchissement du ruisseau de Saint Sandoux	23
III.2.3.	Création d'un nouveau lit méandrique et de la zone humide	23

III.2.4.	Création d'un chemin d'accès pour les engins	25
III.2.5.	Gestion des déblais	25
III.2.6.	Description des travaux	26
IV.	ORGANISATION DES TRAVAUX	27
IV.1.	Accès au chantier	27
IV.2.	Mise hors d'eau	28
IV.3.	Phasage du chantier	29
V.	SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES MATERIAUX	30
V.1.	Clause commune à tous les matériaux	30
V.2.	Enrochements et autres matériaux naturels	30
V.2.1.	Approvisionnement des enrochements	30
V.2.2.	Dimensionnement des blocs d'enrochements	30
V.2.3.	Contrôle des enrochements	30
V.2.4.	Matériaux granulaires pour reconstitution du lit	31
V.3.	Bétons	32
V.3.1.	Désignation des bétons	32
V.3.2.	Fabrication et livraison des bétons	32
V.3.3.	Contrôle des bétons	36
V.4.	Dalot	36
V.5.	Protection des surfaces en berge	36
V.5.1.	Géotextile synthétique sous enrochements	36
V.5.2.	Treillis coco	37
V.6.	Végétaux	37
V.6.1.	Approvisionnement et label végétal local	37
V.6.2.	Fourniture des végétaux	39
V.6.3.	Espèces de saules à favoriser	39
V.6.4.	Boutures de saule	40
V.6.5.	Semis	40
V.6.6.	Espèces arbustives, arborées et hélophytes	42
V.6.7.	Paillage	44
V.6.8.	Accessoires	44
V.7.	Chemin communal et nouveau chemin d'accès engin	44
V.7.1.	Géotextile sous couche d'assise	44
V.7.2.	Structure de chaussée en grave non traitée	45
V.8.	Clôture et portail	45
V.8.1.	Clôture	45

V.8.2. Portails agricoles	46
VI. MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX	47
VI.1. Débroussaillage – Déboisement – Enlèvement de la végétation	47
VI.1.1. Travaux de déboisement	47
VI.1.2. Travaux de débroussaillage	47
VI.1.3. Dessouchage	47
VI.1.4. Elimination des plantes exotiques envahissantes	47
VI.2. Consistance des travaux de terrassement	48
VI.2.1. Décapage de la terre végétale	48
VI.2.2. Déblais en terrain de toute nature	49
VI.2.3. Réglage des talus des berges	49
VI.2.4. Remblais	49
VI.2.5. Mise en dépôt provisoire	49
VI.3. Consistance des travaux de création des mares	50
VI.3.1. Consistance des travaux de terrassement	50
VI.3.2. Caractéristiques techniques des engins	51
VI.4. Mise en œuvre des enrochements	51
VI.4.1. Préambule général	51
VI.4.2. Enrochements en berge	51
VI.4.3. Seuils en enrochements	52
VI.4.4. Radier en enrochements	52
VI.4.5. Reconstitution du lit en matériaux granulaires	52
VI.5. Mise en œuvre du béton	52
VI.6. Consistance des travaux de protection de berge	56
VI.6.1. Protection des surfaces	56
VI.6.2. Bouturage	56
VI.6.3. Semis	57
VI.7. Consistance des travaux de plantation	57
VI.7.1. Réalisation des fosses de plantation	57
VI.7.2. Remplissage des fosses de plantation	58
VI.7.3. Plantation des arbustes et arbustes	58
VI.7.1. Plantation des hélophytes au niveau de la zone humide	58
VI.7.2. Mise en œuvre du paillage	59
VI.7.3. Mise en place des tuteurs et des protections	59
VI.8. Mise en œuvre du dalot	59
VI.9. Réalisation des chemins d'accès	59

VI.9.1. Réglage et compactage de fond de forme.....	59
VI.9.2. Mise en place du géotextile	60
VI.9.3. Structure de chaussée en graves non traitées	60
VI.9.4. Mise en œuvre grave 5/14	61
VI.10. Clôture et portail	61
VI.10.1. Clôture.....	61
VI.10.2. Portail prairie.....	62
VII. GARANTIE ET ENTRETIEN DES VEGETAUX.....	63
VII.1.1. Nature et durée des garanties.....	63
VII.1.2. Constat de reprise des végétaux	63
VII.1.3. Exigences de réussite des plantations de végétaux et des techniques végétales	64
VII.1.4. Entretien et arrosage des végétaux.....	64
VII.1.5. Espèces exotiques envahissantes	64
VIII. DOSSIER DE RECOLEMENT	65
IX. ESTIMATION FINANCIERE DES TRAVAUX	66
X. DOSSIER PLANS.....	67

I. CONTEXTE INITIAL

Le Syndicat Mixte des Vallées de la Veyre et de l'Auzon (SMVVA), compétent en gestion des milieux aquatiques, a signé le second contrat territorial des 5 rivières pour la période 2024-2026 le 19/09/2024. Ce contrat permet une gestion globale et concertée sur les bassins des Assats, de l'Auzon, du Charlet, du Pignols et de la Veyre.

Lors de l'élaboration de la phase 1 du Contrat, le Charlet faisait l'objet d'un contrat en cours d'achèvement. Une étude bilan devait être menée. Aussi, aucune action de restauration de milieux aquatiques n'étaient inscrites à la programmation de phase 1 du Contrat des 5 Rivières.

Le projet concerne **la restauration morphologique du ruisseau de Saint-Sandoux en amont de la confluence avec le Charlet**. Celui-ci a subi diverses dégradations au moment des travaux de création de l'autoroute : rectification, incision verticale entraînant un dysfonctionnement sédimentaire actif, destruction de la ripisylve, curages... avant la confluence avec le Charlet,

La restauration attendue consisterait à : créer de légers méandres, combler les fosses d'incision, stabiliser le lit, retaluter les berges, restaurer la ripisylve et à créer une zone humide/tampon permettant de limiter la turbidité récurrente et les pollutions.

Afin de mener à bien le projet, le SMVVA a fait l'acquisition d'environ 1,4 ha.

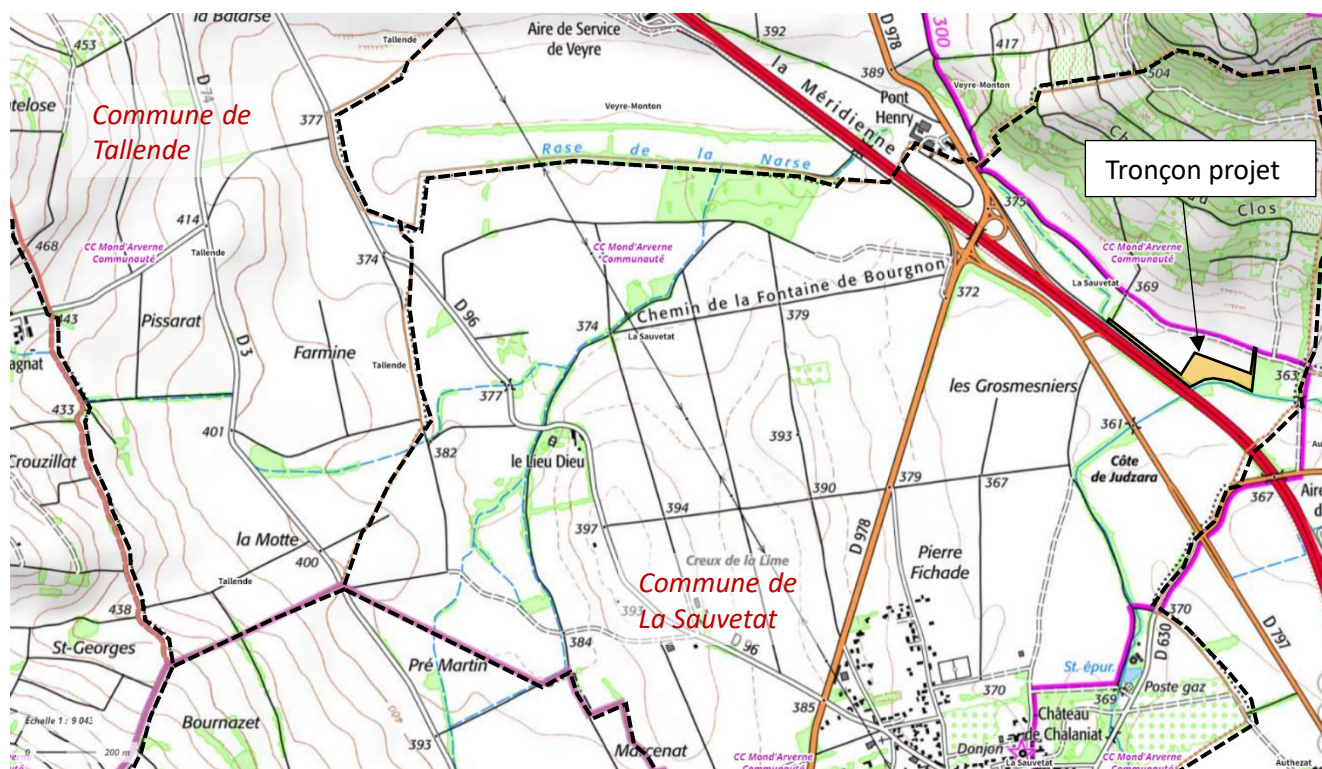
Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la phase 2 du contrat territorial (Fiche B.1.12 du contrat territorial des 5 rivières pour la période 2024-2026).

II. DESCRIPTIF DU SITE

II.1. Localisation du secteur d'étude

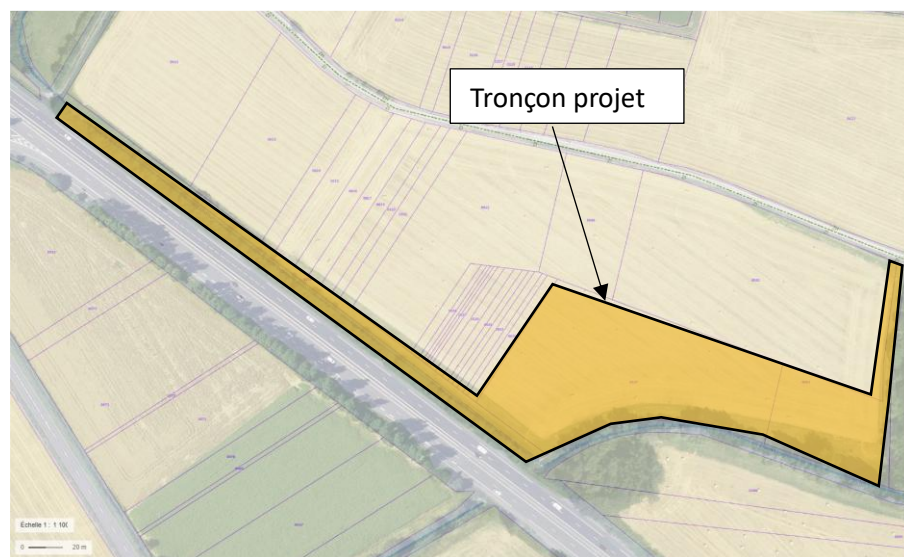
Le projet concerne un tronçon de 350 ml en amont de la confluence avec le Charlet, le long de l'autoroute A75 sur la commune de la Sauvetat. Il est délimité en amont par une buse de franchissement d'un chemin communal et en aval par un seuil en béton.

Figure 1. Localisation sur carte IGN et photo aérienne du tronçon d'étude



Source : Géoportail

Figure 2. Localisation du tronçon d'étude sur photo aérienne



Source : Géoportail

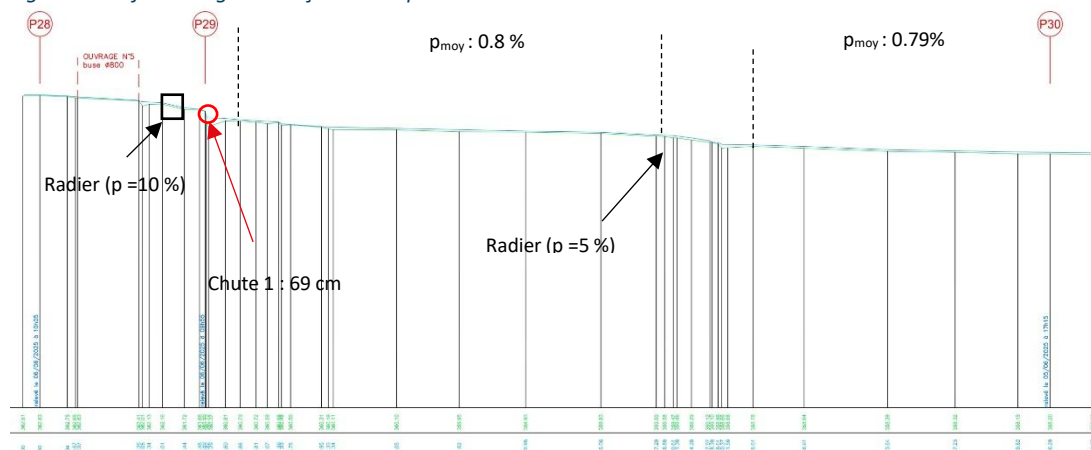
II.2. Description du cours d'eau au droit du projet

La définition du programme des travaux doit permettre de corriger les dysfonctionnements observés sur le secteur d'étude lors du diagnostic de terrain.

Les problématiques et contraintes identifiées à l'issue du diagnostic sont les suivantes (cf. photos page suivante) :

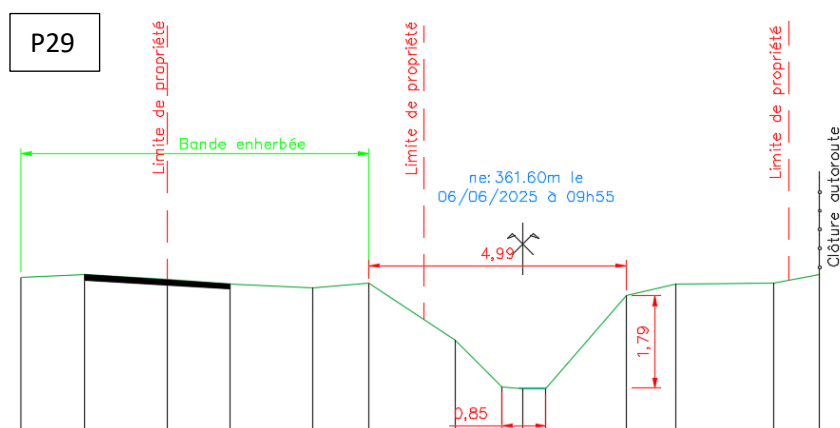
- ▶ Cours d'eau rectiligne et contraint en rive gauche et rive droite (chemin communal et A75),
- ▶ Berges verticalisées et lit très incisé,
- ▶ Lit mineur colmaté par l'apport de sédiments,
- ▶ Présence d'une chute importante en sortie de buse,
- ▶ Présence d'un radier bétonné avec une chute au niveau de la confluence avec le Charlet,
- ▶ Absence de végétation rivulaire.

Figure 3. Profil en long du tronçon sur sa partie amont



Source : Ellipse Positionnement

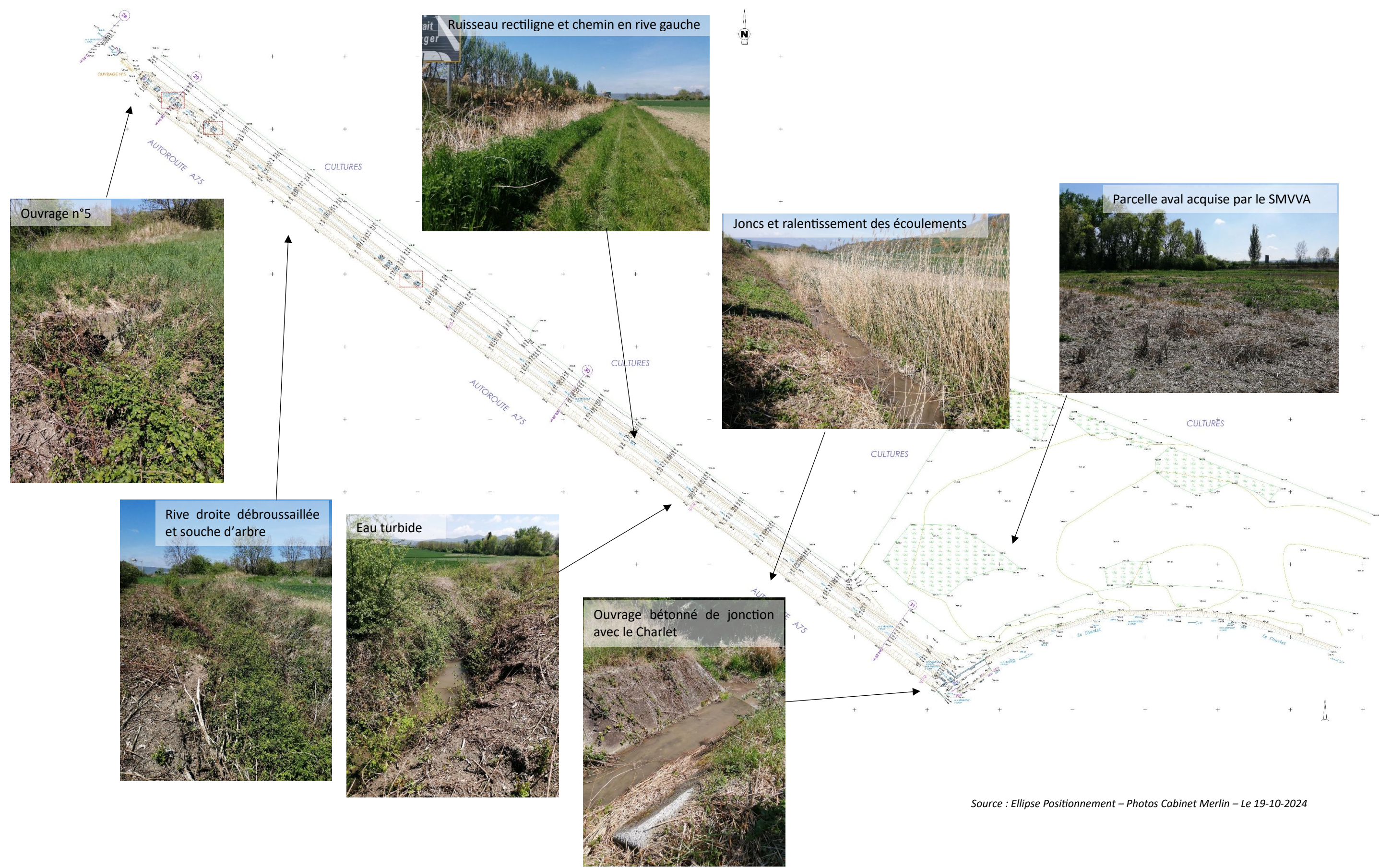
Figure 4. Profils en travers au niveau du tronçon aval



Source : Ellipse Positionnement

La buse présente en amont immédiat du tronçon permettant le franchissement d'un chemin communal est une conduite béton diamètre 800 mm (longueur 1.13 m). La capacité de l'ouvrage est d'environ 6 m³/s. Aucun document historique n'est disponible sur cet ouvrage

Figure 5. Plan topographique et photos commentées du tronçon aval



Source : Ellipse Positionnement – Photos Cabinet Merlin – Le 19-10-2024

II.3. Hydrologie

II.3.1. Caractéristiques du bassin versant du ruisseau de Saint Sandoux

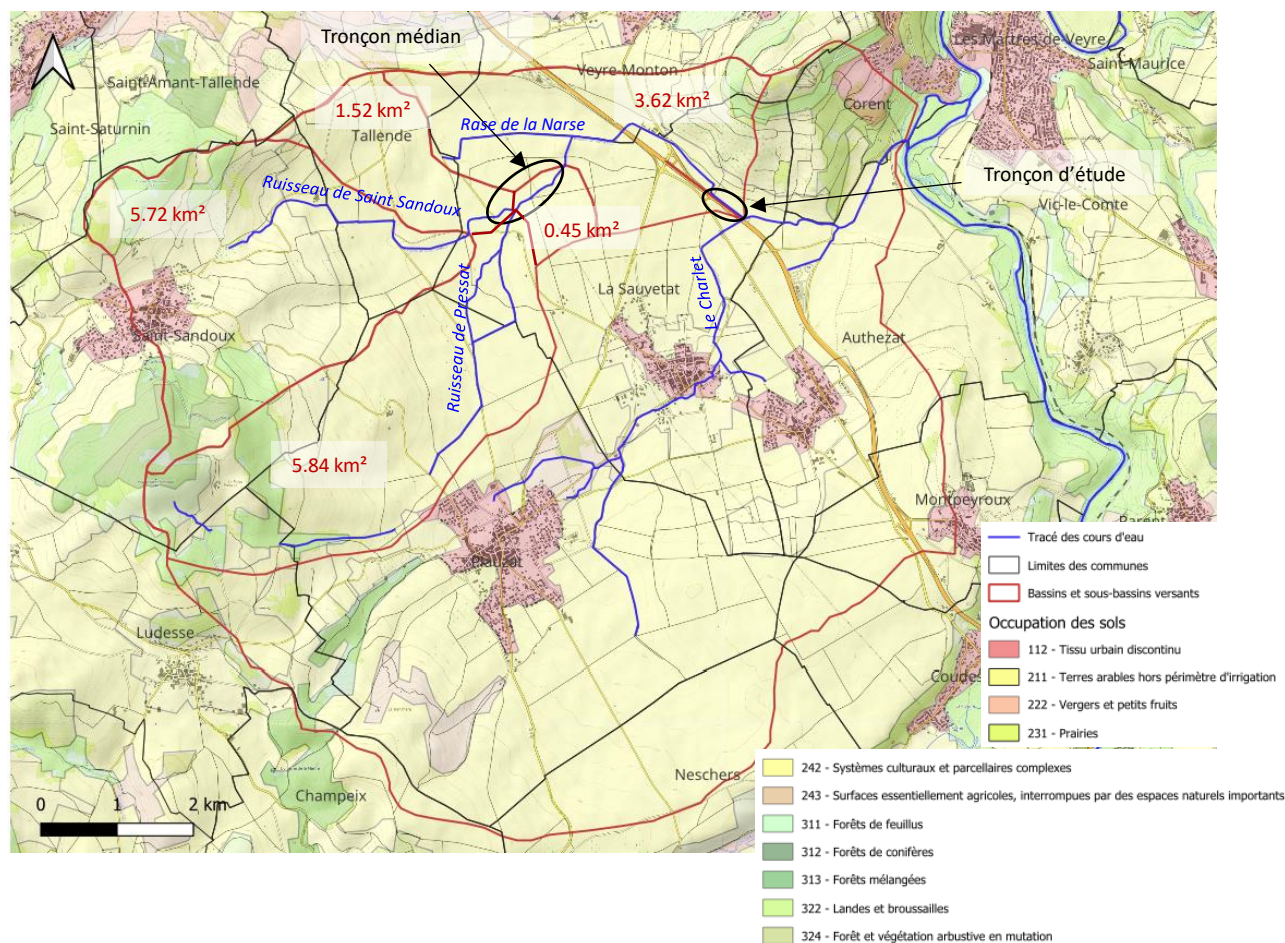
Le ruisseau de Saint Sandoux descend de Saint-Sandoux et conflue avec le Charlet en rive gauche au niveau de l'autoroute A75 ; il prend le nom de la Rase de la Narse dans sa partie aval (anciennement marécageuse). Le ruisseau au Sud qui descend du Puy de Saint-Sandoux vers Plauzat est nommé « ruisseau de Pressat ». Il se perd rapidement. La particularité du réseau hydrographique est d'avoir été fortement modifié et de présenter des « discontinuités » (pertes d'origine naturelle et/ou anthropiques).

La surface du bassin versant du ruisseau de Saint Sandoux au droit à la confluence avec le Charlet est de 17,16 km² après avoir parcouru 8.5 km.

Pour la grande partie de sa surface, le bassin s'étend dans la plaine de Limagne et présente de faibles pentes. Le relief est plus marqué dans la partie ouest du bassin où se trouvent les coteaux des puy de la Peyronnière et de Saint-Sandoux ainsi que dans la partie nord-est où se tient le puy de Corent.

L'occupation du sol est nettement dominée par les surfaces cultivées (86%). Les zones urbanisées représentent moins de 2 % de la surface (Source Corinne LandCover).

Figure 6. Bassin versant du Charlet et sous-bassins versants du ruisseau de saint Sandoux en aval du tronçon projet



II.3.2. Débits caractéristiques

Il n'existe pas de station hydrométrique sur le bassin versant du ruisseau de Saint Sandoux.

Une étude sur l'hydrologie des bassins versants de la Veyre de l'Auzon, du Charlet, du Pignols et des Assats a été réalisée en 2020 par CEZAME pour le compte du SMVVA. Les données qui suivent sont issues de cette étude.

L'hydrologie du ruisseau de Saint Sandoux est peu connue. Aucun suivi n'a été réalisé sur ce ruisseau. Des débits spécifiques ont été calculés à partir de la réalisation d'un bilan hydroclimatique et ont permis de d'évaluer pour le ruisseau de Saint Sandoux (l'ordre de grandeur du module non influencé (= ressource en eau annuelle moyenne). Ces débits sont donnés ci-dessous :

Tableau 1. Ressource en eau moyenne disponible sur la zone d'étude

Nom	Surface du bassin versant (km ²)	Altitude moyenne (m)	Altitude médiane (m)	Altitude minimale (m)	Altitude maximale (m)	Volume d'eau à la pluie efficace annuelle (m ³)	Module (l/s)
Ruisseau de Saint Sandoux	17.16 km ²	491	457	356	844	1 469 406	47

Source : Etude sur l'hydrologie des bassins versants Veyre-Auzon-Charlet-Assats-Pignols – CEZAME - 2020

L'évolution saisonnière des débits a été appréciée à partir d'enregistrements existants issus de la banque HYDRO en utilisant notamment des ratios par rapport au module.

Pour cette approche l'ensemble des stations de suivi situées en rive gauche et en rive droite de l'Allier, entre Riom et Brioude ont été retenues. Cette zone peut être considérée comme représentative des conditions hydrologiques de la bordure Est du massif central. A noter que cette répartition hydrologique ne prend pas en compte les éventuels usages de l'eau qui localement ou à plus grande échelle peuvent modifier la répartition saisonnière des écoulements via les prélèvements ou les rejets. Au regard des évolutions constatées selon les cours d'eau, 4 familles pour la répartition saisonnière et la sensibilité aux étiages ont été différenciées. Le ruisseau de Saint Sandoux a été classés dans la famille des cours d'eau très sensibles aux fluctuations saisonnières et subissant des étiages sévères (écoulement très variable pratiquement pas amorti par transfert souterrain).

La répartition saisonnière des débits pour le ruisseau de Saint Sandoux est donnée ci-après.

Tableau 2. Répartition saisonnière des débits pour le Charlet et le ruisseau de Saint Sandoux

Nom	Janv. (l/s)	Févr. (l/s)	Mars (l/s)	Avr. (l/s)	Mai (l/s)	Juin (l/s)	Juil. (l/s)	Août (l/s)	Sept. (l/s)	Oct. (l/s)	Nov. (l/s)	Nov. (l/s)	QMNA2 (l/s)	QMNA5 (l/s)
Ruisseau de St Sandoux	67	73	67	66	67	39	18	12	14	24	48	65	6	4

Source : Etude sur l'hydrologie des bassins versants Veyre-Auzon-Charlet-Assats-Pignols – CEZAME - 2020

L'estimation des débits moyens et secs du ruisseau au droit du tronçon est la suivantes :

Tableau 3. Débits caractéristiques moyens et d'étiage calculés au droit de chaque tronçon

Cours d'eau	Localisation	Surface BV (km ²)	QMNA5 (l/s)	QMNA2 (l/s)	Module (l/s)
Ruisseau de Saint Sandoux	Aval tronçon aval	17.16	4	6	47

II.4. Fonctionnement hydraulique

II.4.1. Modèle utilisé

La modélisation mathématique a été réalisée avec le logiciel HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) qui est développé au Hydrologic Engineering Center du US Army Corps of Engineers.

Pour la modélisation des écoulements, un modèle géométrique a été réalisé sur la base des profils en travers réalisés Ellipse Positionnement complété par des profils extrapolés. Ces profils couvrent l'ensemble des tronçons d'étude.

Les seuils et ouvrages (buses) ont été intégrés aux modèles réalisés.

Comme conditions limites, nous avons appliqué la pente aval du cours d'eau et pour le calage nous avons utilisé les coefficients de rugosité (Manning) suivants :

- ▶ $n = 0,05$ pour le lit mineur,
- ▶ $n = 0,05$ (lit naturel), $0,015$ (mur), $0,033$ (enrochements), pour le lit majeur,

En l'absence de données historiques ou de laisses de crue sur le secteur, le modèle n'a pas pu être calé sur des crues historiques. Il a été calé par rapport aux lignes d'eau levées lors du relevé topographique sur la base des mesures réalisées sur la station hydrométrique présente sur l'Auzon, dont le bassin est situé à proximité de celui de saint Sandoux.

- ▶ Pour le tronçon aval : débit proche de $1.6 \cdot Q_{MNA2}$,
- ▶ Pour le tronçon médian : débit proche de $1.6 \cdot Q_{MNA2}$ (mesures faites en aval du tronçon) et proche du module (mesures faites pour le reste du tronçon et le ruisseau de Pressat)

II.4.2. Forces tractrices

Les forces tractrices ont également été calculées à l'aide du logiciel HEC-RAS pour les débits de crues.

Sur une section simple, la contrainte tractrice peut être approchée avec la formule suivante :

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R_h \cdot i$$

τ : la contrainte tractrice ($N \cdot m^{-2}$)

ρ : poids volumique de l'eau ($kg \cdot m^{-3}$)

g : l'accélération de pesanteur ($m \cdot s^{-2}$)

R_h : le rayon hydraulique (m)

i : la pente du cours d'eau

La contrainte tractrice maximale admissible en fonction du type d'aménagement est encore un sujet de recherche et il existe une grande variabilité des contraintes maximales admises, selon les études. Ces contraintes maximales estimées varient facilement du simple au triple. Cela s'explique notamment par la nature différente des matériaux constituant les berges, la hauteur et la pente des berges, la

manière dont la protection de berge a été réalisée, l'âge de la protection, le linéaire étudié, la luminosité du site, ou encore l'incertitude vis-à-vis de la contrainte tractrice, ...

Des travaux scientifiques menés par l'Irstea en 2016, basés sur une trentaine de sites et sur les chantiers pilotes Génialp, apportent des éléments de réponse.

Tableau 4. Techniques de protection de berge en fonction des forces tractrices

Techniques	Contrainte tractrice [N/m²] à la réalisation	Contrainte tractrice [N/m²] 1 à 2 ans après	Contrainte tractrice [N/m²] 3 ou 4 ans après
Plantation d'hélophytes	5 ⁽⁸⁾		30 ⁽⁸⁾
Enherbement	20 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾ -100 ⁽²⁾
Boutures	10 ⁽³⁾	60 ⁽³⁾ -150 ⁽¹⁾	60 ⁽³⁾ -165 ⁽¹⁾
Boudin d'hélophytes	10 ⁽³⁾ -30 ⁽²⁾	20-30 ⁽³⁾	50 ⁽³⁾ -60 ⁽¹⁾
Clayonnages	10 ^(2,3)	10-15 ⁽³⁾	10 ⁽³⁾ -120 ⁽¹⁾
Fascines	20 ⁽³⁾ -60 ⁽²⁾	50 ⁽³⁾ -60 ⁽³⁾	80 ⁽²⁾ -250 ⁽⁴⁾
Saules		50-70 ⁽⁴⁾	100-140 ⁽⁴⁾ 800 (20 ans) ⁽⁴⁾
Plantation d'arbres	20 ⁽²⁾		120 ⁽²⁾
Lit de plants et plançons	20 ^(2,3)	120 ⁽³⁾	140 ^(2,3)
Couche de branches à rejet	50 ^(2,3) -150 ⁽³⁾	150 ⁽³⁾ -300 ⁽³⁾	300 ^(2,3) -450 ⁽³⁾
Caissons végétalisés	500 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾
Enrochements végétalisés	100 ⁽³⁾ -200 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾ -300 ⁽³⁾	300 ⁽²⁾ -350 ⁽³⁾
Enrochements nus	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾

1 : Faber 2004 ; 2 : Schiechl et Stern 1996 ; 3 : Venti et al. 2003 ; 4 : Lachat 1994.

II.4.3. Résultats des simulations état initial

Les résultats des simulations sont présentés ci-après.

La modélisation met en évidence les éléments suivants :

- ▶ Les hauteurs d'eau les plus faibles sont observées au QMNA5 (niveau inférieur ou égal à 8 cm),
- ▶ La hauteur de chute la plus importante est observée pour 2*Module au niveau de la grande chute (85 cm).

Pour les débits moyens et d'étiage, les forces tractrices restent faibles (60 N/m² au maximum le profil le plus en aval du tronçon). Si on se réfère aux forces tractrices calculées, le tronçon d'étude est compatible avec des techniques végétales pour un débit dans la rivière proche de 2*Module.

Tableau 5. Résultats de la modélisation hydraulique état initial – Débit secs et moyens – Tronçon aval

Profil	Profil Hec-RAS	Fond du lit (m)	Niveau d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Forces tractrices (N/m2)	Niveau d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Forces tractrices (N/m2)	Niveau d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Forces tractrices (N/m2)	Niveau d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Forces tractrices (N/m2)
Profil 28	11	362.78	362.93	0.03	0.05	362.99	0.03	0.04	363.93	0.02	0.01	364.27	0.02	0.02
	10.6	362.63	362.93	0.01	0.01	362.99	0.02	0.01	363.93	0.02	0.01	364.27	0.02	0.01
<i>Ouvrage n5</i>	<i>10.5</i>													
Profil 28a	10	362.01	362.05	0.28	7.28	362.05	0.4	14.44	362.1	0.72	34.43	362.12	0.93	50.96
Profil 29	9	361.58	361.62	0.15	1.81	361.63	0.19	2.64	361.7	0.46	11.46	361.76	0.59	17.22
<i>Grande chute</i>	<i>8.5</i>													
Profil 29a	8	360.79	360.82	0.45	20.93	360.82	0.42	16.83	360.89	0.54	17.89	360.91	0.88	45.1
Profil 29b	7	360.56	360.62	0.16	1.93	360.63	0.18	2.32	360.71	0.39	8.54	360.75	0.52	13.35
<i>Petite chute amont</i>	<i>6.5</i>													
Profil 29c	6	360.18	360.26	0.16	1.62	360.27	0.22	3.22	360.41	0.45	9.84	360.5	0.56	14.4
Profil 29d	5	359.44	359.46	0.67	51.3	359.48	0.26	6.02	359.55	0.52	15.42	359.6	0.63	20.2
<i>Petite chute aval</i>	<i>4.5</i>													
Profil 29e	4	358.77	358.81	0.11	0.97	358.81	0.12	1.11	358.9	0.28	4.11	358.96	0.36	6.13
Profil 30	3	358.2	358.21	0.25	6.7	358.21	0.37	15.08	358.25	0.67	31.53	358.27	0.85	43.68
Profil 31	2	357.13	357.19	0.09	0.58	357.2	0.1	0.69	357.29	0.22	2.44	357.35	0.29	3.78
Profil 31a	1	357.01	357.03	0.27	7.28	357.03	0.41	16.38	357.07	0.85	47.52	357.11	1.01	58.68

III. DESCRIPTION DES TRAVAUX A REALISER

Les travaux proposés consistent à :

- ▶ Sur la partie amont, à renaturer le tronçon longeant le chemin communal en créant un lit un plus méandrique, diversifié, bordé de végétation rivulaire et supprimer les chutes existantes
- ▶ A créer un bassin de décantation afin de piéger une partie des sédiments transportés et éviter qu'ils n'arrivent dans le Charlet.
- ▶ A créer une zone de débordement du ruisseau de Saint Sandoux en amont de la confluence avec le Charlet afin de créer une zone humide.

III.1. Renaturation du ruisseau le long du chemin communal

Le projet proposé tient compte :

- ▶ Du maintien de la buse amont
- ▶ De maintien du talus de l'autoroute A75 en rive droite,
- ▶ Du maintien du chemin communal sur une largeur de 2.70 m en rive gauche.

III.1.1. Dimensionnement du nouveau lit

Les travaux de restauration hydromorphologique consisteront en un léger reméandrage du cours d'eau compte tenu de la faible emprise (proximité de l'autoroute A75).

Cette première partie du projet concerne un linéaire de 302 m de l'aval de la buse (côte : 362.45 m) jusqu'à la fin du chemin communal (côte : 357.29 m).

Le fond du lit sera reprofilé avec une pente de 0.8 % proche de la pente naturelle du ruisseau. Afin de compenser les chutes provoquées par les différents seuils naturels et l'ouvrage aval en béton, il est proposé de réaliser en complément :

- ▶ 4 seuils en enrochements de hauteur 15 cm. Ils permettront de rattraper plus rapidement la cote du terrain naturel.
- ▶ 4 zones de radier avec une pente de 5 % (longueur cumulée : 52 m).

III.1.2. Réalisation des seuils successifs

Ces seuils seront constitués par :

- ▶ Deux rangées de blocs 500 x 1000 mm jointifs et bétonnés, et ancrés au minimum de moitié dans la couche de base en enrochements (cf. ci-dessous),
- ▶ Une couche de base constituée de blocs arrangés, calés et nivelés de diamètre 500 mm et de galets 30-40 mm (en remplissage des interstices pour calage des gros blocs) qui seront bétonnés soigneusement de manière à conserver une certaine rugosité de fond.

Pour permettre la concentration des faibles débits, une échancrure sera réalisée dans le radier ainsi qu'au niveau des seuils par décalage vers le bas de 10 cm d'un des blocs 500 x 1000 mm arrangés.

Une fosse d'environ 0,3 m sera conservée en aval immédiat des seuils.

Au droit de cette série de seuils, les berges seront protégées par des enrochements (blocs 300-600 avec sur géotextile non tissé).

Figure 7. Profils en travers état projet au niveau du ruisseau de Saint Sandoux au droit des chutes successives

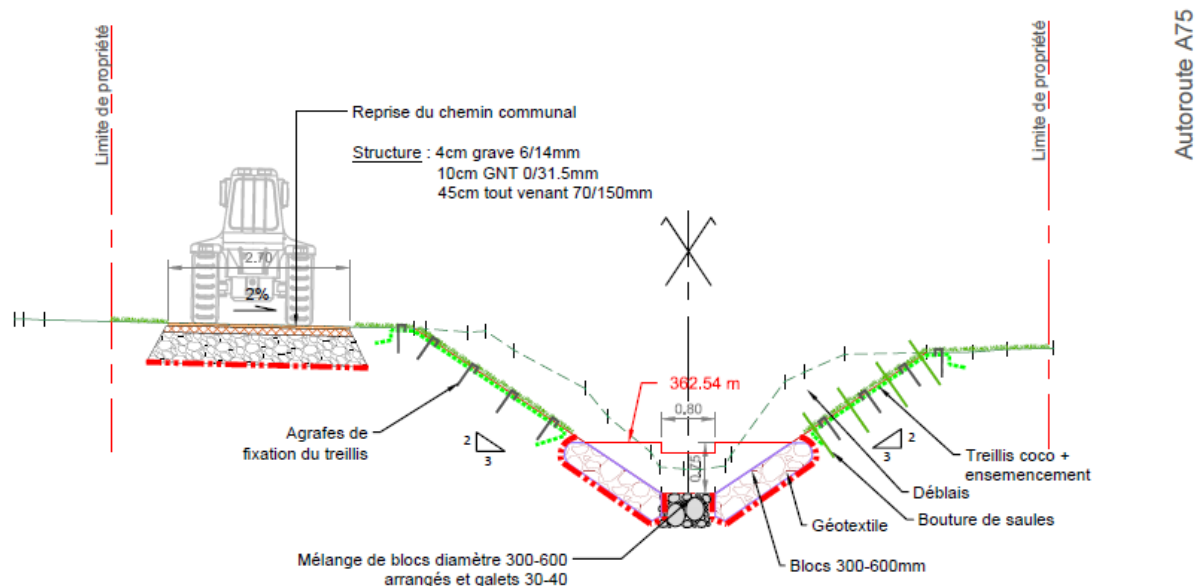
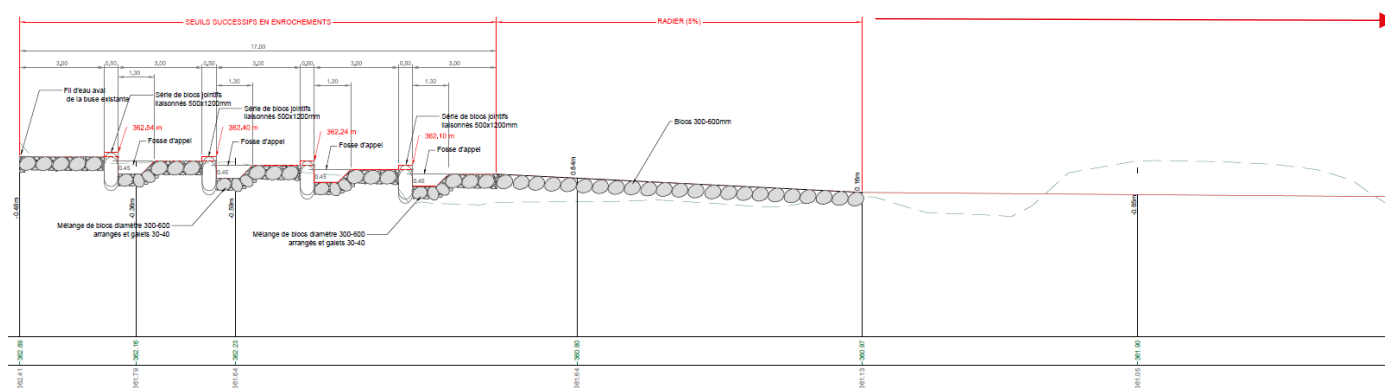


Figure 8. Extrait du profil en long du ruisseau de Saint Sandoux

4 chutes successives à créer

Zone de radier ($p = 5\%$)

Reprofilage du lit avec $p=0.8\%$



III.1.3. Création d'un nouveau lit

Compte tenu de l'emprise disponible, les talus des berges seront reprofilés avec une pente de 3H/2V.

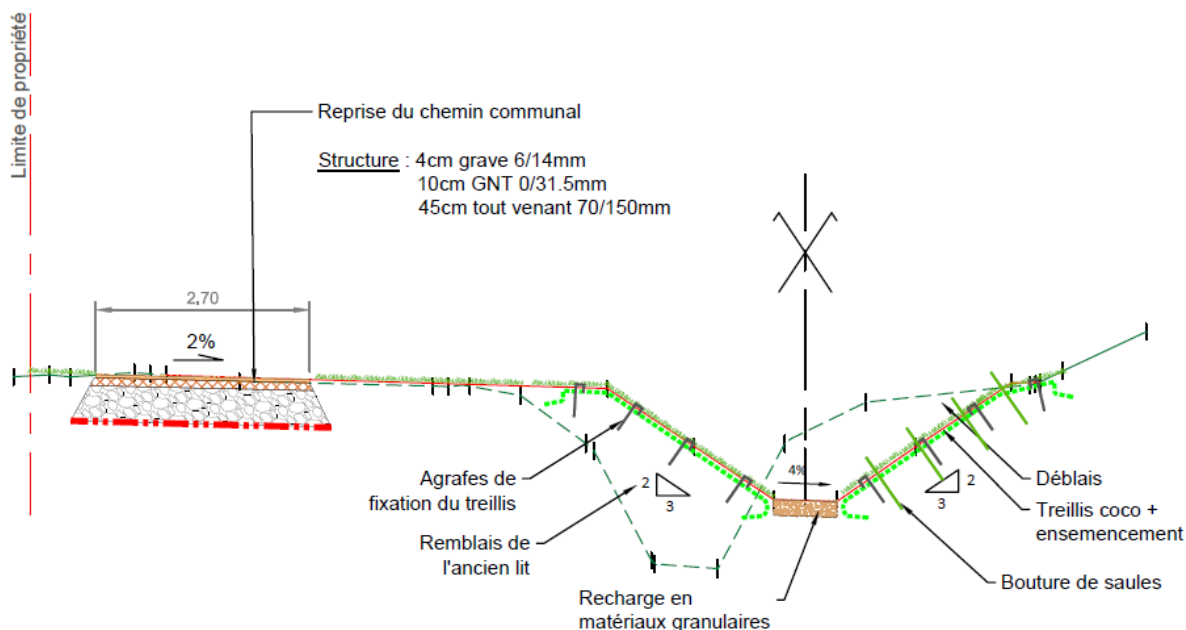
Les berges seront protégées par la mise place de treillis coco ensemencé avec plantation de boutures de saules arbustif sur le talus. Afin de ne pas fermer le milieu, ces protections de berge seront mises en place en rive droite dans l'inflexion des méandres et alternent avec des secteurs uniquement recouverts de treillis coco ensemencé.

Le nouveau lit recalibré aura une largeur de 0.8 m sur le fond.

Le fond présentera un dévers latéral de 4% afin de concentrer les écoulements.

Compte tenu des matériaux constitutifs du fond actuel, le nouveau lit sera reconstitué avec des matériaux d'apport granulaire sur une épaisseur de 0,3 m sur le tronçon réaménagé (Volume de 60 m³).

Figure 9. Profils en travers état projet au niveau du ruisseau de Saint Sandoux reméandré



Les zones de radiers seront réalisées à l'aide de blocs 300-600 mm. Ils seront mis en œuvre de manière à créer un lit d'étiage (V central).

Le nouveau lit recoupera l'ancien lit qui sera partiellement comblé.

Sur ce tronçon les volumes terrassements ont été évalués comme suit : 330 m³ de déblais et 640 m³ de remblais.

Les déblais seront réutilisés pour le remblaiement de l'ancien lit sur les 302 ml de ruisseau renaturé.

Le complément sera réalisé avec les déblais issus du bassin aval. Ces derniers serviront également à combler l'ancien lit aval dont l'ouvrage béton au niveau de la jonction avec le ruisseau du Charlet (réemploi de 140 m³ de remblais).

III.1.4. Reprise du chemin communal

Le chemin communal conservé (longueur totale : 300 ml, largeur 2.70 m) et sera repris totalement en fin de travaux avec la structure suivante qui sera posé sur un géotextile anti-contaminant :

- ▶ 4cm grave 6/14mm,
- ▶ 10cm GNT 0/31.5mm,
- ▶ 45cm tout venant 70/150mm.

Le chemin actuel sera terrassé sur une profondeur d'environ 60 cm. Les matériaux issus du terrassement (environ 480 m³) seront évacués du site.

Figure 10. Implantation en plan du tracé actuel et projet du ruisseau de Saint Sandoux renaturé



III.1.5. Fonctionnement hydraulique état projet

Une simulation de l'état projet sur le tronçon en amont du bassin de décantation a été réalisée

Les observations suivantes peuvent être faites :

- ▶ Les hauteurs d'eau les plus faibles sont observées au QMNA5 (niveau inférieur ou égal à 20 cm),
- ▶ Pour le module, la hauteur d'eau moyenne est de 13 cm.
- ▶ Pour un débit de 2*module, la hauteur moyenne est de 30 cm

Pour les débits moyens et d'étiage, les forces tractrices restent faibles (60 N/m² au maximum le profil le plus en aval du tronçon). Si on se réfère aux forces tractrices calculées, le tronçon d'étude est compatible avec des techniques végétales pour un débit dans la rivière proche de 2*Module.

Tableau 6. Résultats de la modélisation hydraulique état projet – Débit secs et moyens – Tronçon aval

Profil Hec-RAS	Profile	Fond du lit (m)	Niveau d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Forces tractrices (N/m²)
17	QMNA5	362.78	362.82	0.42	17.6
17	QMNA2	362.78	362.83	0.38	13.65
17	Module	362.78	362.87	0.74	35.67
17	2Module	362.78	362.91	0.92	48.61
16.5		Culvert			
16	QMNA5	362.41	362.56	0.03	0.03
16	QMNA2	362.41	362.56	0.04	0.07
16	Module	362.41	362.63	0.19	1.68
16	2Module	362.41	362.67	0.3	3.87
15.5		Inl Struct			
15	QMNA5	362.21	362.41	0.02	0.01
15	QMNA2	362.21	362.41	0.03	0.03
15	Module	362.21	362.47	0.14	0.89
15	2Module	362.21	362.51	0.23	2.25
14.5		Inl Struct			
14	QMNA5	362.09	362.26	0.02	0.02
14	QMNA2	362.09	362.26	0.03	0.05
14	Module	362.09	362.32	0.17	1.29
14	2Module	362.09	362.36	0.27	3.12
13.5		Inl Struct			
13	QMNA5	361.94	362.11	0.02	0.03
13	QMNA2	361.94	362.11	0.03	0.05
13	Module	361.94	362.17	0.17	1.36
13	2Module	361.94	362.22	0.28	3.31
12.5		Inl Struct			
12	QMNA5	361.64	361.65	0.39	16.03
12	QMNA2	361.64	361.66	0.41	15.65
12	Module	361.64	361.71	0.77	37.42
12	2Module	361.64	361.74	0.93	48.37
11	QMNA5	361.13	361.17	0.11	0.95
11	QMNA2	361.13	361.18	0.13	1.22
11	Module	361.13	361.29	0.28	3.96
11	2Module	361.13	361.36	0.36	5.75
10	QMNA5	360.74	360.75	0.4	16.9
10	QMNA2	360.74	360.76	0.42	17.42
10	Module	360.74	360.81	0.76	36.71
10	2Module	360.74	360.84	0.92	47.94
9	QMNA5	360.08	360.12	0.12	1.09
9	QMNA2	360.08	360.12	0.15	1.59

9	Module	360.08	360.22	0.28	4.22
9	2Module	360.08	360.28	0.36	6.16
8	QMNA5	359.89	359.91	0.3	9.14
8	QMNA2	359.89	359.91	0.28	6.69
8	Module	359.89	359.95	0.71	33.57
8	2Module	359.89	359.99	0.85	42.22
7	QMNA5	359.24	359.28	0.12	1
7	QMNA2	359.24	359.26	0.4	15.6
7	Module	359.24	359.39	0.28	4.1
7	2Module	359.24	359.45	0.36	6.09
6	QMNA5	359.06	359.07	0.35	12.51
6	QMNA2	359.06	359.08	0.44	18.73
6	Module	359.06	359.12	0.74	35.51
6	2Module	359.06	359.16	0.88	44.97
5	QMNA5	358.41	358.44	0.18	2.86
5	QMNA2	358.41	358.44	0.2	3.05
5	Module	358.41	358.53	0.36	6.87
5	2Module	358.41	358.59	0.44	9.52
4	QMNA5	357.82	357.85	0.14	1.65
4	QMNA2	357.82	357.86	0.18	2.32
4	Module	357.82	357.94	0.39	8.29
4	2Module	357.82	358	0.48	11.14
3	QMNA5	357.32	357.35	0.19	2.95
3	QMNA2	357.32	357.35	0.2	3.15
3	Module	357.32	357.45	0.36	6.84
3	2Module	357.32	357.51	0.45	9.62
2	QMNA5	357.15	357.18	0.15	1.72
2	QMNA2	357.15	357.19	0.18	2.45
2	Module	357.15	357.26	0.45	11.36
2	2Module	357.15	357.3	0.58	17.1
1.5		Bridge			
1	QMNA5	357.03	357.04	0.44	21.01
1	QMNA2	357.03	357.05	0.41	15.98
1	Module	357.03	357.1	0.77	37.49
1	2Module	357.03	357.13	0.96	52.03

III.2. Création du bassin de décantation et d'une zone humide à l'aval

III.2.1. Création d'un bassin de décantation

Dimensionnement du bassin de décantation

Le dimensionnement du bassin de décantation a été réalisé en considérant la taille des particules à piéger de 10 µm.

► Calcul de la vitesse de décantation

La vitesse de décantation des particules a été calculée selon la loi de Stokes :

$$V_d = \frac{2r^2g \Delta(\rho)}{9\mu}$$

Où : v_D : vitesse limite de chute (m/s)

r , rayon de la particule à décanter (m)

g , accélération terrestre (m/s²)

$\Delta(\rho)$: différence de la masse volumique entre la particule et l'eau = 2000 – 995,71 (à 30 °) = 1004,29 kg/m³

μ , viscosité dynamique de l'eau = 0.000798 Pa.s (30°C)

Pour des particules de granulométrie de 10 µm, la vitesse de décantation V_d est de $2,7 \times 10^{-4}$ m/s.

► Calcul du temps de décantation

Le temps de décantation minimal t_d est tout d'abord calculé comme suit :

$$t_d = \frac{\text{Profondeur du bassin (p)}}{\text{Vitesse de décantation (Vd)}}$$

La profondeur utile du bassin de décantation est fixée à 1.09 m. Le temps de décantation t_d est donc dans le cas présent égal à 1.12 heures pour une décantation des particules de 10µm.

► Calcul du temps de transfert et détermination du volume utile des bassins

La décantation des particules dans le bassin sera complète si le temps de séjour ou temps de transfert t_t du flux les transportant est suffisant. C'est-à-dire si $t_t \geq t_d$. Le temps de transfert minimum devra donc être de 1.12 heures pour abattre les particules de 10 µm.

En considérant un débit entrant équivalent au débit moyen c'est-à-dire 0.047 m³/s et un volume utile de bassin de 300 m³, le temps de séjour ou temps de transfert t_t est de 1.77 h

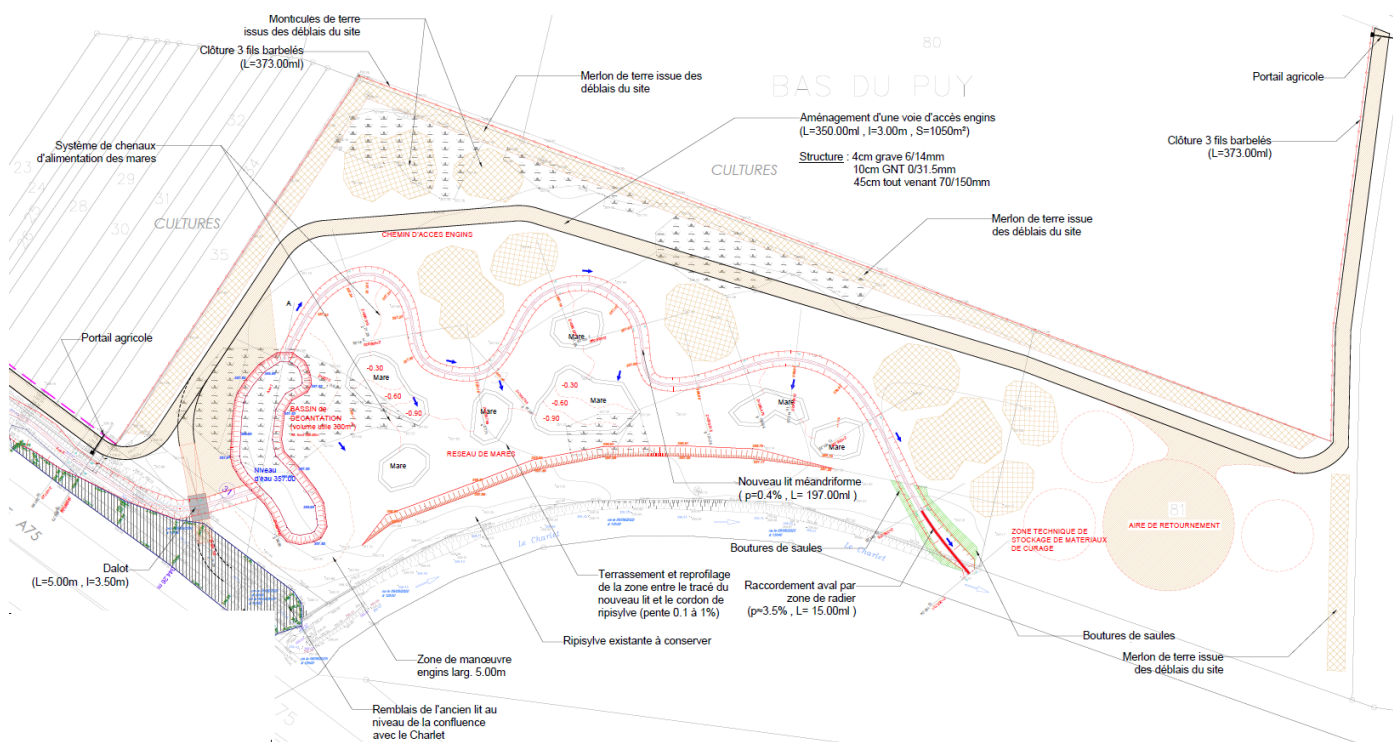
Description du bassin de décantation

En aval, le ruisseau sera déplacé côté rive gauche sur 36 ml. Il aura la même section que le tronçon amont renaturé (fond du lit 0.8 m, talus en berge de 2V/3H) et une pente de 0,7 %. Il permettra d'alimenter en aval un bassin de décantation.

Le bassin de décantation aura les caractéristiques suivantes :

- ▶ Volume utile de 300 m³ (profondeur moyenne de 1.78 m, profondeur utile de 1.09 m).
- ▶ Talus avec une pente de 1H/V
- ▶ Forme allongée permettant une décantation des particules et facilitant les opérations de curage depuis les berges sans que les engins entrent dans le bassin (la distance entre le haut de berge et le fond du bassin au centre de celui-ci sera de 5 m maximum).

Figure 11. Vue en plan du bassin de décantation et de la zone humide

[illegible]

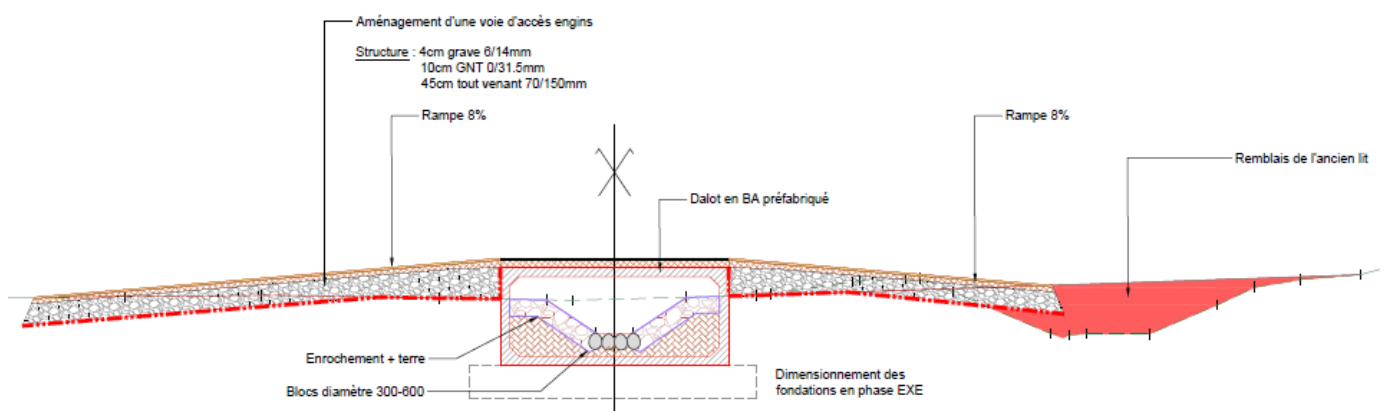
III.2.2. Création d'un ouvrage de franchissement du ruisseau de Saint Sandoux

Afin de maintenir un accès à l'ouvrage de franchissement du Charlet par les services de la DIR Massif Central, il est prévu en amont du bassin de décantation la mise en place d'un dalot avec une largeur de passage de 3.5 m. Une rampe d'accès à l'ouvrage (pente de 8%) devra être créée sur environ 10 m en rive gauche et 4.5 m en rive droite afin d'effectuer la jonction avec le terrain naturel.

A noter qu'il n'existe pas d'étude géotechnique sur ce secteur. A la demande du maître d'ouvrage les fondations de cet ouvrage seront dimensionnées lors de l'établissement des plans d'exécution de l'entreprise.

Un nouveau lit sera récréé à l'intérieur de l'ouvrage. Les berges seront protégées avec des enrochements 300-600 m. Un radier sera recréé au niveau du fond du lit.

Figure 13. Profil en travers au droit de l'ouvrage de franchissement du ruisseau de Saint Sandoux



III.2.3. Création d'un nouveau lit méandriforme et de la zone humide

Dimensionnement du nouveau lit

Le dimensionnement du lit mineur aval a été réalisé par application de la formule de Manning Strickler a été utilisée :

Où :

Q = Débit transitant dans la section transversale (m³/s)

$$Q = V * S = K_s * R_h^{2/3} * i^{1/2} * S$$

V = vitesse moyenne de la section transversale (en m/s)

Ks = coefficient de Strickler pris égal à 25

Rh = rayon hydraulique (m)

I = pente hydraulique (m/m) soit 0.004 m/m

S : surface mouillée

La surface mouillée S, et le rayon hydraulique ont été évalués à partir des relations suivantes qui sont des formulations approchées pour une section trapézoïdale :

$$S = bh + m \cdot h^2$$

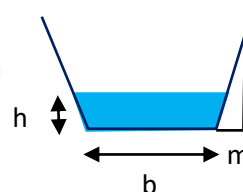
$$Rh = \frac{bh + mb^2}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$$

Où

h = hauteur d'eau

b = largeur du cour d'eau en fond soit 0.5 m

m = pente en berge (mH /1V) soit 1.5



Le tableau ci-dessous donne la hauteur d'eau calculées au sein du nouveau lit pour différents débits du ruisseau de Saint Sandoux.

	QMNA5	QMNA2	Module	2*Module	3*module
Débit (m3/s)	0.004	0.006	0.047	0.094	0.141
Lame d'eau (m)	0.05	0.07	0.2	0.29	0.36

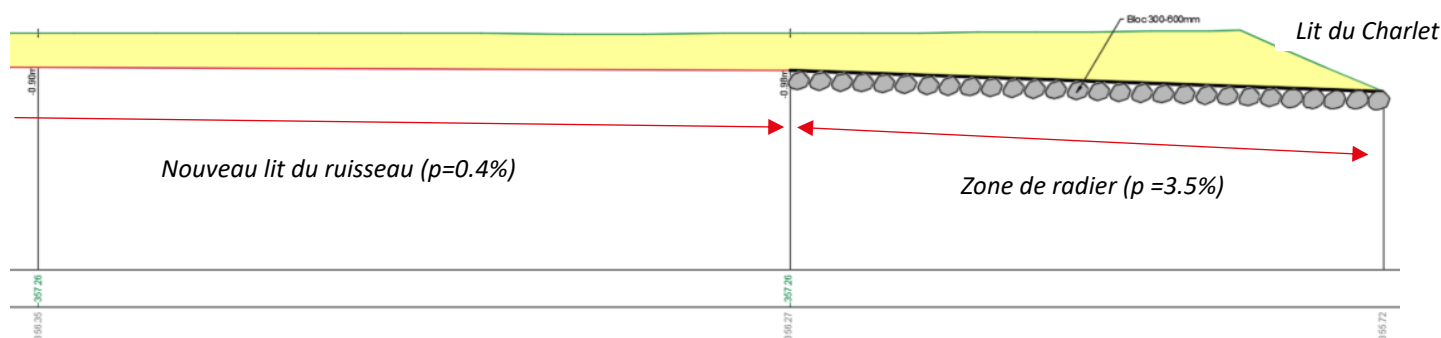
Description du nouveau lit

En aval du bassin de décantation, un nouveau lit méandriforme sera créé sur une longueur de 181 ml. (Cote de raccordement amont: 357 m, cote de raccordement aval 356.27) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ▶ La largeur au niveau du fond du lit mineur recalibré du ruisseau de Saint Sandoux sera d'environ 0.5 m.
- ▶ La berge aura une hauteur d'environ 80 cm en rive gauche et de 40 cm en rive droite afin de permettre un débordement du ruisseau en rive droite pour un débit supérieur à 3 fois le module.
- ▶ La pente du ruisseau sera de 0.4% hormis sur la partie aval au droit de la jonction avec le Charlet (radier en enrochements avec une pente de 3.5% sur 16 ml).

La création de ce nouveau lit entrainera 260 m³ de déblais complémentaires.

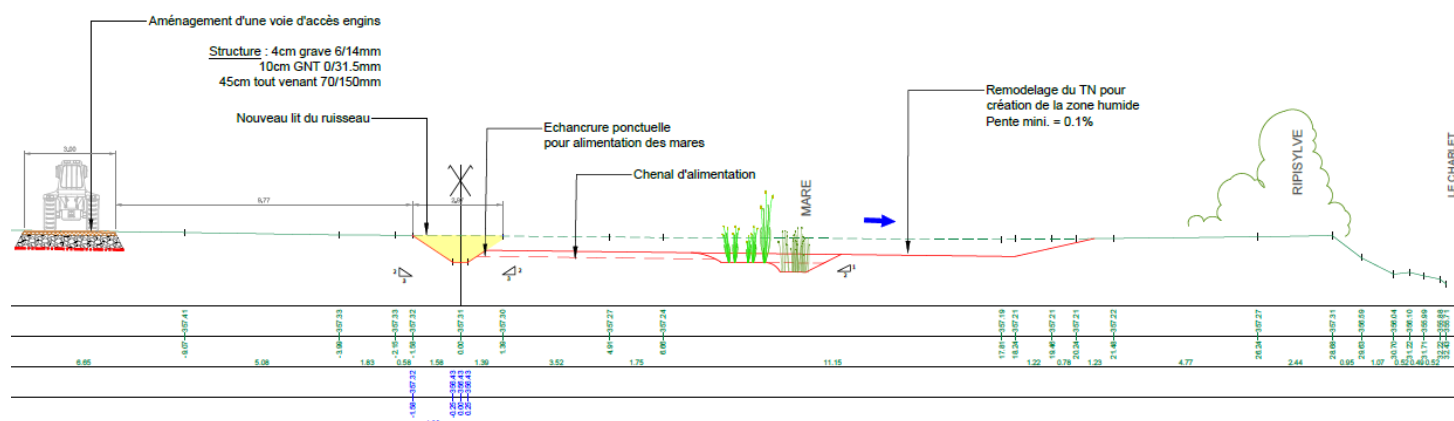
Figure 14. Extrait du profil en long du ruisseau de St Sandoux en aval du bassin de décantation et raccordement au Charlet



Dans l'espace entre ce nouveau lit et le cordon de ripisylve en rive gauche du Charlet et afin de permettre débordement du ruisseau, la parcelle sera donc terrassée (terrassément sur 40 cm en moyenne et 70 cm maximum, volume de déblais : 440 m³ hors terre végétale). Elle sera également reprofilée avec une pente proche de 0.5% afin de permettre d'orienter les écoulements de surface vers la nouvelle zone humide.

Un réseau de mares sera créé dans cet espace afin de favoriser la rétention d'eau (volume total terrassé : 450 m³). Celles-ci seront alimentées par le ruisseau de Saint Sandoux via des petits chenaux qui se mettront en fonctionnement pour un débit équivalent au débit moyen (création d'échancrures ponctuelle au niveau de la rive droite du ruisseau pour alimenter les chenaux).

Figure 15. Profil en travers état projet du nouveau lit du ruisseau de Saint Sandoux en aval du bassin de décantation



Le volume restant après remblais de l'ancien lit et création des merlons reste très conséquent (de l'ordre de 1300 m³). Afin de limiter les matériaux à exporter du site, plusieurs monticules seront créés au nord du chemin (création de micro-reliefs), végétalisés et arborés.

III.2.6. Description des travaux

Ce scénario implique la réalisation des travaux suivants :

- ▶ Renaturation du ruisseau le long du chemin communal :
 - > Défrichage, dessouchage,
 - > Pose d'un système de filtration en aval de la zone aménagée,
 - > Mise hors d'eau,
 - > Décapage de la terre végétale - mise en dépôt provisoire,
 - > Terrassement en déblais au droit et entre les seuils,
 - > Réalisation des seuils en enrochements,
 - > Mise en place des enrochements entre chaque seuil.
 - > Terrassement en déblais /remblais des berges et du nouveau lit,
 - > Remblaiement de l'ancien lit aval (ouvrage bétonné),
 - > Exécution du fond du lit sur une épaisseur de 0.30 m,
 - > Aménagement des berges du nouveau lit,
 - > Mise en eau très progressive du nouveau lit afin de ne pas mobiliser massivement les matières fines et ainsi favoriser la dilution et la stabilisation du matelas alluvial nouvellement aménagé,
 - > Remise en état des lieux,
 - > Plantations pendant le repos.
- ▶ Création d'un bassin de décantation et d'une zone humide à l'aval
 - > Décapage de la terre végétale - mise en dépôt provisoire,
 - > Terrassement en déblais des berges et du nouveau lit,
 - > Aménagement des berges du nouveau lit,
 - > Terrassement en déblai du bassin de décantation
 - > Aménagement des berges du bassin de décantation,
 - > Terrassement en déblai des mares,
 - > Plantations d'hélophytes,
 - > Plantations d'arbres et arbustes en période de repos
- ▶ Création / remise en état des accès :
 - > Mise en place du dalot,
 - > Réalisation de la rampe
 - > Décapage de terre végétale
 - > Décaissement au droit du chemin
 - > Réglage du fond de forme et mise en place du géotextile
 - > Mise en place de la structure en tout venant, de la grave et compactage
 - > Pose de la clôture et des portails agricoles

IV. ORGANISATION DES TRAVAUX

IV.1. Accès au chantier

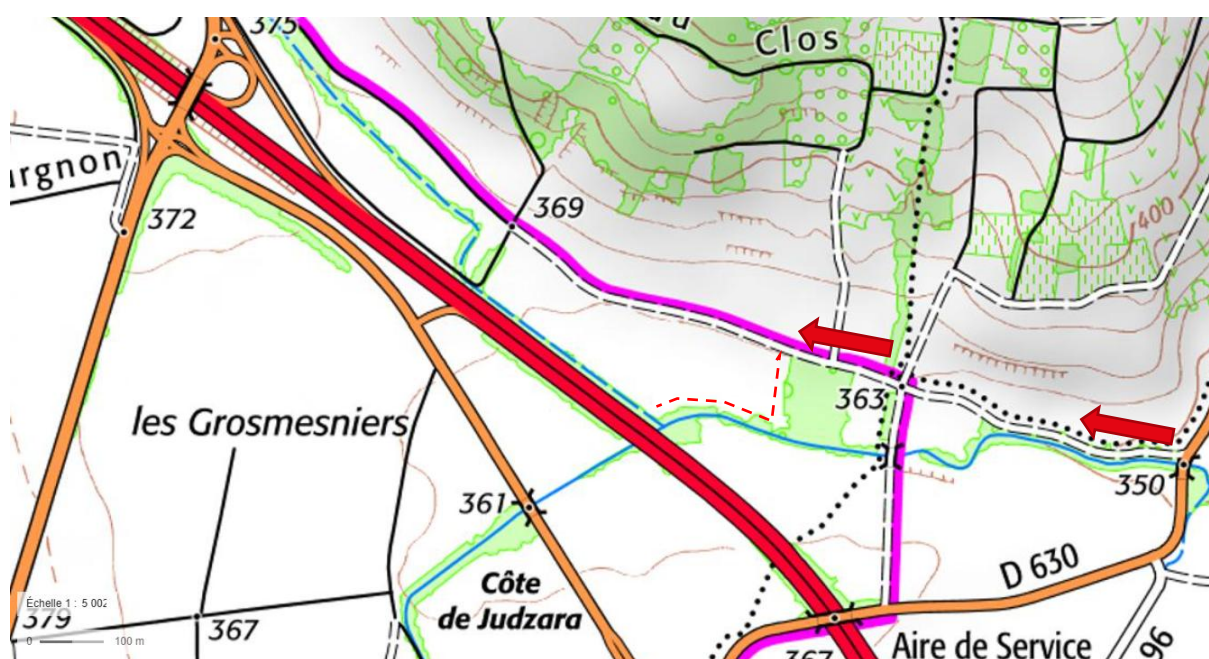
L'accès au chantier pourra se faire par la D630 en prenant le chemin communal en sortant du pont traversant le Charlet. Un chemin d'accès provisoire sera créé dans les parcelles du SMVVA.

Les matériaux pourront ainsi être acheminés par cet accès puis stockés sur les parcelles du SMVVA. Ces emplacements seront choisis en accord avec le Maître d'ouvrage.

Des accès provisoires au lit mineur devront être créés.

L'Entreprise fera son affaire des travaux d'aménagement de ces accès au chantier.

Figure 16. Localisation des accès chantier au niveau du tronçon



L'Entreprise sera tenue d'implanter et de réaliser, à ses frais :

- ▶ Les pistes d'accès desservant les différents points du chantier à partir des voies publiques environnantes selon les préconisations de l'étude géotechnique,
- ▶ La plate-forme d'installation de chantier,
- ▶ Les pistes nécessaires au transport des matériaux entre les lieux d'extraction, de dépôt et de mise en place,
- ▶ Les plateformes de travail selon les préconisations de l'étude géotechnique,

et, d'une façon générale, toutes les voies nécessaires à l'exécution des travaux qui devront être circulables en toutes conditions atmosphériques.

Les pistes et plates-formes devront avoir leur implantation agréée par le Maître d'œuvre.

L'Entreprise assure le nettoyage quotidien nécessaire des salissures, des terres et des détritiques apportés sur la voirie publique.

IV.2. Mise hors d'eau

Les travaux nécessiteront de dériver provisoirement les eaux du ruisseau de Saint Sandoux.

Les ouvrages provisoires de mise hors d'eau pourront prendre la forme :

- ▶ De dérivation par busage (buses PVC ou bétons),
- ▶ De batardage à l'aide de sacs de sables de type bigs/bags,
- ▶ D'épuisement des eaux par pompage au droit des zones d'intervention.

Afin de limiter les incidences négatives du chantier sur l'environnement, une protection contre le départ de fines de type barrage filtrant composé de cages/ boudin grillagé de pouzzolane ou un cordon en grave propre devra être déployée par sécurité, à l'aval des zones d'intervention.

Les terrassements inhérents à la création du lit emboîté s'opèreront de l'aval vers l'amont pour visualiser l'effet du resserrement du lit sur le niveau d'eau amont.

L'Entreprise devra prendre toutes les dispositions pour protéger le chantier (personnels, engins, matériels, matériaux et ouvrages réalisés) pour une crue correspondant à 3 fois le débit moyen annuel du ruisseau de saint Sandoux. Au droit de la zone de travaux cela représente une protection de chantier à réaliser d'un débit de l'ordre de 100 l/s.

L'Entrepreneur sera tenu d'implanter et de réaliser, à ses frais, les batardeaux provisoires nécessaires pour protéger les différents ouvrages en phase travaux relativement au débit de référence fixé et pour limiter les départs de polluants et de matériaux en suspension dans la rivière.

Les méthodes de mises hors d'eau sont laissées à l'appréciation de l'entreprise suivant les secteurs et le planning d'intervention.

A noter que pour la réalisation du bassin de décantation et de la zone humide au niveau du tronçon aval, les travaux pourront être réalisés sans impact sur le ruisseau.

Les ouvrages provisoires pourront permettre la mise hors d'eau :

- ▶ De l'intégralité du cours d'eau : batardage transversal au cours d'eau (barrage) et déviation par busage (buses PVC ou bétons). ;
- ▶ Par demi largeur de rivière : batardage longitudinal au cours d'eau à l'aide de sacs de sables de type bigs/bags. La berge reprise devra nécessairement être à sec pour la mise en œuvre des ancrages en pied de berge.

L'Entreprise devra également se prémunir des équipements de pompage nécessaires à l'épuisement éventuel des venues d'eau au droit des zones d'intervention.

IV.3. Phasage du chantier

Les travaux seront réalisés préférentiellement en dehors des mois pluvieux afin de limiter les risques de pollution du cours d'eau par lessivage de la zone des travaux. Ils seront suspendus en cas d'orage. La durée prévisionnelle est de 2,5 mois (hors plantations).

Les travaux dans le lit du ruisseau de Saint Sandoux seront réalisés en dehors de la période de reproduction des poissons, soit en dehors de la période allant du 1er novembre au 31 mars. Ils se dérouleront préférentiellement entre juillet et octobre pour éviter aussi les risques de crues.

Les périodes de plantation favorables sont :

- ▶ Pour les végétaux à racines nues et mottes, du 1er Novembre au 15 avril,
- ▶ Pour les végétaux en conteneurs, du 1er Octobre au 15 mai
- ▶ Pour les végétaux en godet anti-chignon, de septembre à juin.

A noter que la période la plus propice pour les hélophytes se situe du printemps au début de l'été (mi-mars à début juillet). Les plantes sont alors en pleine reprise de croissance et elles disposent de toute la saison pour s'enraciner et bien se développer.

Dans tous les cas, la plantation s'effectuera hors période de gel, neige ou sécheresse ou si le sol devient trop humide par la pluie ou le dégel.

Un planning des travaux sera proposé par l'Entreprise en tenant compte de ces contraintes.

V. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES MATERIAUX

V.1. Clause commune à tous les matériaux

La provenance de tous les matériaux ou matériels doit être soumise à l'agrément du Maître d'œuvre en temps utile pour respecter le délai d'exécution contractuel et au maximum dans un délai de dix jours à compter de la date de notification du marché. L'agrément du Maître d'œuvre ne l'engage en rien quant à la qualité des fournitures, l'Entrepreneur étant seul responsable.

La provenance et la qualité des matériaux et fournitures doivent être conformes :

- ▶ Aux prescriptions définies dans le Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG),
- ▶ Aux indications du présent Cahier des Clauses Techniques particulières (CCTP),

Tous les matériaux et fournitures doivent satisfaire aux normes françaises en vigueur à la date de signature du marché transposant si elles existent les normes européennes, tant en ce qui concerne leurs caractéristiques que leurs modalités d'essais de contrôle et de réception.

V.2. Enrochements et autres matériaux naturels

V.2.1. Approvisionnement des enrochements

Les enrochements seront fournis par l'Entreprise et proviendront d'une carrière autorisée, proposée par l'Entreprise et agréée par le Maître d'œuvre.

Il conviendra d'utiliser une pierre propre, dure, non gélive, résistante à l'eau et aux agressions extérieures et de bonne qualité apparente (sans zone friable ou altérée). Ils seront contrôlés en carrière par le Maître l'œuvre.

Les enrochements présents en berge et amenés à être détruits pourront être réutilisés s'ils correspondent aux exigences fixés dans ce document.

V.2.2. Dimensionnement des blocs d'enrochements

Les dimensions des blocs attendus avec leur tolérance sont les suivantes :

- ▶ Blocs de diamètre 300-600 mm : protection de berge, espace inter seuils et radiers
- ▶ Blocs de dimensions 500 x 1000 mm arrangés : seuils successifs en aval du radier de l'ouvrage cadre,
- ▶ Galets de diamètre 30-40 mm déversés : remplissage des interstices des blocs inter seuils.

V.2.3. Contrôle des enrochements

Les enrochements devront satisfaire aux exigences :

- ▶ De masse volumique : $> 2,4 \text{ T} / \text{m}^3$,
- ▶ De gélivité nulle,
- ▶ De résistance à l'usure : coefficient Micro Deval humide compris entre 20 et 30,
- ▶ De résistance à l'abrasion : coefficient Los Angeles compris entre 30 et 35.

La tenue au gel sera appréciée par une évaluation visuelle de la fissuration et en fixant une valeur seuil pour la perte de masse des prises d'essais soumises à 25 cycles gel-dégel (norme EN 13383-2). La température varie de $+20^{\circ}\text{C}$ à -17°C avec un palier à 0°C . Pour que le matériau soit considéré résistant aux cycles de gel-dégel, il faut que, sur les 10 prises d'essais testées, une au maximum présente des signes de dégradations.

L'essai de résistance à l'usure sera réalisé selon la norme NF EN 1097-1 Août 2011 « Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Partie 1 : détermination de la résistance à l'usure (micro-Deval) ».

L'essai de résistance à la compression sera réalisé selon la norme NF EN 1097-2 Juin 2010 « Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques de granulats - Partie 2 : méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation ».

La courbe granulométrique des enrochements devra être relativement uniforme et sans lacune, afin d'éviter les « poches » de petits blocs et l'isolement des plus gros blocs.

Les matériaux utilisés devront provenir d'une seule et même carrière ainsi que de la même couche du gisement afin de ne pas avoir de différence notable de couleur sur l'ensemble des aménagements.

Leur résistance mécanique doit permettre d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et des déplacements sous l'effet des courants. Les blocs seront propres sans inclusion de terre ou de matières organiques.

V.2.4. Matériaux granulaires pour reconstitution du lit

Le matériau constituant le fond du ruisseau reprofilé sera du matériau concassé 0/60 mm que ceux présent naturellement dans le Charlet.

Ils ne devront pas contenir :

- ▶ De gazon, racines, souches, débris végétaux, produits humides,
- ▶ De produits de démolition de maçonneries ou de chaussées (enrobés, grave traitée).

L'utilisation des vases, terres fluentes, argiles en pleine masse ou tourbes, est interdite.

L'entreprise évitera autant que possible d'apporter une trop grosse quantité de fines. La plage granulométrique proposée est donc la suivante :

- ▶ 0/3 mm : 10%
- ▶ 8/15 mm : 30%
- ▶ 15/25 mm : 30%
- ▶ 20/60 mm : 30%

V.3. Bétons

V.3.1. Désignation des bétons

Le béton à utiliser pour le jointoiement de la couche de base et des rangées de blocs formant les seuils successifs est le suivant :

Béton non armé pour fondations superficielles coulées dans l'eau

Désignation : BPS NF EN 206-1 C20/25 XA1 S3 cl 0,40 Dmax. *

Classe de résistance : C20/25

Classe d'exposition : XA1

Classe de teneur en chlorures : cl 0,40

Classe de consistance : S3

Exigences complémentaires : Dosage minimum en liant équivalent 400 kg (DTU 13.11)

V.3.2. Fabrication et livraison des bétons

Fabrication du béton

Tous les bétons sont élaborés dans une installation de fabrication de Béton Prêt à l'Emploi, conforme aux prescriptions de la norme NF EN 206-1 en terme d'équipement, de personnel et de procédures de conception, de production et de contrôle.

Tous les constituants du béton, y compris l'eau, sont dosés et malaxés à la centrale avant le départ des camions malaxeurs (toupies).

Informations du producteur à l'utilisateur avant la livraison

Dans des cas particuliers, en plus des caractéristiques normatives qui donnent un grand nombre d'informations et qui sont suffisantes dans les cas courants, l'utilisateur demandera au producteur de béton prêt à l'emploi des informations sur le béton afin de pouvoir le mettre en place correctement, de pouvoir y appliquer la méthode de cure appropriée, et de pouvoir évaluer l'évolution de la résistance. Ces informations doivent être fournies, sur demande, par le producteur avant la livraison sous une forme à convenir entre l'Entreprise et le producteur.

Pour la détermination de la durée de cure, les données relatives à l'évolution de la résistance du béton peuvent être fournies sous la forme de la résistance à 20°C à 2 jours, 7 jours et 28 jours.

Certaines informations complémentaires peuvent être également fournies par des indications sur le type de constituants utilisés (par exemple ciment ou granulats).

L'Entreprise informera son personnel et toutes les personnes susceptibles d'être en contact avec le béton frais des risques vis-à-vis de la santé auxquels on s'expose en manipulant le béton frais. Il demandera cette information le cas échéant au producteur de béton.

Informations du producteur à l'utilisateur à la livraison

Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton sur lequel figurent au moins les informations imprimées, tamponnées ou manuscrites suivantes :

- ▶ Le nom de l'usine de fabrication du béton prêt à l'emploi ;
- ▶ Le numéro de série du bon ;
- ▶ La date et l'heure de chargement, c'est-à-dire le premier contact entre ciment et eau ;
- ▶ Le numéro du camion ou une identification du véhicule ;

- ▶ Le nom de l'acheteur ;
- ▶ Le nom et la localisation du chantier ;
- ▶ Les références ou les détails relatifs aux spécifications, par exemple numéro de code, numéro de commande ;
- ▶ La quantité de béton, en mètres cubes ;
- ▶ La déclaration de conformité avec référence aux spécifications et à l'EN 206-1 ;
- ▶ Le nom ou logotype de l'organisme de certification, s'il y a lieu ;
- ▶ L'heure d'arrivée du béton sur le chantier ;
- ▶ L'heure de début de déchargement ;
- ▶ L'heure de la fin de déchargement.
- ▶ La classe de résistance ;
- ▶ Les classes d'exposition ;
- ▶ La classe de teneur en chlorures ;
- ▶ La classe de consistance ou valeur cible ;
- ▶ Les valeurs limites de composition du béton, lorsque spécifiées ;
- ▶ Le type et la classe de résistance du ciment, lorsque spécifiés ;
- ▶ Le type d'adjuvants et d'additions, lorsque spécifié ;
- ▶ Les propriétés particulières, si elles sont prescrites ;
- ▶ La dimension maximale nominale des granulats ;
- ▶ Pour le béton léger ou le béton lourd, la classe de masse volumique ou la masse volumique cible ;
- ▶ Une information de l'utilisateur des risques vis-à-vis de la santé auxquels il s'expose en manipulant le béton frais.

Consistance à la livraison

En général, toute addition d'eau, d'adjuvants ou d'ajouts à la livraison est interdite. Dans des cas spéciaux, de l'eau, des adjuvants peuvent être ajoutés lorsque ceci est effectué sous la responsabilité du producteur en vue d'amener la consistance à la valeur spécifiée, sous réserve que les valeurs limites permises par la spécification ne soient pas dépassées et que cette addition soit prévue dans la formulation du béton. Toute quantité d'eau complémentaire ou d'adjuvants ou d'ajouts ajoutée dans le camion malaxeur doit être enregistrée sur le bon de livraison dans tous les cas. Pour le malaxage complémentaire, voir 9.8 de la norme NF EN 206-1.

Si la quantité d'eau, d'adjuvant ou d'ajout ajoutée sur le chantier dans le camion malaxeur conduit à dépasser la quantité autorisée par la spécification ou les quantités respectives prévues par la formulation du béton, il convient que la charge de béton soit enregistrée comme « non conforme » sur le bon de livraison. La partie qui requiert cet ajout est responsable des conséquences et il convient qu'elle soit enregistrée sur le bon de livraison.

Immédiatement après l'arrivée du camion sur le chantier, l'Entreprise réalise une inspection visuelle du béton afin de déterminer si le béton a la consistance voulue.

En cas de doute, il réalise un prélèvement suivant les prescriptions de la norme NF EN 12350-1 et 5.4.1 et NA.5.4.1 de la norme NF EN 206-1 et pratique un test d'affaissement suivant la norme NF EN 12350-2 (un autre test peut être pratiqué notamment dans le cas des bétons autoplaçants où l'on utilise le même matériel – avec un planche plus grande – pour réaliser un test d'étalement décrit dans les recommandations provisoires de l'AFGC sur le BAP).

Dans le cas où l'inspection visuelle ou le test au cône conduisent à la présomption de conformité du béton en terme d'ouvrabilité du béton, le béton peut être mis en œuvre (voir aussi tableau 11 et NA.5.4.1 de la norme NF EN 206-1). L'Entreprise veille à partir de ce moment-là qu'il n'y ait plus de modification opérée sur la composition du béton. Dans le cas où le test ne conduit pas à la présomption de conformité, l'Entreprise en réfère immédiatement au producteur qui prend toutes dispositions pour remédier au problème (ajout de fluidifiant par exemple) ou pour reprendre la charge de béton et en renvoyer une nouvelle.

Transport des bétons

Sauf dispositions particulières, la durée du transport ne doit pas être supérieure à 1 h 30 et la durée totale (transport + vidange) ne doit pas excéder 2 h 00.

Il n'est employé aucun procédé de transport susceptible de donner lieu à :

- ▶ Une ségrégation des constituants du béton,
- ▶ Un commencement de prise avant la mise en œuvre,
- ▶ Une altération des qualités du béton par les conditions atmosphériques (notamment par évaporation excessive).

Le transport des bétons est normalement effectué dans des camions malaxeurs. Ceux-ci sont équipés d'un tambour à deux vitesses, l'une pour l'agitation, l'autre pour le malaxage.

Constituant des béton et mortiers

Le PAQ rappelle et définit la catégorie, la classe, la sous-classe et la provenance des ciments. La nature des ciments choisis doit tenir compte de l'agressivité du milieu. C'est le cas pour tous les ciments entrant dans la composition des bétons de la structure de l'ouvrage (bétons en contact avec les terres et les eaux chargées stockées).

L'Entreprise spécifiera à son fournisseur que toutes les livraisons de ciment sont susceptibles de prélèvements conservatoires tels que définis par la norme NF P 15.300.

Pour limiter les risques de "fausses prises" les ciments devront être livrés sur le site de fabrication du béton à une température inférieure à 75° C.

Un essai d'identification rapide sera effectué par l'Entreprise avec une fréquence qu'elle définira dans son plan d'assurance de la qualité.

L'Entreprise devra effectuer selon les modalités prévues aux clauses 2.2 et 2.3 de la norme NF P 15.300 des prélèvements conservatoires de ciment : de 5 kg pour chaque partie d'ouvrage définie lors de l'établissement du plan de contrôle d'exécution des ouvrages avec un prélèvement de la 1ère livraison de chaque ciment de qualité nouvelle.

Les prélèvements sont conservés à l'abri, en récipients étanches et étiquetés par le laboratoire de l'Entreprise qui en assurera la gestion.

En cas d'anomalie constatée sur les bétons, les essais de vérification de la conformité aux normes des ciments livrés seront effectués aux frais de l'Entreprise, conformément aux dispositions des paragraphes 2.03.2 et 2.02.5 de la norme NF P 15.300 sur le prélèvement conservatoire correspondant.

Si les essais effectués par le Maître d'Ouvrage dans le cadre du contrôle extérieur mettent en évidence une non-conformité avec les caractéristiques attendues du ciment, il sera procédé aux frais de l'Entreprise, à des contre-épreuves, dans les conditions du paragraphe 2.02.5 de la norme NF P 15.300.

Pendant la durée de ces contre-épreuves, le stock ou le silo de ciment concerné ne sera pas utilisé.

Le Maître d'œuvre fera connaître à l'Entreprise sa décision d'acceptation ou de refus du lot de ciment concerné, dans les soixante-douze (72) heures qui suivent la prise d'échantillon pour contre-épreuves. Le reliquat de ciment, après essais, sera conservé durant 6 mois.

Le Maître d'œuvre se réserve la possibilité de modifier la cadence de ces essais.

Conséquences d'une ou plusieurs insuffisances des caractéristiques des ciments

Si des défauts susceptibles d'être imputés à la qualité des ciments livrés sont constatés dans les six (6) mois après le prélèvement sur une quelconque partie d'un ouvrage ou sur les éprouvettes de béton de cet ouvrage, le Maître d'œuvre peut faire effectuer sur les prélèvements conservatoires correspondants les essais de vérification de la conformité aux normes des ciments livrés, dans les conditions des paragraphes 2.03.2 et 2.02.5 de la norme NF P 15.300.

Lorsque les épreuves et contre-épreuves sur les ciments donnent des résultats défavorables, le Maître d'œuvre se réserve le droit d'appliquer dans ce cas, soit l'Article 39 du C.C.A.G. sur les vices de construction si les défauts constatés le nécessitent, soit une réfaction de prix si les défauts constatés ne mettent pas en cause de façon notable la stabilité de l'ouvrage.

Le Maître d'œuvre pourra aussi ordonner, aux frais de l'Entreprise, des essais non destructifs telle que l'auscultation dynamique sur des parties bétonnées avec un ciment douteux et entamer toute action dans le but de sauvegarder les caractéristiques de la partie d'ouvrage.

Granulats (F 65A - Article 72.2)

La fourniture des granulats fait partie du marché. Les sables d'origine marine sont interdits.

Le P.A.Q. indique la provenance, la nature et le niveau de performance des granulats.

Le stockage des granulats sera réalisé sur une aire bétonnée présentant une pente suffisante pour assurer l'évacuation des eaux d'essorage.

La durée de stockage minimale avant emploi sera de 3 jours pour les sables 0/D et 2 jours pour les granulats d/D.

Pour répondre aux exigences de qualité des parements la provenance précise des sables et granulats sera soumise à l'accord du Maître d'œuvre (régularité, qualité).

Eaux de gâchage et d'apport (F 65A - Article 72)

Le Maître d'œuvre demandera un certificat d'analyse si l'eau n'est pas potable.

Adjuvants (F 65A - Article 72)

Le P.A.Q. définit la nature, le dosage et la provenance des adjuvants.

Toute livraison d'adjuvant donnera lieu à une présentation d'un certificat d'origine indiquant la date limite au-delà de laquelle ce produit livré devra être mis au rebut.

En début d'utilisation, le Maître d'œuvre fera effectuer contradictoirement un prélèvement conservatoire sur chaque adjuvant.

Colles et résines

Les colles et résines destinées aux bétons et mortiers de résines et aux reprises et ragréages devront être soumises à l'acceptation du Maître d'œuvre et être choisies sur la liste des produits ayant fait l'objet des essais complets (identification et efficacité par le L.C.P.C., liste publiée à un bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées et périodiquement mis à jour).

Ces produits devront satisfaire en fonction de leur destination les critères figurant dans le guide LCPC-SETRA pour le choix de l'application des produits de réparation des ouvrages en béton. L'Entreprise devra fournir au Maître d'œuvre la fiche technique de chaque produit et le procès-verbal des essais mentionnés.

V.3.3. Contrôle des bétons

Epreuves de contrôle

Les épreuves de contrôle sont à la charge de l'Entreprise et sont réalisées par un Laboratoire agréé par le Maître d'œuvre.

Les épreuves de contrôle seront conduites, conformément à l'Article 77.2 du Fascicule 65A du C.C.T.G. Les ouvrages seront décomposés en "lot d'emploi" compatible avec l'application de l'épreuve du contrôle définie par le Fascicule 65 A du C.C.T.G.

On comprendra par "lot d'emploi" la quantité de béton d'un même type, provenant d'une même unité de fabrication, mise en œuvre en une journée.

En fonction de la définition des "lots d'emploi", un plan de contrôle sera établi par le Maître d'œuvre et communiqué à l'Entreprise.

Il sera effectué 1 prélèvements de 3 éprouvettes.

A chaque prélèvement, il sera réalisé 1 essai de mesure de consistance au cône d'Abrams.

Epreuves d'information

Le PAQ précise :

- ▶ Les conditions des épreuves d'information,
- ▶ Les modalités de communication des résultats par l'Entreprise au Maître d'œuvre,
- ▶ La conduite à tenir lorsque les résultats escomptés ne sont pas atteints.

V.4. Dalot

L'entreprise devra réaliser toutes les études et plans d'exécutions relatives à l'ouvrage de franchissement et ses fondations. **L'entreprise devra procéder aux choix des matériaux, aux dimensionnements et la pose de l'ouvrage et ses fondations, de façon à :**

- ▶ **Assurer la tenue de l'ouvrage dans le temps ;**
- ▶ **Ce que l'ouvrage puisse supporter le passage de véhicules courants, camions et engins agricoles.**

Les dimensions minimales intérieures du dalot seront les suivantes : 4.5 m x1.7 m. L'entreprise devra proposer la fourniture de dalot ayant des dimensions se rapprochant des dimensions minimales envisagées.

V.5. Protection des surfaces en berge

V.5.1. Géotextile synthétique sous enrochements

Un géotextile sera placé au contact remblai/enrochements.

Le géotextile devra être conforme aux normes en vigueur et portera le marquage CE. Il aura une fonction de filtration/séparation (rétention du sol tout en permettant le passage de fluides à travers). Il sera certifié dans ASQUAL.

Le géotextile présentera les caractéristiques principales suivantes :

- ▶ Masse surfacique supérieure ou égal 300g/m² (NF EN ISO 9864).
- ▶ Résistance à la traction sens production supérieure ou égal à 25 kN/m (NF EN ISO 10319)
- ▶ Déformation à l'effort de traction maximale (suivant NF EN ISO 10319) supérieure ou égale à 50 % dans le sens Production,
- ▶ Résistance au poinçonnement statique (suivant NF EN ISO 38019) supérieure ou égale à 1.2 kN/m,
- ▶ Résistance à la perforation dynamique (suivant NF EN ISO 13433) supérieure ou égale à 10 mm
- ▶ Perméabilité normale au plan (suivant NF EN ISO 11058) inférieure ou égale à 0.055 m/s,
- ▶ Ouverture de filtration < 135 µm (NF EN ISO 12956)

V.5.2. Treillis coco

Le treillis en coco placé sur les banquettes et les talus devra être conforme à EN 13249, EN 13251 et EN 13252 et portera le marquage CE. Il aura pour fonction d'empêcher l'érosion des sols tant que la végétation n'a pas reprise.

Le treillis biodégradable de coco tissé utilisé sera de densité supérieure à 700 g/m² et de largeur 2 ou 3 m.

Les agrafes utilisées pour fixer le treillis en coco (lits de plants et plançons) seront des clous en forme de U d'une longueur totale 60 cm (60, 10, 10) ou 80 cm (60, 10, 10) en fer à béton de 6 mm de diamètre.

V.6. Végétaux

Tous les végétaux fournis par l'Entreprise devront être conformes à l'espèce et à la variété demandée.

Il ne sera accepté, au cours des travaux, aucune modification des espèces ou variétés prévues au détail quantitatif. L'Entreprise devra donc s'inquiéter dès la consultation des disponibilités des espèces auprès du ou des pépiniéristes, ainsi que des sites de prélèvement possibles des pieux et boutures.

Si une autre espèce ou variété paraissait impossible à trouver quant à sa force ou à sa qualité, l'Entreprise devrait le mentionner obligatoirement dans sa réponse.

V.6.1. Approvisionnement et label végétal local

Le maître d'ouvrage demande la fourniture de végétaux sauvages (plants, hélophytes et semences) d'origine locale suivant les critères (régions d'origine, diversité génétique, traçabilité) du label Végétal local.

Ce label est une marque déposée à l'INPI en janvier 2015 par la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux-FCBN. Elle garantit pour les plantes, les arbres et les arbustes sauvages bénéficiaires :

- ▶ Leur provenance locale au regard d'une carte des régions d'origine, avec une traçabilité complète depuis le site de collecte en milieu naturel ;
- ▶ La prise en compte de la diversité génétique d'origine dans les lots de plantes et d'arbres porteurs du signe de qualité ;
- ▶ Une conservation de la ressource (plantes et arbres mères) dans le milieu naturel, malgré les collectes.

C'est le matériel végétal (graines, boutures, plants...) qui est labellisé, pour une région d'origine donnée. Les fournisseurs (producteurs, semenciers) qui sont en mesure de fournir ces végétaux ont obtenu le droit d'exploiter le label auprès du comité de marque, pour une liste d'espèces donnée, et pour des régions d'origine spécifiques. Pour en savoir plus sur ce label : <https://www.vegetal-local.fr/>. Pour connaître la liste des végétaux et les producteurs : <https://www.vegetal-local.fr/vegetaux-producteurs/recherche>.

Si le fournisseur (producteur, semencier) ne peut fournir du matériel végétal labellisé « Végétal local », il devra démontrer à l'acheteur l'équivalence sur la base d'un dossier technique reprenant les critères du label Végétal local. Les récoltes, la production et la traçabilité des végétaux devront respecter au mieux l'ensemble des règles obligatoires du référentiel technique. Le fournisseur s'engage à accompagner sa réponse technique et sur les documents de vente et les étiquettes, le maximum d'informations exigées par le label « végétal local » (cf. Article 6 du référentiel technique « Végétal local ») et les précisions sur l'espèce et la région d'origine correspondant à la zone d'implantation du projet.

Remarque : Une visite en pépinière par les entreprises en fin d'été peut éviter un refus du matériel végétal lors de la réception.

Les documents fournis et l'étiquetage attesteront que les végétaux sont issus de récoltes dans la région d'origine du projet.

Garantie d'origine : « Pour les espèces herbacées et ligneuses non certifiées, la notion d'écotype ou d'origine est fondamentale, elle conditionne l'adaptation au sol et au climat. Il importe donc d'utiliser des graines récoltées dans des conditions proches de celles du site à ensemercer ». De plus, « il importe d'obtenir du fournisseur des garanties sérieuses sur le lieu de récolte des semences ».

Dans tous les cas, seule l'utilisation de végétaux effectivement labellisés pourra donner lieu à une valorisation de l'aménagement via le logotype du label.

Attention : Les délais de fourniture via des récoltes spécifiques de graines/boutures et les délais de mise en culture (multiplication pour les herbacées, élevage pour les ligneux) peuvent être longs. La prise d'information au sujet de ces labels pour la fourniture des matériaux adaptés est donc à anticiper en amont de la réponse au marché de travaux.

L'Entreprise est tenue de préciser la provenance de chaque type de végétaux dans son offre.

Dans les dix jours qui suivent la notification du marché, l'Entreprise devra faire confirmer la ou les pépinières qu'il choisit pour la fourniture. Le Maître d'œuvre peut les visiter pour donner son accord sur le choix des végétaux. L'Entreprise choisira des pépinières locales ou situées dans les zones géographiques à climat et sol comparables à ceux du chantier. Elles devront être agréées par le M.O.

Le transport devra s'effectuer dans les meilleures conditions, en évitant toute blessure et dessèchement. Toutes les précautions seront également prises contre le gel et la dessiccation.

L'entreprise tiendra à la disposition du Maître d'œuvre les bordereaux de livraison afin de permettre le contrôle des approvisionnements.

V.6.2. Fourniture des végétaux

Prélèvement de boutures de saules

L'Entreprise prendra toutes les dispositions :

- Ne pas arracher l'écorce des végétaux (en les traînant ou les chargeant),
- Le prélèvement ne doit pas être effectué par vent desséchant ou par temps de gelée,
- Effectuer une coupe propre, franche et nette au sécateur (légèrement en oblique pour les boutures). Aucun écorchage même partiel ne doit être visible,
- Ne pas fendre les boutures en les coupant,

Arrachage des plans en pépinière

L'arrachage se fera dans les règles de l'art pour ne pas porter atteinte aux racines, à la motte et à la ramure des végétaux.

L'arrachage des végétaux à racines ne doit pas être effectué par vent desséchant ou par temps de gelée.

La jauge en pépinière ne devra pas excéder trois jours. Toutes les précautions seront également prises contre le gel, la dessiccation et la destruction des mottes

Le transport devra s'effectuer dans les meilleures conditions, en évitant toute blessure et dessèchement.

Les végétaux doivent être livrés à pied d'œuvre avec les étiquettes désignant leur genre, leur espèce, leur variété, leur âge et leur calibre, selon la codification applicable, en concordance avec les quantités et la qualité commandées.

Seront exclus les matériaux morts ou susceptibles de ne pas reprendre de manière satisfaisante.

Réception des végétaux

La fourniture des végétaux fera l'objet d'une **réception** sur le chantier. La réception donnera lieu à un procès-verbal visé par chaque partie. Les végétaux fournis devront être conformes aux spécifications générales (NF. V. 12 031 et NF. V. 12 051) et particulières définies par les normes AFNOR.

Les végétaux devront être de premier choix, sains, bien constitués, exempts de toute maladie, mousse ou gerçure et présenter toutes les caractéristiques d'une végétation vigoureuse. Les végétaux seront sains et avec un système racinaire abondant et fonctionnel.

Les végétaux seront de belle venue, bien proportionnés et équilibrés, présentant des branches bien réparties et en nombre suffisant en fonction de la taille demandée. L'entreprise devra s'assurer de la fourniture par la même pépinière et en une seule fois, de tous les végétaux d'un même lot, d'une même essence ou d'un âge déterminé.

Les arbres isolés devront avoir une couronne large bien équilibrée.

V.6.3. Espèces de saules à favoriser

Les aménagements comporteront plusieurs espèces de saules, ceci de manière à éviter les formations monospécifiques :

- ▶ Salix atrocinerea (saules roux),
- ▶ Salix purpurea (saules pourpres),

- ▶ Salix cinerea (saule cendré),
- ▶ Salix triandra (saule à 3 étamines).

V.6.4. Boutures de saule

Les boutures utilisées auront un diamètre de 2,5 à 5 cm et une longueur de 70 à 90 cm. La pointe inférieure de la bouture sera taillée en biseau, l'autre à 90° des fibres (au sécateur).

Les lieux de prélèvement seront validés avec le maître d'ouvrage. Les boutures seront prélevées sur des sujets sains. Le matériel vivant sera prélevé durant la période de repos de la végétation, c'est-à-dire entre novembre et mars, et de manière à ce que sa mise en place puisse s'effectuer rapidement (2 à 4 jours) après le prélèvement.

L'utilisation de matériaux morts ou malades non susceptibles d'une reprise saine est absolument proscrite. La mise en jauge éventuelle ou le stockage dans l'eau doivent être prévus par l'entrepreneur et comptés dans son prix unitaire.

V.6.5. Semis

L'Entreprise justifie de la provenance du mélange et des espèces distinctes par la remise des étiquettes figurant dans ou sur les sacs de graines utilisées et qui portent :

- ▶ Le numéro du certificat d'origine établi par le service officiel du contrôle et de certification des semences et des plants (S.O.C.),
- ▶ Le numéro de conditionnement,
- ▶ Le poids et la date de fermeture du sac,
- ▶ Ainsi que le détail des espèces et variétés des composants.

La composition de semis sera la suivante :

- ▶ Pour les zones remblayées/décaissées :

%	Espèce	Nom latin
68 %	Graminées	
15%	Dactyle	Dactylis glomerata
10%	Fétuque élevée	Festuca arundinacea
5%	Ray-Grass anglais	Lolium perenne
10 %	Fétuque rouge gazonnante	Festuca rubra communata
10 %	Fétuque rouge traçante	Festuca rubra rubra
8 %	Fétuque des prés	Festuca pratensis
5 %	Fétuque ovine durette	Festuca ovina
4 %	Fléole des prés	Phleum pratense
0.5 %	Fétuque arverne	Festuca arvernensis
0.5 %	Trainasse (Agrostis)	Agrostis tenuis

14 %	Légumineuses	
9 %	Sainfoin	Onobrychis vicifolia
3.5 %	Vesce velue	Vicia villosa
1%	Trèfle violet	Trifolium pratense
0.5 %	Lotier corniculé	Lotus corniculatus
18 %	Autres plantes à fleurs	
12 %	Petite pimprenelle	Sanguisorba minor
2 %	Caméline cultivée	Camelina sativa
2 %	Plantain lancéolé	Plantago lanceolata
1 %	Carotte sauvage	Daucus carota
0.5 %	Achillée millefeuille	Achillea millefolium
0.3 %	Silène enflée	Silene Enflata
0.1 %	Millepertuis	Hypericum perforatum
0.1 %	Compagnon rouge	Silene dioica

► Pour l'ensemencement des berges :

%	Espèce	Nom latin
77 %	Graminées	
20 %	Fétuque rouge traçante	Festuca rubra rubra
10 %	Fétuque rouge gazonnante	Festuca rubra communata
15%	Fétuque élevée	Festuca arundinacea
8 %	Ray-Grass anglais	Lolium perenne
8 %	Fétuque des prés	Festuca pratensis
5%	Dactyle	Dactylis glomerata
5 %	Pâturin des prés	Poa pratensis
5 %	Fromental	Arrhenaterum latius
0.5 %	Houlque laineuse	Holcus lanatus
0.5 %	Baldinguère	Phalaris arundinacea
8 %	Légumineuses	
2 %	Trèfle des prés	Trifolium pratense
2 %	Trèfle hybride	Trifolium hybridum
2 %	Minette	Medicago lupulina
1 %	Trèfle blanc	Trifolium repens
1 %	Lotier corniculé	Lotus corniculatus

15 %	Autres plantes à fleurs	
12 %	Petite pimprenelle	Sanguisorba minor
2 %	Plantain lancéolé	Plantago lanceolata
1 %	Cerfeuil doré	Chaerophyllum aureum

Pour chaque espèce, la graine sera pure, correspondant bien au genre, espèce ou variété demandés : bien constituée dans toutes les parties, d'une bonne faculté germinative, d'une couleur homogène et non atteinte de maladie parasitaire ou cryptogamique. Le mélange grainier proposé à l'agrément du Maître d'œuvre sera conforme aux prescriptions de l'article 2.2.4.2 du fascicule 35 du CCTG (Cahier des Clauses techniques générales).

En cas de doute sur la composition des mélanges de graines, le Maître d'œuvre est autorisé à prélever un échantillon dans l'un ou l'autre sac et à le faire analyser dans un laboratoire spécialisé, aux frais de l'Entreprise concerné si les résultats d'analyse montrent des différences avec les compositions envisagées.

La mixture comprendra, outre les semences, tous les produits nécessaires à une bonne exécution : soit de l'engrais, de l'eau en quantité suffisante pour la bonne reprise des graines et pour l'ensemencement hydraulique, de la colle (fixateur), du mulch (protection des graines). L'entreprise amendera éventuellement le sol si elle juge que cela est nécessaire pour une bonne végétalisation des berges.

L'Entreprise sera garante du pouvoir germinatif des graines employées et pourra, si nécessaire, être amenée à renouveler l'ensemencement à ses frais.

V.6.6. Espèces arbustives, arborées et hélophytes

Les plants fournis devront :

- ▶ Être en bonne végétation, c'est-à-dire, témoigner de leur vigueur de jeunesse,
- ▶ Être formés selon le caractère naturel de l'essence (silhouette, forme, résistance à la neige, aux vents, etc.) par un élevage progressif.

Les végétaux auront été élevés en pleine terre. Ils ne montreront aucun signe de dessèchement ou de lésion.

Les tailles de formation devront, en pépinière, avoir respecté le développement et le port naturel des arbres et arbustes.

Les racines devront présenter un chevelu suffisant à la réception des plantes et avant la plantation.

Les arbres et arbustes devront posséder un système de ramification conforme pour la hauteur en question.

La liste des plants à fournir est fixée ci-dessous :

Arbres	Quantité	Type
Pommier sauvage	4	Jeune arbre pré-formé – tige 2,5m
Erable plane	2	Jeune arbre pré-formé – tige 2,5m
Frêne	4	Jeune arbre pré-formé – tige 2,5m
Merisier (demi-ombre)	4	Jeune arbre pré-formé – tige 2,5m
Orme (résistant de maladie)	6	Jeune arbre pré-formé – tige 2,5m
TOTAL	20	
Frêne	8	60/80 racines nues
Charme commun (demi-ombre)	8	60/80 racines nues
Noyer commun	8	60/80 racines nues
Aulne glutineux	8	60/80 racines nues
Merisier (demi-ombre)	8	60/80 racines nues
TOTAL	40	
Arbustes	Quantité	Type
Cerisier à grappes	8	Touffes 60/80 - M
Coudrier / noisetier	8	Touffes 60/80 - M
Viorne Obier	8	Touffes 60/80 - M
Cornouiller sanguin	8	Touffes 60/80 - M
Fusain d'Europe	8	Touffes 60/80 - M
TOTAL	40	
Vivaces et graminées	Quantité	Type
Scirpe des bois	220	godet
Laiche des marais	110	godet
Lysimaque à fleurs en épi	55	godet
Laiches des rives	110	godet
Epilobe à grandes fleurs	55	godet
Laiche aiguë	80	godet
Reine des prés	55	godet
Iris des marais	415	godet
TOTAL	1 100	

V.6.7. Paillage

Le paillage sera issu du broyage de jeunes branches de feuillus. L'entreprise devra s'assurer de la provenance des copeaux (broyage de conifères exclu). Un échantillon significatif devra être soumis pour approbation au maître d'œuvre. Le paillage sera en 0/40 et mis en œuvre sur une épaisseur de 30 cm.

V.6.8. Accessoires

Agrafes pour treillis en coco

Les agrafes utilisées pour fixer le treillis en coco (lits de plants et plançons) seront des clous en forme de U d'une longueur totale 60 cm (40, 10, 10) ou 80 cm (60, 10, 10) en fer à béton de 6 mm de diamètre.

Tuteurs pour plants

Les accessoires de plantations sont conformes aux dispositions de l'article I - 1.5 du fascicule 35 du C.C.T.G. Les tuteurs seront en pin traité en autoclave (classe 4) d'un diamètre de 8 cm et d'une longueur proportionnelle au végétal. Ils seront époinçés et légèrement carbonisés au pied. Les attaches seront en matière souple de type élastomère de caoutchouc.

Les systèmes de tuteurage devront permettre le maintien du végétal durant plusieurs années, ne pas provoquer de blessures, pouvoir suivre la croissance de la plante et être resserrés ou desserrés en cas de besoin.

Ils seront affûtés par le pied et traités contre les maladies parasitaires et cryptogamiques.

L'entrepreneur soumettra au Maître d'œuvre les systèmes de tuteurage qu'il compte utiliser.

Colliers

Les colliers présenteront toutes garanties pour ne pas blesser le tronc des arbres.

Ces colliers doivent assujettir les arbres aux tuteurs, tout en évitant un contact avec eux sous l'effet du vent. Il est prévu trois colliers par sujet tuteuré. Les colliers formeront un huit par agrafage.

V.7. Chemin communal et nouveau chemin d'accès engin

V.7.1. Géotextile sous couche d'assise

Au droit du nouveau chemin d'accès créé et au niveau du chemin communal repris, un géotextile sera placé sous la structure. Le géotextile devra être conforme aux normes en vigueur et portera le marquage CE. Il sera certifié ASQUAL.

Le géotextile présentera les caractéristiques principales suivantes :

- ▶ Masse surfacique : $\geq 200 \text{ g/m}^2$
- ▶ Résistance à la traction (EN ISO 10319) : $\geq 8 \text{ kN/m}$ dans les deux sens
- ▶ Allongement à la rupture : 40–60 %

- ▶ Résistance au poinçonnement statique CBR (EN ISO 12236) : $\geq 2\,000\text{ N}$
- ▶ Ouverture de filtration O90 (EN ISO 12956) : 80 à 120 μm
- ▶ Permittivité verticale (EN ISO 11058) : $\geq 1 \times 10^{-3}\text{ m/s}$
- ▶ Résistance dynamique au poinçonnement (EN ISO 13433) : conforme exigences S5
- ▶ Durabilité : compatible avec un enfouissement permanent (EN 13249)

Le géotextile ne devra pas rester plus de quelques jours exposé au rayonnement solaire sauf s'il est maintenu dans un emballage opaque. Il ne doit pas être endommagé avant d'être incorporé à l'ouvrage.

V.7.2. Structure de chaussée en grave non traitée

L'objectif de classe de plateforme visé sur les chaussées circulées est une PF2.

La grave est proposée par l'Entrepreneur qui fournit, à l'appui de sa proposition, conformément au fascicule n° 25 du C.C.T.G., une étude de formulation conduite selon les dispositions des articles 8 et 9.1 du même C.C.T.G. Le P.A.Q. de l'entreprise précise les résultats de cette étude et en particulier :

- ▶ La teneur en eau de compactage pour la GNT,
- ▶ Les seuils d'alerte et de refus,
- ▶ La difficulté de compactage (si on utilise la liste d'aptitude des compacteurs),
- ▶ La densité OPM (si on n'utilise pas la liste d'aptitude des compacteurs).

Le fuseau de spécification est celui indiqué à l'article 10.1.1 du fascicule 25 du CCTG.

La chaîne d'élaboration de la grave doit permettre de respecter le critère de propreté imposé ainsi que les fuseaux de régularité.

Les matériaux utilisés pour la structure sous le chemin communal et du nouveau chemin d'accès sous chaussée seront constitués de graves non traitées suivante :

- ▶ Tout venant 70-150 mm.
- ▶ GNT 0/31.5 mm.

Elles seront non gélives et conformes aux normes NF EN 13242 (spécifications) et NF EN 13285 (fuseau).

V.8. Clôture et portail

V.8.1. Clôture

La clôture sera composée de :

- ▶ Poteaux ronds en châtaignier ou acacia, écorcé de préférence, de diamètre minimal 0.13 m et longueur totale 2.5 m (Longueur hors sol 1,3 m),
- ▶ Poteaux d'angle d'angles et poteaux tendeurs en châtaignier ou acacia, ronds et écorcé de préférence, de diamètre minimal 0.2 m, longueur 22.2 m (Hauteur hors sol : 1,6 m) et avec jambes de force en en châtaignier de 0.10 à 0.12 m,

- ▶ Trois rangs de fils barbelés type ronce galvanisé Ø 2,7x4x100 mm (Diamètre x Picots x Espacement) fixés solidement par crampillons galvanisés barbés 50 x Ø 5 mm (Longueur x Diamètre) et mis en tension.

V.8.2. Portails agricoles

Deux portails agricoles seront mis en place afin d'interdire l'accès du site. Il s'agira de barrières de type prairie composées de :

- ▶ Un portail en tube galvanisé à chaud hauteur 115 m minimum de longueur 4 m, équipé de 2 verrous anti-retour, à fixations réglables. Les tubes du cadre auront un diamètre minimum de 42 mm, les éléments de base (barreau) auront diamètre minimum de 32 mm. L'espacement entre les lisses sera d'environ 20-25 cm.
- ▶ Deux poteaux en acier galvanisé à sceller de section et de hauteur adaptée à la portance du portail ainsi que tous les accessoires de fixation.

Les caractéristiques exactes de ces clôtures et le type de portail seront à valider par le maître d'œuvre avant la commande des fournitures par l'entreprise.

Une garantie de 5 ans contre toute forme de dysfonctionnement (avachissement, poteau instable, inclinaison de l'ensemble, déformation excessive des mailles...), autre que des dégradations volontaires ou accidentelles, est exigée dans le cadre du présent marché.

VI.MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

VI.1. Débroussaillage – Déboisement – Enlèvement de la végétation

VI.1.1. Travaux de déboisement

Les travaux de déboisement concernent uniquement le bord du Charlet au droit de la nouvelle confluence du ruisseau de Saint Sandoux.

Ces travaux seront réalisés préalablement à la réalisation des travaux de terrassement.

Cela comprend l'abattage des arbres (dont ceux de hauts-jets) et arbustes, le dessouchage (racines) et l'évacuation dans une zone de dépôt des matériaux suivant indications du Maître d'œuvre.

Les opérations d'abattage devront être réalisées en dehors de la période comprise entre le 15 Mars et le 31 Juillet. Les arbres devant être abattus seront marqués au préalable par l'entreprise en présence du Maître d'ouvrage et/ou du Maître d'œuvre.

Les produits des coupes seront laissés sur les parcelles ou à un endroit à proximité convenu avec le maître d'œuvre et/ou le maître d'ouvrage. Le reste, les branches de moins de 10cm de diamètre, sera broyé, évacué ou laissé sur place pour paillage.

VI.1.2. Travaux de débroussaillage

La zone d'intervention (berges du ruisseau de Saint Sandoux, zones de mise en dépôt provisoire, accès, etc.) sera débroussaillée préalablement à l'exécution des travaux de terrassement. Cela comprend les opérations de broyage et évacuation vers des centres de traitement agréé.

Le rejet en rivière de l'ensemble de ces produits est formellement interdit.

VI.1.3. Dessouchage

Les opérations de dessouchage consistent à faire disparaître les quelques souches présentes en rive droite du tronçon à reméandrer (côté autoroute).

Le dessouchage se fera manuellement ou bien mécaniquement.

L'ensemble du chantier devra être nettoyé. Un ratissage devra obligatoirement être effectué pour éliminer tout déchet issu du dessouchage. L'ensemble des morceaux de souches tombées dans le ruisseau devront obligatoirement être exportées pour éviter toute eutrophisation rapide du milieu.

VI.1.4. Elimination des plantes exotiques envahissantes

Sur la zone de travaux concernant le futur bassin de décantation et la future zone humide, le séneçon du cap a été recensé.

Avant tout travaux de terrassement, cette plante devront être repérée et sa présence signalisée par la mise en place de rubalise dans l'attente de son élimination.

Un arrachage des jeunes plants et des plants isolés devra être réalisé manuellement.

La fauche est à proscrire si celle-ci est réalisée après la fructification (après le mois de juin).

Les parties aériennes, et déchets annexes seront évacués vers un centre agréé (compostage/méthanisation à privilégier si possible) après avoir été mise en big-bags fermés.

Tout matériel entrant en contact avec les invasives /terres infestées (godets et griffes de pelleteuses, pneus et chenilles des véhicules, outils manuels et bottes ou chaussures du personnel, etc.) sera nettoyé avant et après chaque intervention.

Le nettoyage du matériel est réalisé manuellement sur un géotextile à côté de la zone contaminés. Le géotextile est évacué vers un centre de tri.

Un suivi des repousses est réalisé avec arrachage supplémentaires si nécessaire.



VI.2. Consistance des travaux de terrassement

VI.2.1. Décapage de la terre végétale

Un décapage de terre végétale sera réalisé sur une épaisseur de 0.20 cm au droit des berges du ruisseau actuel, du futur bassin de décantation, du nouveau chemin d'accès, de la zone de création des mares et du nouveau lit à aménager.

La terre végétale présente en berge du ruisseau (amont du futur bassin de décantation) sera séparée de la terre végétale issue des autres secteurs afin d'éviter sa contamination par le séneçon du cap.

La terre végétale sera soigneusement triée et devra être exempte de roches, graviers, argiles, vase, souches. Elle sera mise en dépôt sur une zone de stockage provisoire sur site aux endroits validés par le Maître d'ouvrage pour être réemployée avant ensemencement.

En première approche et compte tenu de la taille des parcelles appartenant au SMVVA, il n'est pas prévu d'évacuer de la terre végétale du site.

VI.2.2. Déblais en terrain de toute nature

Ces travaux concernent la réalisation par engins mécaniques de fouilles en rigoles, tranchées ou pleine masse en terrain de toute nature (roche dure, classe E exceptée), manutention et mise en dépôt à proximité. L'Entreprise détermine l'emprise des fouilles et procède à tous les étaitements, les blindages, les assèchements par tous les moyens (époussetage, rabattement, enceinte étanche, etc.), qu'il juge nécessaire. Les parements extérieurs des fouilles en masse comporteront le fruit nécessaire pour éviter les éboulements.

L'Entreprise est réputée avoir examiné le site sous sa propre responsabilité, et fait tous les sondages et études qu'il pourrait désirer pour juger par lui-même des conditions de travail.

Les déblais extraits lors des travaux de terrassement sont triés en vue de leur réemploi (déblais rocheux, déblais meubles). Les matériaux réutilisables seront stockés sur place et pourront soit :

- ▶ Etre réutilisé en remblais dans le cadre du projet,
- ▶ Laissé stockés sur site (régilage et création de merlons périphériques et monticules).

Les zones de décharges doivent être stables, et ne doivent gêner ni l'écoulement de l'eau, ni les travaux ultérieurs. En aucun cas les produits mis en décharge ne devront l'être dans le lit majeur du cours d'eau (susceptibles d'être mobilisés par les crues ou de gêner l'écoulement en crue).

VI.2.3. Réglage des talus des berges

Le talutage des berges sera exécuté conformément aux plans avec une pente de :

- ▶ De 3H/2V maximum pour les berges du ruisseau,
- ▶ De 1H/1V maximum pour le bassin de décantation.

VI.2.4. Remblais

Ces remblais concernent le remblaiement du ruisseau de Saint Sandoux (partiellement sur la partie réméandree et totalement au niveau de l'ouvrage bétonné en amont immédiat de la confluence avec le Charlet).

Les remblais sont à réaliser dans les conditions définies aux articles 15 et 16 du fascicule 2 du C.C.T.G.

Ils doivent être exécutés de manière à ne causer aucun déplacement des ouvrages et aucun dommage, notamment par un remblai par couches mises en œuvre de manière symétrique.

Les remblais seront très soigneusement compactés avec le matériel approprié.

VI.2.5. Mise en dépôt provisoire

Les déblais non utilisés pour les ouvrages et provenant des fouilles sont mis en décharge selon des modalités agréées par le Maître d'œuvre.

Les zones de décharges doivent être stables, et ne doivent gêner ni l'écoulement de l'eau, ni les travaux ultérieurs.

Les souches d'arbres, et débris flottants divers non destructibles ou non récupérables sont incinérés dans les zones de décharges désignées sous réserve qu'ils ne soient pas polluants.

L'Entreprise est responsable de toute dégradation de l'eau et de l'environnement provoquée par les matières en suspension et le rejet d'hydrocarbures ou produits chimiques.

VI.3. Consistance des travaux de création des mares

VI.3.1. Consistance des travaux de terrassement

L'emplacement et la surface des mares sont donnés à titre indicatif sur plan. L'emplacement et le profil définitif des mares seront définis lors d'une visite sur site avec le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage. Le piquetage de matérialisation des mares sera alors opéré par l'Entreprise.

Les mares seront créées entre septembre et décembre pour éviter au maximum les impacts sur la biodiversité locale et permettre une remise en eau grâce à la pluviométrie hivernale.

Le creusement des mares sera à effectuer sur sol sec après décapage de la terre végétale. Une partie des matériaux sera utilisée pour reconstituer ou créer des talus afin de renforcer le maillage bocager autour des mares.

Les mares auront une surface comprise entre 65 et 200 m² maximum. La surface totale des mares est estimée à 670 m².

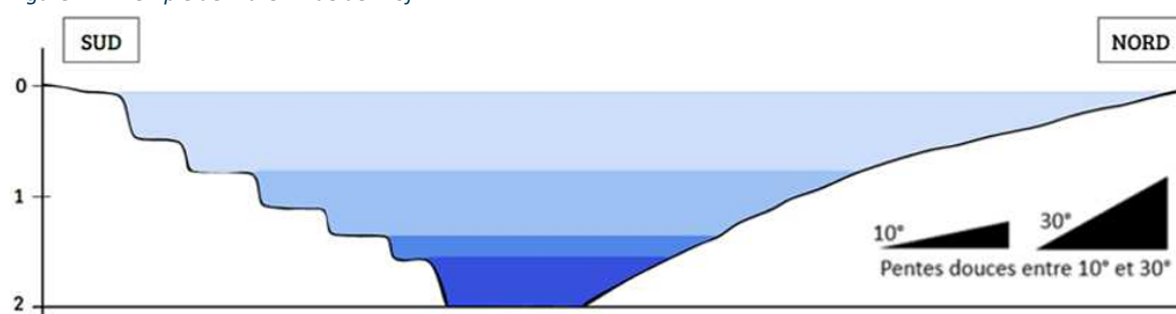
Les plus grandes auront des formes naturelles (sinueuses/courbées). Ces formes permettent d'avoir un linéaire de berges plus important et une diversification des habitats. Les plus petites mares pourront avoir une forme ovoïde.

Les mares auront une profondeur maximale de 1 m.

Minimum 1/3 des berges doit être réalisé en pentes douces, idéalement les 2/3. Les pentes sont à façonner prioritairement sur la berge nord (ensoleillement favorisé par l'exposition au sud). La réalisation de pente douce permet le développement de différents types de végétation et à la faune d'accéder ou de sortir facilement de l'eau.

Un étagement de la mare en plusieurs profondeurs est à prévoir ce qui permet un équilibre entre les zones riches en plantes aquatiques et les zones plus profondes. Cette technique évite le réchauffement trop rapide de l'eau et permet de conserver des zones d'eau libre dépourvues de végétation aquatique qui servent aussi d'abris pour la faune en cas de forte gelée hivernale/ assèchement estival.

Figure 17. Exemple de mare – Vue de Profil



Source : OFB

Il n'est pas prévu en première approche de réaliser une étanchéité des mares.

En fin de chantier, une couche de 20 cm de terre végétale issue du creusement sera mis en place sur le fond de la mare pour faciliter sa végétalisation.

VI.3.2. Caractéristiques techniques des engins

Afin d'éviter le tassement du sol dans la zone humide, les travaux mécanisés devront se faire uniquement avec des engins adaptés à la portance du sol. Ils devront exercer une pression au sol inférieure ou égale à 350 g/cm² pour les engins de transport de matériaux chargés. Les engins travaillant dans la zone humide seront obligatoirement équipés de protections sous les machines afin de prévenir tout risque de pollutions par les hydrocarbures.

Des kits de produits absorbants devront être disponibles dans chaque engin de chantier.

VI.4. Mise en œuvre des enrochements

VI.4.1. Préambule général

Les véhicules utilisés pour le transport des enrochements devront être conformes à la réglementation en vigueur et ne pas dépasser les charges admissibles des accès routiers empruntés.

Les blocs seront choisis et arrangés avec précaution de manière à respecter figurant sur les plans.

La stabilité des ouvrages est très dépendante de la qualité des travaux lors de la réalisation et tout particulièrement lors de la pose des blocs (homogénéité de la taille des blocs, mise en place bien compacte, protection contre l'affouillement aval, etc.).

Les enrochements, éventuellement brisés lors des opérations de chargement, seront évacués par l'entreprise. Un double des bons de pesée correspondant au chargement sera remis au maître d'œuvre pour le décompte des quantités d'enrochements.

Les enrochements seront mis en œuvre soit au grappin, soit par tout autre moyen équivalent, de manière à leur assurer une mise en place correcte et une bonne stabilité.

Ils seront disposés bloc par bloc. Il ne sera pas toléré que les enrochements soient déversés.

VI.4.2. Enrochements en berge

Les enrochements seront posés après terrassement, réglage des talus et mise en place d'un géotextile synthétique.

La mise en place des enrochements se fait en commençant par la partie basse et en remontant vers le haut. Un ancrage à minima de 50 cm sous le niveau du lit devra être réalisé.

Les éléments seront soigneusement choisis et disposés de façon à réduire au minimum l'espace entre chaque bloc.

Ils seront bloqués mécaniquement, les blocs reposant directement les uns sur les autres. Les blocs seront imbriqués avec un décalage d'un demi-bloc au fur et à mesure de la constitution de la protection du bas vers le haut de la fouille.

Les nids de petits blocs sont prohibés, de même, la juxtaposition de gros blocs sur plusieurs couches devra être évitée. Un amalgame de petits, moyens et gros blocs doit être assuré de façon à présenter un revêtement homogène bien imbriqué.

VI.4.3. Seuils en enrochements

Les blocs disposés en couche de base entre les rangées de blocs seront arrangés avec précaution de manière prévoir une fosse en aval de la rangée de blocs. Les blocs seront posés de manière aussi jointive que possible.

Ils seront partiellement jointoyés de béton (30 %) de façon à garder une forte rugosité tout en limitant la percolation entre les blocs.

VI.4.4. Radier en enrochements

Les enrochements seront posés après fouilles ou constitution du fond de forme.

Ils seront mis en place bloc par bloc. Il ne sera pas toléré que les enrochements soient déversés.

Ils seront posés hors eau de façon à ce que le travail soit réalisé dans de bonnes conditions de visibilité, ce qui nécessite un assèchement partiel des fouilles.

Les éléments seront soigneusement choisis et disposés de façon à réduire au minimum l'espace entre chaque bloc. Ils seront mis en place sur 1 à 2 épaisseurs selon la concordance d'épaisseur et de blocométrie demandés. Dans le cas de 2 épaisseurs, la pose des enrochements est réalisée par rangs successifs, recouvrement de chaque bloc par le suivant et croisement des joints (bloc supérieur reposant de manière équivalant sur deux blocs inférieurs). Les blocs seront triés par taille, les plus gros seront utilisés pour le pied de l'ouvrage et la semelle alors que les plus petits seront utilisés pour le sommet de l'ouvrage.

Les blocs seront posés sur leur face la plus large et disposés de manière à avoir leur plus petite dimension sur la hauteur. Ils seront disposés de manière à créer un écoulement préférentiel constituant le chenal d'étiage (V central).

VI.4.5. Reconstitution du lit en matériaux granulaires

Un fond de lit le plus naturel possible devra être reconstitué par l'apport de graves sur le tronçon du ruisseau reméandré (amont bassin de décantation).

Après terrassement et réglage du fond du lit, ils seront mis en œuvre sur une épaisseur de 30 cm avec un léger devers (4%) pour concentrer les écoulements en période d'étiage.

VI.5. Mise en œuvre du béton

Le béton sera utilisé pour le jointoiement de la couche de base et des rangées de blocs des seuils successifs.

Dossier d'étude

L'Entreprise établira un dossier d'étude des bétons comprenant un dossier initial ainsi qu'un dossier de suivi des bétons conformément au 4.4.2 et 4.4.3 de la norme NF P 18-201 (DTU 21).

Les bons de livraison sont tenus à la disposition du Maître d'œuvre.

Programme de bétonnage

Avant le bétonnage, l'Entreprise définit :

- ▶ Le matériel utilisé et le schéma de l'installation,
- ▶ Les cadences de bétonnage,
- ▶ Les zones de circulation prévues pour le personnel,
- ▶ Les adaptations prévues dans le ferrailage si nécessaire,
- ▶ Les mesures prévues pour éviter la ségrégation en début et fin de séquence de bétonnage.

Il établit également pour chaque partie d'ouvrage un ou plusieurs programmes de bétonnage qui définissent :

- ▶ Les phases de bétonnage,
- ▶ La position du béton mis en place (date de coulage, quantité et formule),
- ▶ Les conditions de recouvrement des couches successives,
- ▶ La nature des coffrages d'arrêt,
- ▶ Le matériel nécessaire pour la mise en œuvre,
- ▶ Les moyens utilisés pour assurer le serrage du béton,
- ▶ Les moyens d'approvisionnement, y compris les moyens mis en réserve,
- ▶ L'effectif en personnel en précisant sa qualification professionnelle,
- ▶ Les secours électriques éventuels,
- ▶ Les dispositions prévues en cas d'arrêt d'approvisionnement du béton.

Mise en place et serrage du béton

Le béton ne doit être mis en place qu'au contact de surfaces et dans des volumes débarrassés de tous corps étrangers. Lorsque les coffrages et/ou les supports sont susceptibles d'absorber l'eau ou d'activer son évaporation, ils doivent être convenablement humidifiés.

Dans le cas de mise en œuvre à la pompe, le béton est mélangé dans l'engin transporteur avant déversement dans la trémie de la pompe. Les tuyauteries exposées au soleil sont convenablement protégées. Avant le bétonnage, si un mortier est utilisé pour favoriser le glissement du béton dans les conduites, celui-ci est intégralement évacué avant le début du bétonnage.

Le béton est exempt de ségrégation au moment de sa mise en œuvre qui doit intervenir avant tout début de prise ou dessiccation.

La mise en place du béton et sa vibration ne doivent pas provoquer de déplacement des armatures.

Les armatures qui sortent d'une levée sont maintenues solidement de telle sorte que leur enrobage minimum soit toujours garanti dans la levée suivante.

Le béton est en contact parfait avec les parois ou les coffrages et enrobe les armatures sur toute leur surface.

Le béton ne doit pas tomber librement d'une hauteur supérieure à 1,50 m. La chute est guidée par des goulottes souples et des fenêtres sont éventuellement réservées dans les coffrages ou dans le

ferrailage. Dans le cas d'un bétonnage à la benne, pour faciliter la descente du béton dans les goulottes, la benne peut être équipée d'un dispositif de vibration.

Le serrage du béton, autre qu'autoplaçant, peut être obtenu par damage, vibration ou pervibration par couches d'épaisseur appropriée. Il devra être parfaitement réalisé afin d'assurer l'atteinte des caractéristiques attendues du béton de l'ouvrage.

Reprise de bétonnage

En dehors des cas courants, les reprises de bétonnage doivent être, soit précisées sur les plans d'exécution, soit soumises à l'avis du Maître d'œuvre.

La surface de reprise doit être propre, rugueuse, et traitée de façon à obtenir une bonne adhérence à l'interface, sans toutefois dégrader la zone de béton proche de cette interface.

Au moment de la prise, la surface du béton est complètement purgée de la laitance à l'aide d'un jet d'air et d'eau sous pression de façon à aviver cette surface et à la débarrasser de toutes les parties friables ou grasses tout en veillant à ne pas déchausser les granulats. Dans le cas où le résultat n'est pas atteint, l'Entreprise procède avant tout bétonnage à un avivage de la surface, soit à l'aide d'un jet d'eau à haute pression (supérieure à 100 bars), soit par un léger repiquage suivi à nouveau d'un nettoyage et d'un lavage.

L'Entreprise aménage dans ses coffrages des orifices et un réseau d'évacuation permettant de recueillir l'eau et les matériaux issus du nettoyage, sans souiller les bétons situés à proximité.

A chaque reprise sur béton durci, la surface à bétonner est parfaitement nettoyée, puis humidifiée jusqu'à saturation du béton. Avant bétonnage, l'eau en excès est éliminée à l'air comprimé, exempt d'huile.

A la fin du bétonnage ou au moment du traitement de la reprise, les armatures en attente sont débarrassées des coulées de laitance et de mortier qui pourraient les enrober.

Effet des conditions ambiantes

Les prescriptions de fabrication et mise en place du béton sont prévues pour des conditions ambiantes courantes.

Lorsque la température descend au-dessous de 5°C tout bétonnage fait l'objet de dispositions spéciales soumises au Maître d'œuvre. Des précautions particulières (chauffage...) peuvent permettre le bétonnage par basse température. Si malgré les précautions particulières mises en œuvre, une partie du béton gelé n'a pas fait sa prise après le dégel ou n'a pas obtenu une résistance suffisante, cette partie doit être démolie.

Durant les périodes où la température est élevée, surtout si elle s'accompagne d'un air sec, l'Entreprise prend toutes les dispositions pour éviter des conséquences fâcheuses sur le béton frais (forte accélération de la prise, évaporation rapide de l'eau, diminution rapide de la plasticité, fissuration après mise en œuvre) ou sur le béton durci (élévation de la température du béton entraînant une diminution de la résistance finale et une fissuration). La température du béton frais mis en œuvre ne dépasse pas 30°C.

L'Entreprise établit des procédures qu'il soumet au Maître d'Ouvrage après avoir effectué, si nécessaire, des essais de convenance.

Des dispositions particulières doivent être adoptées :

- ▶ Dès que la température ambiante au moment de la mise en place du béton est susceptible de dépasser 35 °C,
- ▶ Dès que la température du béton est susceptible de dépasser 65 °C pendant sa prise,
- ▶ Dès que la température du béton est susceptible de descendre en dessous de 0 °C, jusqu'à ce que la zone de surface ait atteint une résistance suffisante (par exemple 5 MPa pour une dalle).

Cure de béton

Une température élevée, le vent ou une faible hygrométrie sont susceptibles d'entraîner une dessiccation excessive du béton.

Il en découle que le béton au jeune âge doit être l'objet d'une cure et d'une protection afin de :

- ▶ Minimiser le retrait plastique,
- ▶ Assurer une résistance convenable en surface,
- ▶ Assurer une durabilité convenable de la zone superficielle,
- ▶ Le protéger contre le gel,
- ▶ Le protéger contre les vibrations préjudiciables, les chocs et tout effet dommageable.

La méthode de cure doit permettre de réduire le taux d'évaporation de la surface du béton, ou de maintenir celle-ci en état permanent d'humidité.

Nota : La cure naturelle, y compris celle assurée par le maintien du coffrage, est suffisante lorsque, pendant toute la période requise pour la cure, les conditions sont telles que le taux d'évaporation de la surface du béton reste faible.

La cure doit être entreprise sans délai après les opérations de serrage et surfacage du béton pour les horizontaux, complétée, si nécessaire, dès le décoffrage pour les verticaux.

La durée de cure doit être fonction du développement des propriétés de la zone superficielle du béton.

Décoffrage et désétalement

Les opérations de décoffrage et de désétalement ne peuvent être effectuées que lorsque la résistance du béton est suffisante, compte tenu des sollicitations de l'ouvrage, pour éviter toute déformation excessive. Ces opérations doivent se faire de façon régulière et progressive pour ne pas entraîner des sollicitations brutales dans l'ouvrage.

Nota : On peut réduire le délai pendant lequel l'ouvrage doit rester coffré si un étalement adapté, mis en place au moment opportun, est maintenu pendant une durée suffisante.

Par temps froid, les délais avant décoffrage doivent être augmentés, à défaut de précaution particulière concernant la maturation du béton.

Rebouchage, ragréage et finitions

Les réservations nécessaires à l'exécution des ouvrages et qui ne peuvent subsister à l'état définitif doivent être traitées de façon que les qualités requises pour l'ouvrage fini soient obtenues.

Si les ouvrages présentent certains défauts localisés (armatures accidentellement mal enrobées, épaufrures, nids de cailloux, etc.), il faut, avant d'exécuter le ragréage qui s'impose, s'assurer que ce

défaut n'est pas de nature à mettre en cause la conservation des qualités de ces ouvrages, auquel cas tous travaux de réfection nécessaires doivent être entrepris avant ceux de ragréage.

Des opérations de ragréage (dressage des surfaces et des feuillures, enlèvement des balèbres, traitement des nids de cailloux, etc.) peuvent être nécessaires pour respecter les tolérances dimensionnelles de l'ouvrage fini.

Percements et scellements

Les percements et scellements effectués a posteriori dans le béton durci doivent être exécutés de façon qu'ils ne compromettent pas les qualités requises de l'ouvrage fini.

Information

En cas d'utilisation d'un produit de démoulage, de cure ou de ragréage, la fiche du produit doit être tenue à disposition du Maître d'Ouvrage compte tenu des possibles interactions avec les revêtements appliqués ultérieurement.

VI.6. Consistance des travaux de protection de berge

VI.6.1. Protection des surfaces

La pose de lés de treillis coco doit nécessairement être effectuée sur des surfaces « propres », c'est-à-dire débarrassées de tous déchets végétaux ou inertes et correctement dressées.

Réceptionnés en rouleaux, les lés sont déroulés progressivement en bandes successives parallèles au sens d'écoulement des eaux. Les lés se superposent comme les tuiles d'un toit : le lé supérieur est plaqué sur le lé inférieur, et les extrémités des bandes se chevauchent dans le sens du courant.

Ces recouvrements sont d'au minimum 20 cm latéralement et 50 cm longitudinalement.

Les lés de treillis coco seront agrafés entre eux. Les agrafes utilisées pour fixer les treillis en haut de berge seront posées à raison de 2 pièces par m².

Le lé de pied est ancré par la confection d'un rabat de 50 cm de large, dans l'ouvrage. Celui du haut de berge est ancré dans une tranchée d'au moins 30 x 30 cm.

Les lés sont ancrés de même façon en amont et aval de l'ouvrage.

VI.6.2. Bouturage

Les branches seront enfoncées sur les $\frac{3}{4}$ de la longueur en respectant la polarité de la bouture (bourgeons vers le haut).

En terrain meuble, la bouture sera directement enfoncée dans le sol, tandis qu'en terrain dur, un trou sera préparé au moyen d'un outil de diamètre légèrement inférieur à celui de la bouture (un fer à béton). **Les boutures seront mises en place à raison de 3 pièces par m² sur les zones identifiées sur plan** (au niveau du ruisseau de Saint Sandoux renaturé à l'amont du bassin de décantation ainsi qu'à la jonction avec le ruisseau du Charlet.) Elles seront disposées sur plusieurs rangs en quinconce. Les boutures de saules arborescents seront disposés sur le haut de talus.

Les boutures doivent être relativement comprimées dans le trou généralement nécessaire à leur implantation. En d'autres termes, la bouture doit encore offrir une certaine résistance lorsqu'on l'enfonce dans le trou et ne pas être complètement libre.

Une fois enfoncée, l'extrémité de la bouture doit être coupée proprement (coupure nette) afin que le développement végétal soit le meilleur possible. En effet, les nouvelles branches de saules ne vont pas repartir aux endroits où l'écorce a été abîmée ou écrasée lors de l'enfoncement.

Les boutures seront arrosées dès l'achèvement des opérations.

VI.6.3. Semis

Le terrain est griffé avant la mise en place du semis.

Le semis est mis en place à raison de 40 g/m² de graines.

Dans les endroits où un treillis coc est mis en place, l'ensemencement interviendra avant la pose de ce dernier avec 20 g/m² de manière manuelle et avec 10 g/ m² sur le géotextile de manière hydraulique ou manuelle.

Le choix de la méthode de reverdissement est laissé à la responsabilité de l'Entreprise. Cependant, celui-ci décrira et donnera toutes les indications techniques nécessaires au Maître d'œuvre, de manière à pouvoir juger de la qualité.

En principe, une seule application suffit (excepté les surfaces recouvertes de treillis coco) en prenant soin de bien recouvrir régulièrement l'ensemble de la berge.

VI.7. Consistance des travaux de plantation

Dès leur arrivée sur le chantier, les arbres et plantes seront mis en jauge, au frais et à l'ombre dans l'attente de plantation. Le stockage sur chantier n'excèdera pas trois jours. Les plantations seront interrompues obligatoirement en cas de gel ou de pluies abondantes.

VI.7.1. Réalisation des fosses de plantation

Les fosses de plantation ne seront jamais inférieures aux dimensions suivantes (longueur x largeur x profondeur) en fonction des catégories de plants :

- ▶ Arbre tige : 1,50m x 1,50m x 1,00m
- ▶ Cépée : 1,00m x 1,00m x 1,00m
- ▶ Arbustes : 0.5m x 0.5mx0.5m ou trois fois la taille du conteneur minimum

Toutefois le Maître d'Œuvre se réserve le droit de prescrire l'exécution de fouilles plus importantes si la nature du sol l'exigeait ou si les dimensions ci-dessus s'avéraient insuffisantes proportionnellement au système racinaire ou au conditionnement des végétaux fournis par l'entreprise.

L'entrepreneur procèdera au triage soigné entre la terre végétale pouvant être réutilisée pour le comblement des fosses et les matériaux impropres aux plantations (grave stérile, argile, terre de profondeur > 30cm). Un délai de 8 jours maximum devra être observé entre l'ouverture et le rebouchage des trous. Aucun trou ne sera rebouché avant que le Maître d'Œuvre n'ait constaté l'évacuation des terres et réceptionné la conformité des dimensions.

Les parois et le fond des trous seront déstructurés sur 25 cm de profondeur de manière à permettre l'extension du système racinaire. Les matériaux extraits seront obligatoirement évacués.

VI.7.2. Remplissage des fosses de plantation

La mise en œuvre de la terre végétale au niveau des fosses de plantation interviendra en deux fois :

- ▶ Une couche de terre sera mise en place au fond du trou sur laquelle doit reposer le système racinaire du plant ; le collet placé au niveau du sol fini ne doit en aucun cas être enterré,
- ▶ Le comblement de la fosse en prenant soin de ne pas comprimer ni déplacer le système racinaire ; le tassement de la terre doit être réalisé avec soin de manière à ne pas blesser les racines ni déséquilibrer le plant qui doit rester droit ni laisser des poches d'air.

Toute précaution sera prise pour éviter ou limiter au strict nécessaire les roulements d'engins sur la terre fraîchement disposée.

VI.7.3. Plantation des arbustes et arbustes

Les végétaux ligneux devront être plantés de façon à ce que jamais le collier ne soit enterré ou ne menace de l'être dans le futur par un effondrement des terres environnantes.

La taille des racines se fera éventuellement sur les racines sèches ou blessées. Celle de la frondaison ne se fera que si l'entrepreneur juge que le volume des branches n'est pas en proportion du système racinaire et uniquement avec l'accord du maître d'œuvre, notamment sur la forme à donner.

Un arrosage sera fait 10 jours après avec redressement des végétaux, si nécessaire.

VI.7.1. Plantation des héliophytes au niveau de la zone humide

Les mottes de plantes héliophytes seront maintenues humide jusqu'à leur mise en place.

Un trou sera réalisé manuellement dont la grandeur sera fonction du volume racinaire.

Le trou creusé doit permettre d'installer la plante sans que les racines ne soient comprimées au fond ou qu'elles se relèvent sur les côtés. Placer la plante au sein du trou préparé, de manière à ce que la base des tiges externes soit juste au-dessous de la surface du sol.

Les mottes seront disposées à raison de 3 plants au m² (au niveau de la zone humide et sur les berges du nouveau lit du ruisseau en aval du bassin de décantation).

Le trou de plantation sera remblayé avec des matériaux terreux qui sera tassé légèrement, aucun vide important ne devant subsister au sein du trou (l'ensemble du réseau racinaire doit être en contact direct avec la terre).

Un ensemencement des sols au moyen d'un mélange grainier sera conduit parallèlement dans un souci d'obtenir plus rapidement une couverture herbacée complète et homogène au sol.

VI.7.2. Mise en œuvre du paillage

Le paillage en plaquette de feuillu 0/40 sera mis en œuvre au pied des arbres et arbustes sur une épaisseur de 8 cm minimum.

VI.7.3. Mise en place des tuteurs et des protections

Cette opération intervient simultanément avec la plantation des arbres.

Les tuteurs seront implantés face aux vents dominants en vue d'éviter tout frottement avec le tronc, et seront tripodes. Ils seront enfoncés d'au moins 0,40 m sous la fosse de plantation.

Les arbres seront tuteurés par des liens lâches, et les tuteurs ne seront pas appliqués directement au tronc de l'arbre.

Les gaines de protection contre le gibier et les rongeurs devront être biodégradables (type « Bambous »).

VI.8. Mise en œuvre du dalot

L'intégralité des opérations de pose devra être réalisée à sec. L'entrepreneur sera chargé d'assécher le site de pose par tout moyen nécessaire.

Il sera nécessaire de prévoir une recharge granulométrique et le maintien d'un chenal d'écoulement sous l'ouvrage dans la continuité du ruisseau amont /aval. Un radier en enrochements 300- 600 et un remblaiement en terre sera réalisé de manière à disposer d'une épaisseur minimale de matériaux de 50 cm par-dessus la base du dalot.

Les fondations de l'ouvrage seront déterminées en phase exécution.

De la grave non traitée sera disposée tout autour du dalot afin de le stabiliser et de le raccorder aux berges. Ces dernières seront talutées en pente de 3H/2V.

Un chemin d'accès sera aménagé sur le dalot avec mise en place d'un géotextile, d'une couche GNT 0/31.5 sur 10 cm d'épaisseur et recouvert de 4 cm de grave 6/14.

VI.9. Réalisation des chemins d'accès

VI.9.1. Réglage et compactage de fond de forme

Les fouilles seront exécutées suivant les indications données par le Maître d'Œuvre, tant en surface, profondeur et nivellement, que suivant le profil en travers désiré de la chaussée finie.

Les fonds de plate-forme des déblais issus :

- ▶ Des déblais en pleine masse,
- ▶ Des déblais d'autres natures,

- ▶ Des déblais de décaissement de chaussées, doivent faire systématiquement l'objet d'un réglage soigné et d'un compactage.

Procédure de contrôle du compactage “ en continu ”

Le compactage consiste en un nombre de passes de compacteur déterminé à l'aide des tableaux de compactage des remblais et des couches de forme en assimilant le sol au même sol mis en remblais ou en couche de forme et l'épaisseur à compacter à trente centimètres (30cm) conformément :

- ▶ Au chapitre 4 du fascicule I du guide technique“ Réalisation des remblais et des couches de forme” Compactage des remblais et des couches de forme ”,
- ▶ À l'annexe 4 du fascicule II du guide technique“ Réalisation des remblais et des couches de forme”“ Compactage des remblais et des couches de forme ”

Procédure de contrôle du compactage “ par densité ”

Ce compactage doit être conduit de façon à obtenir en tout point sur une épaisseur de 0,30m, une mesure de densité sèche au moins égale à :

- ▶ Cent pour cent (100%) de l'Optimum Proctor Normal dans le cas où une couche de forme n'est pas jugée nécessaire.
- ▶ Quatre-vingt-quinze pour cent (95%) de l'Optimum Proctor Normal lorsqu'une couche de forme est prévue.

Fréquence des essais

La fréquence des essais à la dynaplaque est de un (1) essai pour cent mètres carré (100m²).

La fréquence des essais à la plaque est de un (1) essai pour quatre cents mètres carré (400m²).

VI.9.2. Mise en place du géotextile

Le géotextile sera mis en place sous la couche d'assise des chemins d'accès et communal sur un sol préalablement débarrassé au préalable des principaux éléments contondants.et nivelé.

Le géotextile ne sera pas roulé directement par les engins de terrassements.

L'orientation des nappes doit être fonction des sollicitations exercées sur le géotextile.

Les lés seront assemblés par recouvrement suffisant de manière à ce que la continuité soit toujours assurée même après déformation du support.

La structure de chaussée sera mise en place immédiatement après pose, avec un déversement contrôlé de manière à éviter tout arrachement.

VI.9.3. Structure de chaussée en graves non traitées

Mise en œuvre

Le répandage de l'assise doit être exécuté en pleine largeur.

L'Entrepreneur doit soumettre à l'agrément du maître d'œuvre les dispositions qu'il compte prendre pour effectuer les raccordements aux chemin existants.

Le réglage est effectué par nivellement par rapport à des repères nivelés espacés de dix (10) mètres au plus.

L'atelier de compactage est défini au Plan d'Assurance Qualité ou avant tout démarrage des corps de chaussées. Sa composition et ses modalités d'emploi doivent permettre d'obtenir, lors de tout contrôle de densité, des résultats conformes à l'article 16.5.3 du fascicule n° 25 du CCTG.

Les accotements doivent être nivelés et compactés.

Contrôle

L'entreprise soumettra au Maître d'Œuvre la composition de son atelier de compactage et les méthodes de contrôle qu'elle compte utiliser.

Tous les contrôles de réception seront exécutés par l'entrepreneur et à ses frais.

La déformabilité de la plate-forme support de chaussée doit être aussi faible que possible. Les caractéristiques de déformabilité que doit présenter la plate-forme, pour toutes les mesures, sont les suivantes :

- ▶ Soit un module EV2 à l'essai statique à la plaque supérieur à cinq cents bars (EV2 >50 MPa),
- ▶ Soit une déflexion mesurée au déflectographe Lacroix sous essieu de 13 tonnes inférieure à deux millimètres (< 1.5mm).

En fonction des résultats obtenus le Maître d'Œuvre peut :

- ▶ Soit demander à l'Entrepreneur de poursuivre le compactage dans des conditions et des modalités définies contradictoirement,
- ▶ Soit prescrire l'exécution de purges à la charge exclusive de l'Entrepreneur.

VI.9.4. Mise en œuvre grave 5/14

La grave 5/14 sera mis en œuvre sur la GNT 0/31.5, réceptionnée par le maître d'œuvre, préalablement humidifiée par temps sec, offrant une planéité satisfaisante.

Des tasseaux en bordure seront mis en place afin de permettre une plus grande facilité d'épandage et de compactage.

L'épandage de la grave 5/14 sur la plate-forme se fait en une seule couche.

Le compactage (entraînant une réduction de l'épaisseur du matériau) doit être soigné et réalisé de manière à disposer d'une épaisseur de 4 cm au niveau fini).

Une attention particulière sera portée sur le respect des cotes altimétriques indiquées sur les plans projet. Le chemin disposera d'une pente transversale de 2 % pour le bon écoulement et l'évacuation des eaux pluviales.

VI.10. Clôture et portail

VI.10.1. Clôture

L'espacement entre poteaux sera de 2,5 m maximum. Les poteaux seront enfoncés dans le sol sur 40 cm. La mise en place des poteaux devra être effectuée par tout moyen de battage adapté sans

modification du sol au préalable (trous, terrassement). L'utilisation de béton de scellement sera utilisée en dernier recours après terrassement préalable.

Des jambes de force seront disposées régulièrement dans les lignes droites tous les 40 m au moins et à chaque changement de direction pour assurer une bonne tension et solidité de la clôture. L'entreprise est tenue d'assurer la tenue des angles et de la clôture une fois en tension.

Les 3 rangs de barbelés seront fixés sur les poteaux à l'aide crampillons et mis en tension adéquate. Le rang le plus haut sera positionné de 10 à 20 cm en dessous du sommet du piquet. Ceux-ci seront obligatoirement retendus par le titulaire dans les 6 mois à 1 an après réception des ouvrages.

Le défaut de verticalité des poteaux ne devra pas excéder 5cm par mètre. Le défaut d'alignement ne devra pas excéder 10 cm par rapport à l'alignement théorique, et la clôture ne devra en aucun cas dépasser l'extérieur des emprises.

VI.10.2. Portail prairie

Les poteaux de part et d'autre des portails seront fixés sur plots béton ou recommandation du fabricant.

VII. GARANTIE ET ENTRETIEN DES VEGETAUX

VII.1.1. Nature et durée des garanties

Dans ce marché, les prestations de plantation font partie du succès des aménagements. La garantie des végétaux est comprise dans le prix des plantations. Une garantie de reprise est appliquée pour les plantations d'arbres et d'arbustes, les héliophytes et l'ensemencement.

La garantie porte sur :

- ▶ La reprise des végétaux et la réussite des semis
- ▶ L'entretien des végétaux, des surfaces enherbées et l'arrosage

Les vices d'exécutions rentrent également dans le cadre de cette garantie (défauts cachés non détectables lors des réceptions de travaux, non-respect des plans et CCTP).

Ces garanties s'appliquent selon les termes et périodes ci-dessous.

VII.1.2. Constat de reprise des végétaux

La garantie des plantations des végétaux s'étend sur une année complète de végétation. Le constat de reprise sera effectué entre le 15 août et le 15 octobre suivant la période de plantation pour les ligneux et entre le 15 juillet et le 15 août après une année de végétation pour les héliophytes.

Les constats de reprise marquent l'achèvement des prestations de plantation (un végétal est réellement en place lorsqu'il a repris) et de garantie. Ils sont complémentaires aux contrôles réalisés lors de l'approvisionnement du chantier.

Le contrôle des plantations et le constat de reprise ont pour objet :

- ▶ D'effectuer le décompte quantitatif des végétaux,
- ▶ De décider des végétaux qui doivent être remplacés,
- ▶ De vérifier la pose des attaches, ligatures, tuteurs et protections.

Ces contrôles ont pour but de s'assurer au cours de la période de feuillaison et de floraison de la conformité :

- ▶ De la qualité des végétaux (espèces, variétés, cultivars),
- ▶ Du taux de reprise des plantations. Sont considérés comme végétaux non repris :
 - > Les végétaux morts, endommagés, dépérissants,
 - > Les végétaux fortement altérés, couronne rachitique, rameaux et charpentières dépérissants,
 - > Pour les arbres et cépées, lorsque plus du 1/3 des rameaux sont morts (totalité des bourgeons secs, l'absence de feuille n'est pas un critère suffisant).
 - > En mauvais état sanitaire. Sont considérés comme en mauvais état sanitaire les végétaux possédant des symptômes d'attaque d'insectes, de champignons ou de tout autre agent pathogène connus dommageables pour l'espèce.

VII.1.3. Exigences de réussite des plantations de végétaux et des techniques végétales

La réception est prononcée lorsque le taux de reprise est égal ou supérieur à :

- ▶ 90% pour les végétaux,
- ▶ 100% des surfaces pour les ensemencements.

S'il s'avérait que ces valeurs n'étaient pas atteintes, la période de garantie serait alors reportée, après le remplacement de la totalité des végétaux morts ou non conformes (manquants, gravement mutilés ou visiblement dépérissant), à l'exception des destructions dues :

- ▶ Au vandalisme (disparition de plants, incendies...),
- ▶ Aux attaques d'animaux prédateurs ou parasites,
- ▶ Aux phénomènes mécaniques naturels ayant détruit ou emporté les plantations (inondations, ravinements...)

Un nouveau constat de reprise l'année suivante est effectué.

VII.1.4. Entretien et arrosage des végétaux

Durant toute la période de garantie, l'entreprise doit effectuer l'arrosage nécessaire à la reprise et à la pousse correcte des végétaux. La détermination des quantités nécessaires étant fonction des conditions climatiques, il appartiendra à l'entreprise d'en faire les bonnes estimations pour chaque catégorie de végétaux. Il reste responsable des dégâts consécutifs à un sur-arrosage ou à un manque d'eau. L'eau du cours d'eau pourra être utilisée lors des périodes autorisées pour faciliter la tâche, si les débits le permettent, et dans le respect des éventuelles restrictions réglementaires.

Les opérations d'entretien seront menées en évitant toutes blessures aux plantations. L'entreprise soumettra ses techniques de travaux au maître d'œuvre, elle sera responsable des dégâts éventuels causés par une mauvaise utilisation des produits.

L'emploi de désherbants chimiques est interdit.

VII.1.5. Espèces exotiques envahissantes

Un contrôle régulier de toutes les surfaces plantées ou ensemencées doit donc être opéré afin de repérer tout rejet d'espèces exotiques envahissantes : Renouée du Japon (*Polygonum cuspidatum*) et de Sakhaline (*Polygonum sachalinense*), Balsamine géante (*Impatiens glandulifera*), Ailante (*Ailanthus altissima*), Buddlejia de David (*Buddleja davidii*), cultivars de Peupliers (*Populus* sp.), Erable Négundo (*Acer negundo*), Acacia (*Robinia pseudoacacia*). Cette liste n'étant pas limitative, l'entrepreneur informera le maître d'ouvrage en cas de repérage d'espèces végétales non désirées sur les surfaces travaillées.

L'entrepreneur procédera à ses frais, à toutes les actions nécessaires pour supprimer ces espèces invasives dans l'emprise des travaux : arrachage manuel des jeunes plants, coupes de rejets... avec évacuation des déchets en décharge adaptée.

VIII. DOSSIER DE RECOLEMENT

Les plans et autres documents conformes à l'exécution, à remettre par l'Entreprise au Maître d'œuvre seront établis conformément à l'article 7.2 du fascicule 71 du C.C.T.G. Ils seront établis sur les fonds de plans fournis par le Maître d'œuvre en utilisant les symboles de l'annexe C et de la norme N.F.P. 02001.

Le dossier de récolement comprendra notamment :

- ▶ Un dossier plan comprenant :
 - > Le plan des travaux exécutés au minimum au 1/200^{ème} avec implantation précise de tous les ouvrages et aménagements réalisés (cadre, aménagements de berges, réseaux, etc...),
 - > Le profil en long du fond du cours d'eau de la partie aménagée conformément à l'exécution. Le profil en long correspondra au levé topographique du fond du lit du cours d'eau selon l'axe de l'écoulement. Les levés doivent être effectués à raison d'un point tous les 3 à 4 m. Les singularités (fosse d'affouillement, radier d'ouvrage...), seront systématiquement levés. Le nouveau pont sera également positionné sur ce profil.
 - > Les profils travers avec bathymétrie figurant dans le dossier plan de la consultation mis à jour conformément à l'exécution. Le principe du levé des profils en travers est le suivant :
 - Une moyenne de 15-20 points par profil (avec relevé de rupture de pente et cheminement du terrain remodelé en rive droite),
 - Au minimum 7 points relevés dans le « cours d'eau »:
 - 2 points pour le « haut » des berges,
 - 2 points pour le dessus de chaque banquettes,
 - 2 points pour le « bas » des berges,
 - 1 point en fond de rivière,Le niveau d'eau devra être relevé au droit de chaque profil en travers ainsi que lors de la réalisation du profil en long. La date et l'heure du levé devront être précisées.
 - > Les plans détaillés de l'ouvrage cadre avec fond (dont profil en long et en travers).
- ▶ Les notes de calculs des études d'exécution,
- ▶ Les rapports d'essais (bétons),
- ▶ Les bordereaux d'approvisionnement,
- ▶ Le journal de chantier,
- ▶ Les agréments donnés par le Maître d'œuvre.

Ces documents seront remis sous format informatique soit sous CD ou soit transmis via une plateforme de partage au format pdf, également DWG pour les plans et convertis au format SIG (QGIS : .shp ou .gpkg). Ces documents devront être fournis avant la réception des travaux, immédiatement après l'exécution des dernières prestations.

IX. ESTIMATION FINANCIERE DES TRAVAUX

	Désignation	Unité	Prix	Quantité	Total
1	ETUDES, INSTALLATIONS DE CHANTIER ET TRAVAUX PREPARATOIRES				
1.1	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET REPLI	F	30 000	1	30 000
1.2	ETUDE D'EXECUTION HORS OUVRAGE	F	2 500	1	2 500
1.3	PANNEAU DE CHANTIER (fourniture et installation)	F	900	1	900
1.4	PAQ	F	700	1	700
1.5	PPSPS	F	700	1	700
1.6	MISE HORS D'EAU DU CHANTIER	F	20 000	1	20 000
1.7	AMENAGEMENT DES ACCES	F	2 500	1	2 500
1.8	TRAITEMENT DES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTE (Senençon)	F	1 500	1	1 500
1.9	DEBROUSSAILLAGE	M ²	10	500	5 000
1.10	DESSOUCHAGE SEUL	U	100	4	400
1.11	ABATTAGE, DESSOUCHAGE	U	250	8	2 000
1.10	DOSSIER DE RECOLEMENT	F	1 200	1	1 200
	sous total				67 400
2	TERRASSEMENTS				
2.1	DECAPAGE TERRE VEGETALE, STOCKAGE PROVISoire, REPRISE ET REGALAGE	M ²	6	4000	24 000
2.2	DEBLAIS EN TERRAIN MEUBLE EN TERRAIN DE TOUTE NATURE	M ³	15	2230	33 450
2.3	APPORT DE MATERIAUX GRANULAIRE	M ³	80	70	5 600
2.4	REMBLAIS DE TERRAINS MEUBLES ISSUS DU SITE	M ⁴	25	780	19 500
2.5	REMISE EN FORME DES DEBLAIS ISSUS DU SITE	M ³	15	1450	21 750
	sous total				104 300
3	DALOT				
3.1	ETUDE DE L'OUVRAGE	F	1	3500	3 500
3.2	FOURNITURE ET MISE EN OEUVRE DALOT yc voirie, enrochement latéral et fondation	F	1	50000	50 000
	sous total				53 500
4	ENROCHEMENTS				
4.1	ENROCHEMENTS DIAMETRE 300-600 POUR RADIER	T	80	190	15 200
4.2	MELANGE BLOCS DIAMETRE 300-600 ARRANGES et GALETS 30-40	T	90	24	2 160
4.3	BLOCS POUR RANGEES PERIODIQUES 500 x 1200 MM	U	150	12	1 800
4.4	ENROCHEMENTS 300-600 EN BERGE	T	80	165	13 200
4.5	GEOTEXTILE NON TISSE SOUS ENROCHEMENTS	M ²	10	60	600
	sous total				32 960
5	CHEMIN D'ACCES				
5.1	DECAPAGE TERRE VEGETALE, STOCKAGE PROVISoire, REPRISE ET REGALAGE	M ²	6	1200	7 200
5.2	TERRASSEMENTS POUR DECAISSEMENT DE CHAUSSEE	M3	11	1300	14 300
5.3	REGLAGE ET COMPACTAGE SOIGNE DU FOND DE FORME	M2	2	2810	5 620
5.4	GEOTEXTILE ANTI-CONTAMINANT	M2	2	2810	5 620
5.5	EVACUATION ET MISE EN DEPOT DEFINITIF	M3	26	480	12 480
5.6	REMISE EN FORME DES DEBLAIS ISSUS DU SITE	M ³	15	820	12 300
5.7	TOUT VENANT 70/150 mm	M3	20	1260	25 200
5.8	GRAVE 0/31,5 mm	M3	60	280	16 800
5.9	GRAVE 6/14 mm	M3	50	120	6 000
5.10	CLOTURE BARBELE 3 FILS (H 1.30 m HORS SOL, poteaux en chataignier)	ML	20	375	7 500
5.11	BARRIERE PRAIRIE HAUTEUR 115 cm LARGEUR 4 M	U	1 200	2	2 400
	sous total				115 420
6	RENATURATION DU COURS D'EAU				
6.1	ENSEMENCEMENT	M ²	3	5600	16 800
6.2	BOUTURE DE SAULE	U	4	1000	4 000
6.3	TREILLIS COCO BIODEGRADABLE	M ²	8	2340	18 720
6.4	PLANTATIONS ARBRE A HAUTE TIGE PRE-FORMES (fourniture, mise en place, paillage, protections)	U	250	20	5 000
6.5	PLANTATIONS D'ARBRES A HAUTE TIGE EN RACINES NUES (fourniture, mise en place, paillage, protections)	U	40	40	1 600
6.6	PLANTATIONS D'ARBUSTES EN TOUFFE EN MOTTE (fourniture, mise en place, paillage, protections)	U	40	40	1 600
6.7	PLANTATION DE VIVACES ET GRAMINEES EN GODET	U	4	1100	4 400
	sous total				52 120
	TOTAL HT hors imprévus				425 700
	TVA à 20%				85 140
	TOTAL TTC				510 840

X. DOSSIER PLANS