

Dossier de demande d'autorisation pour les **travaux de protection contre les inondations et de restauration de la Leysse aval (SE 2.2 et SE5)**

Description du projet

Sommaire

1.....	Préambule.....	5
2.....	Contexte.....	5
3.....	Périmètres du projet.....	5
3.1	Localisation du projet.....	5
3.2	Emprises du projet – système d'endiguement.....	1
4.....	Objectifs du projet.....	3
4.1	Objectifs hydrauliques.....	3
4.2	Objectifs sur le système d'endiguement.....	3
4.3	Objectifs écologiques.....	3
4.4	Objectifs sur les réseaux et usages impactés par le projet.....	3
5.....	Historique des aménagements et description des ouvrages.....	4
5.1	Historique du secteur d'étude.....	4
5.2	Fonctionnement hydromorphologique actuel.....	6
5.3	Digues du secteur.....	10
5.4	Données géotechniques.....	12
5.5	Diagnostic Faune-Flore-Habitat.....	20
6.....	Les contraintes du projet.....	20
6.1	Foncier.....	20
6.2	Réseaux.....	21
6.3	Contraintes d'exécution.....	24
7.....	Etude hydraulique.....	24
7.1	Hydrologie.....	24
7.2	Fonctionnement hydraulique.....	26

8.....	Description détaillée des aménagements	30
8.1	Objectifs de l'aménagement	30
8.2	Rappel des critères de dimensionnement	31
8.3	Détail des aménagements.....	34
8.4	Synthèse des aménagements	84
9.....	Les accès, zones d'installation de chantier, circulation et sécurisation du chantier pour les piétons et cycles	92
9.1	Les accès.....	92
9.2	Les zones d'installations de chantier	98
9.3	Circulations au sein de la zone chantier	100
10... ..	Phasage général des travaux	101
10.1	Phasage global.....	101
10.2	Installation du chantier, sécurisation et barriérage des accès et voirie	102
10.3	Déboisement des emprises de chantier	102
10.4	Démantèlement de la digue rive gauche et protection de la plaine	103
10.5	Traitement de la digue rive droite	109
10.6	Réalisation des aménagements hydro-écologiques.....	120
11... ..	Mouvement de terre	121
11.1	Blocs en enrochements du site.....	121
11.2	Mouvement des matériaux.....	140
12... ..	Planning de l'opération	146

Table des illustrations

Figure 1: Localisation de la zone d'étude au sein du système d'endiguement (Source : AVP- CNR).....	2
Figure 2: Lit de la Leysse en tresses et premiers travaux de correction visibles en amont du secteur d'étude en 1708, probablement au droit de l'actuelle zone d'activité des Landiers sud (Archives Départementales de la Savoie).	4
Figure 3: Profil en travers de la plaine alluviale au droit du PKL5.544 (topographie Lidar de 2013 et levé Hydrotopo de 2014).	5
Figure 4: Evolution historique du système d'endiguement SE2.2 (étude Acthys diffusion, 2015).	6
Figure 5: Vue depuis l'aval du pont de l'autoroute (à gauche) et vue aérienne depuis l'amont (à droite).	7
Figure 6: Pont du Tremblay, vues vers l'aval.....	7
Figure 7: Passerelle de Pré Marquis vue du pont de l'Autoroute (à gauche, source : Google Earth) et vue depuis l'ouvrage (à droite)	8
Figure 8: Travaux d'aménagement de la confluence Leysse-Hyères à Chambéry, l'aval de l'autoroute (A41/A43).....	8
Figure 9: Déversoir de Pré-Marquis. A droite : début de surverse lors de la crue de Janvier 2018.	9
Figure 10: Vue aérienne de la nouvelle digue rive gauche et de la zone humide restaurée (à gauche) et ancien lit de la Leysse (à droite).	9
Figure 11 - Photographies de la digue (haut gauche : PKL 4.8, haut droite: PKL 4.8, bas gauche: PKL 5.7, bas droite PKL 5.5).....	11
Figure 12 - Coupe courante courbure de Villarcher	16
Figure 13 - Coupe particulière 1.....	17
Figure 14 - Coupe particulière 2.....	18
Figure 15 - Coupe n°1 rive gauche.....	19
Figure 16 - Coupe courante rive gauche	19
Figure 17 - Pylône de la ligne HT à l'aval immédiat du pont de l'autoroute	22
Figure 18 - Pylônes moyenne tension de part et d'autre des digues de la Leysse au PKL5.6 et au PKL5.55	23
Figure 19 - Hydrogramme du Ruisseau des Marais	25
Figure 20 - Hydrogrammes de la Leysse (aval pont A43/A41).....	25
Figure 21 - Comparaison des estimations des débits de pointe des crues caractéristiques	26
Figure 22 - Profil en long du niveau d'eau Q100 état actuel et des digue (haut : rive droite, bas : rive gauche)	28
Figure 23 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – Vitesses sur talus pour Q100	32
Figure 24 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – Vitesses en fond de lit pour Q10032	
Figure 25 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – dimensionnement des protections mécaniques pour Q100 en rive droite de la Leysse	33
Figure 26 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – dimensionnement des protections mécaniques pour Q100 en rive gauche de la Leysse	33
Figure 27 - Tronçons secteur amont	37
Figure 28 - Tronçons secteur aval.....	38
Figure 29 - Sectorisation de la digue rive gauche.....	47
Figure 30 - Schéma des aménagements projetés au droit de la courbure de Villarcher (en rose : zone terrassée en lit majeur)	52
Figure 31 - Principe général d'arasement de la digue actuelle en rive gauche	53
Figure 32 - Schéma d'implantation des banquettes par rapport aux radiers existants.....	54
Figure 33 - Schéma de principe du déport du chenal en rive gauche et banquettes en rive droite	55
Figure 34 - Tracé en plan de la zone reméandree.....	57
Figure 35 - Exemple des épis à mettre en œuvre.....	62
Figure 36 – Exemple d'épis attendue	64
Figure 37 - Annexes amont.....	65
Figure 38 : Schéma de principe d'une fascine en éperon	67
Figure 39 - Principe de mise en place d'amas de diversification.....	68
Figure 40 : Exemple de caches piscicoles.....	70
Figure 41 - Coup de principe d'un hibernaculum à plat.....	71
Figure 42 - Coupe de principe d'un hibernaculum sur pente.....	71
Figure 43 - Bouturage dans les enrochements à N+2 (à gauche : rive gauche aval pont des Allobroges, à droite : rive gauche amont pont CD16)	77

Description du projet

Figure 44 - Schéma de principe des couches de branches à rejet..... 78

Figure 45 - Intégration des parements de digue (N+2) 80

Figure 46 - Analyse de l'accès rive droite 92

Figure 47 - Analyse de l'accès rive droite 93

Figure 48 - Analyse de l'accès rive droite 93

Figure 49 - Analyse de l'accès rive droite 94

Figure 50 - Analyse de l'accès rive droite 94

Figure 51 - Analyse de l'accès rive gauche 95

Figure 52 - Accès disponibles sur l'amont de la zone étudiée..... 96

Figure 53 - Accès disponibles sur l'aval de la zone étudiée 97

Figure 54 - Localisation des emprises disponibles pour les installations de chantier 99

Figure 55 - Localisation de la zone de compensation.....100

Figure 56 - Localisation des blocs visibles du secteur123

Figure 57 - Zones de dépôts possibles.....144

Liste des tableaux

Tableau 1 - caractéristiques géotechniques et géomécaniques retenues pour les sols en place 20

Tableau 2 - Conditions de réemploi des matériaux (source G2-PRO Kaéna)109

Table des annexes

Aucune entrée de table des matières n'a été trouvée.

Description du projet

Dossier de demande d'autorisation pour les travaux de protection contre les inondations et de restauration de la Leysse aval (SE 2.2 et SE5)



1. PREAMBULE

Cette pièce est basée sur le rapport PRO réalisé par SUEZ CONSULTING, faisant suite à l'étude d'Avant-projet du mois d'octobre 2020, portée par le groupement SUEZ CONSULTING- CNR Ingénierie.

Le rapport PRO est présenté en annexe.

2. CONTEXTE

Depuis 2005, l'agglomération de Grand Chambéry a entrepris un ambitieux programme de travaux de protection contre les inondations et de restauration écologique des cours d'eau. L'aménagement de la confluence Leysse/Hyères fait partie du schéma directeur des aménagements nécessaires pour la protection contre les crues du bassin chambérien approuvé le 9 novembre 2000 par délibération du comité syndical du Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau du bassin Chambérien (SICEC).

Les aménagements visent la protection des personnes et des biens contre les débordements et ruptures de digues et la restauration écologique de la Leysse.

A ce titre, le tronçon Leysse a été défini prioritaire et le programme s'est traduit par des travaux sur la Leysse et l'Albanne au centre-ville de Chambéry – de part et d'autre de leur confluence – la réalisation du bras de décharge de la Leysse et l'aménagement de la Leysse depuis le pont des Allobroges jusqu'à l'aval de l'A41 (travaux dits confluence Leysse/Hyères). Ces travaux ont été terminés en 2018.

Le CIALB, pour Grand Chambéry, est porteur du projet de définition des travaux à l'aval du 1^{er} tronçon aménagé, de l'aval du pont de l'A41 jusqu'au pont du Tremblay.

L'objectif principal du projet est de réduire la vulnérabilité de la zone face au risque inondation, à travers un écoulement de la crue centennale de référence définie au PPRI.

La restauration écologique de la Leysse est également portée par ce projet : recréer un lit beaucoup plus attractif pour les débits courants au sein d'une section hydraulique garantissant le bon écoulement de la crue centennale, en formant des sinuosités et une diversification des habitats.

3. PERIMETRES DU PROJET

3.1 Localisation du projet

Le projet de restauration hydraulique et écologique de la Leysse est localisé sur les communes de la Motte-Servolex et Voglans, communes accolées à Chambéry, en Savoie (73), sur le cours d'eau de la Leysse et ses abords ainsi que le long d'un chemin agricole. La Leysse se jette dans le lac du Bourget à environ 3,5 km au nord de la zone projet.

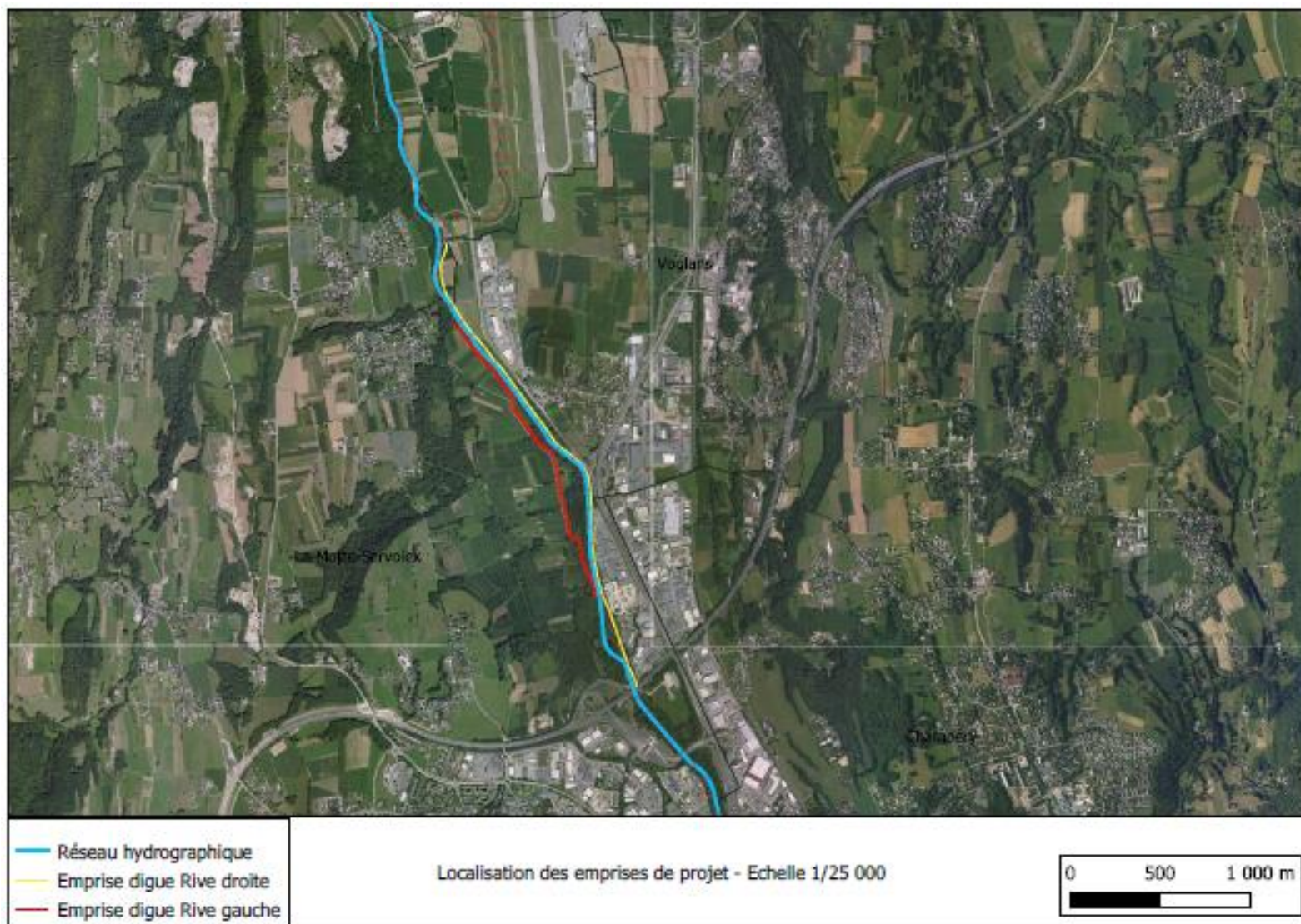
Le secteur d'étude porte sur un linéaire de 2.8 km, entre le pont de l'A41, à l'amont (PKL6.250) et le pont du Tremblay à l'aval (PKL3.430), sur les communes de la Motte-Servolex et Voglans (73).

Description du projet

Dossier de demande d'autorisation pour les travaux de protection contre les inondations et SE5)



de restauration de la Leyse aval (SE 2.2 et



Description du projet

Dossier de demande d'autorisation pour les travaux de protection contre les inondations et de restauration de la Leysse aval (SE 2.2 et SE5)



3.2 Emprises du projet – système d'endiguement

Au droit du secteur d'étude, la Leysse reçoit un affluent, le ruisseau des Marais, qui conflue en rive gauche au PKL3.8.

La Leysse est endiguée en rive gauche de l'amont du secteur jusqu'à la confluence du ruisseau des marais (système d'endiguement SE5) et en rive droite sur la totalité du secteur d'étude (système d'endiguement SE2, sous-système SE2-2).

Le projet intéresse :

- Le lit de la Leysse et l'endiguement rive droite (partie aval du SE2-2) sur la totalité du linéaire d'étude ;
- L'endiguement rive gauche (partie aval du SE5) du PKL5.65 (limite des travaux d'aménagement de la confluence Leysse-Hyères à Chambéry) jusqu'à la confluence du ruisseau des marais.

La carte suivante localise les digues du secteur d'étude à l'échelle des systèmes d'endiguement de l'ensemble Leysse/Hyères.

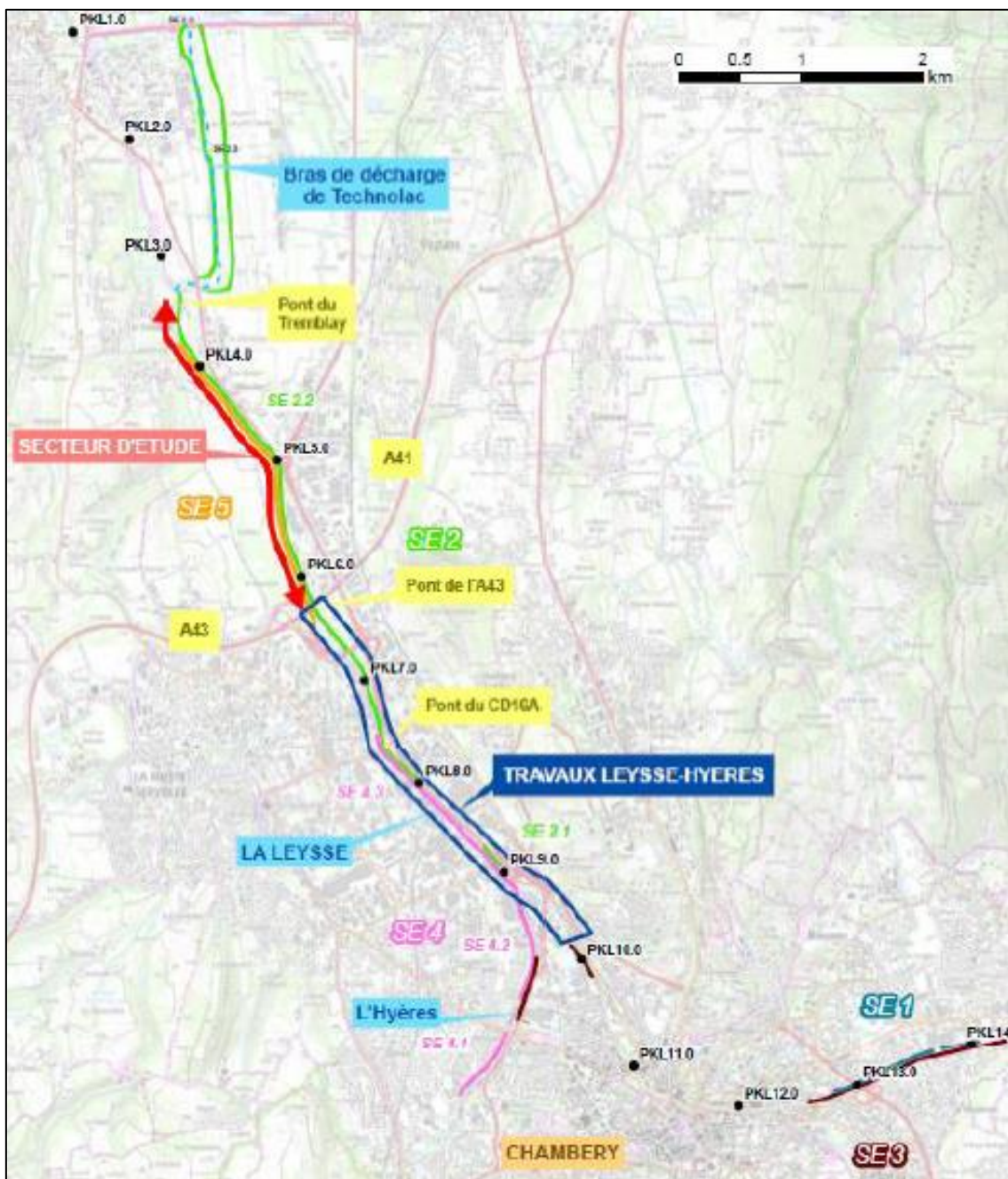


Figure 1: Localisation de la zone d'étude au sein du système d'endiguement (Source : AVP- CNR)

Le système d'endiguement SE2 en rive droite, débute en amont du secteur d'étude et s'étend plus à l'aval jusqu'au lac du Bourget, en rive droite du bras de décharge de Technolac. Le sous ensemble SE2.2, s'étend du PKL8.0 jusqu'à l'entrée du bras de décharge de Technolac, au PKL3.3. A l'amont du secteur d'étude le SE2.2 a fait l'objet de travaux de confortement qui se sont achevés en 2018. Ce système protège la plaine alluviale rive droite de la Leysse, comprenant notamment la zone d'activité des Landiers et la zone d'activité de la Prairie.

Le système SE5 s'étend en rive gauche du pont de l'A41 jusqu'à la confluence du ruisseau des marais, au PKL3.8. Il protège la plaine agricole de Pré-marquis. A l'amont du PKL5.65, il a fait l'objet de travaux (élargissement, confortement et création du déversoir de Pré-Marquis).

4. OBJECTIFS DU PROJET

Le projet de travaux de protection contre les inondations et de restauration de la Leysse aval présente des objectifs de diverses natures, notamment la sécurisation des personnes et des biens vis-à-vis du risque inondation ainsi que la restauration écologique du cours d'eau.

4.1 Objectifs hydrauliques

La réduction de la vulnérabilité de la zone protégée face au risque d'inondation est l'un des objectifs principaux du projet, dans le cadre du PPRi. Ainsi, il vise à garantir l'écoulement de la crue centennale. Les techniques à privilégier se basent sur le ralentissement dynamique des crues : réduction des vitesses d'écoulement et écrêtement des fortes crues par accroissement de la section d'écoulement. Plusieurs options ont été étudiées pour répondre à l'objectif hydraulique tout en optimisant les autres objectifs, notamment écologiques.

Le scénario choisi consiste à élargir l'espace inter-digue par recul de la rive (espaces boisés et terrains agricoles) afin à la fois de redimensionner le lit pour faire transiter la crue centennale mais également améliorer considérablement l'écologie du cours d'eau.

4.2 Objectifs sur le système d'endiguement

Le projet doit permettre la remise à niveau des digues conformément au débit de projet et aux réglementations en vigueur.

4.3 Objectifs écologiques

La restauration écologique de la Leysse vise à recréer un lit beaucoup plus attractif à partir des débits courants, en formant des sinuosités et visant une diversification des habitats :

- Améliorer la respiration sédimentaire de la Leysse par élargissement de l'espace inter-digue,
- Augmenter l'hétérogénéité des écoulements (hauteur de la lame d'eau et vitesse) pour diversifier la distribution des sédiments et développer des supports organiques,
- Augmenter la hauteur d'eau minimale lors des étiages (concentration des écoulements),
- Créer des zones de ralentissement (zone de fraie pour les poissons...),
- Créer des zones d'érosion (caches pour les poissons),
- Supprimer les obstacles à la circulation des poissons,
- Replanter et végétaliser les zones nouvellement aménagées,
- Gérer la végétation existante sur les tronçons non aménagés,
- Lutter contre les espèces invasives,
- Améliorer la fonctionnalité des boisements alluviaux et les zones humides.

4.4 Objectifs sur les réseaux et usages impactés par le projet

Le projet vise à protéger les réseaux présents dans les digues tout en les rendant compatibles avec leur positionnement dans un ouvrage de protection contre les inondations. Ainsi, le projet prévoit d'adapter la digue afin de permettre le maintien de ces ouvrages dans le corps de digue (épaississement de la digue, étanchéification de la digue pour supprimer les écoulements internes, ...). Par ailleurs le projet prévoit d'améliorer la piste cyclable actuellement présente :

- En reconstruisant totalement la piste aujourd'hui fortement dégradée par les racines,
- En élargissant la piste cyclable,

- En l'isolant de la piste dédiée à l'entretien de la digue pour faciliter l'exploitation des 2 ouvrages (piste et digues).

5. HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS ET DESCRIPTION DES OUVRAGES

5.1 Historique du secteur d'étude

A la fin du XVII^{ème} siècle, la Leysse à l'aval de Chambéry présente un lit de tressage à chenaux multiples. Les apports massifs en charge grossière, favorisés par le déboisement des versants, ont abouti à la formation d'un cône de déjection en surélévation sur la plaine alluviale, donnant lieu à des changements de lit fréquents. Les différentes données historiques et topographiques disponibles laissent supposer que le lit mineur s'est déplacé sur toute la largeur de la plaine alluviale. Des tracés historiques sont présumés au pied du flanc est, mais aussi au droit de l'emplacement actuel du ruisseau des marais.

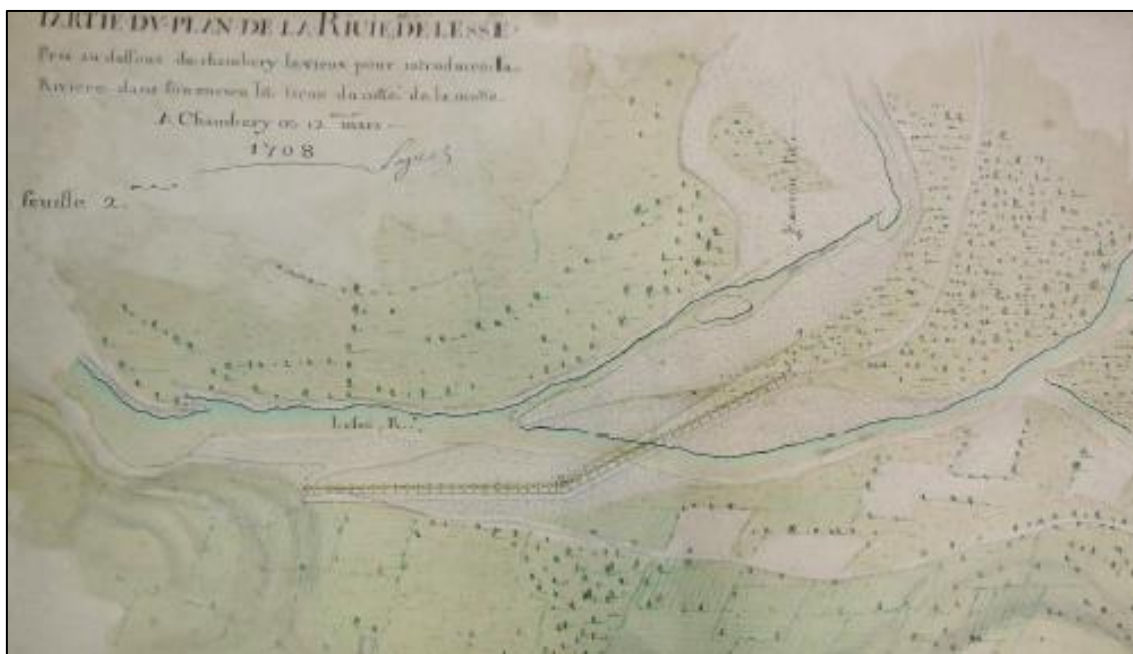


Figure 2: Lit de la Leysse en tresses et premiers travaux de correction visibles en amont du secteur d'étude en 1708, probablement au droit de l'actuelle zone d'activité des Landiers sud (Archives Départementales de la Savoie).

Le cadastre Sarde de 1732 (plus ancien plan historique consulté au droit du secteur d'étude) montre un tracé chenalisé et rectiligne de la Leysse aval, correspondant peu ou prou au tracé actuel. Des sinuosités sont encore visibles en amont immédiat du secteur, au droit de la confluence du Nant Bruyant. Compte-tenu de cette chenalisation et de la situation surélevée du lit par rapport aux thalwegs de la plaine alluviale (cf. figure ci-après), ce tracé résulte vraisemblablement d'une première correction du lit de la Leysse dont les endiguements, sans doute partiels, dateraient du début du XVIII^{ème} siècle.

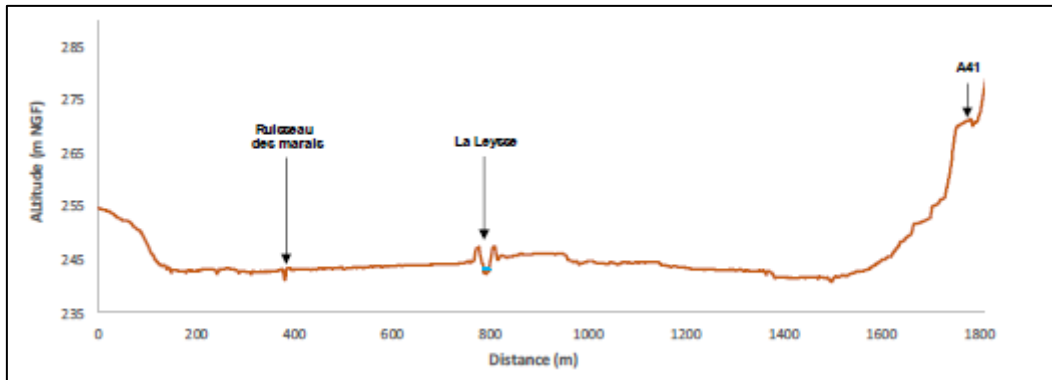


Figure 3: Profil en travers de la plaine alluviale au droit du PKL5.544 (topographie Lidar de 2013 et levé Hydrotopo de 2014).

Les travaux d'endiguement général de la Laysse ont lieu sur la période 1866-1870. A l'amont immédiat du secteur, les sinuosités relictuelles sont rectifiées. La largeur du lit mineur est fixée à 10 m. Une risberme est créée sur un certain nombre de profils, protégée par un perré en pierre sèche.

Durant la période allant de 1870 à 1952, les apports de sédiments grossiers, toujours importants malgré un début de reboisement des versants à partir de la fin du XIX^{ème} siècle, occasionnent des exhaussements du profil en long qui engendrent des travaux de curages réguliers. Les déblais du lit mineur sont employés en renfort des digues ; de nombreux travaux de réparations font suite aux brèches provoquées par les crues successives au cours de cette période.

En 1952 ont lieu d'importants travaux de curage et de rehausse des digues qui font suite à plusieurs projets avortés au cours des décennies précédentes. Le curage d'un volume de 260 000 m³ entre la confluence de l'Hyères et le lac du Bourget est pratiqué, sur une hauteur moyenne de 1.4 m. La largeur du lit au plafond est portée à 16 m. Des gabions sont utilisés en protection des talus amonts.

Par la suite, des années 1960 à 1990, la poursuite d'un abaissement du fond de l'ordre d'1 m à 2 m est noté, vraisemblablement lié à des opérations de dragages, correspondant à volume total estimé à 120 000 m³ ((cf. [DA3])).

De 1975 à 1978 ont lieu les travaux visant à dévier les rejets d'assainissement de l'agglomération vers le Rhône via la galerie de l'Epine, afin de résoudre les problèmes d'eutrophisation du lac du Bourget. Au droit du secteur d'étude, ils se traduisent par le passage de la conduite de 1200 mm de diamètre dans le corps de la digue rive droite sur sa partie amont.

De 1982 à 1985, des travaux de confortement des berges sont menés, ainsi que l'aménagement de pistes d'exploitation en crêtes des digues sur l'ensemble du linéaire.

Du 14 au 15 février 1990 survient la dernière crue majeure (période de retour de 30 ans sur la base de l'hydrologie retenue pour cette étude), qui a occasionné des dommages importants sur les ouvrages avec une rupture de digue en rive droite à l'aval du pont du Tremblay.

La piste cyclable reliant Chambéry à Aix-les-Bains/Le Bourget-du-Lac est aménagée en crête de la digue rive droite au cours des années 1990.

Les travaux du bras de décharge de Technolac à l'aval du secteur d'étude sont réalisés en 2006. Parallèlement, le tablier du pont du Tremblay est rehaussé de 80 cm pour augmenter le tirant d'air et réduire les risques de mise en charge en crue.

Les derniers travaux d'aménagement de la Laysse sur le secteur sont ceux réalisés en 2018, dans la continuité desquels s'inscrit la présente étude. Ils ont consisté, en une réfection de l'endiguement rive gauche en arrière des anciennes installations de l'entreprise Vicat jusqu'au PKL5.65, afin d'élargir l'espace de liberté de la Laysse. Le déversoir de Pré-Marquis a été aménagé au sein de cet endiguement au PKL5.95. En rive droite, un massif de coupure a été

positionné au PKL6.05 pour dévier le lit de la Leysse dans cet espace de liberté retrouvé, jusqu'au PKL5.65.

La figure suivante fait figurer, sur un profil en travers, les travaux successifs de confortement de l'endiguement rive droite (SE2.2).

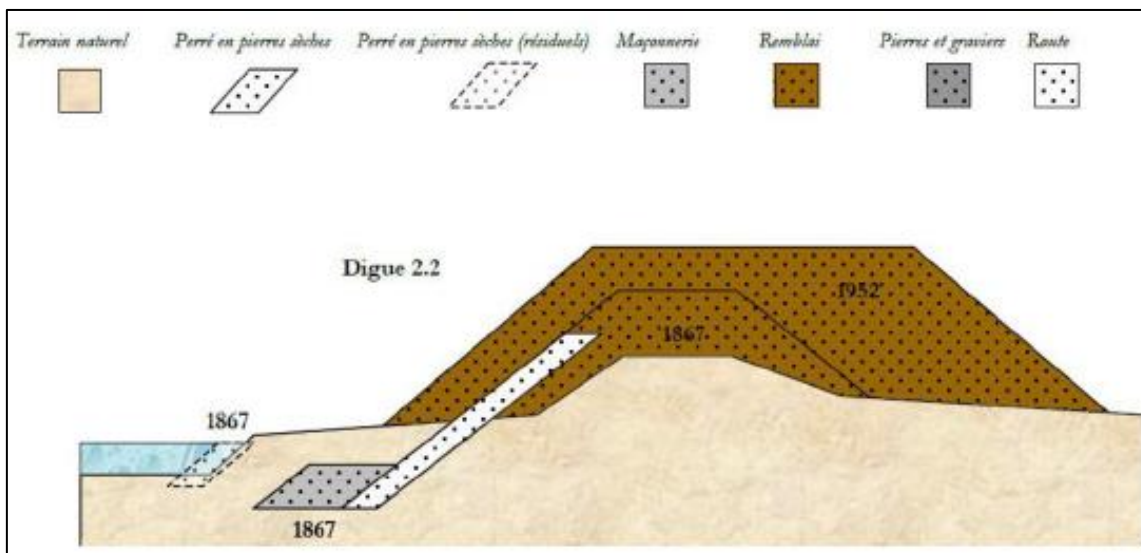


Figure 4: Evolution historique du système d'endiguement SE2.2 (étude Acthys diffusion, 2015).

Concernant l'occupation de la plaine alluviale, elle est essentiellement agricole jusqu'à la première moitié du XX^{ème} siècle. Elle commence à s'urbaniser à partir des années 1960 avec l'arrivée des premières installations industrielles en rive droite dans la zone des Landiers, puis l'installation de la carrière GRA (Vicat) au cours des années 1970. Les travaux de l'autoroute A41 (limite amont du secteur) sont achevés en 1977. La voie rapide urbaine (VRU) est mise en service jusqu'au carrefour de Villarcher au début des années 1980, puis prolongée au-delà avec le passage en autopont et l'aménagement du rondpoint de Villarcher en 1991. Alors que la zone des Landiers Nord, s'est fortement développée au-delà de la VRU au cours des années 1980, les activités commerciales ne s'implantent entre la Leysse et la VRU, sur l'amont du secteur, qu'entre la fin des années 1990 et le début des années 2000 (concession automobile Jean Lain notamment). La plaine en rive gauche a quant à elle conservée son occupation agricole ou naturelle tout au long de la période. Un recalibrage du ruisseau des marais a été effectué à la fin des années 1970 pour favoriser un drainage des terres (Girel, 1991).

5.2 Fonctionnement hydromorphologique actuel

Les travaux de curages réguliers de la Leysse de la fin du XIX^{ème} et dans la première moitié du XIX^{ème} siècle témoignent de l'importance du transport solide par charriage et de la forte tendance à l'exhaussement du profil en long sur cette période (cf. § précédent).

Parallèlement, le reboisement progressif et continu des versants a engendré une réduction drastique de la production primaire de sédiments grossiers. Le bassin versant de la Leysse ne connaîtrait aujourd'hui plus qu'une seule source de production primaire grossière située sur le Haut-Bassin du Merderet (affluent rive droite de l'Hyères), sur le flanc nord de la pointe de la Gorgeat.

Par ailleurs l'endiguement général de la Leysse à la fin du XIX^{ème} et les travaux de curages qui ont suivi ont également eu pour effet de réduire drastiquement les sources sédimentaires internes. Si les plans associés aux travaux d'endiguement de 1866-1870 laissent apparaître de très nombreux bancs alluviaux alternés, ces macro-formes alluviales sont aujourd'hui quasiment absentes de la Leysse, à l'exception notable des abords du pont du Tremblay.

Entre les importants travaux de curages de 1952 (cf. § précédent) et 1990, une incision d'1 à 2 m est notée au droit du secteur d'étude, liée à des travaux de curage sur toute la période, représentant un volume total estimé à environ 120 000 m³ entre Chambéry et le lac du Bourget (SICEC, 2005). Depuis le début des années 1990, le profil en long de la Leysse au droit du secteur d'étude montre une relative stabilité. Sur la période 1990-1999, des incisions et des exhaussement modérés, de l'ordre de 20 à 30 cm sont notés (SICEC, 2005), qui semble traduire une respiration du profil en long.

Les évolutions récentes du profil en long (1990 – 2019) montrent une tendance globale à la stabilité.

5.2.1 Ouvrages du site

5.2.1.1 Ouvrages de franchissement de la Leysse

Le secteur d'étude est encadré par deux ouvrages de franchissement qui constituent ses limites amont et aval (le pont de l'autoroute et le pont du Tremblay) ; un troisième ouvrage est présent dans la partie amont (passerelle de Pré-Marquis). Ces ouvrages sont décrits brièvement ci-après.

❖ Le pont de l'autoroute (A41), au PKL6.25 :

Les culées de l'ouvrage sont en retrait par rapport aux digues de la Leysse, des piles sont en crêtes de digues, protégées par un perré enroché. Altimétrie de la face inférieure du tablier : (251.82) à (251.96).



Figure 5: Vue depuis l'aval du pont de l'autoroute (à gauche) et vue aérienne depuis l'amont (à droite).

❖ Le pont du Tremblay (RD11), au PKL3.43 :

Ce pont n'a pas de pile dans la Leysse. Le tablier a été rehaussé de 80 cm dans les années 2000. Altimétrie de la face inférieure du tablier : (241.83).



Figure 6: Pont du Tremblay, vues vers l'aval

❖ La passerelle de Pré-Marquis, au PKL6.18 :

Il s'agit d'une passerelle piétonne et cycliste qui permet de connecter la rive gauche à la piste cyclable en crête de digue de l'endiguement rive droite. Altimétrie de la face inférieure du tablier : entre (250.50) et (250.70).



Figure 7: Passerelle de Pré Marquis vue du pont de l'Autoroute (à gauche, source : Google Earth) et vue depuis l'ouvrage (à droite).

5.2.1.2 Aménagements récents sur le secteur

Dans le cadre des travaux d'aménagement de la confluence Leysse-Hyères à Chambéry, la partie amont du secteur d'étude (du pont de l'Autoroute au PKL5.65) a fait l'objet de plusieurs aménagements, achevés en décembre 2017, et visibles sur la carte ci-après.

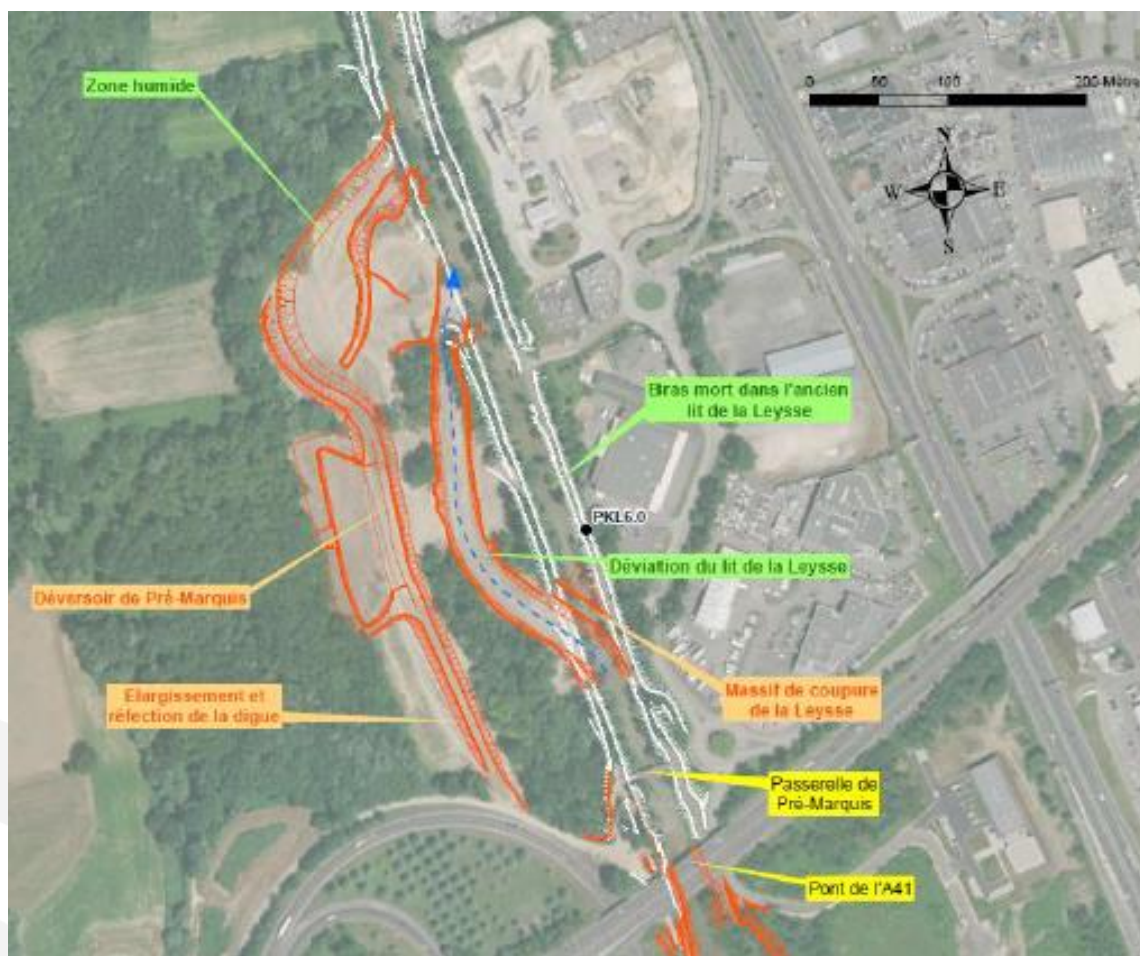


Figure 8: Travaux d'aménagement de la confluence Leysse-Hyères à Chambéry, l'aval de l'autoroute (A41/A43).

Les aménagements réalisés sont les suivants :

- ❖ **Réfection de l'endiguement rive gauche (SE5), en amont du PKL5.65 :**

Le nouvel endiguement a été positionné une centaine de mètres en arrière de la digue d'origine, afin d'élargir l'espace de liberté de la Leysse. Le couronnement est positionné à une altimétrie correspondant au niveau de la crue centennale avec une revanche de 0.3 m. L'ouvrage a une largeur en crête de 6m. Une butée de pied en enrochements est présente au raccordement de l'ouvrage avec la digue d'origine à l'aval.

❖ Déversoir de Pré-Marquis

Une surverse a été aménagée dans la nouvelle digue rive gauche, entre les PKL5.9 et 6.0, sur une longueur de 90 m, pour permettre l'inondation contrôlée de la plaine de Pré-marquis. L'altimétrie de cette surverse est réglée à la cote (247.27) par la présence d'une poutre béton de 10 cm de large.



Figure 9: Déversoir de Pré-Marquis. A droite : début de surverse lors de la crue de Janvier 2018.

❖ Massif de coupure, nouveau lit de la Leysse, et restauration écologique

Dans une optique de diversification des milieux, un massif de coupure a été aménagé au PKL6.55 afin de dévier le lit de la Leysse vers l'espace de liberté retrouvé en rive gauche. L'arase de l'ouvrage de coupure a été positionnée à l'altimétrie de Q100 + 30 cm, soit un niveau compris entre (249.6) à l'amont et (249.2) à l'aval.

L'ancien lit déconnecté sur un linéaire d'environ 200 m a donné naissance à un bras mort lentique. En rive gauche, entre le nouveau lit et la digue, une zone humide a été restaurée par le déblai d'anciens dépôts d'argiles liés aux installations Vicat voisines. Les déblais ont été réutilisés dans la réalisation des digues du projet (économie circulaire).



Figure 10: Vue aérienne de la nouvelle digue rive gauche et de la zone humide restaurée (à gauche) et ancien lit de la Leysse (à droite).

Lors de ces travaux, aucune réfection de la digue rive droite n'a été entreprise au droit du secteur d'étude. La digue rive droite, de part et d'autre du massif de coupure, fait donc partie intégrante du périmètre du projet.

5.3 Dignes du secteur

5.3.1 Digue actuelle SE2.2 en rive droite

La digue existante rive droite est sommairement décrite dans le tableau ci-après :

Topographie et géomorphologie	
Contexte général	La digue est située en rive droite de la Leysse, dans la plaine entre le lac du Bourget et La Motte-Servolex
Altimétrie de la crête de digue	Le profil en long de la crête de la digue est compris entre les cotes 250.0 m NGF et 240.86 m NGF. Elle présente, en général, une pente moyenne régulière et faible de l'ordre de 0.2 à 0.4 %, descendante vers le Nord
Hauteur de la digue	3.0 à 5.5m par rapport au lit de la Leysse et 1.5 à 4m par rapport à la plaine.
Pente du talus amont	3H/ 2V à sub-vertical.
Pente du talus aval	3H/ 2V en moyenne, proche de 1H/ 1V localement.
Largeur de la crête	3 à 6 m en général, ponctuellement 10 m.
Revêtement en crête	Revêtement en enrobé puis béton de la piste cyclable, excepté 100 m à l'amont du pont du Tremblay sans revêtement.
Revêtement des talus	Pas de protection du talus aval. En général, pas de protection du talus amont, à l'exception de quelques enrochements de dimensions variables. Localement, on note la présence résiduelle d'anciennes protections (perrés en pied de berge, gabions, etc...).
Végétation	Peu d'arbres sur le talus aval. Plus de végétation sur le talus amont. Toutefois, le talus amont semble avoir été défriché depuis 2020.
Désordres relevés	
Le rapport d'études AVP modificatif répertorie les désordres relevés en 2020. Il est indiqué notamment : • Au niveau du talus amont, la présence de nombreuses anses d'érosion, de talus raides, parfois sub-verticaux et des amorces de loupe de glissement. • Au niveau de la crête, des dévers marqués sur la piste cyclable et de nombreuses fissures du revêtement et des accotements, témoignant d'affaissement de la digue. • Au niveau du talus aval, il est noté de nombreux indices de fluage ou solifluxion du talus aval, affectant la crête de talus.	



Figure 11 - Photographies de la digue (haut gauche : PKL 4.8, haut droite: PKL 4.8, bas gauche: PKL 5.7, bas droite PKL 5.5)

5.3.2 Digue actuelle S5 en rive gauche

La digue existante rive gauche est sommairement décrite dans le tableau ci-après :

Topographie et géomorphologie	
Contexte général	La digue est située en rive gauche de la Leysse, dans la plaine de Pré-Marquis entre le lac du Bourget et La Motte-Servolex.
Altimétrie de la crête de digue	Le profil en long de la crête de la digue est compris en général entre les cotes 244.8 m NGF et 241.0 m NGF. Elle présente, en général, une pente moyenne régulière et faible de l'ordre de 0.2 à 0.4 %, descendante vers le Nord. A l'extrémité Nord, le profil en long présente une pente plus raide, entre 1.2 et 5%, entre les cotes 248.2 et 245.0 mNGF.
Hauteur de la digue	3.5 à 6.5m par rapport au lit de la Leysse et 1.0 à 4.0m par rapport à la plaine.
Pente du talus amont	1H/ 1V à sub-vertical.
Pente du talus aval	3H/ 2V en moyenne, proche de 1H/ 1V localement.
Largeur de la crête	2 à 4 m en général, localement la largeur est fortement réduite pour certains points bas et l'extrémité aval.
Revêtement en crête	Aucun.
Revêtement des talus	Pas de protection du talus aval. En général, pas de protection du talus amont, à l'exception de quelques enrochements de dimensions variables.

	Localement, on note la présence d'anciens gabions et d'un mur béton à mi-talus entre les PKL.4.8 et 4.7.
Végétation	Relativement dense (arbres, arbustes, ronces, ...)
Désordres relevés	
Le rapport d'études AVP modificatif répertorie les désordres relevés en 2020. Il est indiqué notamment : • Au niveau du talus amont, la présence notamment d'érosion et d'affouillement marqué du talus, de souches en cours de décomposition et de quelques niches d'effondrements localisées. • Au niveau de la crête, la présence de nombreuses souches en cours de décomposition et de nombreux indices de racines traversantes. • Au niveau du talus aval, la présence de nombreuses souches en cours de décomposition	

5.4 Données géotechniques

5.4.1 Contexte géologique

La zone d'étude est inscrite dans une zone d'épandage torrentielle post glaciaire (Würm) à la confluence des rivières de la Leysse et de l'Hyères, dans la basse vallée Chambérienne. La partie la plus en aval du secteur d'étude se situe dans une zone de transition entre les alluvions lacustres du lac du Bourget et cette zone d'épandage.

La zone de confluence de la Leysse et de l'Hyères s'inscrit, sous d'éventuels limons de recouvrement et/ou remblais d'aménagement, au sein des alluvions Quaternaires récentes, sablo graveleuses en tête puis franchement graveleuses plus en profondeur, au sein desquels viennent s'intercaler de manière aléatoire des lentilles sablo limoneuses, voir argileuses.

Le substratum marno-calcaire d'âge secondaire se trouve plus en profondeur, et ne semble pas intéresser directement la zone d'étude.

5.4.2 Investigations géotechniques et géophysiques

5.4.2.1 Campagne de 2015-2016

Des campagnes de reconnaissances ont été réalisées en 2016 par la société Hydrogéotechnique pour le compte de Chambéry Métropole. Les sondages et essais réalisés lors de ces campagnes sont les suivants :

- Sur la digue SE5 en rive gauche :
 - 3 forages carottés, notés S5-SC1 à S5-SC3, descendus jusqu'à 7 m de profondeur ;
 - 4 sondages semi-destructifs à la tarière, S5-TH1 à S5-TH4, descendus jusqu'au refus entre 0.75 et 1.0 m de profondeur ;
 - 3 sondages pénétrométriques, S5-PD1 à S5-PD3, descendus à 7m de profondeur ;
 - 2 sondages pénétrométriques manuels, S5-PDm1 et S5-PDm2, descendus respectivement à 4.3 et 3.9 m de profondeur ;
 - Des essais en laboratoire sur les échantillons intacts prélevés dans les sondages carottés, dont :
 - ▷ 6 mesures de la teneur en eau ;
 - ▷ 6 essais au bleu de méthylène ;
 - ▷ 6 analyses granulométriques ;
 - ▷ 3 analyses sédimentométrique ;

- ▷ 1 essai de cisaillement à la boîte.
- Des reconnaissances géophysique par panneaux électriques, avec :
 - ▷ 1 profil longitudinal de 2665 entre les PKL 6.37 et 3.72 ;
 - ▷ 4 profils transversaux aux PKL 5.94, PKL 5.62, PKL 5.42 et PKL 5.0.
- Sur la digue SE2 en rive droite :
 - 6 forages carottés, notés S2-SC1 à S2-SC6, descendus jusqu'à 10m de profondeur pour S2-SC1 et 7m de profondeur pour S2-SC2 à S2-SC6 ;
 - 1 sondage destructif, noté S2-SD2, descendu à 7 m de profondeur ;
 - 2 sondages pénétrométriques, notés S2-PD9 et S2-PD10 ;
 - 4 essais de perméabilité de type Lefranc, menés en S2-SC3 entre 2 et 3m et entre 6 et 7m de profondeur et en S2-SC5 entre 2 et 3m et entre 6 et 7m de profondeur.
 - Des essais en laboratoire sur les échantillons intacts prélevés dans les sondages carottés, dont :
 - ▷ 16 mesures de la teneur en eau ;
 - ▷ 15 essais au bleu de méthylène ;
 - ▷ 16 analyses granulométriques ;
 - ▷ 13 analyses sédimentométriques ;
 - ▷ 7 essais de cisaillement à la boîte ;
 - Des reconnaissances géophysique par panneaux électriques, avec :
 - ▷ 1 profil longitudinal de 2950 entre les PKL 6.27 et 3.32 ;
 - ▷ 5 profils transversaux aux PKL 6.21, PKL 5.875, PKL 4.835 et PKL 4.335, PKL 3.97 et PKL 3.47.

5.4.2.2 Campagne de 2022

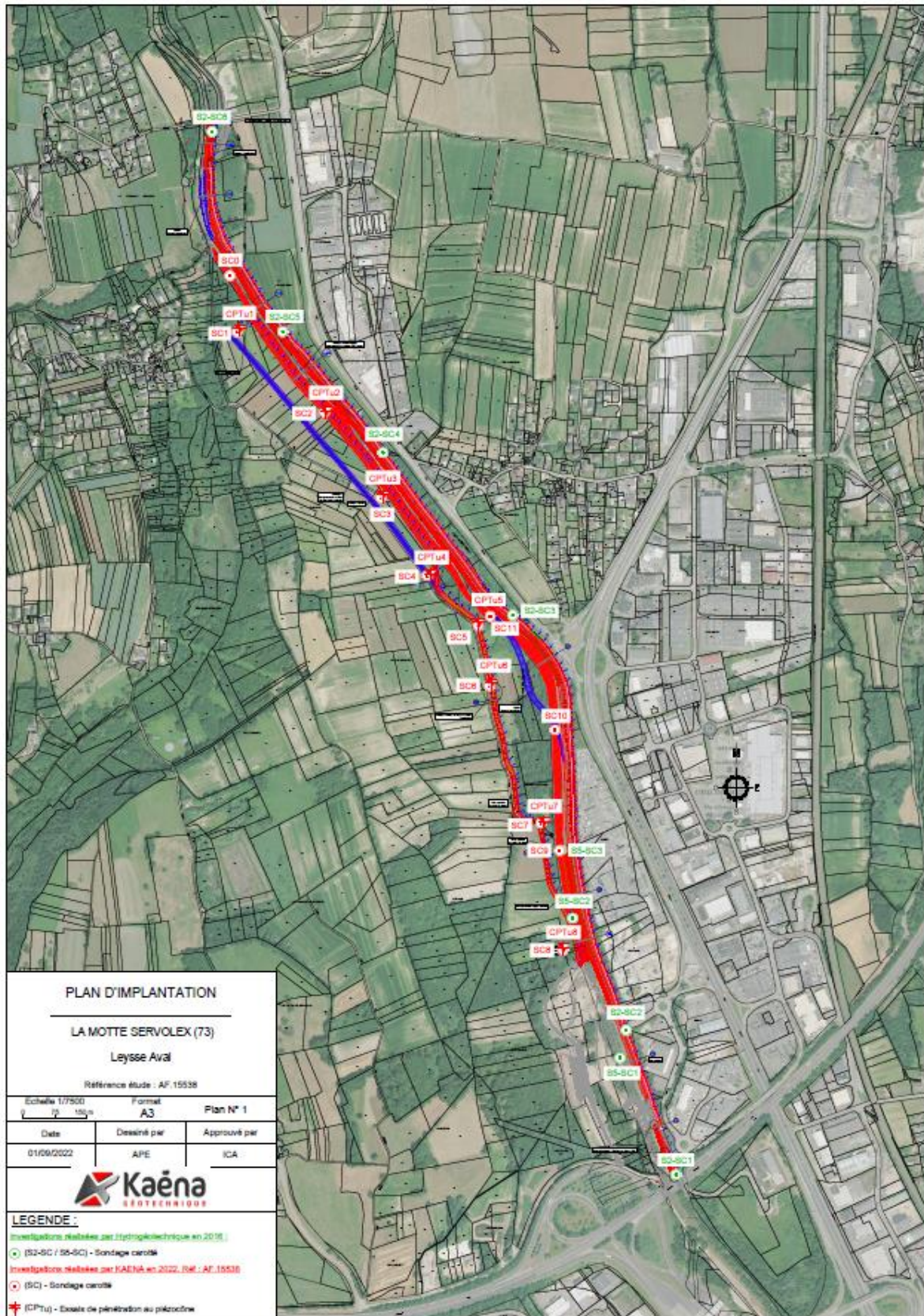
Dans le cadre de la présente mission, une G2 PRO a été réalisée par le groupement Kaéna Géotechnique et Technosol. Des sondages supplémentaires ont été réalisés pour finaliser l'analyse géotechnique du site. Cette campagne de reconnaissance concerne essentiellement la rive gauche de la Leysse, à l'exception des carottages de chaussée réalisés sur la piste cyclable en rive droite.

Les sondages et essais réalisés lors de ces campagnes sont les suivants :

- Sondages de reconnaissance géologique et essais in-situ :
 - 12 forages carottés, référencés SC0 à SC11, descendus à 6 m de profondeur, excepté les sondages SC10 et SC11 descendus respectivement à 4.0 et 5.5 m de profondeur ;
 - 9 essais de perméabilité de type Lefranc/Nasberg norme NF EN ISO 22282-2 dans les sondages SC1 à SC8 entre 1.5 et 2.5 m de profondeur. En SC2, un 2e essai a été également réalisé entre 4 et 5 m de profondeur ;
 - 3 carottages de chaussée pour des prélèvements d'échantillon d'enrobé ou béton, référencés SC12 à SC14 ;
- Sondages et mesures caractéristiques géomécaniques
 - 8 sondages au pénétromètre statique à la pointe électrique norme NF EN ISO 22476-1 descendus entre <6.9m et 13.1 m de profondeur et référencés, CPTU1 à CPTU8 ;
- Essais d'identification des sols :

- Des essais d'identification des sols sur des échantillons intacts prélevés dans les forages carottés SC0 à SC9 avec :
 - ▷ Teneur en eau pondérale (NF P94-050) ;
 - ▷ Valeur au bleu de méthylène (NF P94-068) ;
 - ▷ Analyse granulométrique des matériaux - Méthode par tamisage (NF P 94-056) ;
 - ▷ Analyse granulométrique des matériaux - Méthode par sédimentation (NF P 94-057) ;
- Des essais chimiques pour acceptation des sols en Installation de Stockage de Déchet Inerte sur 2 échantillons de SC9.

5.4.2.3 Synthèse des campagnes



Les coupes lithologiques retenues sont les suivantes :

Co-traitant :
CNR Ingénierie

SUEZ CONSULTING

- Sur la rive droite au droit de la digue existante, 4 coupes sont étudiées :
 - Coupe courante au niveau de la zone de courbure de la Leysse à Villarcher, valable sur un linéaire de 2.8km ;

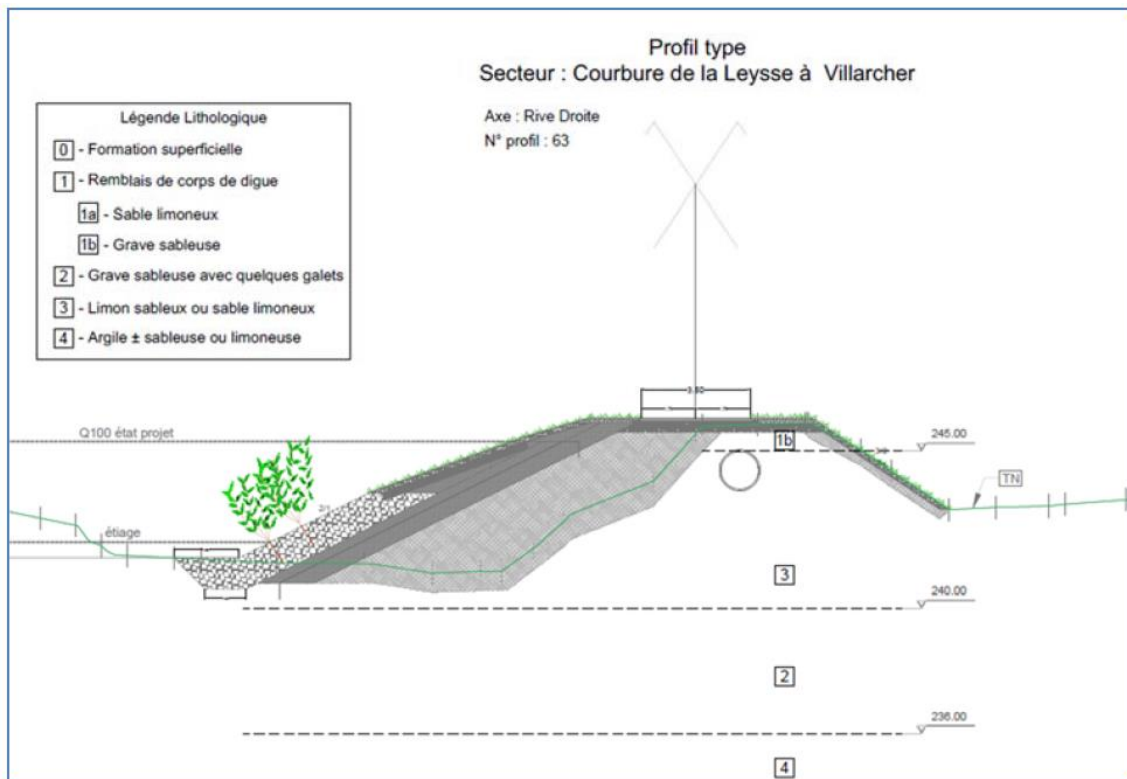


Figure 12 - Coupe courante courbure de Villarcher

- Coupe particulière 1 rencontrée sur 150 ml entre les PKL 4.9 et PKL 3.8 ;

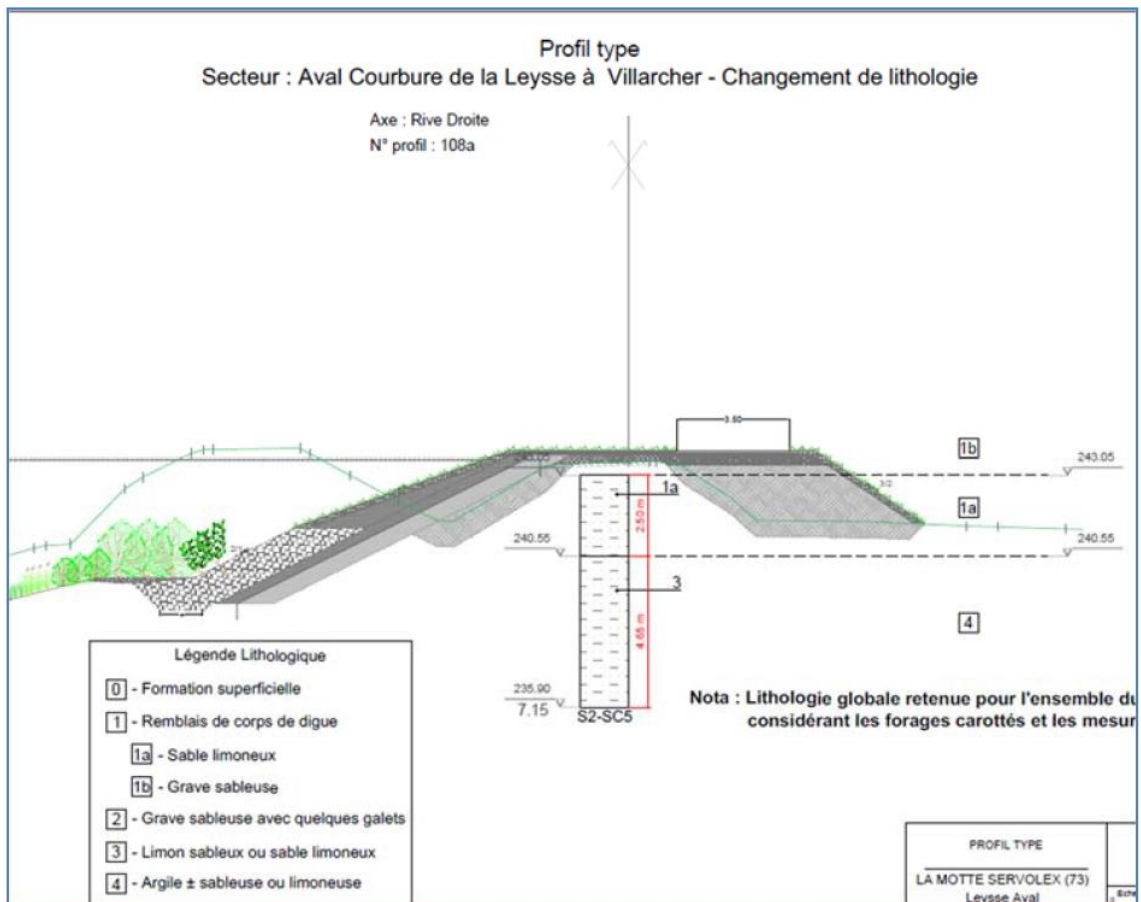


Figure 13 - Coupe particulière 1

- Coupe particulière 2 « raidissement du talus amont », que l'on rencontre sur 130 ml entre les PKL 6.240 et PKL 6.110 ;

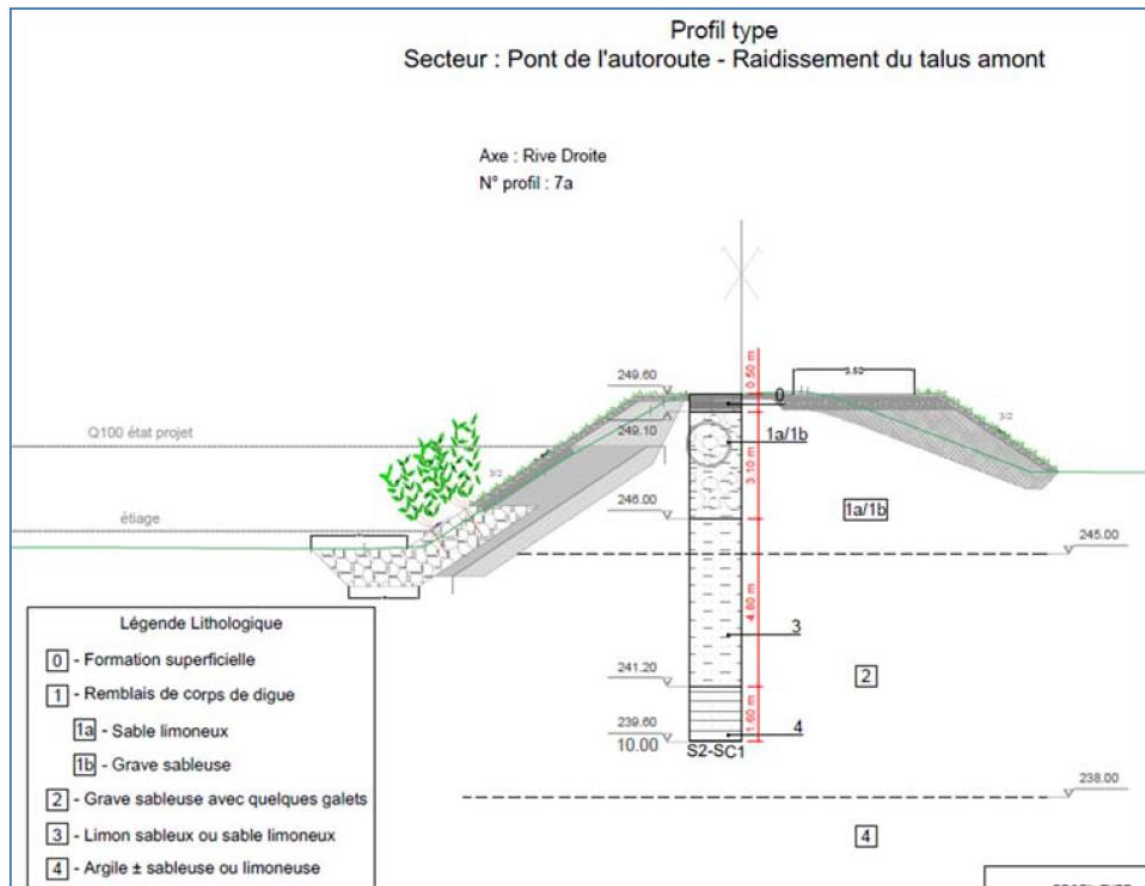
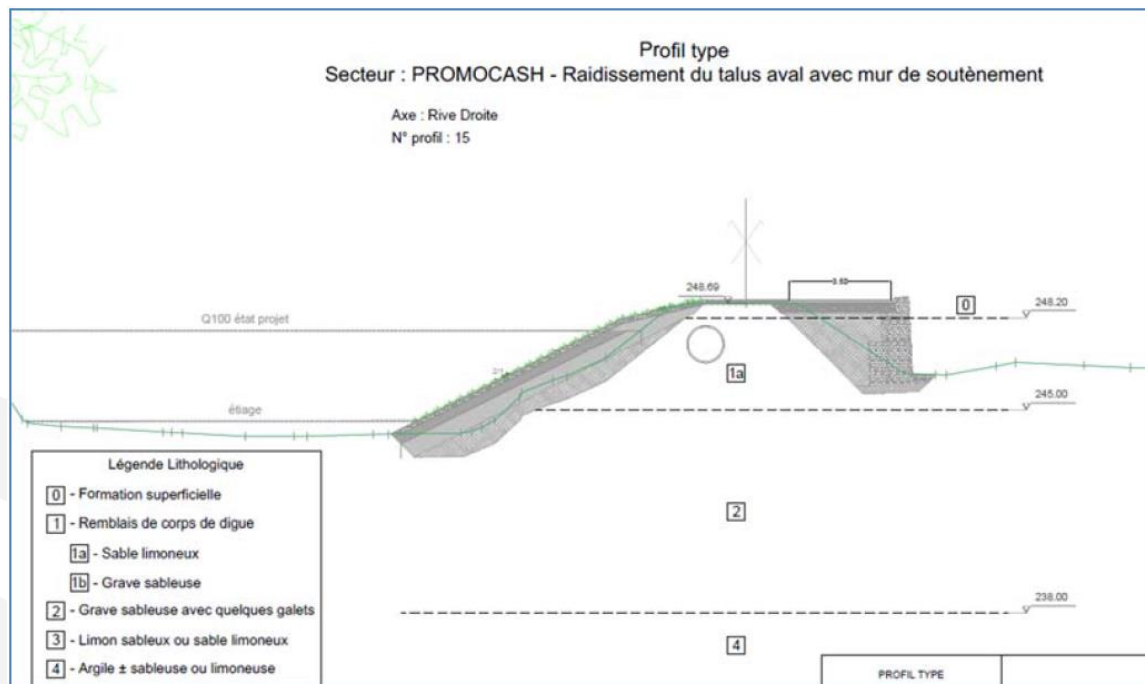


Figure 14 - Coupe particulière 2

- Coupe particulière 3 « mur de soutènement au niveau du bras mort », valable sur 190ml entre PKL 6.010 et PKL 5.820 ;



- Sur la rive gauche, au droit de la future digue, 2 coupes lithologiques se détachent :

- ☐ Coupe « limon sableux surmontant les graves sableuses » valable entre les PKL 4.7 et PKLO 5.2 ;

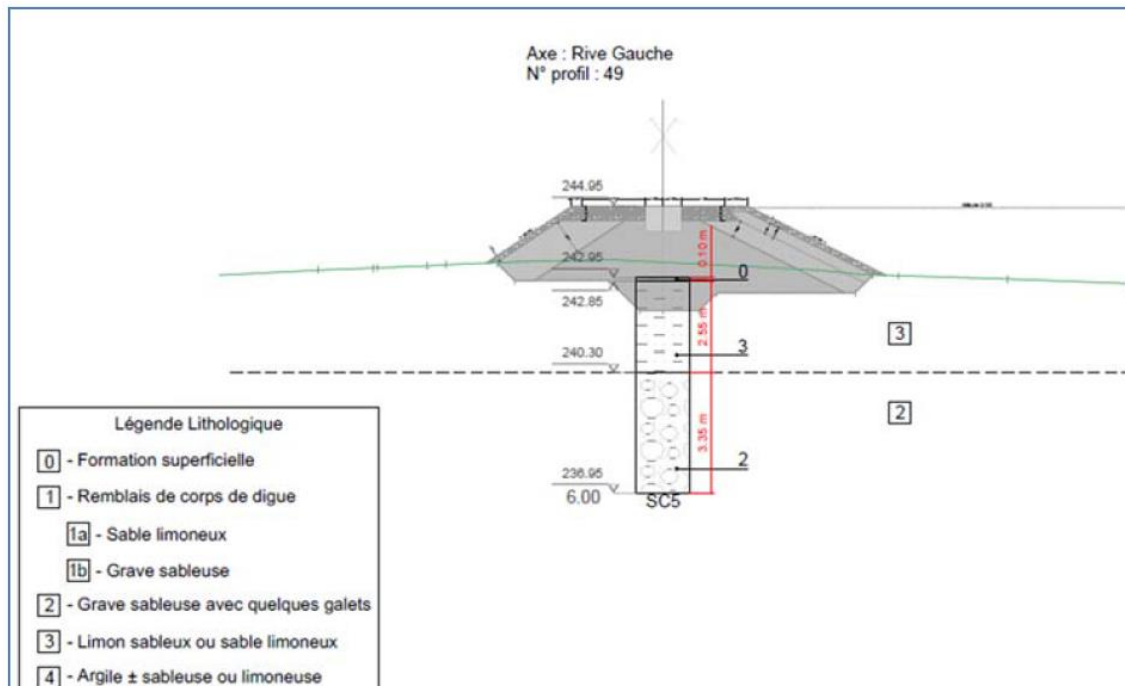


Figure 15 - Coupe n°1 rive gauche

- ☐ Coupe « limon sableux surmontant les argiles sableuses » applicable sur le reste de la digue rive gauche.

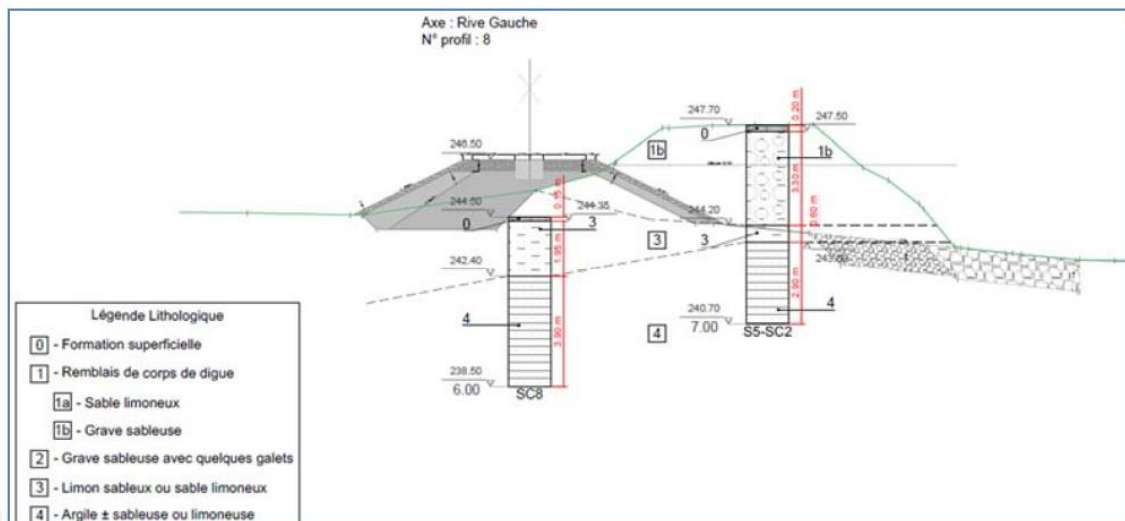


Figure 16 - Coupe courante rive gauche

Les caractéristiques géotechniques et géomécaniques des différentes couches de sol, en place et d'apport, retenues pour les modélisations sont proposées dans le tableau suivant.

Ces valeurs sont valables pour chaque rive et quelques soient les coupes de calcul.

Tableau 1 - caractéristiques géotechniques et géomécaniques retenues pour les sols en place

N° horizon	Faciès Lithologie	Caractéristiques géotechniques		Caractéristiques géomécaniques	
		γ (kN/m ³)	K (m/s)	C' (kPa)	ϕ' (°)
0	Formation de couverture	19.0	1×10^{-5}	1.0	28.0
1a	Remblai de corps de digue Sable limoneux	20.0	1×10^{-5}	2.0	33.0
1b	Remblai de corps de digue Grave sableuse	20.0	1×10^{-3}	0.0	35.0
2	Grave avec quelques galets	22.0	1×10^{-4}	0.0	35.0
3	Limon sableux ou sable limoneux	20.0	1×10^{-5}	2.0	33.0
4	Argile plus ou moins sableuse ou limoneuse	20.0	1×10^{-6}	5.0	26.0

5.4.2.4 Investigation sur les stocks argileux du CISALB

Un stockage de matériaux réemployables (5 000m³ environ) dans le cadre du chantier est présent au droit de la commune du Viviers-du-Lac. Afin d'évaluer la qualité des matériaux disponibles, des campagnes de prélèvements et d'analyses ont été effectués, il en ressort les points suivants :

- L'ensemble du stock semble être recouvert par 0.5m de couverture graveleuse ;
- Le stock est fortement végétalisé. Le couvert végétal devra être traité préalablement à son emploi. Les sols présentant un important développement du réseau racinaire ne seront pas réemployés.
- Sur les parties prélevées, en dessous des 50cm de graves, les matériaux sont de types A1, A2 et ponctuellement B5.

Le détail de ces prélèvements est fourni en annexe du présent document.

5.5 Diagnostic Faune-Flore-Habitat

Le diagnostic complet réalisé par TERE0 est présenté dans la pièce « Etude d'impact du projet et de la MECDU ».

6. LES CONTRAINTES DU PROJET

6.1 Foncier

Les parcelles impactées par le projet sont en cours d'acquisition. La SAS réalise actuellement l'ensemble des démarches préalables à cette acquisition.

Avant l'exécution du chantier, le CISALB fera implanter les emprises d'acquisition inhérentes au projet.

6.2 Réseaux

6.2.1 Assainissement

L'agglomération de Chambéry dispose d'une station d'épuration située en rive droite de la Leysse, à l'aval du pont SNCF (alentours du PKL8.1). Depuis 1978, les eaux traitées ne sont plus rejetées vers la Leysse mais acheminées jusqu'au Bourget-du-Lac puis transférées au Rhône via une galerie sous le mont du Chat.

L'acheminement depuis la STEP jusqu'au Bourget du Lac se fait via une conduite en béton armé d'un diamètre de Ø1200 mm. Au droit du secteur d'étude, cette conduite se situe dans le corps de la digue rive droite, sur un linéaire d'au moins 2 km. Le concessionnaire de cette conduite est le service des eaux du Grand Chambéry.

La présence de ce réseau dans le corps de digue constitue l'une des contraintes majeures de ce projet, du fait du coût rédhibitoire qu'engendrerait son dévoiement et qui interdit une reprise complète de la digue.

Dans le cadre de la réalisation du projet, une détection de ce réseau a été réalisée.

Des réseaux d'eaux usées sont également identifiés :

- En pied de la digue rive droite, sur 150 m depuis le pont de l'Autoroute (PKL6.25 à 6.10, interfaces potentielles avec le projet) ; vers l'aval, il s'éloigne en suivant la rue des Epinettes ;
- Dans la berge rive gauche entre la confluence du ruisseau des marais et le pont du Tremblay (hors emprise des systèmes d'endiguement, non concerné par le projet) ;
- Rejet en rive gauche à l'amont immédiat du pont du Tremblay.

Ces réseaux sont gérés par le Service des Eaux du Grand Chambéry, les plans fournis ont une précision de classe C.

6.2.2 Adduction d'Eau Potable (AEP)

Des réseaux AEP sont identifiés :

- Dans le corps de la digue rive droite, entre les PKL6.2 et 5.8 (non traversant, interface certaine avec le projet) ;
- Au pied de la digue rive droite sur environ 250 m à hauteur du coude de Villarcher (interface potentielle avec le projet).

La précision des plans consultés correspond à la classe C.

6.2.3 Eaux pluviales

Un fossé à ciel ouvert est présent en pied de la digue rive droite au droit de la zone d'activité des Landiers nord (concessions Jean Lain). A l'aval du PKL5.490, ce fossé récupère les eaux pluviales issues de la zone d'activité. Il longe la digue jusqu'à l'aval immédiat de la courbure de Villarcher.

Si notre projet prend en compte cette contrainte, il nous est actuellement impossible de dimensionner une solution conforme aux enjeux du site par manque de données d'entrée (volume à gérer, gestion des exutoires,...).

6.2.4 Transport et distribution de gaz

Un gazoduc, constitué de deux conduites DN400 traverse la Leysse au PKL4.240. Un poste de détente est présent en contrebas de la digue au droit du PKL4.35, relié au gazoduc par une conduite DN100.

GRT Gaz, concessionnaire de ces ouvrages ne transmet pas les plans en retour des DT. Le risque d'interface avec les endiguements est à priori faible, du fait de la profondeur supposée du gazoduc. La liaison entre le poste de détente et le gazoduc se fait à distance de la digue, au droit des terrains agricoles (source : CISALB). Un levé de classe A sera à effectuer avec le concessionnaire pour évaluer ces interfaces.

6.2.5 Réseaux électriques

Plusieurs réseaux électriques sont présents sur le site d'étude :

- Une ligne aérienne haute tension (63 KV, concessionnaire : RTE), traverse la Leysse à l'aval immédiat du pont de l'autoroute. Un pylône est présent en pied du talus aval de la digue rive droite. La hauteur entre la ligne et la crête de digue rive gauche est de 17 à 20 m d'après les profils fournis par le concessionnaire ;



Figure 17 - Pylône de la ligne HT à l'aval immédiat du pont de l'autoroute

- Une ligne souterraine moyenne tension (concessionnaire : ENEDIS) est présente dans la digue rive gauche du pont de l'autoroute jusqu'aux environs du PKL5.6 ; En effet, la ligne HTA a été mise en place sous le lit de la Leysse à l'aval du secteur Pré Marquis. Celle-ci remonte dans la digue à l'aval du PK 5.7. Le plan des ouvrages a été remis par ENEDIS mais la détection n'a pas été faite sur l'ensemble du linéaire. Ces éléments sont reportés sur les plans projet.
- Une ligne souterraine moyenne tension (ENEDIS) est présente dans la digue rive droite du PKL5.87 jusqu'au rondpoint de Villarcher ;
- Une ligne aérienne moyenne tension (ENEDIS) traverse la Leysse en diagonale du PKL5.6 en rive gauche au PKL5.55 en rive droite. Un pylône est présent au pied de chacune des deux digues, côté plaine ;



Figure 18 - Pylônes moyenne tension de part et d'autre des digues de la Leysse au PKL5.6 et au PKL5.55

- Des réseaux moyennes et basses tensions traversent la Leysse au droit du pont du Tremblay, probablement en aérien le long du tablier.

La plupart des réseaux électriques listés ci-dessus se situeront en interface forte avec le projet ; certains nécessiteront des dévoiements préalables.

6.2.6 Réseaux de télécommunications

Les réseaux de télécommunications les plus proches de l'emprise projet passent en souterrain au droit de la rue des épinettes et s'approchent de la digue rive droite aux abords du PKL6.2 (Concessionnaire : Orange, Précision : Classe C).

6.2.7 Réseaux viaires

6.2.7.1 Voie verte

La voie verte reliant Chambéry à Aix-les-Bains en passant par le Bourget du Lac emprunte la crête de la digue rive droite sur la quasi-totalité du linéaire d'étude. Elle ne quitte celle-ci que sur les 100 mètres situés en amont immédiat du pont du Tremblay.

Sur l'amont du linéaire d'étude, elle est constituée en surface d'un revêtement en enrobé dont l'aspect relativement dégradé reflète les mouvements du terrain et les désordres de la digue sous-jacente. Sur l'aval du linéaire d'étude, elle présente un revêtement en béton assez préservé. Deux rampes d'accès cyclables sont présentes, depuis la rue des épinettes à l'amont et au droit du rondpoint de Villarcher.

Cette piste cyclable est sous maîtrise d'ouvrage du département de la Savoie. Sa fréquentation est très importante, tant pour les loisirs que pour les trajets professionnels/étudiants entre le centre urbain de Chambéry et le technopôle de Technolac. **L'intégration et le maintien en sécurité de cet usage en phase chantier constitue l'un des enjeux majeurs du projet en phase travaux. Le trafic moyen annuel est de l'ordre de 1000 personnes/jour mais il peut dépasser 3000 personnes/jour en période estival.**

6.2.7.2 Voies de circulation routières

Le secteur d'étude est traversé par les ponts de l'autoroute A41 et de la RD11.

6.2.8 Autres réseaux

Une conduite d'alimentation d'un lavoir, traversante sous la Leysse, est repérée sur les plans du service des eaux au PKL4.4. Le lavoir va être déconnecté de ce réseau pour être raccordé au réseau AEP. Toutefois, la commune souhaite conserver ce réseau traversant qui devra être traité dans le cadre du projet.

Il est possible que d'autres anciens réseaux traversants non répertoriés soient découverts dans les digues en phase travaux. L'analyse des données géophysiques (cf. § 0) permet d'identifier des zones suspectes en différents points :

- PKL4.982 – 4.967 vers 2.5 à 3 m de profondeur (PM1300 – 1315) ;
- PKL 4.967 – 4.932 (PM1315 – 1350) ;
- PK4.932 – 4.922 (PM1350 -1360) ;
- PKL4.877 – 4.807 (PM1405 – 1475, PM1410 et PM1425) ;
- PK4.495 et 4.410 (PM1790 – 1875, PM1760) ;
- PK4.359 (PM1923) ;
- PK4.337 (PM1945) ;
- PKL4.257 (PM2025) ;
- PKL4.185 (PM2097) ;
- PKL4.177 (PM2105) ;
- PKL4.167 (PM2115) ;
- PKL3.542 (PM2740).

Les éventuels anciens réseaux traversants découverts devront être traités (comblement) pour garantir l'étanchéité de la digue.

6.3 Contraintes d'exécution

Le projet présente 2 contraintes fortes qui seront des éléments primordiaux à prendre en compte, notamment lors de la réalisation du phasage du chantier. Celles-ci sont les suivantes :

- Nécessité de maintenir ouverte la piste cyclable durant l'intégralité du chantier ;
- Nécessité de conserver tout le long du chantier le niveau de protection assuré actuellement par les digues.

7. ETUDE HYDRAULIQUE

7.1 Hydrologie

La présente étude se base sur les résultats hydrologiques Hydrolac [DA4], qui ont servi en particulier aux calculs des Etudes de dangers (EDD) [DA2], à l'établissement du Schéma

Directeur et qui ont été critiqués (surtout les débits de la Leysse, en aval des projets d'aménagement).

Les débits imposés sur le modèle Hydrolac ont été propagés aux frontières du modèle, cela fait partie des données d'entrée utilisées par CNR. Ainsi les figures suivantes présentent les hydrogrammes du ruisseau des Marais et de la Leysse au pont de l'A43/A41.

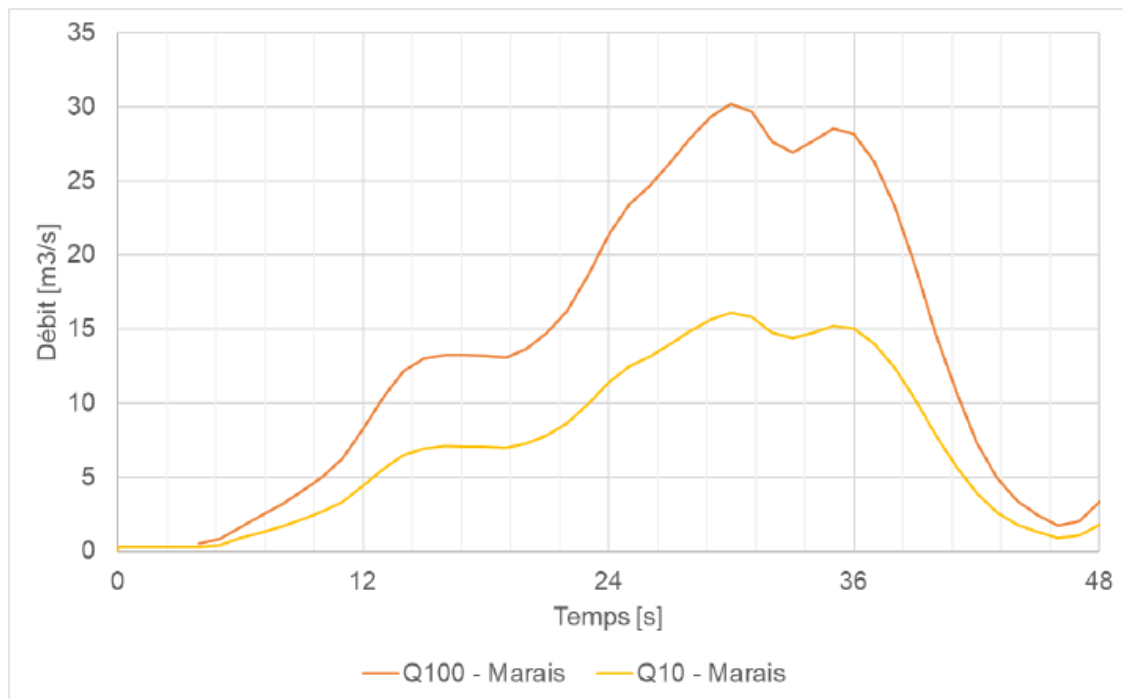


Figure 19 - Hydrogramme du Ruisseau des Marais

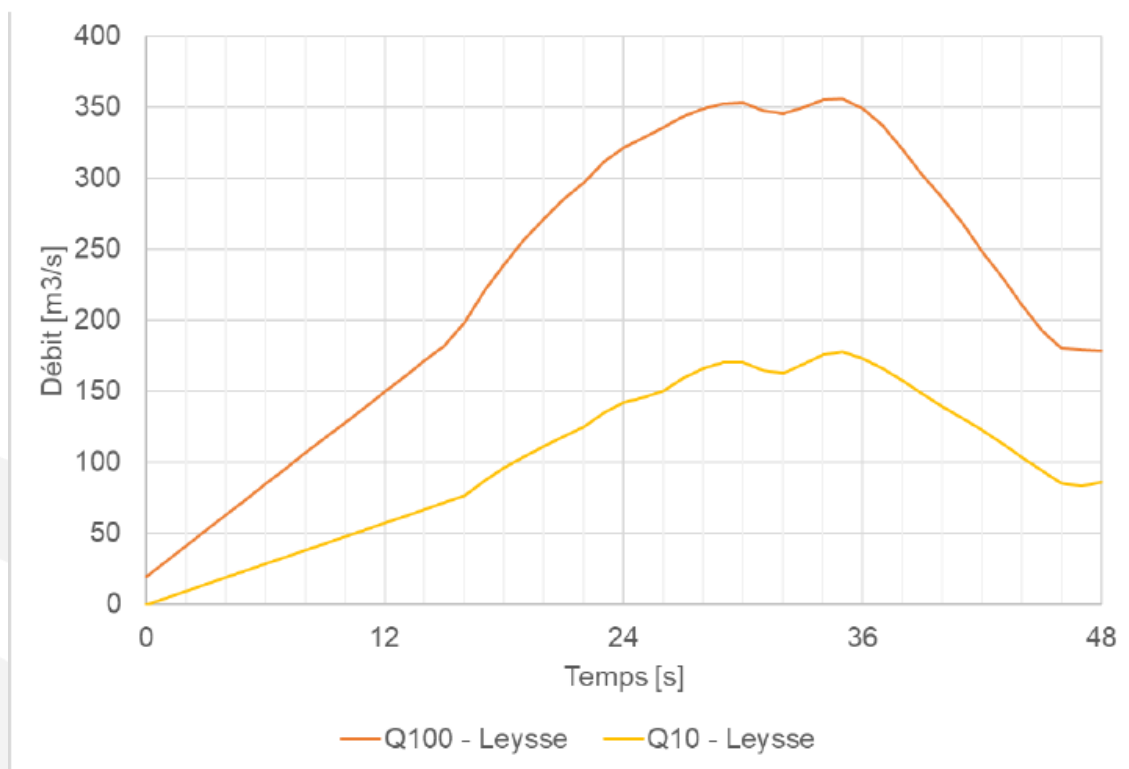


Figure 20 - Hydrogrammes de la Leysse (aval pont A43/A41)

Les débits retenus sont donc plus élevés que les différentes estimations et peuvent paraître sécuritaires. Mais ces valeurs sont les seules à tenir compte des projets d'aménagement amont qui reportent plusieurs débordements dans le lit de la Leysse. Les travaux de confortement conduisent donc à augmenter le débit pour les occurrences faibles. La figure suivante compare les différentes sources de données pour les crues caractéristiques.

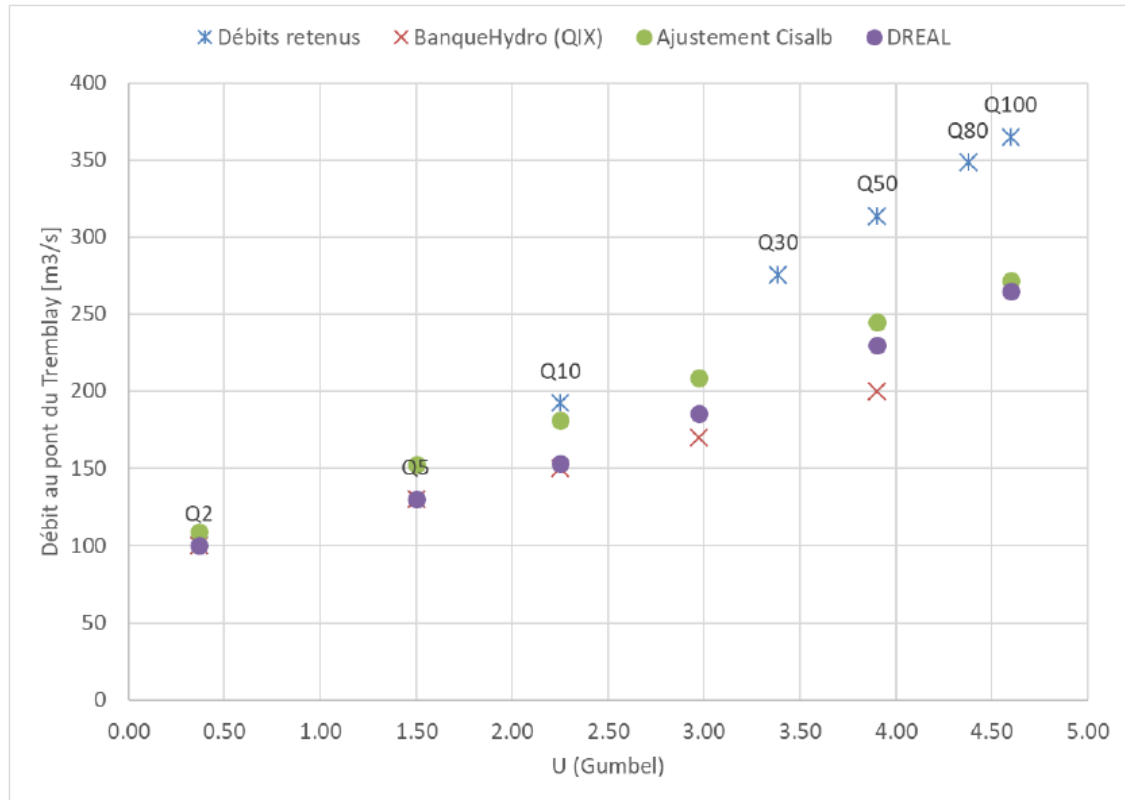


Figure 21 - Comparaison des estimations des débits de pointe des crues caractéristiques

7.2 Fonctionnement hydraulique

Le modèle hydraulique utilisé pour la conception est issu de l'EDD, qui est un modèle faisant référence pour le secteur. Ce modèle TELEMAC-2D inclut la plaine d'inondation et repose sur **une bathymétrie Hydrotopo datant de 2015**. Cette bathymétrie devra être refaite au démarrage des travaux. Le MOA pourrait réaliser une bathymétrie de contrôle avant le lancement de la consultation afin de s'affranchir de tout point d'ajustement lors des études d'exécution de l'entreprise. Ainsi les sections hydrauliques et le profil en long pourront être consolidés.

La crue de projet est une crue centennale telle que définie dans la partie hydrologique. Le débit de pointe correspondant au pont du Tremblay est estimé à 365 m³/s. Toutes les valeurs de niveau présentée dans cette partie sont les résultats bruts de calculs, sans revanche supplémentaire.

Le modèle hydraulique présente des incertitudes qu'il convient de préciser afin de quantifier la précision des résultats. Ces incertitudes portent sur les données d'entrée du modèle hydraulique (état bathymétrique, son évolution dans le temps non prise en compte et hydrogrammes en particulier) et la précision intrinsèque des résultats du modèle hydraulique. L'hydrologie retenue semble plutôt sécuritaire. Mais pour rappel, le calage montre que les différences de niveaux calculées et observées sont d'environ 20-30 cm pour une forte crue, ce qui révèle l'ordre de grandeur de l'incertitude, équivalent à la revanche de 30 cm retenue pour le dimensionnement des ouvrages. Cette revanche est celle demandée par le MOA sur l'ensemble des ouvrages en gestion.

Notons de plus, que le présent modèle ne comprend aucune composante sédimentaire et ne saurait prédire/appréhender une éventuelle évolution des fonds.

7.2.1 Fonctionnement en crue

Le débit dans la Leysse, qui dimensionnera directement les endiguements, est dicté par l'équilibre qui se crée à l'amont avec le déversoir de pré-marquis. Ce dernier détermine le débit entrant dans la plaine. Etant donné que le seuil de pré-marquis ne sera pas repris dans le cadre de ce projet, il convient donc que les travaux n'abaissent pas significativement le niveau au droit de ce dernier, pour éviter de modifier cet équilibre.

La plaine d'inondation de pré-marquis permet de délester le tronçon de la Leysse de manière significative. En revanche, l'effet de laminage de la crue sur l'aval reste faible, car le volume stocké est faible par rapport à celui de la crue, d'autant plus que la crue présente 2 pics successifs (la plaine étant déjà remplie avant le second pic). Ainsi la partie à l'aval de la confluence avec le ruisseau des Marais n'est que peu influencée par la répartition du débit entre la Leysse et la plaine de pré-marquis.

Afin d'analyser les débordements sur l'état actuel, les niveaux d'eau sont comparés aux crêtes de digue sur la figure suivante :

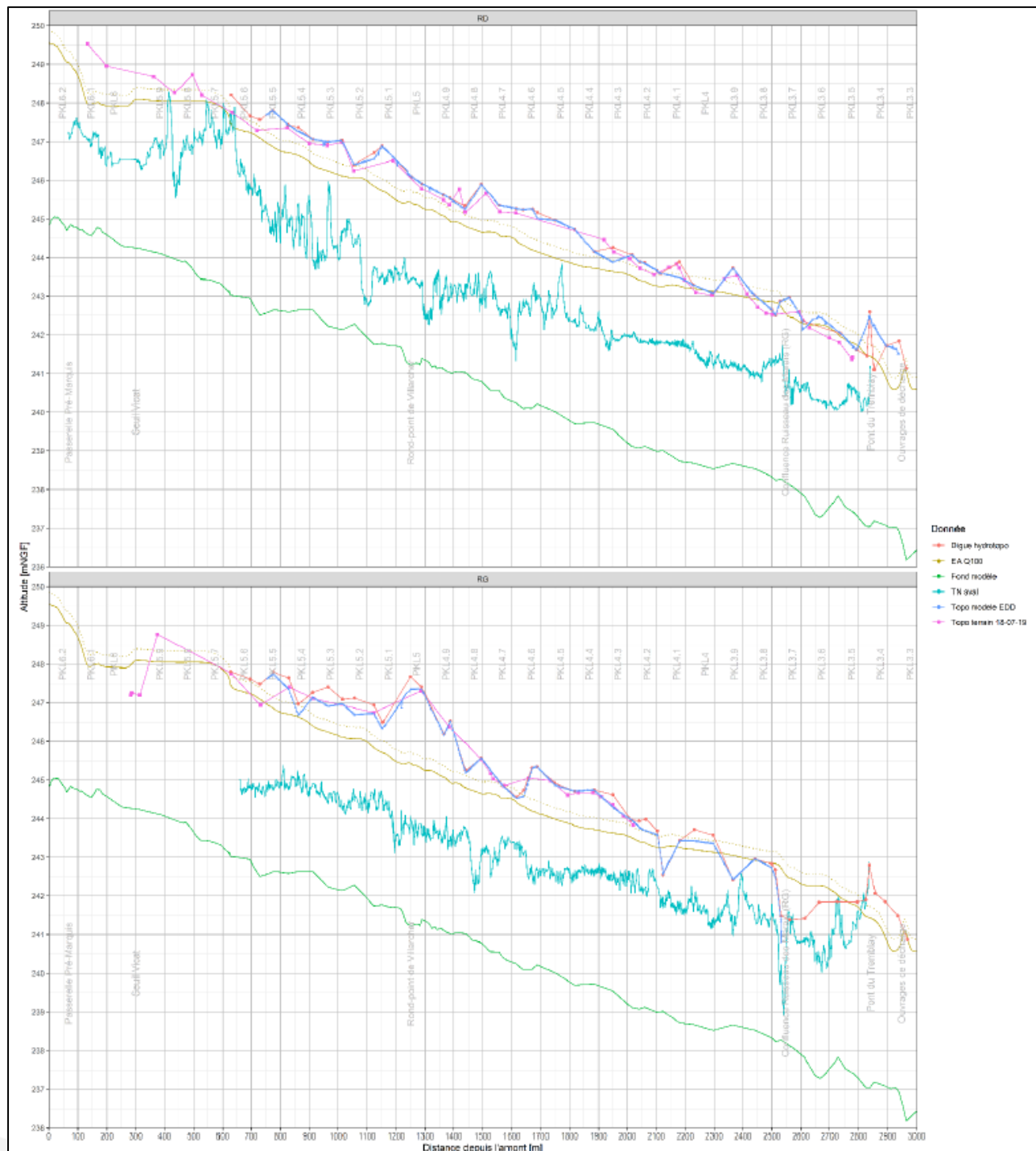


Figure 22 - Profil en long du niveau d'eau Q100 état actuel et des digue (haut : rive droite, bas : rive gauche)

En rive droite, les débordements dans l'état actuel se concentrent entre la confluence avec le ruisseau des Marais et le pont du Tremblay. En rive gauche, les débordements se concentrent également en aval, mais principalement en amont du ruisseau des Marais cette fois-ci.

7.2.2 Fonctionnement au module

Le fonctionnement de la Leyse au module peut s'avérer intéressant dans le cadre du dimensionnement des aménagements hydro-écologiques. En effet, afin d'optimiser leurs gains

écologiques et limiter l'impact sur l'hydraulique, les aménagements devront être noyés au module.

Le calage s'est donc appuyé sur les deux éléments suivants :

- La topographie de 2015 où des mesures de niveaux d'eaux ont été réalisées pour un débit de 4.6 m³/s, sachant que le module sur le secteur est égal à 6.2 m³/s ;
- Des mesures ponctuelles du niveau d'eau le 10/11/2022, jour où la Leysse présentait un débit égal à 7.86 m³/s.

Globalement, il est constaté des hauteurs d'eau moyenne de 0.6m. Les aménagements hydro-écologiques auront donc une hauteur maximale égale à cette valeur.

7.2.3 Projet hydraulique arrêté au stade AVP

Le projet hydraulique modélisé au stade AVP et retenu par le MOA est le scénario 3 « Elargissement optimum ».

Ce modèle est nommé sc3.2. Il comprend notamment un élargissement de la section de contrôle entre les PK 5.684 et PK 5.578. La digue rive gauche est reculée d'une largeur d'ouvrage au droit de cette section. Ainsi les vitesses max sont de l'ordre de 5 m/s avec une augmentation du débit de la Leysse de l'ordre de 30 m³/s, jugée acceptable à validation de l'AVP. La digue aval est alors rehaussée par rapport à l'existant de l'ordre de 30 cm.

8. DESCRIPTION DETAILLEE DES AMENAGEMENTS

8.1 Objectifs de l'aménagement

8.1.1 Sureté hydraulique

Les résultats des modélisations hydrauliques sur l'état actuel laissent apparaître un certain nombre de points de débordement pour la crue de projet, ce qui engendre un risque inacceptable concernant la digue rive droite (ouvrage classé B, SE2.2).

Afin de garantir une cohérence à l'échelle du bassin chambérien, le niveau de protection du projet exigé par le MOA pour la rive droite est le suivant :

**Niveau de protection homogène sur l'ensemble de la rive droite :
Niveau de la ligne d'eau en crue de projet Q100 (*) avec une revanche de 30 cm**

(*) Débit de la Leysse au pont du Tremblay = 365 m³/s

Cette revanche de 30 cm est équivalente à l'ordre de grandeur de l'incertitude sur les niveaux en sortie du modèle hydraulique. En intégrant les sujétions liées au traitement de la crête de digue (couche de fondation de la piste cyclable notamment), d'ancrage supérieur des GSB (épaisseur de la couche de confinement), et la topographie, les caractéristiques suivantes ont été retenues, en concertation avec le maître d'ouvrage :

- Altimétrie de l'ouvrage fini équivalente au niveau de Q100 + 30 cm, ou supérieure lorsque cette altimétrie est supérieure à ce niveau dans l'état actuel,
- Etanchéité des ouvrages portée jusqu'au niveau de Q100 sans revanche.

Pour les scénarios qui prévoient la réfection de l'endiguement **rive gauche** (SE5, classé D), il a été décidé en concertation avec le maître d'ouvrage de fixer le niveau suivant :

**Niveau de la crête de digue rive gauche :
Niveau de la ligne d'eau en crue de projet Q100 (*) sans revanche**

(*) Débit de la Leysse au pont du Tremblay = 365 m³/s

Cette absence de revanche implique un risque de déversement lié aux incertitudes du modèle et aux phénomènes transitoires pouvant apparaître pour un débit inférieur à celui de Q₁₀₀. **Ce choix vise à assurer une sécurité supplémentaire de la digue rive droite en provoquant la rupture par déversement en rive gauche, plus précocement qu'en rive droite.** En outre ce choix permet :

- De s'inscrire en cohérence avec les choix d'aménagement antérieurs d'une plaine agricole inondable mais protégée pour les faibles crues ($Q < 200 \text{ m}^3/\text{s}$),
- De protéger les terres agricoles des vitesses d'écoulement par déversement latéraux jusqu'à la crue de projet.

8.1.2 Restauration environnementale et intégration des talus des digues

Il s'agit de :

- Restaurer un meilleur fonctionnement hydro-morphologique de la Leysse par un élargissement local et contrôlé de son espace de liberté,
- Améliorer le degré de naturalité des berges et du lit en agissant sur la morphologie (adoucissement, augmentation du linéaire de berges),
- Améliorer la diversité des habitats alluviaux (boisement alluviaux arborés et arbustifs, milieux humides, hélrophytes, etc.),

- Améliorer la diversité des écoulements dans le lit mineur.

8.2 Rappel des critères de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages vis-à-vis des sollicitations, notamment externe (vitesses, forces tractrices) a été réalisé au stade AVP. Le présent document n'a pas pour but de modifier ces éléments, sauf si l'implantation ou la géométrie sont modifiées.

Les premiers critères sont :

- Niveau de protection rive droite Q100+30 cm pour un débit de 365 m³/s au pont du Tremblay ;
- Niveau de protection rive gauche Q100 pour le même débit.

8.2.1 Critères de stabilité

Les critères de stabilité des ouvrages au stade de Projet sont vérifiés dans le cadre de la G2PRO. Ils sont conformes aux recommandations pour la justification des barrages et digues en remblai du CFBR.

8.2.2 Erosion interne

Les critères d'érosion interne ont été revus au stade de Projet avec la modification apportée à la géométrie des ouvrages. En effet, il a été recherché une optimisation visant à diminuer le linéaire et la hauteur du GSB voire à s'en affranchir. Ce critère est vérifié dans le cadre de la G2PRO.

8.2.3 Erosion externe

Les vitesses prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages de protection mécaniques sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Profil	Secteur	Vitesse max (m/s)	V_pied_nvelle_digue_RG (m/s)	V_pied_talus_RG (m/s)	V_pied_talus_RD (m/s)
Profil STTP 124 - PKL6.116	Aval A43	6.05	-	-	3.02
PKL5.957	Bras mort	3.88	-	-	0.06
PKL5.646	Sortie casier Vicat	3.67	2.49	-	3.34
PKL5.555	Jean Lain	5.20	0.37	4.78	4.63
PKL5.544	Jean Lain	5.05	0.26	4.90	4.27
PKL5.444	Jean Lain	4.67	0.91	3.45	3.29
PKL4.981	Coude Villarcher	3.51	0.62	3.06	2.83
PKL4.653	Aval Villarcher	3.47	0.77	3.23	2.82
PKL4.089	Double digue	3.31	0.36	1.52	3.06
PKL3.906	Aval double digue	4.07	1.14	3.26	3.54
PKL3.658	Amont Tremblay	4.18	-	-	2.70
PKL3.606	Banquette amont Tremblay	3.65	-	-	0.53

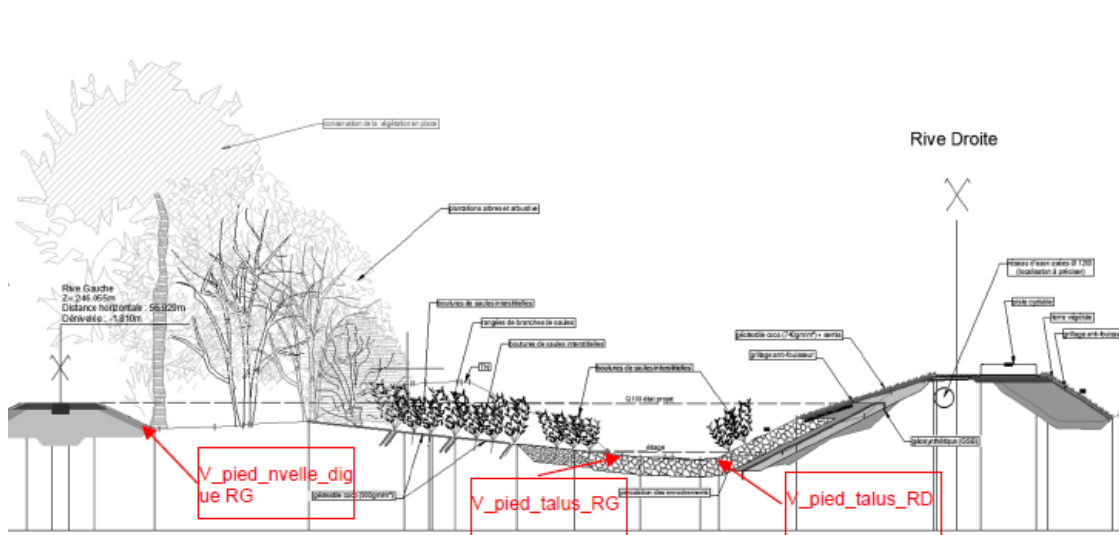


Figure 23 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – Vitesses sur talus pour Q100

	Vitesse max actuelle	Vitesse max Q100
PKL5.555	3.9 m/s	5.20 m/s
PKL5.544	4.01 m/s	5.05 m/s

Figure 24 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – Vitesses en fond de lit pour Q100

8.2.3.1 Dimensionnement secteur rive droite

Le tableau extrait du rapport AVP de CNR reprend le dimensionnement hydraulique arrêté à ce stade :

Profil	V_pied_ talus_RD (m/s)	Pente talus	Poids moyen	Type protection retenue Blocométrie	Protection partie supérieure
Profil STTP 124 - PKL6.116	3.02	3/2	86 kgs	300/1000kgs	Matelas Reno
PKL5.957	0.06	2/1	-	-	-
PKL5.646	3.34	2/1	83 kgs	300/1000kgs	Matelas Reno
PKL5.555	4.63	2/1 (3/1)	588 kgs (329 kgs)	300/1000kgs	Matelas Reno
PKL5.544	4.27	2/1 (3/1)	362 kgs (203 kgs)	300/1000kgs	Matelas Reno
PKL5.444	3.29	2/1	76 kgs	60/300 kgs	
PKL4.981	2.83 x 1.2 = 3.4	2/1	92 kgs	60/300 kgs	Matelas Reno
PKL4.653	2.82	2/1	30 kgs	60/300 kgs	
PKL4.089	3.06	2/1	49 kgs	60/300 kgs	
PKL3.906	3.54	2/1	117 kgs	60/300 kgs	
PKL3.658	2.70	2/1	23 kgs	60/300 kgs	
PKL3.606	0.53	2/1	-	-	-

Figure 25 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – dimensionnement des protections mécaniques pour Q100 en rive droite de la Leysse

Les enrochements de type 60-300 kg seront mis en œuvre sur une épaisseur de 1 mètre et si besoin sur un géotextile.

Les enrochements 300/1000 kg seront mis en œuvre sur une épaisseur de 1,10 m et sur un géotextile.

A noter que lorsque le talus n'est pas protégé entre la Q2 et la Q100 par du matelas Réno, la protection se fait par la mise en place d'une géogrille (en dehors des tronçons bras mort et courbure du Tremblay).

8.2.3.2 Dimensionnement secteur rive gauche

Le tableau extrait du rapport AVP de CNR reprend le dimensionnement hydraulique arrêté à ce stade :

	Vitesse en pied talus RG	Pente talus	Poids moyen W50	Type protection Blocométrie
PKL5.555	4.78	10/1	279 kgs	300/1000 kgs
PKL5.544	4.90	10/1	316 kgs	300/1000 kgs
PKL5.444	3.45	10/1	38 kgs	10/60 kgs (*)
PKL4.981	3.06	10/1	19 kgs	10/60 kgs (*)
PKL4.653	3.23	6/1	28 kgs	10/60 kgs (*)
PKL4.089	1.52	4/1	-	
PKL3.906	3.26	8/1	28 kgs	10/60 kgs (*)

Figure 26 Extrait rapport AVP CNR X.01085.001 DIGP2020-680A d'octobre 2020 – dimensionnement des protections mécaniques pour Q100 en rive gauche de la Leysse

Du Pk 5.690 au Pk 5.600, la partie inférieure est protégée d'enrochements 300/1000 kg jusqu'à Q2 du fait des vitesses élevées (>4m/s). Le haut de talus est protégé en matelas Réno.

Du Pk 5.600 au Pk 5.440, la transition avec le radier s'effectue par la mise en œuvre d'enrochements 60/300 kg jusqu'à une altimétrie d'1 m de hauteur par rapport au niveau du fond du lit, soit sur une largeur de 3 à 4 m. Le délaissé entre cette transition en blocs 60/300 kg et la nouvelle digue est faite par du génie végétal (couches de branches à rejet...).

Sur le reste du linéaire le talus n'est pas protégé de blocs sauf exception (bras secondaire proche de la future digue) étant donné les faibles vitesses. Les vitesses sont de nouveau élevées à l'aval des aménagements en rive gauche mais dans le secteur hors digue.

8.2.3.3 Dimensionnement fond de lit

Dans le rapport AVP, il est acté :

« Il convient donc de protéger le fond de la rivière contre l'affouillement au droit de ces profils spécifiques.

Pour les autres profils, malgré l'observation de vitesses fortes, sachant que ces vitesses n'augmentent pas de manière significative par rapport à l'état existant, il est fait l'hypothèse de ne pas conforter le fond de la rivière.

L'augmentation de vitesse de 3,9 à 5,2 m/s nécessite un poids moyen de blocs 2.4 fois plus élevé (pour 5.2 m/s, poids moyen des enrochements : 434 kg en fond). Dans cette zone, il est préconisé la mise en place en fond de rivière d'un « radier de protection » constitué de 1,10 m d'enrochements 300/1000 kg. L'enrochement sera assis sur un géotextile anti-poinçonnement et filtrant.

Linéaire concerné : 250 mètres entre PKL 5.69 et PKL5.44. »

8.3 Détail des aménagements

L'aménagement projeté comprend les éléments suivants :

- Une intervention sur les digues en place avec :
 - En rive droite, un confortement de la digue existante en remblais, tant sur le talus amont qu'aval. Ce confortement passe par différentes techniques mises en œuvre qui seront décrites dans les paragraphes suivants. Le principe ici est d'optimiser les coûts, sans dévoiement du réseau d'assainissement, par un épaulement du talus amont ;
 - En rive gauche, il s'agit en revanche d'élargir le tracé du système d'endiguement SE5 pour permettre :
 - Des gains hydrauliques en termes de niveaux et vitesses de crues, cela compense notamment la perte de section hydraulique induite par l'épaulement de la digue rive droite ;
 - Des gains écologiques, en rendant plus de 6ha de lit majeur à la rivière et en permettant la mise en place d'aménagements hydro écologiques au sein du lit mineur.
- Cette intervention passe par le démantèlement de la digue actuelle ;

- Une intervention en lit mineur selon les différents principes suivants :

- Mise en place de bancs/banquettes alternés ;
- Mise en place d'épis blocs et/ou fascines ;
- Création d'annexes ou points bas en lit majeur ;
- Mise en place d'un radier/rampe en section de contrôle ;
- Reméandrement du lit ;
- Mise en place de plantations.

8.3.1 Aménagement au niveau des digues

8.3.1.1 Rive droite

Sur la rive droite, la typologie des aménagements diffère entre l'amont et l'aval de la courbure de Villarcher par la nécessité ou non de mettre en place une étanchéité sur la face amont :

- Amont de Villarcher :
 - Etanchéité amont assurée par la mise en place d'un GSB ;
 - Drainage du talus aval par la mise en place **d'une clé drainante** ;

- Aval Villarcher :
 - Pas d'étanchéité en face amont ;
 - Drainage du talus aval par la mise en place **d'un masque drainant**.

Globalement sur la rive droite, en dehors des coupes spécifiques détaillées plus loin, la nature des aménagements à réaliser est la suivante :

Les travaux préalables sont :

- Gestion de la circulation des cycles suivant le phasage proposé ;
- Gestion de la végétation ;
- Dessouchage ;
- Reprofilage et décapage des matériaux de la digues sur 50 à 80 cm car pollués par un système racinaire ;
- Côté Leysse :
 - Soit une protection contre l'érosion externe en blocs 300/1000kg jusqu'à Q2 :
 - Épaisseur de 1.1 m en carapace ;
 - Épaisseur en sabot de 1.1 m sur une largeur de 2 m ;
 - Soit une protection en blocs ou 60/300 kg jusqu'à Q2 ;
 - Épaisseur de 1 m en carapace ;
 - Épaisseur en sabot de 1 m sur une largeur de 2 m ;
 - Mise en œuvre de 30 cm de matériaux sur le sabot (lui-même positionné 30 cm sous le niveau projet du fond de lit) ;
 - Percolation des enrochements avec les matériaux du site ;
 - Protection entre Q2 et Q100 par un matelas gabion épaisseur 23 cm ;
 - Mise en place d'un grillage anti fouisseur sous la terre végétale ;
 - Mise en place de 15 cm de terre végétale et d'un géotextile coco ;
 - Remblais en tout venant du site type C1bi ;
 - Mise en place d'une étanchéité en amont de Villarcher :
 - Etanchéité à l'aide d'un GSB calé en partie inférieure au TN aval et en partie supérieure à la Q100. A noter que le lé de GSB ne sera jamais plus court que 1 m malgré par moment un TN aval plus proche de la Q100. Le GSB est posé sur un géotextile de protection anti-poinçonnement ;
 - Confinement du GSB par une épaisseur de 30 cm de matériaux type A1 sur toute sa hauteur ;
 - Pas de mise en place d'étanchéité en aval de Villarcher ;
- Côté val :
 - Recharge en remblais type C1Bi ;
 - Mise en place d'un drainage sur le talus aval ;

- En amont de Villarcher : mise en place d'une clé drainante en base, en matériaux 20/130 mm ;
- En aval de Villarcher : mise en place d'un masque drainant de 1 m de largeur surmonté d'un remblai de 1 m d'épaisseur ;
- ☐ Mise en place d'un grillage anti fouisseur sous la terre végétale ;
- ☐ Mise en place de 15 cm de terre végétale et d'un géotextile coco ;
- En crête :
 - ☐ Démontage de la piste cyclable ;
 - ☐ Reprise de la piste cyclable de largeur 4 m sur le principe identique à tout le linéaire :
 - Géotextile anti contaminant de séparation ;
 - GNT 0/80 sur 20 cm d'épaisseur ;
 - GNT 0/31.5 sur 7 cm ;
 - BBSG 0/6 sur 6 cm ;
 - Réalisation d'accotement en terre végétale particulièrement soigné ;

Les tronçons décrits dans la suite du paragraphe sont localisés sur les cartes ci-après :



Figure 27 - Tronçons secteur amont

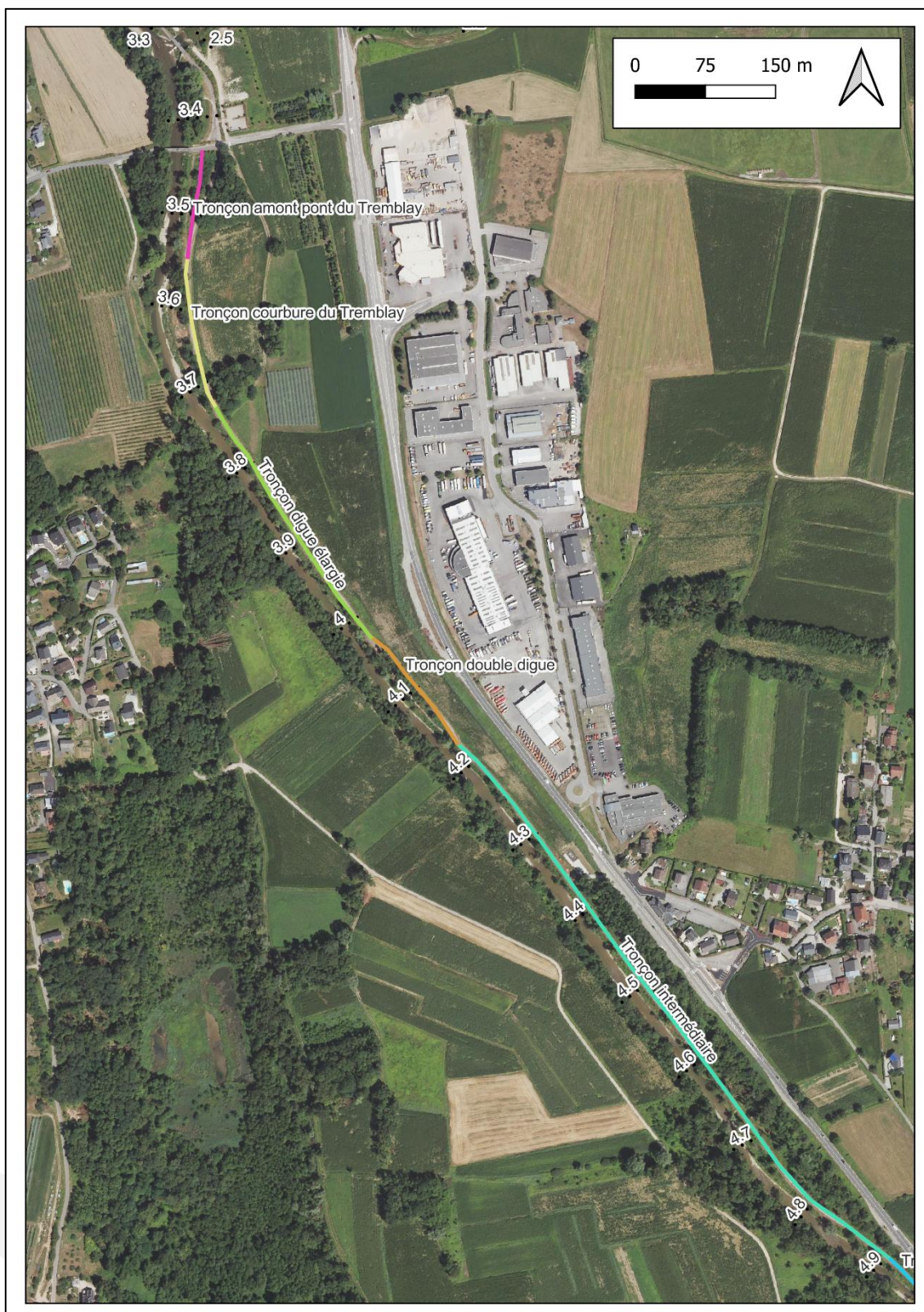
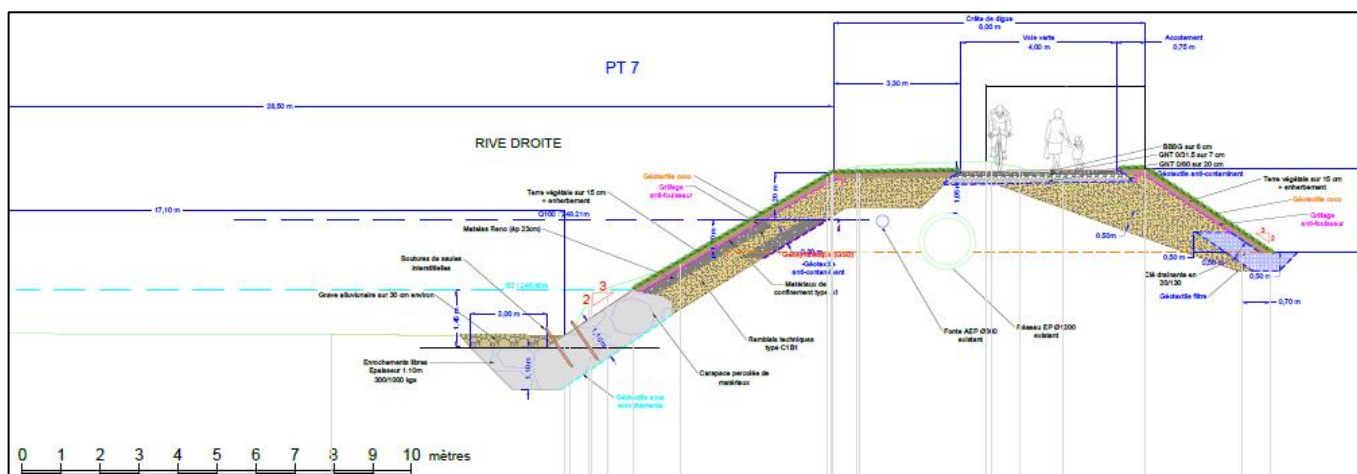


Figure 28 - Tronçons secteur aval

8.3.1.1.1 Tronçon aval pont de l'autoroute, du PKL6.240 au PKL 6.110 (linéaire = 130 m)

- Profil type concerné : 7 ;

- Profils concernés 1 à 7 ;
- Particularités géométriques :
 - Pente de la carapace en enrochements à 3h/2v ;
 - Talus supérieur proche de 2h/1v ;
 - Protection du talus de Q2 à Q100 par un matelas gabion ;
 - Pas d'intervention sur le talus aval en amont du tronçon.

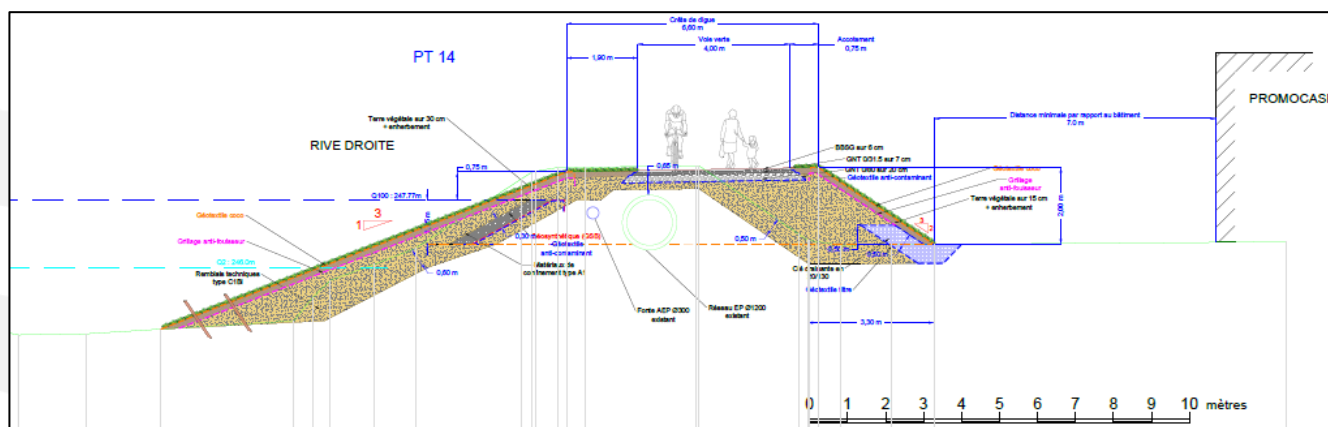


8.3.1.1.2 Tronçon bouchon du massif de coupure, du PKL 6.11 au PKL 6.010 (linéaire = 100m)

- Profil type concerné : 14 ;
- Particularités géométriques : Le profil type n°14 ci-dessous s'applique mais à la différence du bras mort, la protection actuelle en enrochements libres existante est reconstituée au-delà du remblai technique côté Laysse.

8.3.1.1.3 Tronçon bras mort, du PKL6.010 au PKL5.820 (linéaire = 190 m)

- Profil type concerné : 14 ;
- Particularités géométriques :
 - Pas de protection contre l'érosion externe côté Laysse ;



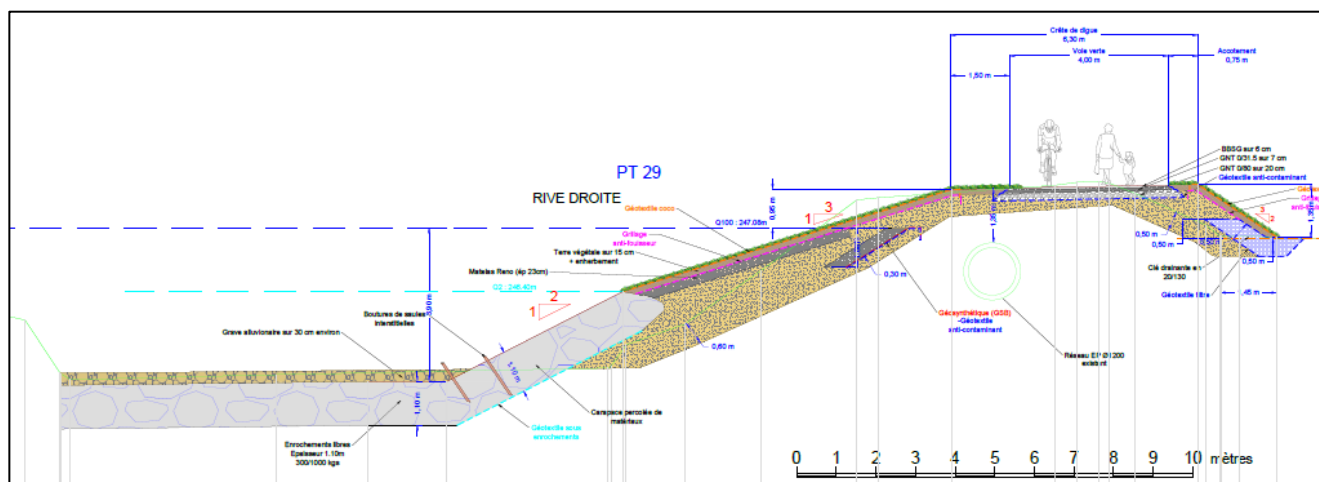
8.3.1.1.4 Tronçon intermédiaire amont resserrement aval du « casier Vicat », du PKL5.820 au PKL5.690 (linéaire = 130 m)

Ce tronçon fait transition entre le tronçon bras mort la section de contrôle

- Profil type concerné : 29 ;
- Particularités géométriques :
 - Pas de réalisation d'un radier mais uniquement un sabot en enrochements ;
 - Remplacement du matelas Réno par de la géogridde.

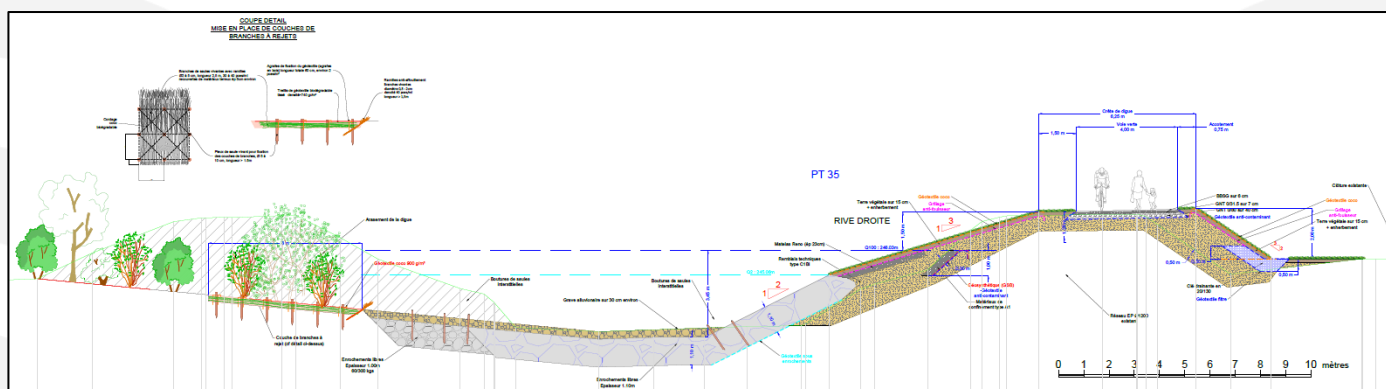
8.3.1.1.5 Tronçon resserrement aval du « casier Vicat », du PKL5.690 au PKL5.600 (linéaire = 90 m)

- Profil type concerné : 29 ;
- Profils concernés 27 à 32 ;
- Particularités géométriques :
 - Réalisation d'un radier en enrochements en fond de lit dans la continuité du sabot ;
 - En rive gauche, le radier se raccorde avec la protection du talus de la digue rive gauche elle-même en enrochements libres.



8.3.1.1.6 Tronçon intermédiaire du PKL5.600 au PKL5.450 (linéaire = 150 m)

- Profil type concerné : 35 ;
- Particularités géométriques :
 - Réalisation d'une zone de transition en rive gauche en blocs 60/300 kg sur une largeur de 4 m ;
 - Réalisation d'une protection en technique végétale par couches de branches à rejets.

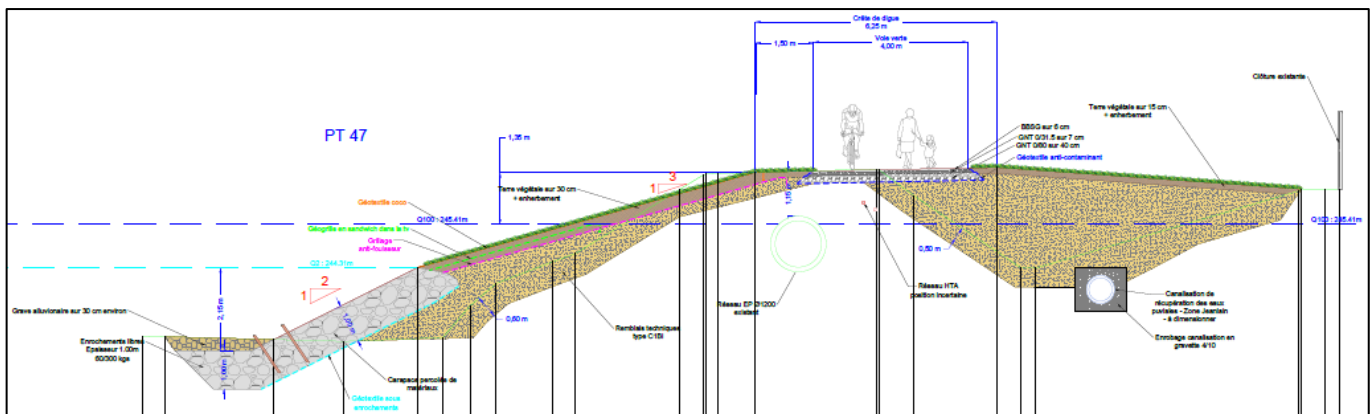


8.3.1.1.7 Tronçon Jean Lain amont, du PKL5.450 au PKL5.338 (linéaire = 112 m)

- Profil type concerné : 63 ;
- Particularités géométriques :
 - Un enrochement 60/300 kg est mis en place côté Leysse ;
 - Le matelas Réno est remplacé par une géogrille.

8.3.1.1.8 Tronçon Jean Lain aval, du PKL5.338 au PKL 5.200 (linéaire = 138 m)

- Profil type concerné : 47 ;
- Particularités géométriques :
 - Pas d'étanchéité amont du fait d'un TN aval altimétriquement plus haut que la côte Q100 ;
 - Comblement du fossé en pied de digue pour supprimer totalement la mise en charge ;
 - Un enrochement 60/300 kg est mis en place côté Leysse ;
 - Mise en œuvre d'une géogrigle.

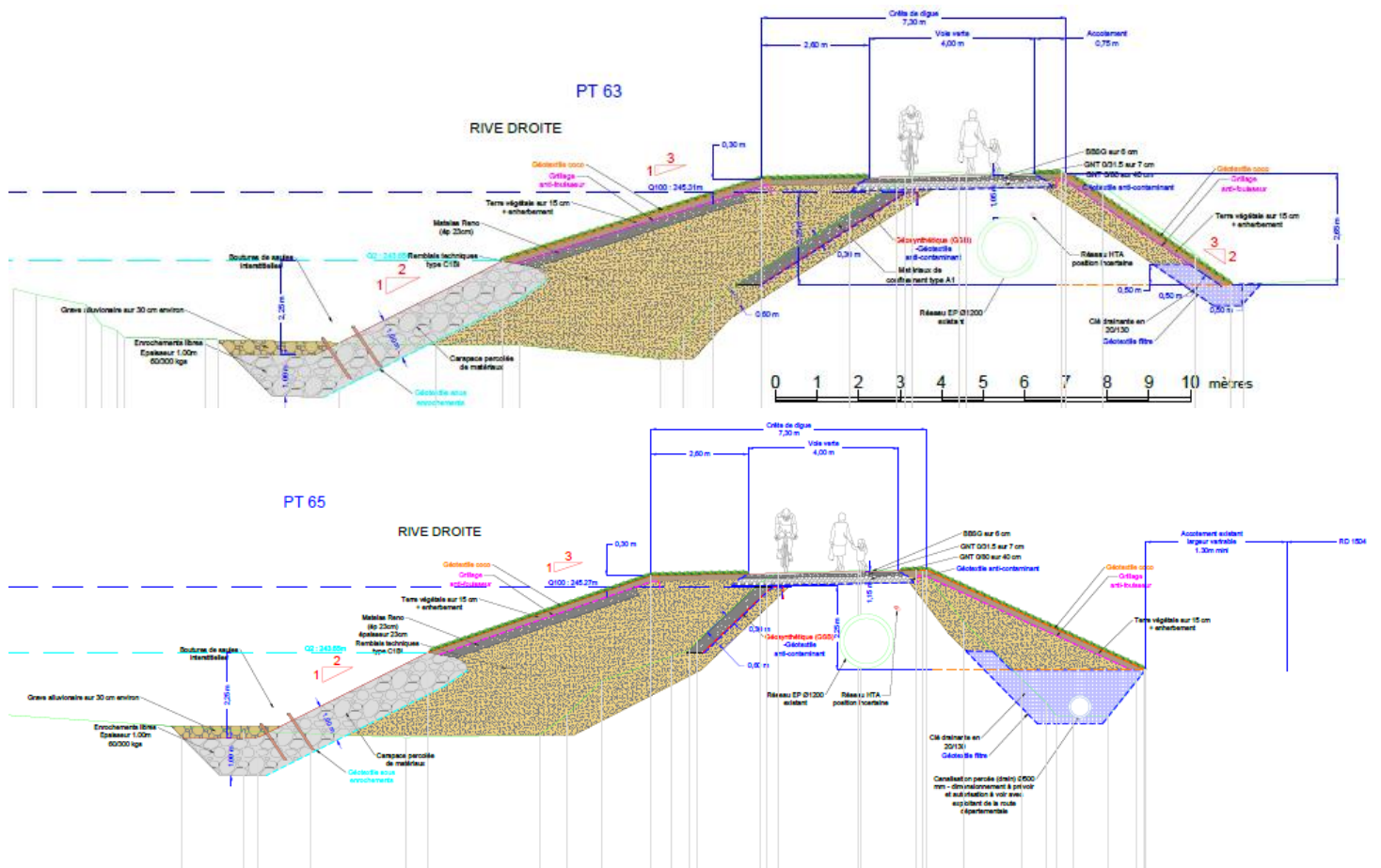


8.3.1.1.9 Tronçon amont courbure de Villarcher, du PKL5.200 au PKL5.045 (linéaire = 155 m)

- Profil type concerné : 63 ;
- Particularités géométriques :
 - Un enrochement 60/300 kg est mis en place côté Leysse ;
 - Le matelas Réno est remplacé par une géogrille.

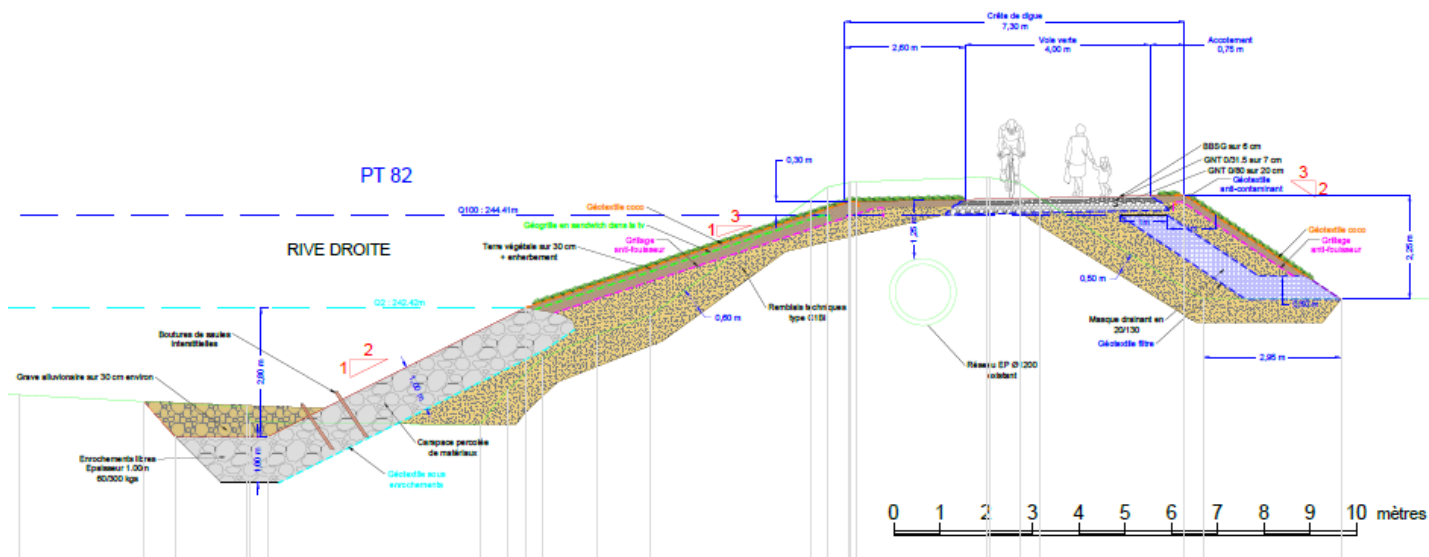
8.3.1.1.10 Tronçon courbure de Villarcher, du PKL5.045 au PKL4.900 (linéaire = 145 m)

- Profil type concerné : 63 et 65 ;
- Particularités géométriques :
 - Un enrochement 300/1000 kg est mis en place côté Leysse étant donné l'extrados fortement marqué et les sollicitations associées en crue ;
 - Le fossé s'écoulant côté val à l'aval de la rampe de la piste cyclable est busé permettant l'adoucissement du talus.



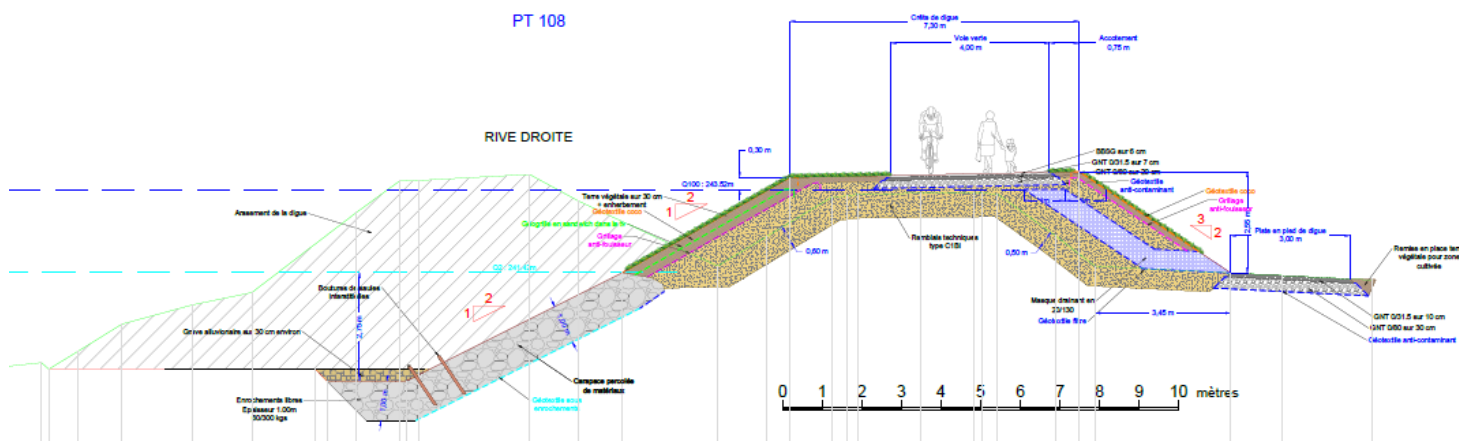
8.3.1.1.11 Tronçon intermédiaire du PK 4.900 au Pk 4.175 (linéaire = 725 m)

- Profil type concerné : 82 ;
- Particularités géométriques :
 - Talus en enrochements à 2h/1v ;
 - Géogrille entre la Q2 et la Q100 ;
 - Absence d'étanchéité côté amont ;
 - Mise en place d'un masque drainant côté aval.



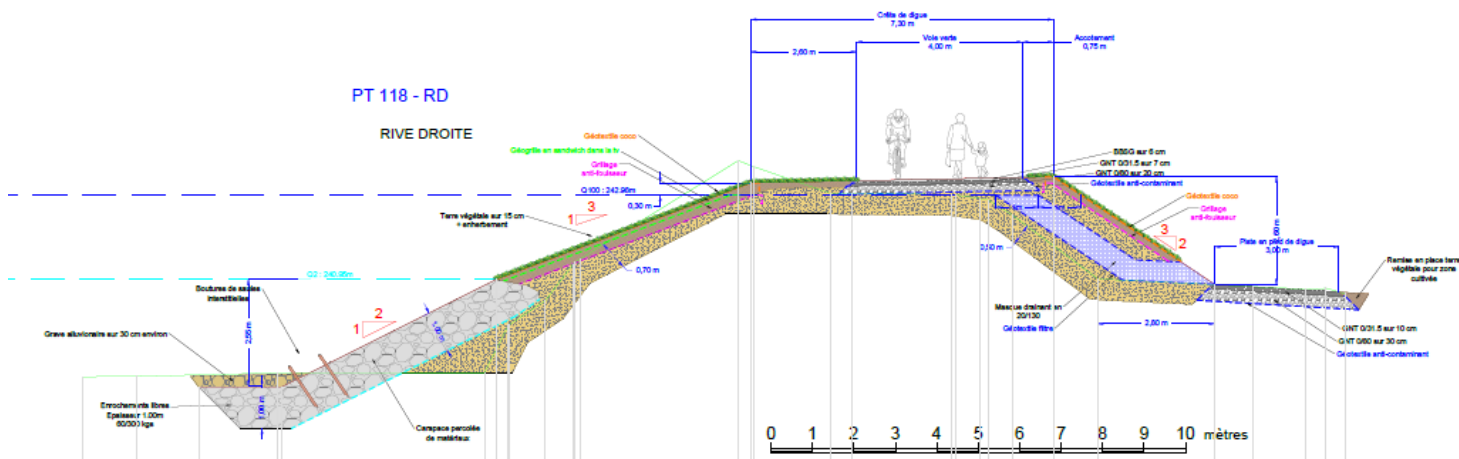
8.3.1.1.12 Tronçon double digue, du PKL4.175 au PKL4.025 (linéaire = 150 m)

- Profil type concerné : 108 ;
- Particularités géométriques :
 - Déblais de la digue côté Leysse ;
 - Présence d'une géogrille
 - Mise en place d'un masque drainant côté aval ;
 - Mise en place d'une piste de circulation en pied.



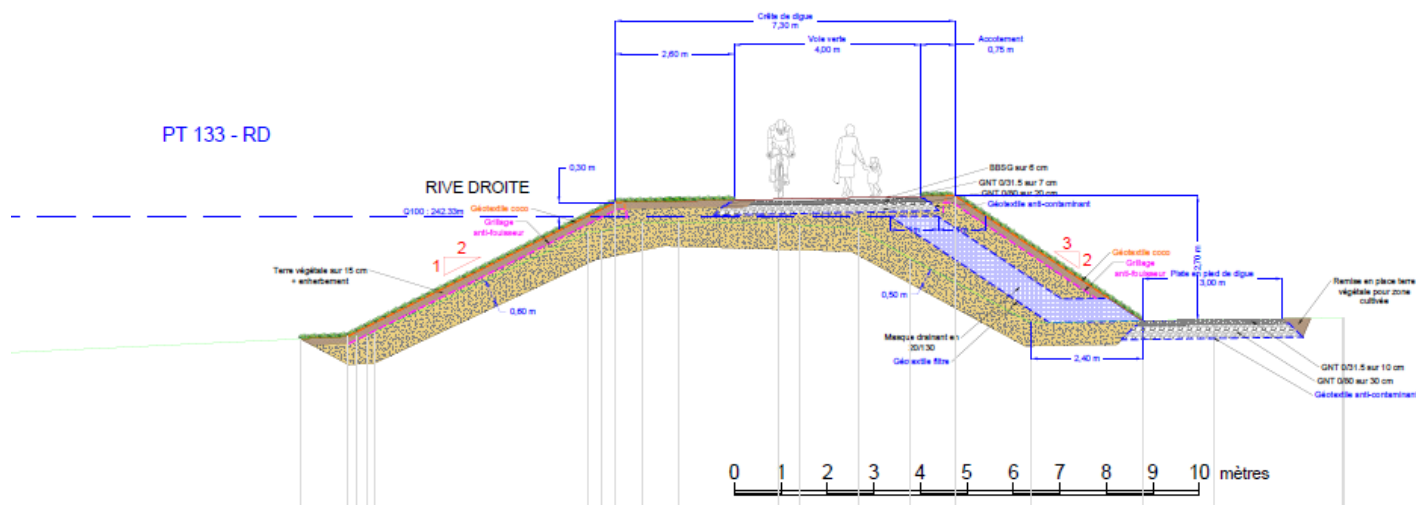
8.3.1.1.13 Profil digue élargie sans réseau, du PKL4.025 au PKL3.715 (linéaire = 310 m)

- Profil type concerné : 118 ;
- Particularités géométriques :
 - Géogrille entre la Q2 et la Q100 ;
 - Mise en place d'un masque drainant côté aval ;
 - Mise en place d'une piste de circulation en pied.



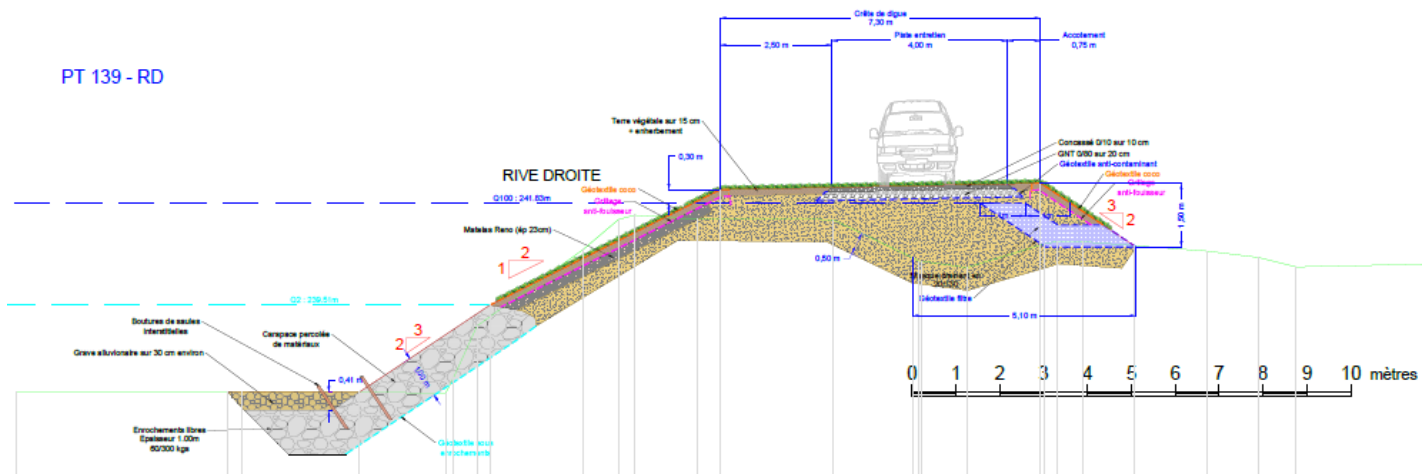
8.3.1.1.14 Tronçon courbure du Tremblay, du PKL3.715 au PKL3.550 (linéaire = 165 m)

- Profil type concerné : 133 ;
- Particularités géométriques :
 - Absence de mise en place du sabot de pied étant donné la présence du banc de pied et la position en intrados de la protection ;
 - Mise en place d'une piste de circulation en pied.



8.3.1.1.15 Tronçon amont pont du Tremblay, du PKL3.550 au PKL3.435 (linéaire = 115 m)

- Profil type concerné : 139 ;
- Particularités géométriques :
 - Talus à 3h/2v ;
 - Mise en place d'une protection en enrochements 60/300 kg ;
 - Protection entre Q2 et Q100 par un matelas gabion.



8.3.1.1.16 Aménagement de la piste cyclable en rive droite

La piste cyclable actuelle sera déposée sur le linéaire où elle se situe en crête de digue, c'est-à-dire sur l'intégralité, à l'exception des 115 derniers mètres à l'amont du pont du Tremblay. Le revêtement (en enrobé à l'amont du PKL4.885, puis en béton ponctuellement ferrallé à l'aval de ce point) ainsi que les couches de forme seront déposés.

La nouvelle piste cyclable comprendra :

- Une couche de fondation en GNT 0/80mm (ou matériaux constitutifs de la digue en dehors de matériaux argileux) sur 20 cm d'épaisseur et une couche de réglage en GNT 0/31.5mm sur 10 cm d'épaisseur ;
- Couche de roulement en BBSG 0/6 sur 6 cm et de 4 m de largeur ;
- Des accotements de 75 cm de largeur de part et d'autre de la bande de roulement.

Les accotements seront recouverts de terre végétale (15 cm) et ensemencés.

En amont immédiat du pont du Tremblay, la piste cyclable est en retrait. En crête de la digue un chemin piéton est réalisé en 0/10 mm.

8.3.1.1.17 Intégration environnementale des talus

En partie inférieure des talus, les enrochements seront percolés avec des matériaux sablo-graveleux issus du lit, puis végétalisés avec des boutures interstitielles de saules arbustifs afin de :

- Recréer un cordon rivulaire arbustif ;
- Lutter contre l'implantation des espèces exotiques envahissantes, notamment le Buddleia de David (*Buddleia davidii*).

Les parties supérieures des talus, qu'elles soient protégées par des matelas Réno ou de la géogrille tridimensionnelle, seront intégrées par un semis herbacé, après mise en œuvre de terre végétale et d'un géotextile biodégradable coco 740 g/m².

8.3.1.1.18 Aménagements connexes

8.3.1.1.18.1 Mise en place d'une clôture – PKL 6.07 à 5.1

Le long de la zone industrielle (en dehors de la zone du mur gabion), une clôture en panneau rigide sera mise en place. Les panneaux auront une hauteur de 2.5m.

8.3.1.1.18.2 Gestion des tampons

Les tampons et chambres présents sur la digue seront réhaussés si cela est nécessaire et remis en état durant le chantier.

8.3.1.1.18.3 Gestion du raccordement pluvial Jean Lain

A ce stade de l'étude, nous n'avons pas la connaissance précise de l'aménagement réalisé par Jean Lain. Nous avons prévu dans le cadre de ce projet la mise en place d'une canalisation dans le fossé, le raccordement des deux sorties EP et un rejet au bassin aval.

Les caractéristiques sont les suivantes :

- Pente de la canalisation ;
- Fil d'eau de départ 244 m NGF ;
- Fil d'eau arrivée 243.12m NGF (hypothèse) ;
- Longueur 306 m.

8.3.1.2 Nouvelle digue rive gauche

8.3.1.2.1 Généralités

L'intégralité de la digue rive gauche est arasée suivant une pente variable entre le pied de talus amont (côté plaine) et le pied de talus aval (côté cours d'eau). Une nouvelle digue est recréée dans la plaine :

- A proximité de la digue actuelle à l'amont du PKL5.645 ;
- En arrière des boisements alluviaux présents dans la plaine puis le long de la piste agricole (chemin de Pré-Marquis du PKL5.645 eu PKL4.430) ;
- A l'arrière immédiat de la digue actuelle du PK4.430 au PK3.900.

Son couronnement est positionné à une altimétrie équivalente au niveau de la crue centennale sans revanche (niveau Q100).

Dans le cadre de la G2Pro, une optimisation des matériaux à mettre en place a été réalisée.

On peut distinguer deux secteurs :

- Secteur amont où la digue est reconstruite à cheval sur l'ancienne digue ;
- Secteur aval où la digue est reconstruite en arrière.



Figure 29 - Sectorisation de la digue rive gauche

8.3.1.2.2 Digue reconstruite amont du PKL 5.700 au PKL 5.600

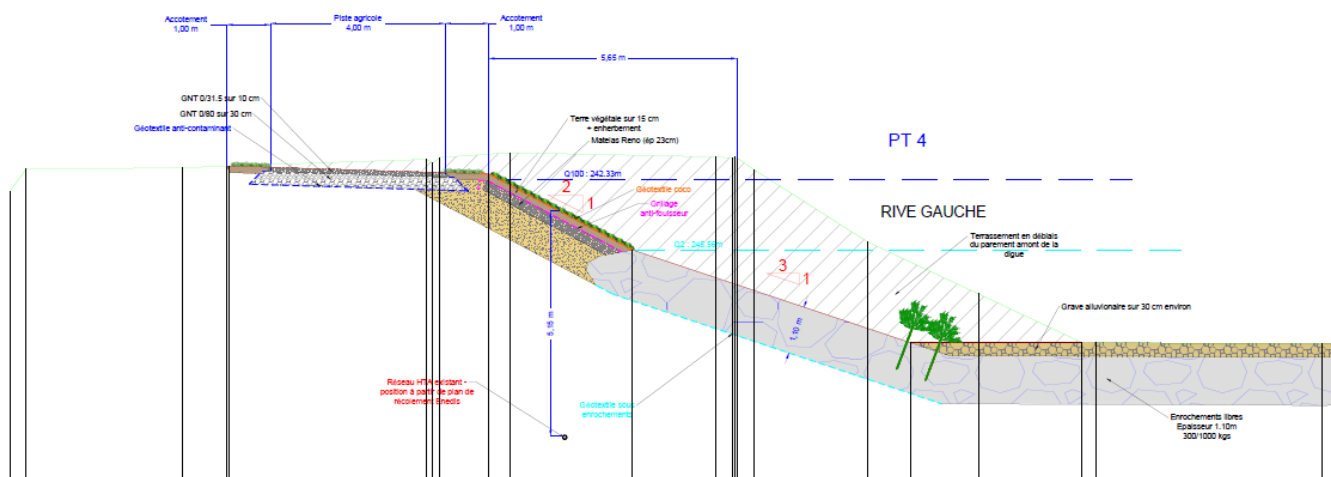
○ Profil type concerné : 4 ;

○ Profils concernés 1 au 9.

La digue existante est décalée d'environ 6 m vers l'ouest afin de compenser l'emprise du confortement en rive droite sur la section hydraulique, tout en maintenant une section de contrôle afin de minimiser l'incidence sur les niveaux à l'amont et le fonctionnement du déversoir de Pré-Marquis. Sur ce tronçon seulement, la digue actuelle n'est pas intégralement déblayée ; la nouvelle digue est recrée par déblai du talus amont et épaulement du talus aval. Sur ce linéaire une protection en enrochement (300/1000 kg) du talus amont jusqu'au niveau de Q2 est nécessaire. La partie supérieure des talus est protégée par des matelas Réno entre les niveaux du Q2 et Q10.

A l'amont, la nouvelle digue vient se raccorder sur la digue aménagée dans le cadre des travaux de la tranche 2 de la confluence Leysse-Hyères. En altimétrie, le raccordement avec cet ouvrage positionné à Q100+30 cm, s'effectue avec une pente de 5% sur 10 m.

Sur ce secteur, la piste agricole (chemin de Pré Marquis) est maintenue en crête de l'ouvrage.



8.3.1.2.3 Digue construite en retrait du PKL 5.600 au PKL 3.900

○ Profil type concerné : 84 ;

○ Profils concernés 9 au 94.

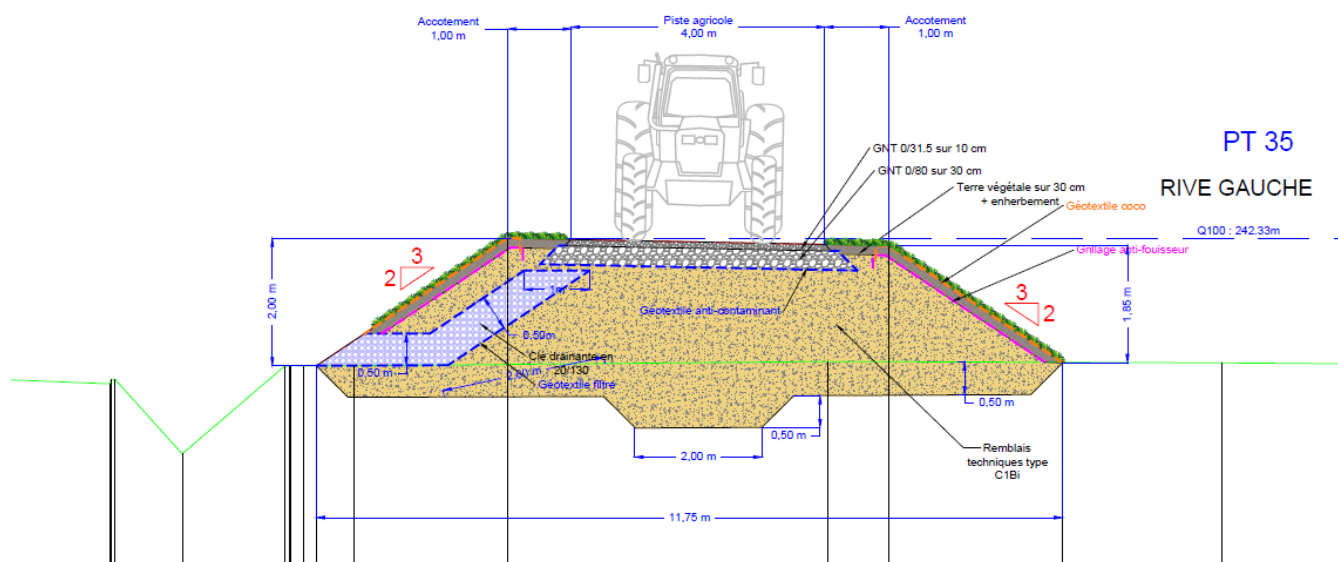
Sur ce linéaire, la digue est reconstituée dans la plaine du Pré Marquis.

De manière générale, la nature des travaux est la suivante :

- Décapage du terrain naturel sur une épaisseur de 50 cm plus la surprofondeur au droit de la clé d'ancrage ;
- Purge éventuelle des zones non portantes ;
- Mise en place d'un géotextile de séparation ;
- Mise en place d'un remblai compacté tout venant de type C1Bi ;
- Réalisation d'un masque drainant sur le talus côté aval ;

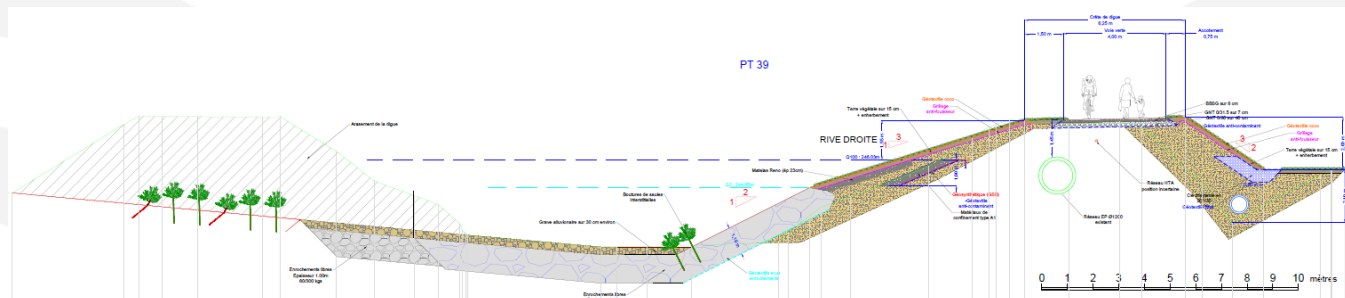
- Mise en place d'un grillage anti fouisseur sur les deux talus (penté à 3h/2v), surmontée d'une couche de terre végétale de 15 cm et d'un géotextile coco ;
- Du PKL 4.580 au PKL 3.900, une géogrille est mise en place sur le talus côté Laysse ;
- Réalisation de la couche de roulement en matériaux 0/80 sur 30 cm et 0/31.5 sur 10 cm pour la circulation des engins.

La coupe type est la suivante :

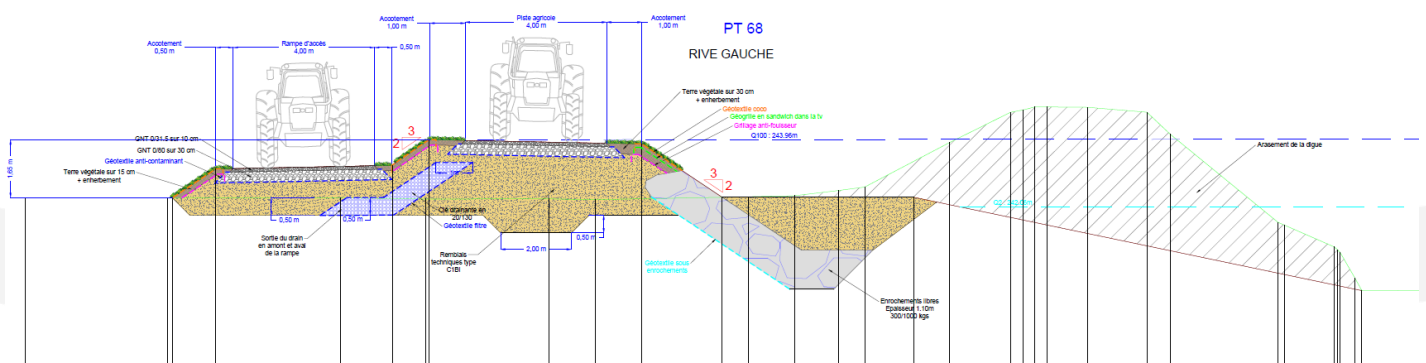
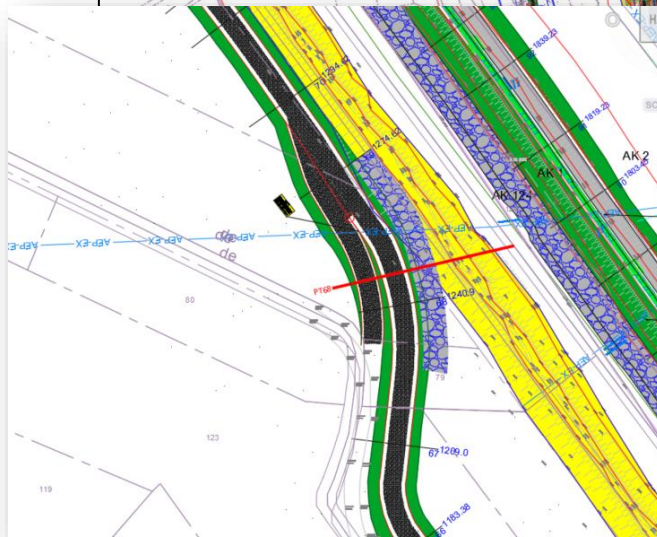
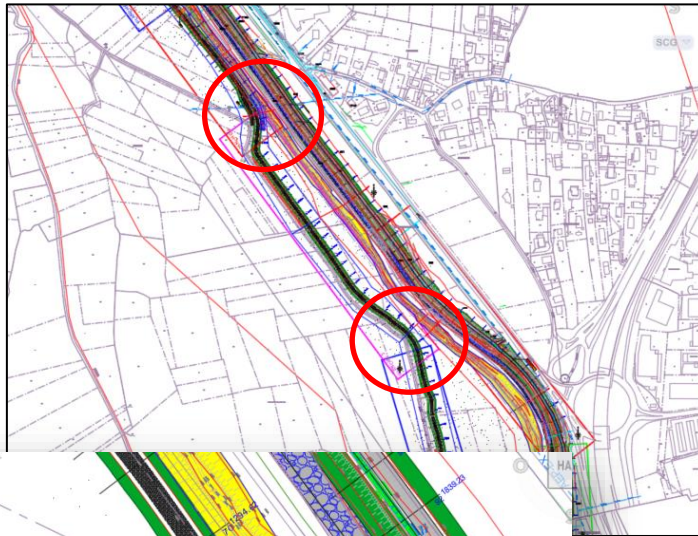


Certaines zones font l'objet d'un traitement particulier en pied ou au-delà du talus de la digue :

- Du PKL 5.600 au PKL 5.555 (extrémité du radier), soit des profils 9 au 16, la transition avec le radier s'effectue par la mise en œuvre d'enrochements 60/300 kg jusqu'à une altimétrie d'1 m de hauteur par rapport au niveau du fond du lit, soit sur une largeur de 3 à 4 m. Ces enrochements seront percolés avec des matériaux sablo-graveleux issus du lit de la Laysse, et feront l'objet d'une plantation de boutures interstitielles de saules, pour recréer un cordon arbustif rivulaire ;
- Sur la partie supérieure du talus, où les vitesses d'écoulement restent importantes, une protection en génie écologique sera mise en œuvre : plantation de trois rangées de branches de saules, espacées de 3 m, et mise en œuvre de géotextile 900 g/m² avec fixation renforcée. En partie supérieure de la berge, où les vitesses d'écoulement sont moindres, des plantations arbustives et arborées seront effectuées, en transition entre les boisements arbustifs de pied de berge et la forêt alluviale laissée en place dans le nouvel espace intra-digue.



Sur deux zones, la digue vient rejoindre le tracé de la Leyse, une protection ponctuelle en enrochements libres 300/1000kg est mise en place.



- Du PKL5.330 au PKL4.430 (linéaire = 840 m)

La nouvelle digue est accolée à la piste agricole existante (chemin de Pré-Marquis), soit 30 à 130 m derrière la digue actuelle, avant de rapprocher du lit de la Leyse. L'usage de cette dernière est maintenu en pied du talus aval.

Une rampe d'accès au lit de la Leyse est à prévoir côté talus amont.

8.3.1.2.4 Traitement de la partie supérieure de la digue - Piste d'exploitation / piste agricole

La piste d'exploitation (+ piste agricole à l'amont PKL5.330) est positionnée en crête de de l'ouvrage, par la mise en œuvre de GNT sur 40 cm d'épaisseur (30cm de GNT 0-80 et 10cm de GNT 0-31,5mm). La largeur circulaire est de 4 m.

Les fossés bordant le chemin existant ne sont pas impactés. Toutefois, ils pourraient, le cas contraire, être reconstitués.

8.3.2 Aménagements de l'intra digue et du lit

Les aménagements envisagés au sein de l'intra digue et du lit sont les suivants :

- Du PKL 5.690 à 5.440 : confortement du fond par la mise en place d'un radier en enrochements ;
- Du PKL 5.440 à 3.740 : mise en place de banquettes alternées, de fascines, de blocs et de bois morts ;
- Entre les PKL 5.360 et 5.286, création de mares et d'annexes au droit de la parcelle ouverte rive gauche ;
- Entre les PKL 5.1 et 4.8, gestion particulière au droit du coude de Villarcher avec la mise en place d'épis au droit de l'extrados, et l'ouverture en déblais de l'intrados ;
- Le reméandrement du cours d'eau entre les PKL 4.6 et 4.45.

A noter que préalablement au démarrage des opérations, l'entreprise retenue pour l'exécution du chantier réalisera un profil en long de l'ensemble du lit de la Leyse concerné par le présent projet. Sur la base de cet élément et des évolutions récentes du fond du lit, l'altimétrie des aménagements hydro-écologiques pourra être légèrement modifiée.

8.3.2.1 Espace intra digue

8.3.2.1.1 Aménagements hydro-écologiques en lit majeur

L'espace intra digue permet la réalisation d'aménagements hydro-écologiques.

Deux points particuliers sur le secteur :

- Au niveau du coude de Villarcher entre les PKL 5.110 et 4.800 (linéaire 310m) où la zone d'intrados sera terrassée selon les dispositions suivantes :
 - Terrassements d'une terrasse de 0.8ha avec libération des emprises par débroussaillage y compris récupération des grosses souches et troncs pour travaux de diversification et création d'hibernaculums ;
 - Terrassement de la zone à côté variable (242.5 mNGF en moyenne) avec création d'un chenal secondaire alimenté à partir du module (côte de terrassement 242mNGF) ;
 - Constitution d'hibernaculums et structures d'abris pour la faune avec la mise en place de souches/racines et troncs issus de la libération des emprises. Les amas de pieux vivants/branchages, etc. auront également pour but de « fixer » quelque peu les têtes d'îles, de créer des « point durs » participant à la dynamique du milieu ;

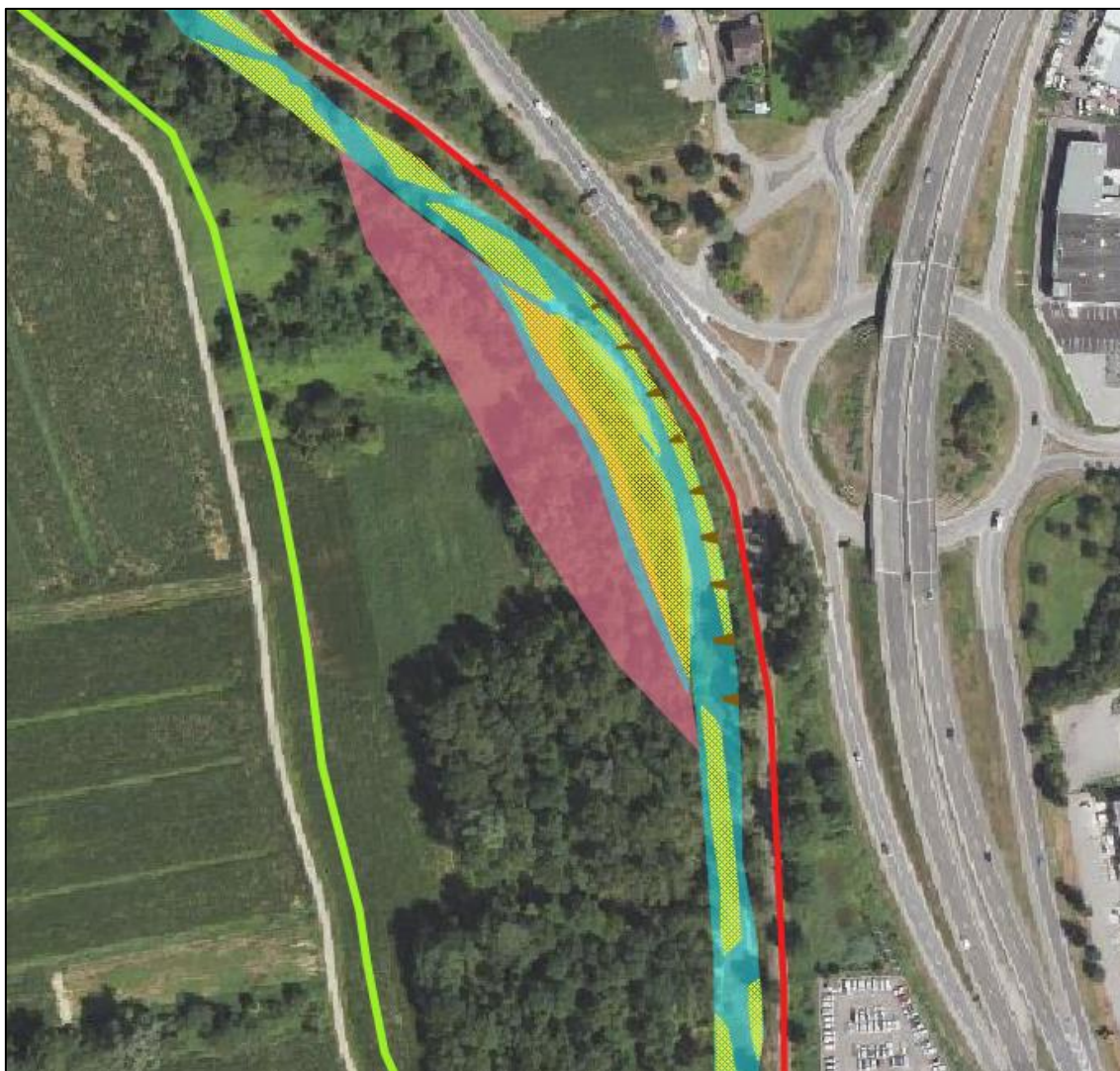


Figure 30 - Schéma des aménagements projetés au droit de la courbure de Villarcher (en rose : zone terrassée en lit majeur)

- Entre les PKL 4.620 et 4.440 où la Leysse subira une modification du tracé de son lit. L'aménagement sera décrit plus amplement au sein d'un paragraphe dédié ;

8.3.2.2 Ancienne digue en rive gauche

La berge rive gauche est libérée par l'arasement de l'ancienne digue. Le principe général d'arasement est d'aboutir à une pente régulière entre les deux pieds de l'ouvrage. Les pentes restituées sont relativement douces :

- D'environ 10H/1V à l'amont de la courbure de Villarcher ;
- D'environ 5H/1V à l'aval de ce point.

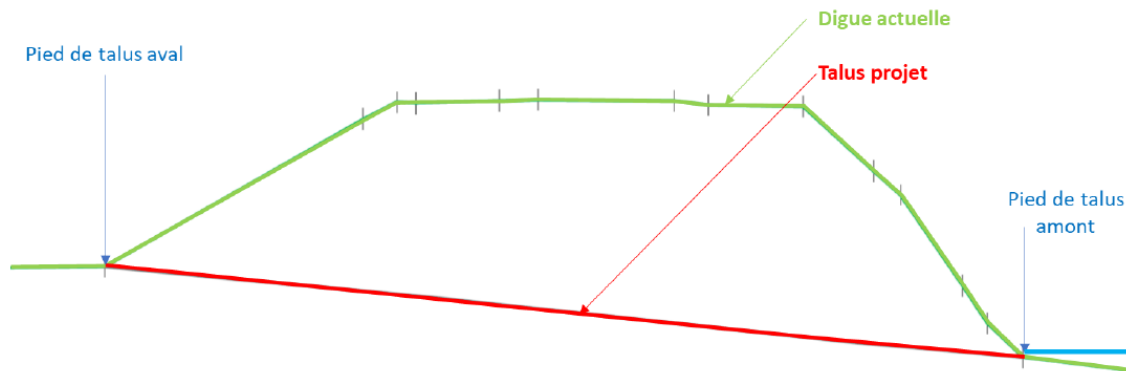


Figure 31 - Principe général d'arasement de la digue actuelle en rive gauche

La végétation sera traitée sur l'ensemble du tronçon. La végétation sera broyée sur site. Les produits de broyat seront terrassés lors du décapage de la digue.

Les matériaux issus de l'arasement de la digue seront préférentiellement réutilisés sur le chantier, notamment en remblais techniques.

Ce principe d'arasement n'est pas respecté à l'amont du PKL5.690 (section de contrôle à l'aval du « casier Vicat »), où la nouvelle digue rive gauche est décalée dans l'emprise de la digue actuelle.

La berge restituée sera traitée comme suit :

- Du PKL 5.600 au PKL 5.555 : voir le « 8.3.1.2.3 Digue construite en retrait du PKL 5.600 au PKL 3.900 »
- Du PKL 5.440 au PKL 4.440 (linéaire 1000m) : sur ce tronçon, au droit duquel l'endiguement rive gauche est refait au loin dans la plaine et où les vitesses d'écoulement sont plus faibles, des érosions de berges sont possibles de façon contrôlée dans une optique de diversification de la morphologie des berges et de restauration du fonctionnement hydromorphologique de la Leyse. Aussi, sur ce secteur, la mise en place de protection contre l'érosion sur la berge n'est pas prévue. Des plantations de boutures de saules arbustifs seront effectuées en pied de talus ; des gros sujets (arbres tiges, grosses cépées) seront plantés en partie supérieure des talus. Les vitesses atteintes sont au maximum de 3 à 3,5 m/s pour des pentes de talus de l'ordre de 8 à 10/1.
- Du PKL 4.440 au PKL 3.900 (linéaire 540m) : sur ce secteur où la digue rive gauche se situe immédiatement en arrière de la berge libérée par l'arase de l'ancienne digue, un géotextile biodégradable coco 900 g/m² sera mis en œuvre sur le talus.
Le principe de végétalisation reste identique à celui du tronçon précédent ;
- Du PKL 3.900 au PKL 3.740 (linéaire 160m) : ce secteur correspond aux 160 m de berge en amont de la confluence du ruisseau des marais. Aucune digue n'est refaite au droit de ce tronçon. Le principe de végétalisation reste identique à celui du tronçon précédent, sans la mise en œuvre de géotextile coco.

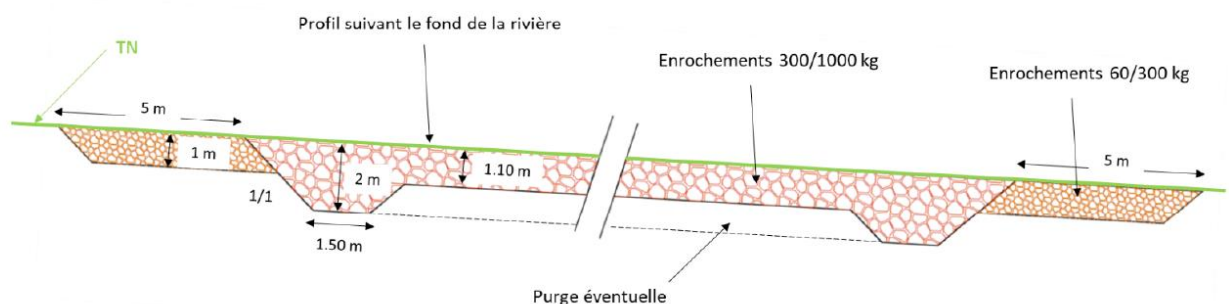
8.3.2.3 Confortement du fond – PKL5.690 à 5.440

Sur ce linéaire d'environ 250 m, les vitesses d'écoulement imposent un confortement du fond du lit de la Leyse. Ce confortement sera mis en œuvre sous la forme d'un radier en enrochements 300/1000 kg sur une épaisseur de 1.1 m.

- Du PKL5.690 au PKL5.600 (resserrement pour conserver la section de contrôle à l'aval du « casier Vicat »), le radier se raccorde aux talus enrochés des deux berges, de blocométries équivalentes ;
- Du PKL5.600 ou PKL5.440 (début de l'élargissement en rive gauche), une transition en enrochements 60/300 kg est mise en œuvre sur la berge rive gauche (talus de démantèlement de l'ancienne digue).

Selon la nature matériaux sous-jacents (la présence d'argiles proches sous le substrat grossier du fond du lit est fortement suspectée), une purge avec substitution par des matériaux graveleux issus du lit de la Leyse pourra être nécessaire au préalable.

Des bèches seront réalisées en amont et en aval du radier (dans le profil en long de la rivière) afin de se raccorder au lit naturel de la rivière et d'éviter les affouillements en bord du radier. Suivant le pavage existant, des zones de transitions pourront être éventuellement mises en œuvre.



8.3.2.4 Aménagements de diversification du lit mineur

8.3.2.4.1 Mise en place de banquettes/bancs alternés

8.3.2.4.1.1 Principes et objectifs

Les gains de sections engendrés par l'élargissement en rive gauche dans le scénario 3 permettent de réaliser une diversification de la morphologie du lit mineur et des écoulements, par la réalisation de banquettes alternées.

Cette diversification s'applique de l'aval du PKL5.440 (radier en enrochements) jusqu'au PKL3.740 (confluence du ruisseau des marais).

Il s'agit de tirer parti de l'emprise libérée par l'arasement de la digue actuelle en rive gauche, pour impulser des sinuosités dans le tracé du lit mineur. L'emplacement et la longueur d'onde de ces sinuosités se basent sur le fonctionnement existant de la rivière, en particulier sur la localisation des radiers (**relevés en 2022 sur le site**) présents sur le linéaire qui devront être conservés et localisés au niveau des points d'inflexion des banquettes, selon le schéma suivant :



Figure 32 - Schéma d'implantation des banquettes par rapport aux radiers existants

Également, afin de conserver une section hydraulique constante sur l'ensemble du linéaire aménagé, le procédé suivant sera respecté :

- Lorsque le lit projeté est déporté en rive gauche par la mise en place d'une banquette rive droite, un sur-déblais est pratiqué avec un raidissement de la partie inférieure du talus rive gauche, par rapport au profil courant ;
- A l'inverse, lorsque le thalweg projeté est en rive droite, le chenal est positionné contre le talus enroché de la digue rive droite et le profil courant du talus rive gauche est respecté voire rechargé pour créer une banquette ;
- Enfin lorsque la banquette est implantée sous forme d'îlot central, le raidissement sera appliqué en priorité sur la rive gauche.

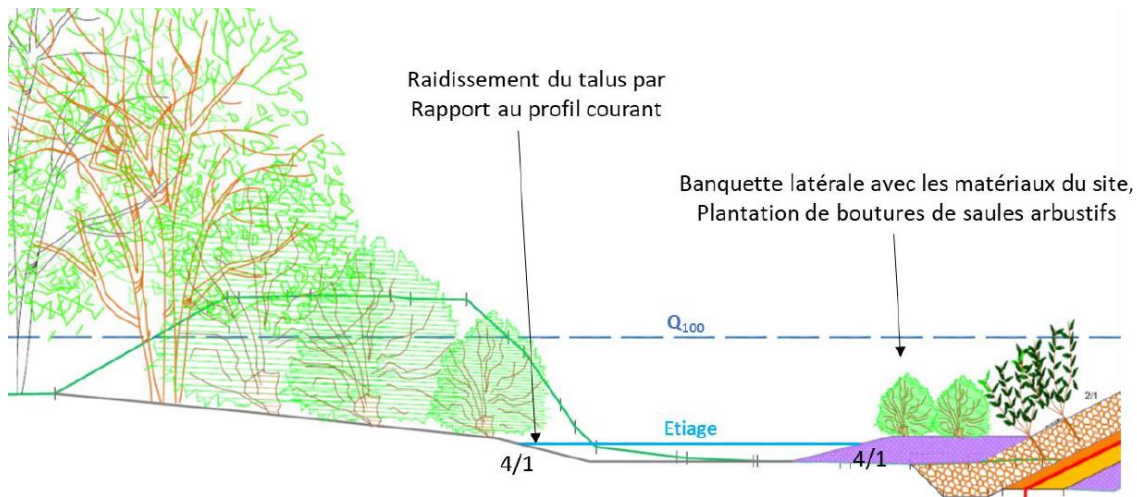


Figure 33 - Schéma de principe du déport du chenal en rive gauche et banquette en rive droite

8.3.2.4.1.2 Calage

L'objectif d'un tel aménagement est de concentrer les écoulements en étiage tout en les diversifiant. Également, du fait des contraintes hydrauliques inhérentes au secteur, ces éléments ne doivent pas augmenter l'aléa inondation.

Les aménagements sont à ce jour calés sur la ligne d'eau étiage (relevé au 28/01/2015). Les niveaux seront reportés sur les coupes de principes. Toutefois, il sera nécessaire au démarrage des travaux de relever le profil en long de la ligne d'eau et du fond afin de procéder à un recalage éventuel.

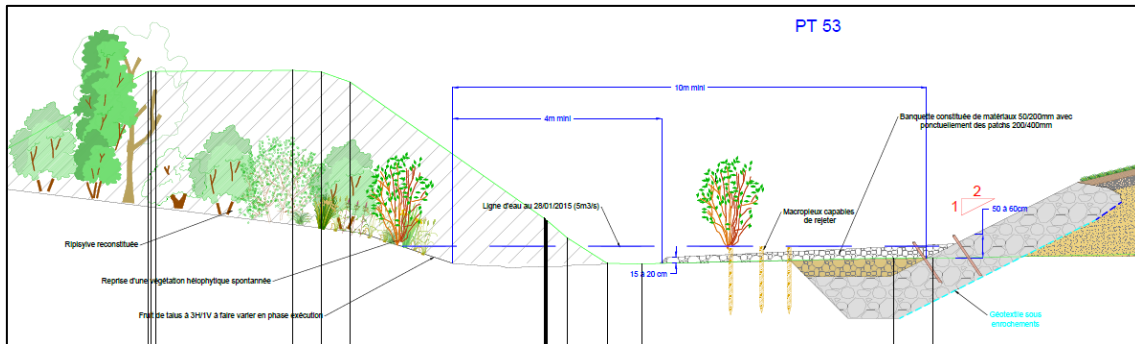
8.3.2.4.1.3 Caractéristiques

Les banquettes auront les caractéristiques géométriques suivantes :

- Hauteur variable sur l'ensemble du linéaire avec en moyenne 30 cm en pied et 50 cm en tête (contre la berge) de sorte à être noyé au module ;
- Largeur perpendiculairement à l'axe du chenal variable entre 5m et 10m ;
- Longueur développée dans l'axe du chenal 30m environ, à ajuster en fonction de la localisation des radiers

A noter que ces éléments ne sont que des moyennes qui seront à faire varier sur l'ensemble du linéaire afin d'augmenter l'hétérogénéité du site. De plus, lors de la réalisation du chantier, il conviendra de piqueter l'ensemble de ces aménagements en présence du maître d'œuvre.

Les plans projet présentent néanmoins une localisation de ces bancs qui ont été implantés en fonction des radiers relevés.



8.3.2.4.1.4 Modalités de mise en œuvre

Les banquettes seront constituées de matériaux 50-200mm. Ponctuellement des patches de matériaux plus grossiers 200-400mm seront mis en place, ceux-ci pourront être issus en partie des blocs actuellement présents en protection de berge (perré sarde). Également, ces gros éléments seront implantés en tête de banquettes (1/3 de la longueur environ). **Notons que dans le cadre d'une restauration efficiente des milieux, ces matériaux seront amenés à être remobilisés en fonction des crues. Également, rappelons la sécurisation des enjeux en rive droite assurée par une digue rive gauche calée altimétriquement plus basse de 30 cm. Ainsi, si la section hydraulique est réduite ponctuellement, la sécurisation de la rive droite sera toujours assurée.**

Au droit des zones du lit terrassé (confortement du fond amont et emprise du sabot), le matelas alluvial et en particulier la couche d'armurage sera récupérée et triée afin d'être remise en œuvre sur les secteurs restaurés.

8.3.2.4.2 Modification du tracé du cours d'eau

Du fait du décalage rive gauche de la digue, il est possible d'envisager la modification du tracé du cours d'eau. Aussi, entre les PKL 4.620 et 4.440 le lit de la Leysse sera dévié en rive gauche.

8.3.2.4.2.1 Tracé en plan

Le nouveau lit aura les caractéristiques suivantes :

- Linéaire du nouveau lit : 184m ;
- Linéaire court-circuité à combler : 175m ;
- Pente moyenne du linéaire : 0.0023 m/m.

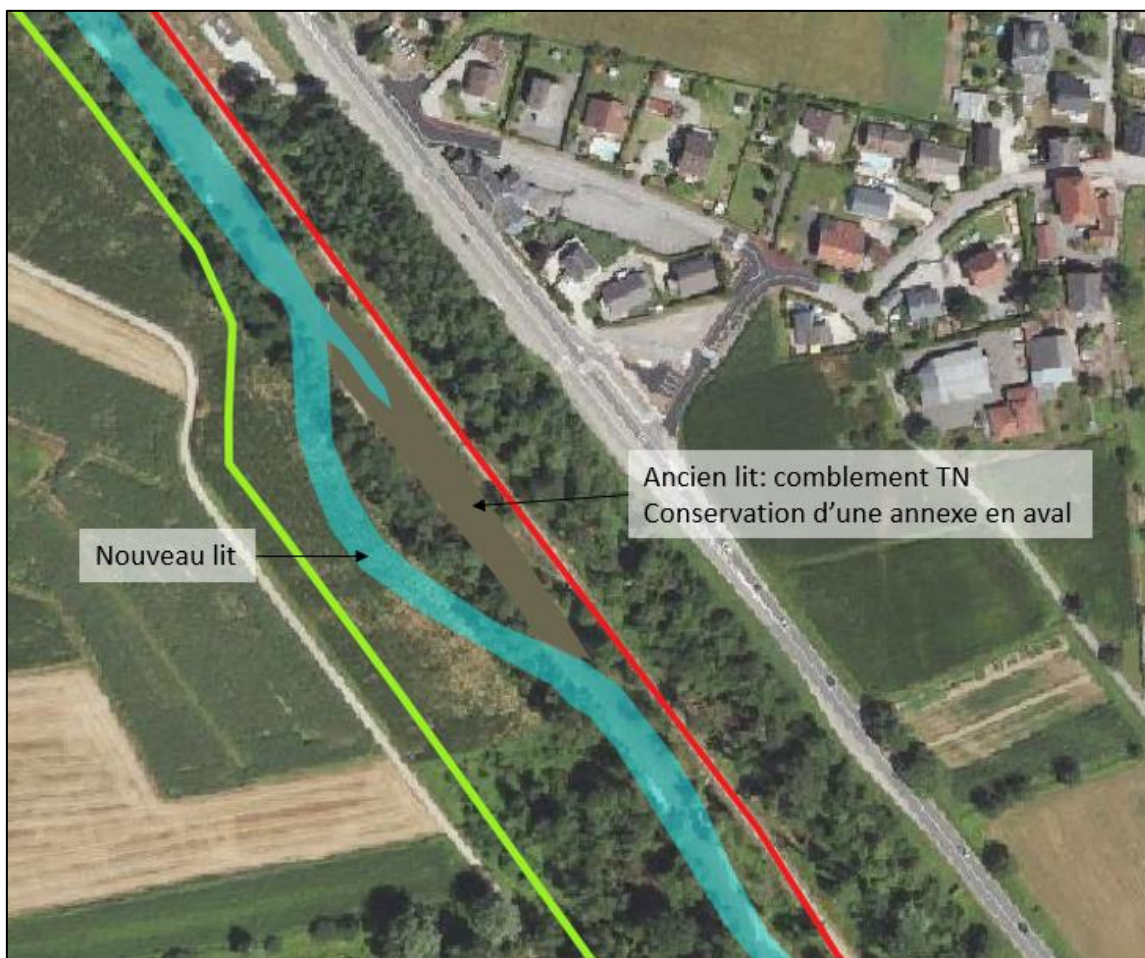


Figure 34 - Tracé en plan de la zone reméandrée

8.3.2.4.2.2 Profil en long

Le nouveau lit aura une pente globale de 0.2% avec :

- Côte de raccordement amont : 239.93 m NGF ;
- Côte de raccordement aval : 239.5 m NGF.

A noter qu'afin de diversifier les profils de la rivière, des radiers seront mis en œuvre tout le long du linéaire préférentiellement au niveau des points d'inflexion du tracé (zone linéaire entre deux bancs). Ceux-ci auront une hauteur variable entre 10cm et 30cm pour une longueur de 3m à 5m. Ces contrepentes seront réalisées via la mise en œuvre d'une surépaisseur des matériaux constitutifs du nouveau matelas alluvial.

8.3.2.4.2.3 Section en travers

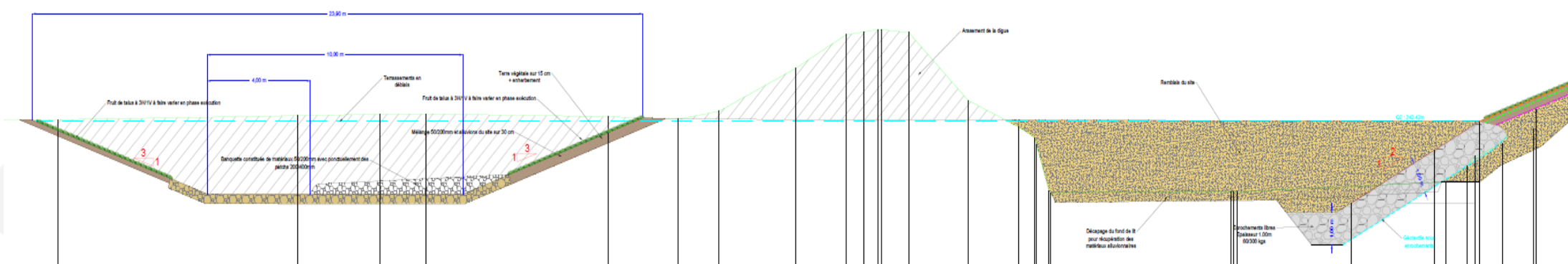
La section du nouveau lit aura les caractéristiques moyennes suivantes :

- Largeur en pied variable entre 7m et 10m ;
- Fruit de talus compris entre 4H/1V et 3H/1V ;
- L'ensemble du nouveau lit sera constitué d'une couche de matelas de 30 cm d'épaisseur. Ce matelas sera constitué de matériaux de granulométrie 50-200 mm mélangés aux alluvions présents dans le lit actuel, qui sera comblé suite à l'aménagement ;

- Comme mentionné précédemment, des radiers seront mis en œuvre sur l'ensemble du linéaire, ceux-ci auront une épaisseur de 40 à 50 cm et seront constitués de matériaux 100-200 mm, certains éléments issus des protections en place pourront être réemployés dans ce cadre ;
- Également, comme c'est le cas sur l'ensemble du linéaire, des banquettes alternées seront mises en place selon les mêmes caractéristiques que celle décrites précédemment ;
- Les souches issues des déboisements, en fonction de leur gabarit, pourront également être remis en œuvre dans le nouveau lit du cours d'eau en les ancrant en berge. Cela permettra une diversification locale des écoulements tout en recréant de l'habitat pour les espèces inféodées au milieu ;

8.3.2.4.2.4 Gestion de l'ancien lit

Afin de limiter tout risque de capture de l'ancien lit, celui-ci sera comblé 30 cm au-dessus de la côte TN (242.6 m NGF environ) afin de parer aux futurs tassements, seuls les 40m aval seront épaulés mais non comblés afin de créer une île connectée par l'aval. Au droit du bouchon amont, le lit sera comblé, le talus sera conforté avec du géotextile 900 g/m² et la mise en place de boutures de saules. Ce secteur sera inondé dès la Q2, le différenciant ainsi du fonctionnement du bras mort du Pré Marquis permettant la création d'un milieu jusque là non rencontré dans la Leysse. Le milieu sera amené à vivre au sein de cet espace alluvial au gré des crues via le déplacement éventuel du lit (dépôt/reprise de matériaux).

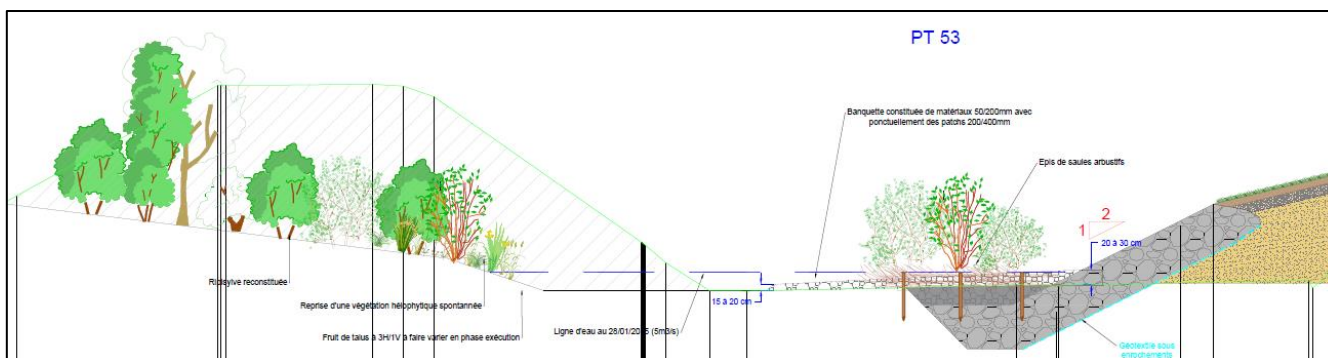


8.3.2.4.3 Mise en place d'épis mixtes (fascines et blocs)

Les épis sont mis préférentiellement en tête des bancs alternés afin de créer une diversification des écoulements et favoriser le tri granulométrique et le dépôt de matériaux.

Les caractéristiques des épis sont les suivantes :

- Composition mixte : blocs de 100 kg à 400 kg mélangés à de la terre ;
- Longueur de 1/3 la largeur L du cours d'eau soit 4m à 5m ;
- Largeur en berge : 0.5 fois la longueur de l'épis soit environ 2 rangées d'enrochements ;
- Largeur à l'extrémité : entre 0.6 et 0.9 m soit une rangée d'enrochements ;
- Ancrage en berge d'une longueur d'au moins un bloc ;
- Profil plongeant du module aux basses eaux de manière à maximiser les effets sur les courants hydrauliques en période d'étiage. De même que pour les banquettes, ces aménagements seront noyés au module.
- Bouturage interstitiel en saules.



Utilisés de manière alternés sur les rives opposées la lame d'eau est réduite et l'écoulement serpente (écoulement multidirectionnel) entre les épis ce qui crée un écoulement dynamique avec des zones d'érosions (notamment de berge) et de dépôts. L'orientation à donner à ces aménagements est de 75° par rapport à l'aval. Ce type d'implantation sera particulièrement mise en œuvre au droit des zones de banquettes alternées.



Figure 35 - Exemple des épis à mettre en œuvre

8.3.2.4.3.1 Matériaux et fournitures

Les pieux seront non capables de rejeter. Au contraire, les branches seront vivantes et suffisamment vigoureuses pour rejeter.

Les branches auront un diamètre de 2 à 6 cm, et d'une longueur minimale de 2.5 m.

Pour autant, si les zones pressenties montrent une diversité insuffisante dans les espèces présentes, l'entreprise pourra proposer des zones de prélèvements sur d'autres bassins versants similaires.

Parmi les espèces recherchées, les proportions suivantes sont acceptables :

Espèces	% de répartition
<i>Salix cinerea</i> (Saule cendré)	35 %
<i>Salix eleagnos</i> (Saule à feuilles d'argousier)	25 %
<i>Salix purpurea</i> (Saule pourpre)	20 %
<i>Salix triandra</i> (Saule à trois étamines)	10 %
<i>Salix viminalis</i> (Saules des vanniers)	10 %

8.3.2.4.3.2 Modalités de mise en œuvre

Les épis végétalisés sont composés de :

- Un fagot de branches vivantes entre deux rangés de pieux battus (Diamètre 10/12 cm, longueur 3m, espacement de 60cm) dans les interstices de blocs et dans le substrat du lit ;
- Mise en place des branches maintenus en tête des pieux par un fil métallique
- Mise en place en amont et en aval de matériaux concassés de type petits enrochements 100/400 kg

Les enrochements sont déposés à la pelle mécanique et appareillés, les plus petits blocs s'imbriqueront parfaitement entre les plus gros blocs.

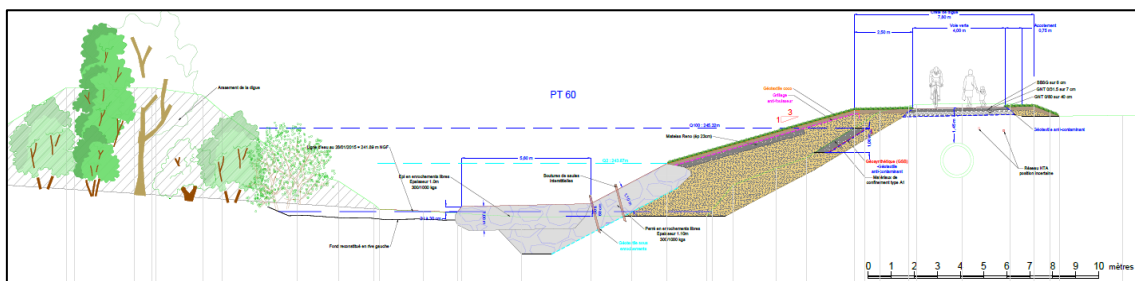
8.3.2.4.4 Mise en place d'épis en enrochements (Villarcher)

8.3.2.4.4.1 Principes et objectifs

Les épis permettront d'orienter les écoulements au niveau de zones particulières. Nous choisissons une orientation perpendiculaire à l'écoulement ou orientés vers l'aval afin d'avoir une mouille en aval de l'épis entre sa base et la berge. Ce type d'aménagement sera mis en œuvre au droit de la courbure de Villarcher afin de diminuer les contraintes hydrauliques s'appliquant sur l'extrados.

Les caractéristiques des épis sont les suivantes :

- Blocs de 300 kg à 1000 kg ;
- Longueur de 1/3 la largeur L du cours d'eau soit 4m à 5m ;
- Largeur en berge : 0.5 fois la longueur de l'épis soit environ 2 rangées d'enrochements ;
- Largeur à l'extrémité : entre 0.6 et 0.9 m soit une rangée d'enrochements ;
- Ancrage en berge d'une longueur d'au moins un bloc ;
- Sabot d'ancrage en blocs de 300-1000 kg sur une profondeur d'un mètre et sur une largeur de +0.5 de part et d'autre de l'épis pour éviter les phénomènes d'affouillements.
- Profil plongeant du module aux basses eaux de manière à maximiser les effets sur les courants hydrauliques en période d'étiage. De même que pour les banquettes, ces aménagements seront noyés au module.
- Espacement entre les épis : Largeur du cours d'eau ;



8.3.2.4.4.2 Modalités de mise en œuvre

La mise en place des épis nécessite l'excavation des matériaux alluvionnaires pour la réalisation du sabot d'ancrage en enrochements 300-1000 kg.

Les enrochements sont déposés à la pelle mécanique et appareillés, les plus petits blocs s'imbriqueront parfaitement entre les plus gros blocs.

En berge l'épis sera intégré à la protection de berge en enrochement lorsqu'elle est existante. Sinon des enrochements de 300-1000 kg seront utilisés pour réaliser un ancrage sur au moins 1 longueur de bloc.



Figure 36 – Exemple d'épis attendue

8.3.2.4.5 Création de bras morts

Certains secteurs attenants au cours d'eau seront terrassés afin de créer des milieux annexes intéressants pour la faune et la flore du secteur. Ces zones sont situées :

- Entre les PKL 5.360 et PKL 5.280, où une clairière en rive gauche permet de créer ce type de zone sans déboiser ;



Figure 37 - Annexes amount

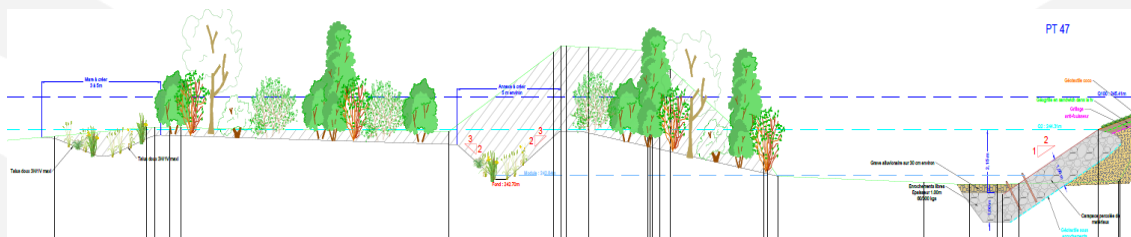
- Au niveau du PKL 4.440, en aval de la zone reméandrée où une partie du lit à court-circuité sera épaulé pour créer une annexe connectée par l'aval (cf paragraphe « modification du tracé du cours d'eau »).

Entre les PKL 5.360 et 5.280, l'objectif est la réalisation de deux types d'aménagements : une annexe connectée par l'aval et un système de mares déconnectées de la Leyse et alimentées par intermittence par la nappe d'accompagnement du cours d'eau.

Aussi, l'annexe aura les caractéristiques suivantes :

- Raccord à la Leysse au niveau du PK 5.28, côte de fond de la morte au niveau du raccord aval : 242.6 mNGF (alimentation envisagée à partir du module) ;
- Linéaire : 80m avec raccord au TN en aval (244.20 m NGF) ;
- Largeur comprise entre 3m et 5m.

En complément, des points bas/mares seront terrassés à proximité, la côte de fond terrassée sera variable avec une profondeur comprise entre 1m et 1.5m.



Une attention particulière sera mise en œuvre afin de terrasser des talus très doux pour ces aménagements compris entre 3H/2V et 5H/1V. Les zones travaillées seront replantées avec un mélange d'herbacés type zone humide.

8.3.2.4.6 Fascines végétales

8.3.2.4.6.1 Principes et objectifs

Les fascines en éperons sont des ouvrages en génie végétale permettant d'augmenter l'hétérogénéité du lit et d'offrir un couvert végétal dans le lit mineur (zone d'ombrage). De part et d'autre de la fascine le courant est accéléré et en aval direct une zone de sédimentation est mise en place.

8.3.2.4.6.2 Caractéristiques

Afin de varier les faciès d'écoulement et les habitats il est possible de mettre en place des éperons composés de fascines dissymétriques dans le lit du cours d'eau. Ces fascines ont les caractéristiques suivantes :

- Emprise dans le lit mineur des deux sections de l'éperon inférieur ou égale à 50 % de la largeur du lit mineur. Angle de 70 ° au niveau de la tête de l'épi ;
- Sections dissymétriques de l'éperon : 1 section dont la longueur est de 1/3 de la largeur du lit du cours d'eau et une section dont la longueur est de 1/4 la largeur du cours d'eau.
- L'espacement entre les fascines en éperons est d'environ 1 fois la largeur du cours d'eau, elles sont disposées de façon alterne de manière à avoir une succession de la dissymétrie des branches de saules ;
- Fascines constituées de :
 - Deux rangées de pieux de saules (Ø 10-12 cm, longueur 200 cm minimum) disposés en quinconce et espacés longitudinalement de 60 cm et latéralement de 40 cm. L'altitude de la tête des pieux est décroissante (delta de 30 cm entre la racine et la tête de l'épi) ;
 - Fagots de branches de saules (diamètre 50 cm, L 3 m) constitué de ramilles de saules (diamètre de 4 à 6 cm) ;
 - Blocs de blocages :
 - ▷ Blocs 300-1000 kg en tête de fascine, ancrés de manière à affleurer au module ;
 - ▷ Matériaux 150-350 mm ancrées sur une épaisseur, sous les fascines et de part et d'autre sur 0.5 m de large.

La figure ci-après présente le schéma de principe de cet ouvrage.

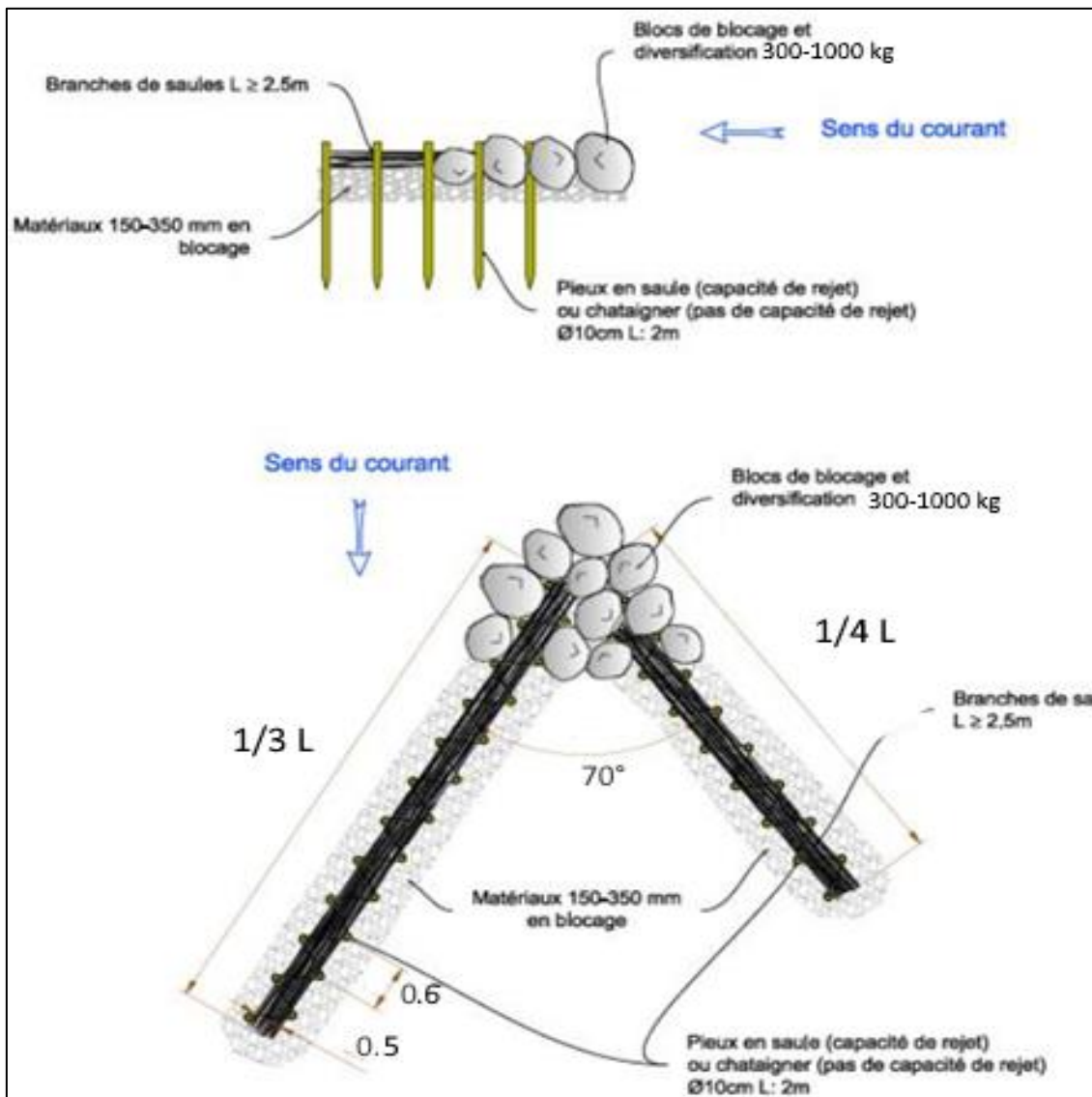


Figure 38 : Schéma de principe d'une fascine en éperon

8.3.2.4.6.3 Modalités de mise en œuvre

Les fascines végétales seront mises en œuvre selon le mode opératoire suivant :

- Préparer des fosses de plantation à la mini pelle ou pelle araignée d'une profondeur de 1,2 m, d'une largeur minimum de 50 cm, et d'une longueur variable selon le linéaire d'application,
- Poser deux rangées de pieux de saules par battage mécanique (Ø 10-12 cm, longueur 200 cm minimum) en quinconce. Ils sont espacés longitudinalement de 60 cm et latéralement de 50 cm. Veiller à respecter la côte des pieux entre la tête de l'ouvrage et l'aval, la côte est décroissante avec un delta de 30 cm de l'amont à l'aval ;
- Mises en place des matériaux de blocages de 150-300 mm t agencés à la pelle mécanique.
- Mise en place de blocs 300-1000 en tête d'éperon pour le consolider, ancrage pour avoir une côte de calage au module ;
- Les fagots d'un diamètre régulier de 50 cm seront attachés tous les 0.6 m par du fil de fer galvanisés de 2 mm de diamètre, les fagots de 3 m de longueur comporteront 40 branches

vivantes/ml de 2 à 6 cm de diamètre. Les fascines doivent être bien serrées pour éviter le lessivage des fines. Les branches de plus de 6 cm doivent être évitées.

Parmi les espèces recherchées, les proportions suivantes sont acceptables :

Espèces	% de répartition
<i>Salix cinerea</i> (Saule cendré)	35 %
<i>Salix eleagnos</i> (Saule à feuilles d'argousier)	25 %
<i>Salix purpurea</i> (Saule pourpre)	20 %
<i>Salix triandra</i> (Saule à trois étamines)	10 %
<i>Salix viminalis</i> (Saules des vanniers)	10 %

*à reconsidérer suivants les espèces présentes sur les zones de prélèvements

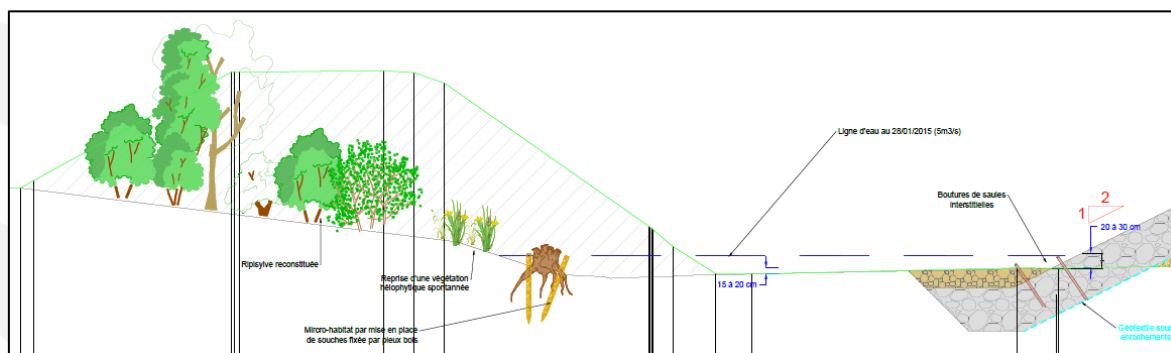
8.3.2.4.7 Mise en œuvre de souches ancrées et bois morts

Des amas de diversification seront à constituer par la mise en place de souches/racines et troncs issus de la libération des emprises. Ils seront implantés en lit majeur.

La disposition se fera en fin de travaux de terrassement, le piquetage sera réalisé par le maître d'œuvre. Le principe est décrit sur les photos ci-après.



Figure 39 - Principe de mise en place d'amas de diversification



8.3.2.4.7.1 Matériaux et fourniture

Les troncs seront issus du chantier. Ils seront issus des produits de coupes pour les plus gros diamètres. Pour certains, la souche sera laissée en place de manière à créer un habitat complémentaire à la petite faune. Les billes de bois auront une longueur de 2 m dont 1.5 m enterré. Environ 4 troncs seront disposés par ouvrage.

Le nombre d'aménagement est estimé à 100 unités.

8.3.2.4.7.2 Mise en œuvre

En premier lieu la souche est plantée par son tronc (longueur minimale 1.5m), puis des troncs (ancrés également sur au moins 1m) sont disposés par-dessus.

Ils sont fichés à la pelle mécanique.

8.3.2.4.8 Amas de blocs

La mise en place de caches piscicole permet d'augmenter le nombre d'habitats pour la faune piscicole.

L'objectif est de dissiper l'énergie du courant avec des blocs et de créer une zone de repos avec des anfractuosités pour les poissons. Également, des bois morts pourront être mis en place sur les bancs pour diversifier les milieux et les courants.

Cet aménagement est constitué de la façon suivante :

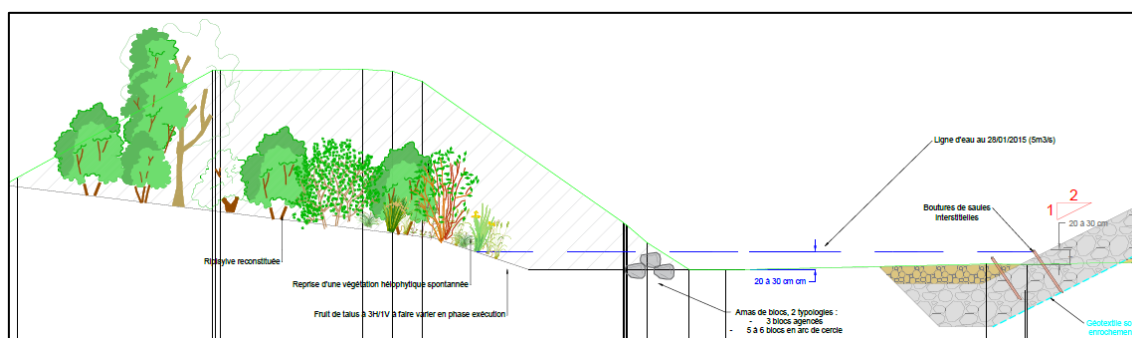
- 3 blocs 300-1000 kg déposés en échasse sur 1 bloc de 4 mm ;
- Les blocs de 300-1000 kg sont ancrés de 30 cm dans le substrat et le bloc de 400 mm de 20 cm ;
- 5 à 6 blocs disposés en arc de cercle.

Cet aménagement peut être mis en place de manière isolé, en aval d'ouvrage de diversification des écoulements (épis, banquettes) ou avec les blocs de diversification des écoulements, il suffit alors d'ajouter un bloc de 400 mm entre les blocs 300-1000 kg.

La figure ci-après présente cet aménagement.



Figure 40 : Exemple de caches piscicoles



8.3.2.4.9 Création de micro-habitats

Afin de compenser une perte temporaire d'habitats et de caches pour les reptiles et amphibiens, il est proposé la création de 10 hibernaculums dans l'emprise intra-digues. En attendant la « maturation » des habitats recréés (talus en enrochements et saulaies, ...), ces ouvrages permettront l'accueil immédiat de l'herpétofaune. Les espèces principalement visées sont l'alyte accoucheur et les reptiles (lézards et serpents).

Les hibernaculums seront créés de préférence contre des talus ou hors zones de submersion possibles. Ils seront réalisés à partir des produits de coupes issus du projet. Il sera nécessaire de fixer les éléments structurants de ces ouvrages pour éviter les risques de reprises/embâcles lors des crues (grillage emmaillotté à mailles de 100 x 100 mm). Les schémas de principe ci-dessous illustrent la réalisation de ces habitats de substitution.

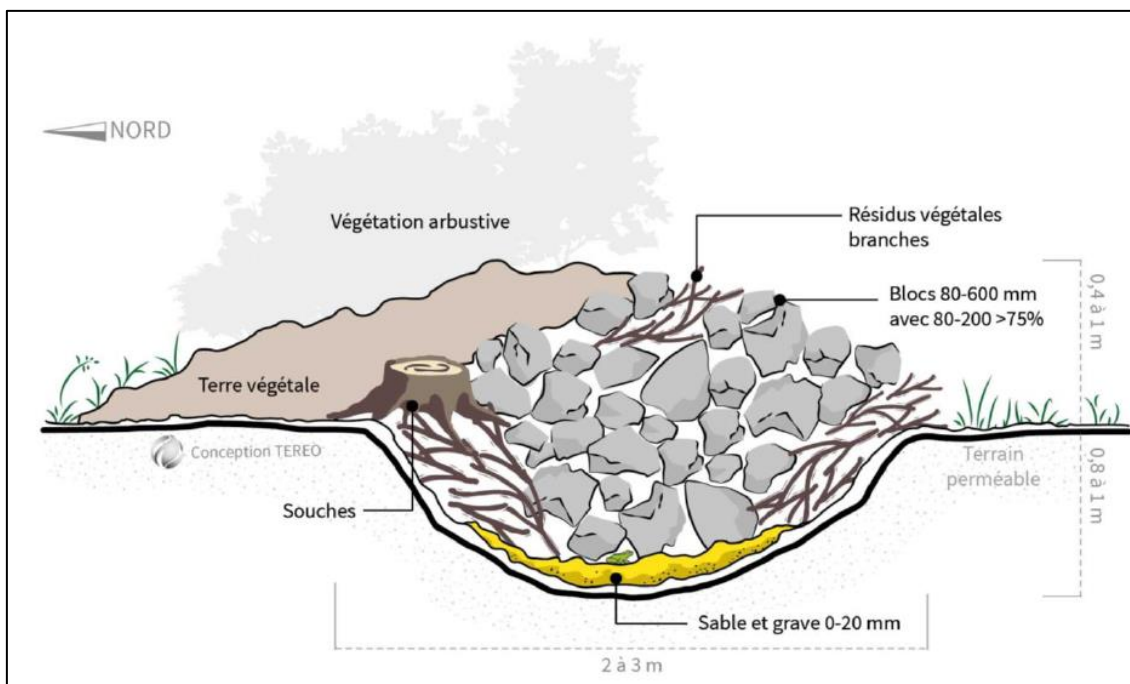


Figure 41 - Coup de principe d'un hibernaculum à plat

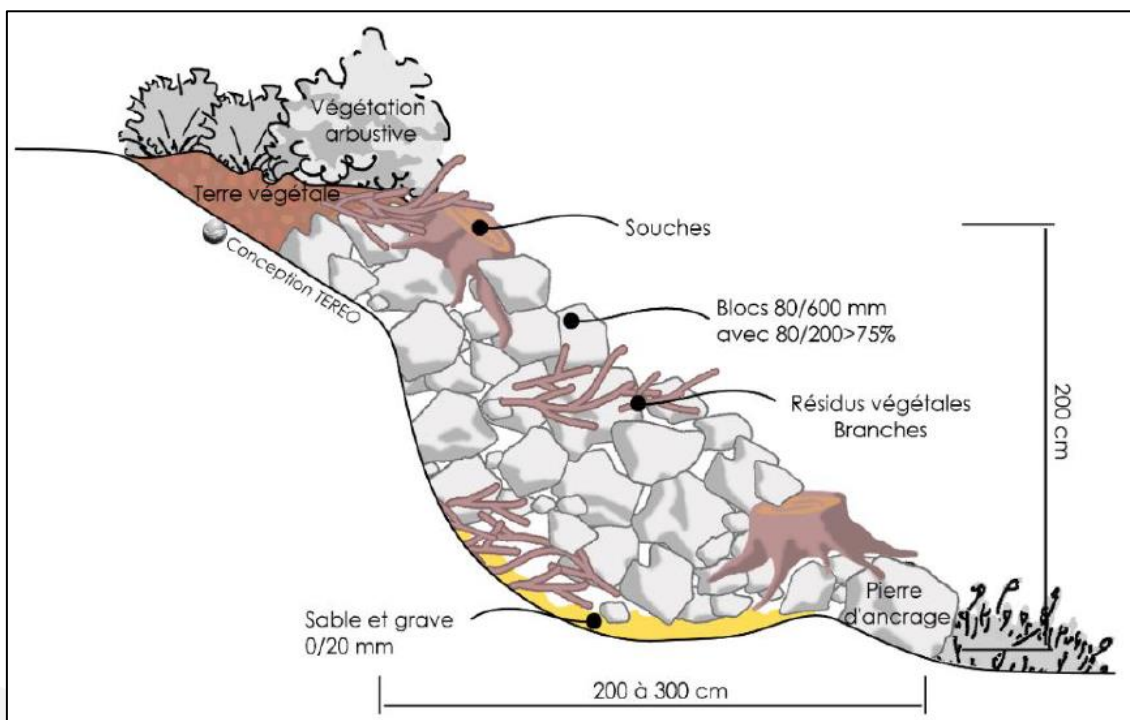
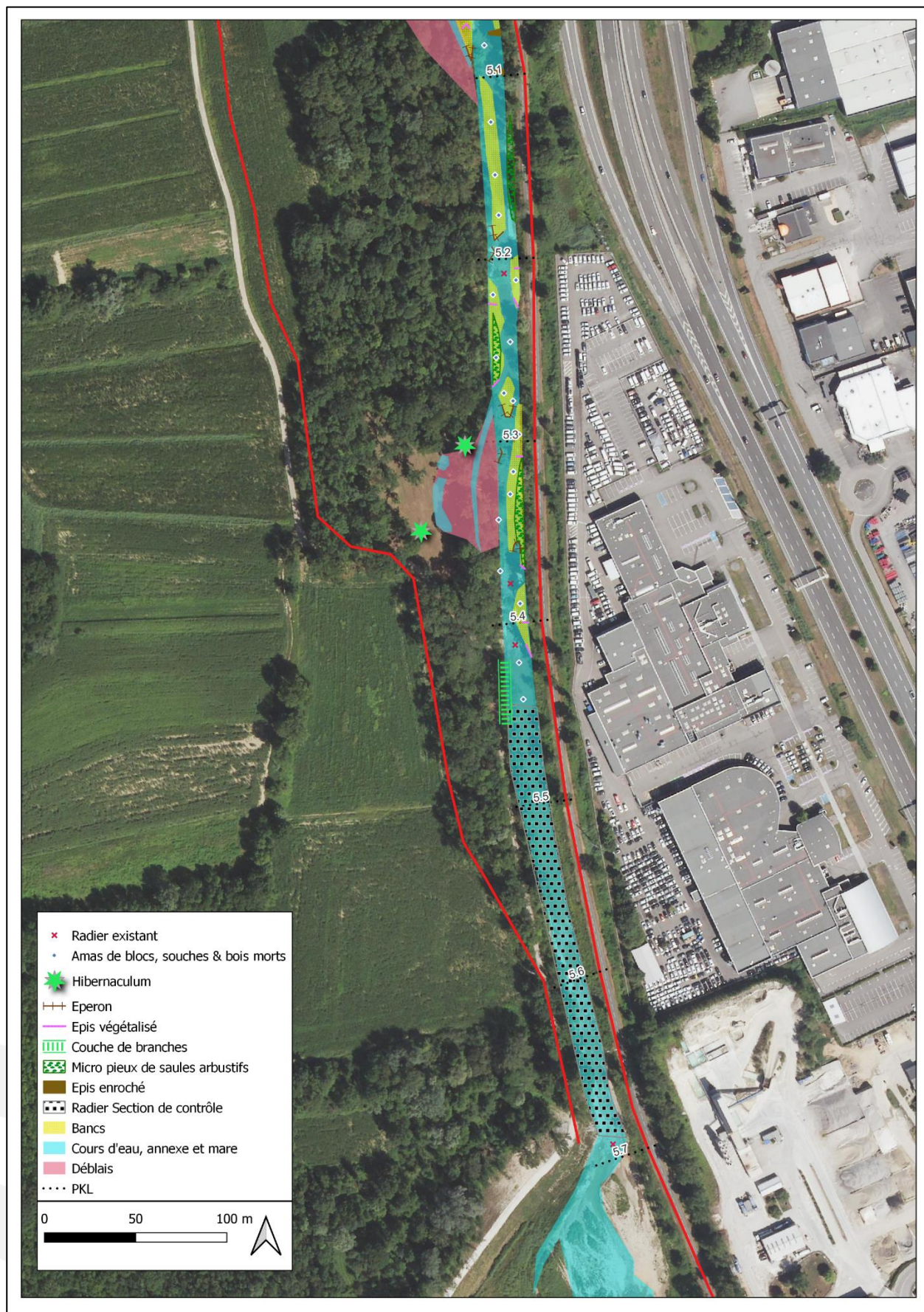
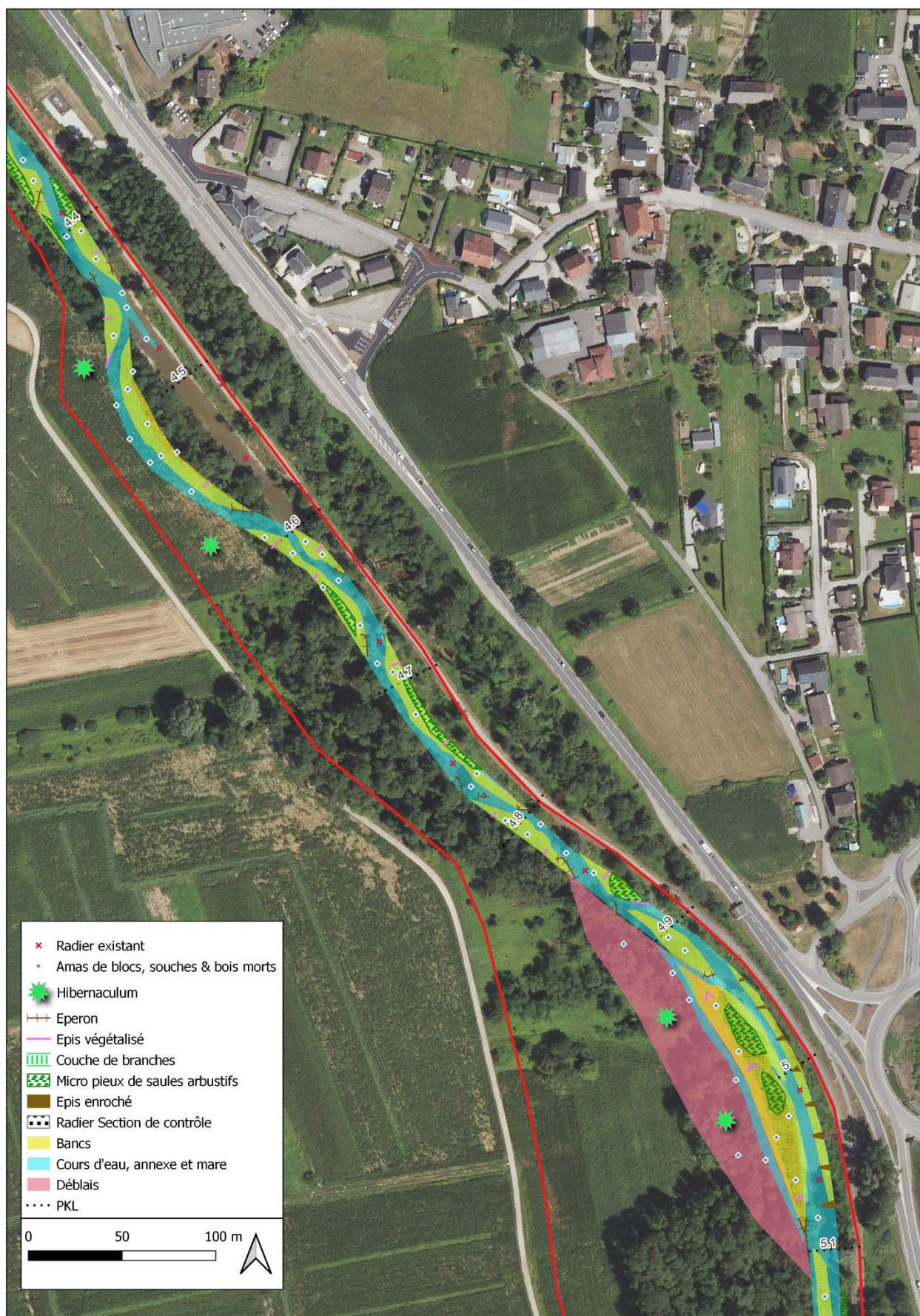
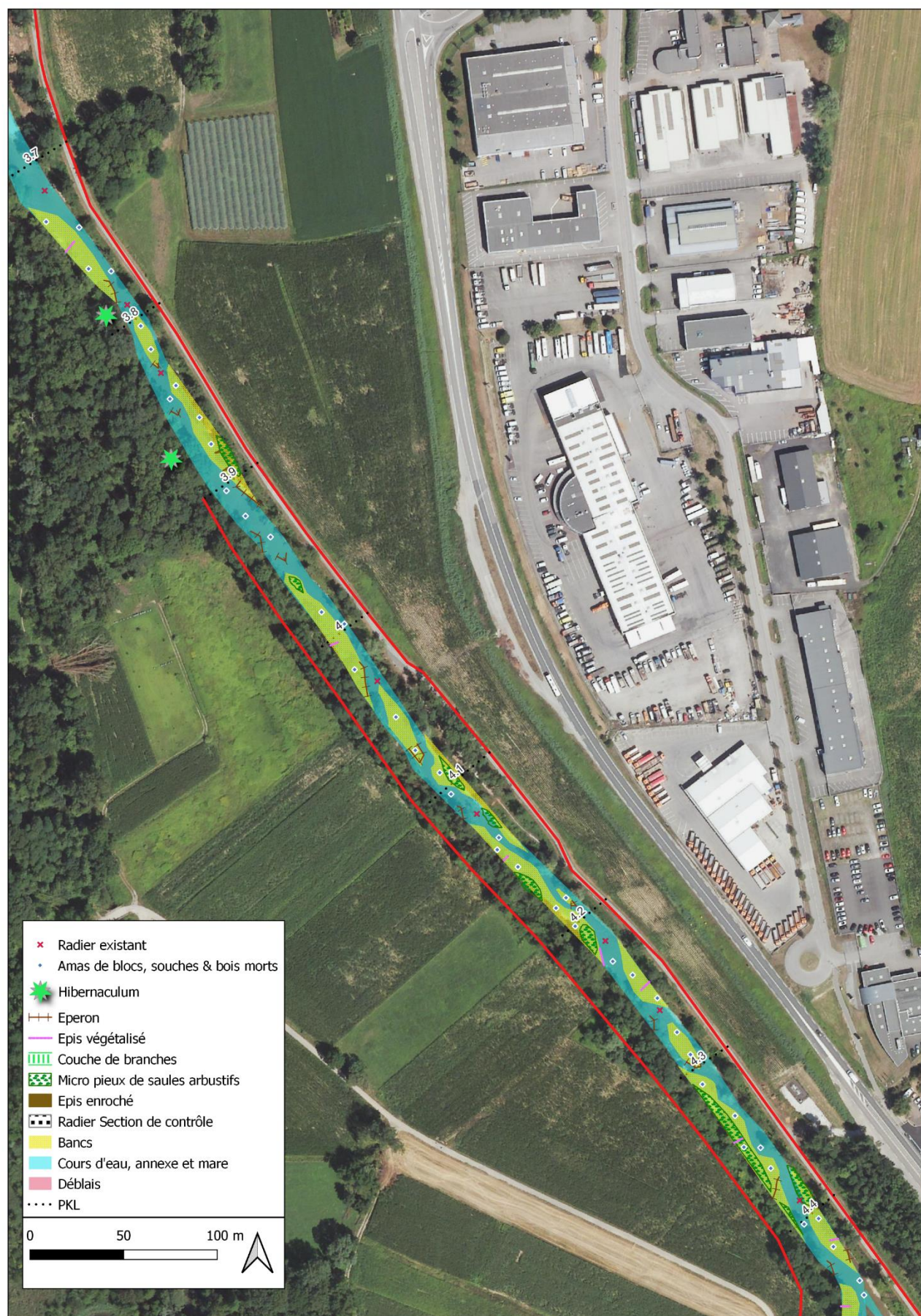


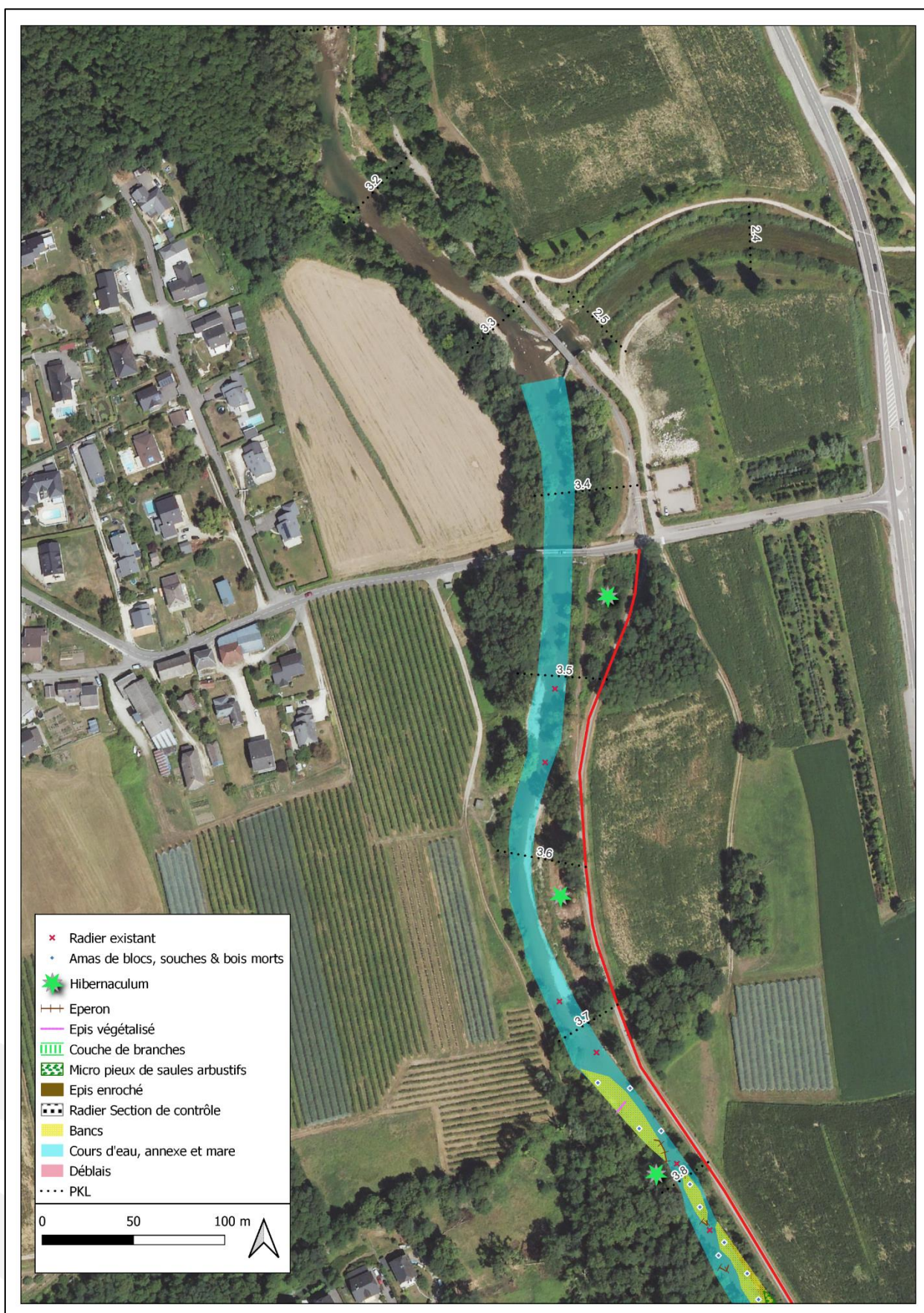
Figure 42 - Coupe de principe d'un hibernaculum sur pente

8.3.2.5 Synthèse cartographique









8.3.3 Plantations et génie végétal

8.3.3.1 Bouture et macro pieux

Les boutures sont mises en place en pied de berge et sur les talus.

Les macropieux sont mis en place sur les banquettes inondables.



Figure 43 - Bouturage dans les enrochements à N+2 (à gauche : rive gauche aval pont des Allobroges, à droite : rive gauche amont pont CD16)

8.3.3.1.1 Matériaux et fournitures

Les caractéristiques des boutures sont les suivantes :

- Saules arbustifs des substrats min éraux
- Diamètre 2 à 4 cm
- Longueur > 80cm (ouvrage fini)
- En massifs disséminés, 2 pièces /m²

Les espèces recherchées seront celles parmi les suivantes, dont les proportions pourront être adaptées (selon prélèvements sur le BV) :

○ Boutures :

Espèces	% de répartition
<i>Salix cinerea</i> (Saule cendré)	30 %
<i>Salix eleagnos</i> (Saule à feuilles d'argousier)	30 %
<i>Salix purpurea</i> (Saule pourpre)	20 %
<i>Salix triandra</i> (Saule à trois étamines)	10 %
<i>Salix viminalis</i> (Saules des vanniers)	10 %

○ Macro-pieux :

Espèces	% de répartition
<i>Salix cinerea</i> (Saule cendré)	33 %
<i>Salix purpurea</i> (Saule pourpre)	33 %
<i>Salix triandra</i> (Saule à trois étamines)	33 %

8.3.3.1.2 Mise en œuvre

La plantation des boutures se fera de la manière suivante :

- Préparer des trous avec une pointe en métal (barre à mine) d'un diamètre légèrement plus petit que celui des boutures ;
- Enfoncer les boutures dans les trous en laissant dépasser à l'air libre environ un quart de la longueur, en veillant à les tourner dans le bon sens (bourgeons dirigés vers le haut) ;
- Les boutures doivent être relativement comprimées dans le trou généralement nécessaire à leur implantation. En d'autres termes, les boutures doivent encore offrir une certaine résistance lorsqu'on les enfonce dans le trou et ne pas être complètement libres ;
- 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 dans les endroits où l'écorce a été abîmée ou écrasée lors de l'enfoncement.

La réalisation des macro pieux est réalisée de la façon suivante :

- Avant leur mise en place les pieux sont époinçés pour faciliter leur ancrage à travers le substrat. Les pieux seront battus mécaniquement au refus. La partie aérienne abîmée après battage ou dépassant les côtes de calages seront tronçonnés soigneusement.
- Pour le battage des pieux sera utilisé un BRH (Brise Roche Hydraulique) équipé d'une cloche de battage. Parfois le substrat permet de les enfoncer au godet. Dans ce cas, pour des raisons de sécurité il sera indispensable d'équiper le godet d'une coiffe maintenant le pieu pendant l'opération.

8.3.3.2 Couches de branches à rejet

Sur le linéaire de berge rive gauche compris entre les PK 5.600 et 5.450 (aval du radier de stabilisation), des couches de branches à rejet seront mises en place sur le haut du talus. Le principe de l'aménagement est visible sur le schéma ci-après :

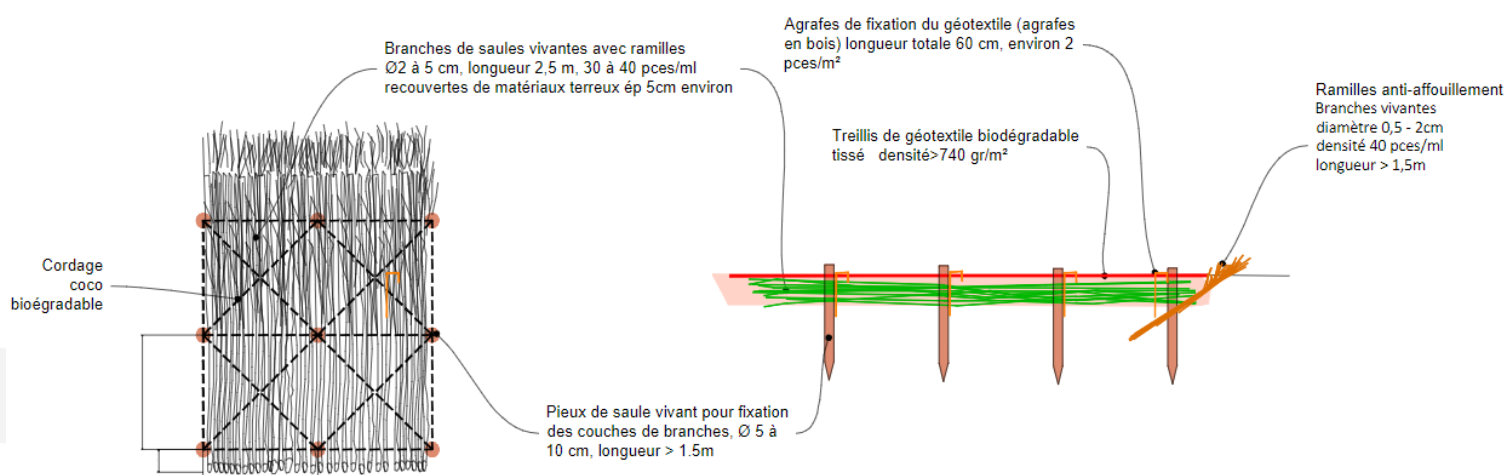


Figure 44 - Schéma de principe des couches de branches à rejet

Au droit du linéaire de la Leyse, les caractéristiques suivantes sont envisagées :

- Linéaire : 150m ;
- Largeur : 6m ;

Compte tenu de leur importante capacité de reproduction végétative, les saules représentent les ligneux les plus adaptés à une utilisation en couche de branches à rejet sur de grandes surfaces dans des conditions difficiles (remblais, sols déstructurés, variation de la richesse du sol).

8.3.3.2.1 Matériaux et fourniture

Les couches de branches à rejet sont composées de :

- Ramilles de branches vivantes, diamètres < 2cm, longueur env. 1.5m, densité 40 pc au ml
- Branches couchées de saules, diamètre 2 à 5 cm, longueur 2.5 m minimum, 30 à 40 pièces au ml
- Pieux de saules vivants, diamètre 10 à 12 cm, longueur > 1.5 m
- Cordelette coco en forme de treillis H2M9 (900 gr/m2)
- Agrafe de fixation bois, 2 unités au m²
- Terre végétale

Les espèces recherchées seront celles parmi les suivantes, dont les proportions pourront être adaptées (selon prélèvements sur le BV) :

☐ Branches à rejet :

Espèces	% de répartition
<i>Salix cinerea</i> (Saule cendré)	30 %
<i>Salix eleagnos</i> (Saule à feuilles d'argousier)	30 %
<i>Salix purpurea</i> (Saule pourpre)	20 %
<i>Salix triandra</i> (Saule à trois étamines)	10 %
<i>Salix viminalis</i> (Saules des vanniers)	10 %

☐ Pieux de fixation :

Espèces	% de répartition
<i>Salix cinerea</i> (Saule cendré)	33 %
<i>Salix purpurea</i> (Saule pourpre)	33 %
<i>Salix triandra</i> (Saule à trois étamines)	33 %

8.3.3.3 Enherbement

L'enherbement comprend les zones planes et les talus et de manière générale toutes les zones travaillées.

8.3.3.3.1 Matériaux et fourniture

Les semences seront issues de graines herbacées commerciales et sauvages labellisées végétal local.

La densité de plantation sera de 10 gr/m²

Deux types d'herbacées sont utilisées dans le cadre du projet :

- ☐ Un mélange adapté aux talus des berges et aux zones planes, type prairie mésophile
- ☐ Un mélange adapté aux conditions particulières des zones humides



Figure 45 - Intégration des parements de digue (N+2)

Mélange pour talus et zones planes

Espèces	%
Agrostide tenue (<i>Agrostis capillaris</i>)	75.00%
Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i>)	
Ray grass anglais (<i>Lolium perenne</i>)	
Paturin des pres (<i>Poa pratensis</i>)	
<i>Holcus lanatus</i> (<i>Houlque laineuse</i>)	
Agrostide stolonifère (<i>Agrostis stolonifera</i>)	10.00%
Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>)	
Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i>)	
<i>Silene latifolia</i> (<i>Compagnon blanc</i>)	15.00%
<i>Achillea millefolium</i> (<i>Achillée millefeuille</i>)	
<i>Plantago lanceolata</i> (<i>Plantain lancéolé</i>)	
<i>Hypericum perforatum</i> (<i>Millepertuis perforé</i>)	
<i>Sanguisorba minor</i> (<i>Petite pimprenelle</i>)	
<i>Verbena officinalis</i> (<i>Verveine officinale</i>)	
<i>Juncus inflexus/glaucus</i> (<i>Jonc courbe</i>)	
<i>Carex pendula</i> (<i>Laiche à épis pendants</i>)	
<i>Plantago serpentina/maritima</i> (<i>Plantain serpent/maritime</i>)	

Mélange type zone humide

Espèces	%
Agrostide tenue (<i>Agrostis capillaris</i>)	75.00%

Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i>)	
Ray grass anglais (<i>Lolium perenne</i>)	
Paturin des pres (<i>Poa pratensis</i>)	
<i>Phragmite australis</i> (Roseau à balais)	
Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>)	10.00%
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>)	
Sainfoin (<i>Onobrychis vicifolia</i>)	
Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i>)	
Silene latifolia (Compagnon blanc)	15.00%
<i>Achillea millefolium</i> (Achillée millefeuille)	
<i>Plantago lanceolata</i> (Plantain lancéolé)	
<i>Juncus inflexus/glaucus</i> (Jonc courbe)	
<i>Sanguisorba minor</i> (Petite pimprenelle)	
<i>Verbena officinalis</i> (Verveine officinale)	
<i>Silene flos-cuculi</i> (Silene fleur de coucou)	
<i>Lysimachia vulgaris</i> (Lysimachie commune)	
<i>Lythrum salicaria</i> (Lythrum salicaire)	
<i>Epilobium hirsutum</i> (Epilobe hérissée)	
<i>Plantago serpentina/maritima</i> (Plantain serpent/maritime)	
<i>Mentha sylvestris/longifolia</i> (Menthe sylvestre)	

8.3.3.3.2 Mise en œuvre

L'ensemencement sera réalisé sur l'ensemble des surfaces terrestres travaillées (terrassées). Dans les endroits où un géotextile est mis en place sur berge, l'ensemencement interviendra avant la pose de ce dernier avec environ la moitié du grammage dessous et avec les quantités restantes après la pose.

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

En cas d'ensemencement hydraulique, tout apport autre que graine, eau et paillis naturel est proscrit (engrais NPK, fixateurs, etc.). En principe, une seule application suffit en prenant soin de bien recouvrir régulièrement l'ensemble de la berge ou du talus. L'entrepreneur est garant du pouvoir germinatif des graines employées et pourra, si nécessaire, être amené à renouveler l'ensemencement à ses frais.

8.3.3.4 Plantation d'arbres et d'arbustes

8.3.3.4.1 Caractéristiques

Les replantations visent soit à restaurer des espaces ouverts pour les travaux ou bien renforcer des zones (densité faible ou espèces monospécifiques).

Les talus de digue ne seront pas replantés d'espèces arborées, eu égard au problème d'apparition de mécanismes de défaillance (glissement par chute d'arbre, et érosion interne par la présence des racines).

Les zones identifiées sont alors :

- L'espace intra digue (zone humide, boisement à compléter ou à refaire notamment les zones de stockage et base vie)
- L'ancienne digue rive gauche sur laquelle il convient de reconstituer une ripisylve alluviale

8.3.3.4.2 Matériaux et fournitures

Les différentes espèces d'arbres et d'arbustes à planter en dehors des aménagements en techniques végétales sont :

Plants en racines nues, Hauteur 60 à 90, avec échelas (1.5 pièces au m²)

Espèces	%
Alnus glutinosa (Aulne glutineux)	10
Cornus sanguinea (cornouiller sanguin)	10
Corylus avellana (Noisetier)	20
Crataegus monohyna (Aubépine à un style)	5
Hippophae rhamnoides (Argousier)	10
Prunus avium (cerisier des oiseaux)	5
Prunus spinosa (Prunelier)	5
Salix caprea (saule marsault)	20
Sambucus nigra (Sureau noir)	10
Viburnum opulus (Viorne obier)	5

Baliveaux en cépée et tige, taille 200/250

Espèces	%
Acer campestre (Erables champêtre)	8
Alnus glutinosa (Aulne glutineux)	10
Acer opalus (Erable à feuilles d'obier)	10
Betula pendula (bouleau pleureur)	5
Carpinus betulus (Charme commun)	5
Fagus sylvatica (Hêtre commun)	5
Fraxinus excelsior (Frêne commun)	10
Malus sylvestris (pommier sauvage)	5
Prunus avium (cérurier des oiseaux)	5
Populus nigra (peuplier noir)	5
Quercus robur (chêne pédonculé)	5
Sorbus aria (Alisier blanc)	8
Sorbus tormalis (Alisier des bois)	8
Tilia cordata (tilleul à petites feuilles)	11

8.3.3.4.3 Mise en œuvre

8.3.3.4.3.1 Préparation des végétaux

Arrachage des arbustes, baliveaux et arbres tiges

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

Le Maître d'œuvre se réserve la possibilité d'assister à l'arrachage des végétaux in situ et en pépinière pour en contrôler l'exécution.

L'arrachage des végétaux à racines nues devra intervenir entre fin octobre et fin mars. Il ne doit pas être effectué par vent desséchant ou par temps de gelée.

La jauge in situ ou en pépinière ne devra pas excéder trois jours. Toutes les précautions seront également prises contre le gel et la **dessiccation**.

Prélèvement des ramilles, boutures et pieux de salicacées

Les prélèvements et le transport des ramilles, boutures et pieux de salicacées proposés à l'agrément du Maître d'œuvre devront respecter les directives suivantes :

- ☐ Ne pas arracher l'écorce des végétaux (en les traînant ou les chargeant) ;
- ☐ Effectuer une coupe propre, franche et nette au sécateur légèrement en oblique ;
- ☐ Aucun écorchage même partiel ne doit être visible ;
- ☐ Pas d'effeuillage ;
- ☐ Branches taillées au sécateur, à la scie ou à la cisaille ;
- ☐ Ne pas fendre les boutures ou les pieux en les coupant.

Réception des végétaux et mise en jauge

La réception des végétaux se fera en présence du Maître d'œuvre.

Le Maître d'œuvre des travaux sera prévenu huit jours à l'avance des dates de livraison. Au cas où un lot serait refusé, l'évacuation sera faite sous quarante-huit heures.

Les certificats de provenance des végétaux seront remis au Maître d'œuvre.

Le Maître d'œuvre effectuera un contrôle systématique soit par prélèvement d'échantillons à la livraison soit par inventaire des individus développés. **S'il est constaté une différence notable avec les compositions exigées, il sera demandé une reprise des végétaux non conformes.**

La mise en jauge sera faite sous la responsabilité de l'entrepreneur, il en assumera l'efficacité, tous les risques de dégradation et de vandalisme éventuels sur les végétaux et sera exécutée immédiatement après la livraison. A cet effet, les jauges seront préparées à l'avance sur des emplacements proposés au Maître d'œuvre.

Les végétaux seront mis en jauge dans un délai de 48 h par temps normal et de 24 h par temps venteux ou chaud. Les délais entre la réception des végétaux et leur plantation n'excéderont pas huit jours.

Mise en place

Les plantes seront installées, sans contrainte pour les racines, bien droites, le collet au niveau final du sol. Les étapes générales sont rappelées à la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

Le trou de plantation sera ensuite comblé avec un mélange de terre végétale et de compost.

On assurera ainsi une zone tampon qui permettra la transition entre le substrat de la motte et la terre végétale de la fosse, qui n'ont pas les mêmes qualités granulométriques et agronomiques.

L'Entrepreneur fabriquera ce substrat en ajoutant à la terre extraite, le sable, le compost et tous les adjuvants nécessaires.

Au cours de la mise en œuvre, il faudra veiller à combler tous les interstices, tasser le mélange sans toutefois détruire la motte ni déséquilibrer le végétal.

Le comblement sera achevé par un plombage, à cet effet, une cuvette sera façonnée ; à titre indicatif, les quantités minimales seront les suivantes :

- ☐ 15 l pour chaque jeune plant à racines nues,
- ☐ 100 l pour chaque tige.

NOTA : Ne pas oublier la mise en place du drain agricole pour arrosages prévus sur les tiges.

Tuteurage et protection des arbustes et arbres tiges

L'entrepreneur ne manquera pas de procéder à un tuteurage des sujets. Les tuteurs seront en châtaigner écorcer, carbonisés et épointés, tripodes et mesureront au moins 2,5 mètres de longueur pour un diamètre moyen de 8 cm. Les attaches seront de type « Rainbow » ou similaire de 2,5 cm de large avec renflement médian et perforation tous les 25 mm. L'ensemble tuteur/arbre sera « calqué » en termes d'orientation et de disposition sur l'arbre tige/tuteur voisin de manière à ce que la figure géométrique formée par ces deux éléments soit toujours respectée. Une protection anti-échaudure sera également installée autour des troncs, type bambous tressés ou autres.

Paillage des plantations

Un paillage sera installé au pied des végétaux ou sur la totalité de la surface selon indications, de manière à éviter la pousse d'adventices et à garantir une certaine humidité du sol l'été. Le paillage devra être installé dans un délai de 2 semaines maximum après la plantation.

L'Entrepreneur mettra en œuvre les carrés de paillage maintenus par 4 agrafes métalliques. Au cours de la mise en place des carrés de paillage, l'Entrepreneur prendra toutes précautions pour ne pas endommager les végétaux.

8.4 Synthèse des aménagements

Le tableau suivant s'attache à effectuer la synthèse des aménagements proposés. Pour une meilleure compréhension, **il est conseillé d'effectuer la lecture de cet élément avec une carte localisant l'emprise des nouvelles digues et les Pk du linéaire.**

PK	Digue rive gauche	Talus rive gauche	Lit mineur	Digue rive droite	
				Talus amont	Talus aval
6.240	Pas d'intervention	Pas d'intervention	Pas d'intervention	Tronçon aval pont de l'autoroute : Pente de la carapace en enrochements 300/1000kg à 3h/2v jusqu'à Q2 ; Boutures en deçà du TN dans les enrochements ; Talus supérieur proche de 2h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par un matelas Réno; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	Pas d'intervention
6.150					Pente de talus en 3h/2v; Clé drainante 20/130; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
6.110				Tronçon bouchon massif de coupure : Carapace en enrochements à reconstituer avec l'existant en 3h/2v (en dehors de la zone "bouchon"); Pas de protection vis-à-vis de l'érosion externe quand on ne longe plus la Leysse; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	
6.010				Tronçon bras mort : Pas de protection vis-à-vis de l'érosion externe ; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	

Description du projet



5.820				Tronçon amont resserrement aval "casier Vicat" Pente de la carapace en enrochements 300/1000kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boutures en deçà du TN dans les enrochements ; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogrille; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
5.700	Nouvelle digue recréée par déblais du talus amont; Piste agricole GNT en crête.	Pente de la carapace en enrochements 300/1000kg à 3h/1v jusqu'à Q2 ; Boutures dans les enrochements; Talus supérieur proche de 2h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par un matelas Réno; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	Radier en enrochements libres 300/1000 kg enfoui sur 30cm, épaisseur de 1.1m.	Tronçon resserrement aval du "casier Vicat"+ Tronçon intermédiaire Pente de la carapace en enrochements 300/1000kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boutures en deçà du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par un matelas Réno; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
5.690				
5.600	Digue construite en retrait; Purge sur 50 cm et 1m au niveau de la clé d'ancrage; Talus amont en 3h/2v avec grillage anti-fouisseur et géotextile coco;	Zone de transition en enrochements libres 60/300 kg sur une épaisseur de 1m et une largeur de 4m; Boutures de saules interstitielles; Plantation de 3 rangées de branche de saules;		

Co-traitants :

CNR/SEPIA/TEREO

SUEZ CONSULTING

Description du projet



	Piste agricole en tête; Talus aval en 3h/2v avec grillage anti-fouisseur et géotextile coco; Masque drainant sur le talus aval.	Géotextile coco avec fixations renforcées			
5.450			Réalisation d'aménagements hydroécologiques.	Tronçon Jean Lain amont : Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boîtures en deça du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogridde; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	
5.338		Pas de protection vis-à- vis de l'érosion externe; Réalisation de plantations	Réalisation d'aménagements hydroécologiques. Point particulier: sur ce tronçon il est proposé la réalisation de mares et annexes connectées	Tronçon Jean Lain aval: Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boîtures en deça du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogridde; Pas d'étanchéification; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	Comblement du fossé en pied de digue

Co-traitants :

CNR/SEPIA/TÉREO

SUEZ CONSULTING

5.200				Tronçon amont courbure de Villarcher: Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boutures en deçà du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogrille; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	Pente de talus en 3h/2v; Clé drainante 20/130; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
5.045		Réalisation d'aménagements hydroécologiques. Point particulier, sur ce tronçon il est proposé: - La réalisation d'épis en série au niveau de l'extrados; - La réalisation d'une terrasse basse en intrados avec un chenal secondaire.		Tronçon courbure de Villarcher: Pente de la carapace en enrochements 300/1000kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boutures en deçà du TN dans les enrochements; Epaulement du talus amont avec les matériaux du site; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par un matelas Réno; GSB et matériaux associés jusqu'à Q100; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	Pente de talus en 3h/2v; Busage du fossé en pied Clé drainante 20/130; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
4.900		Réalisation d'aménagements hydroécologiques.		Tronçon intermédiaire: Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Boutures en deçà du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Pas d'étanchéité amont; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogrille;	Pente de talus en 3h/2v; Epaulement du talus; Masque drainant 20/130 de 1m entre la Q100 et le TN; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.

Description du projet



4.620			Modification du tracé du lit et réalisation d'aménagements hydroécologiques.	Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	
4.440	Digue construite derrière la digue actuelle; Purge sur 50 cm et 1m au niveau de la clé d'ancrage;				
4.322	Talus amont en 3h/2v avec géogrille , grillage anti-fouisseur et géotextile coco; Piste agricole en tête; Talus aval en 3h/2v avec grillage anti-fouisseur et géotextile coco; Masque drainant sur le talus aval.	Mise en place d'un géotextile coco; Réalisation de plantations	Réalisation d'aménagements hydroécologiques.		Pente de talus en 3h/2v; Epaulement du talus; Masque drainant 20/130 de 1m entre la Q100 et le TN; Grillage anti-fouisseur; Piste en pied

Co-traitants :

SUEZ CONSULTING
CNR/SEPIA/TÉREO

Description du projet



4.175				Tronçon double digue; Déblais de la digue côté Leysse; Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogridde; Boîtures en deça du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Pas d'étanchéité amont; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
4.025				Tronçon digue élargie: Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 2h/1v jusqu'à Q2 ; Protection du talus de Q2 à Q100 par une géogridde; Boîtures en deça du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 3h/1v ; Pas d'étanchéité amont; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
3.900	Plus de digue reconstruite; Démantèlement de l'existant en aval sans reconstruction.			Tronçon courbure du Tremblay: Pas d'enrochements; Talus en 2h/1v; Pas d'étanchéité amont; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.
3.715	Pas d'intervention	Pas d'intervention	Pas d'intervention	
3.550				

Co-traitants :

SUEZ CONSULTING
CNR/SEPIA/TEREO

Description du projet



3.518				Tronçon amont pont du Tremblay: Pente de la carapace en enrochements 60/300kg à 3h/2v jusqu'à Q2 ; Boîtures en deça du TN dans les enrochements; Talus supérieur proche de 2h/1v ; Protection du talus de Q2 à Q100 par un matelas Réno; Pas d'étanchéité amont; Grillage anti-fouisseur; Géotextile coco.	Pente de talus en 3h/2v; Epaulement du talus; Masque drainant 20/130 de 1m entre la Q100 et le TN; Grillage anti-fouisseur;
3.435	Fin des interventions				

Co-traitants :

CNR/SEPIA/TÉREO

SUEZ CONSULTING

9. LES ACCES, ZONES D'INSTALLATION DE CHANTIER, CIRCULATION ET SECURISATION DU CHANTIER POUR LES PIETONS ET CYCLES

9.1 Les accès

Les accès à la zone du projet sont très largement contraints par :

- La zone industrielle des Landiers, rive droite, qui limite les accès à la rivière, notamment dans la partie amont du secteur jusqu'au rond-point de Villarcher ;
- La nécessité de maintenir durant l'ensemble de la durée du chantier la circulation des cycles ;
- La présence de la conduite d'assainissement dans le remblai de la digue rive droite qui limite les circulations des engins lourds.

On retiendra que les accès sont possibles via les zones suivantes :

- Pour la rive droite, sous réserve de mise en place de dispositifs protégeant la conduite EU et de gestion de la circulation des cycles :
 - Au niveau du rond-point de la rue des Epinettes au PKL 6.15;



Figure 46 - Analyse de l'accès rive droite

- Au niveau de l'impasse du Fasthôtel au PKL 5.87 ; Une attention particulière devra être mise en œuvre au droit de cet accès afin de ne pas dégrader la zone humide en présence ;

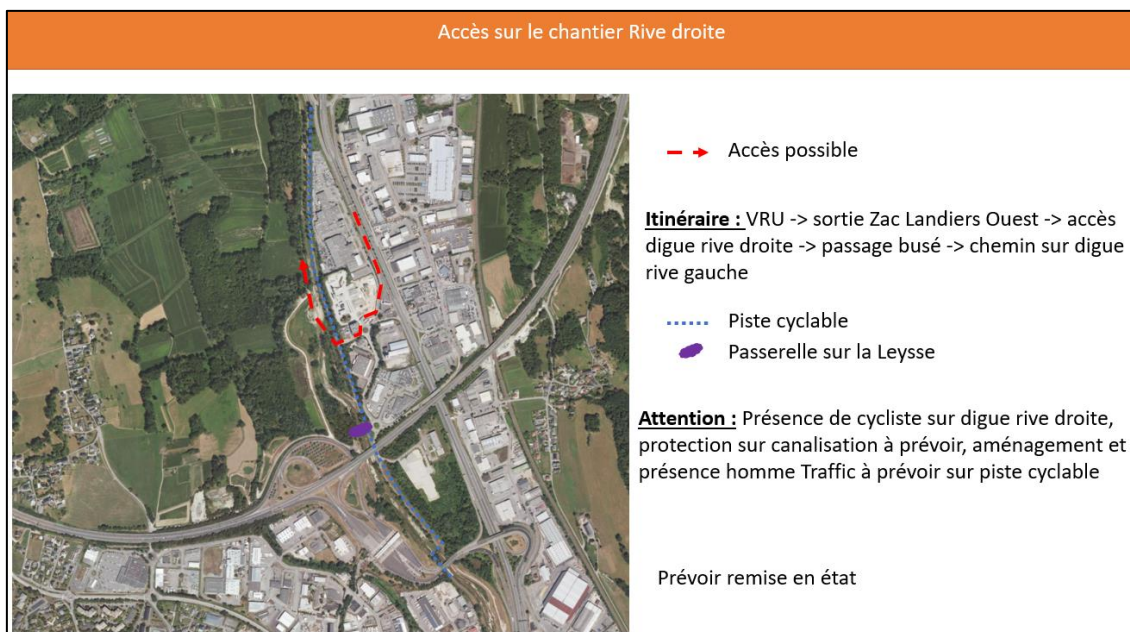


Figure 47 - Analyse de l'accès rive droite

- Au niveau de la parcelle Jean-Lain, entre les PKL 5.638 et PKL 5.2 où le remplacement de leur réseau de gestion des eaux pluviales nécessite un accès ponctuel au droit de cette zone ;

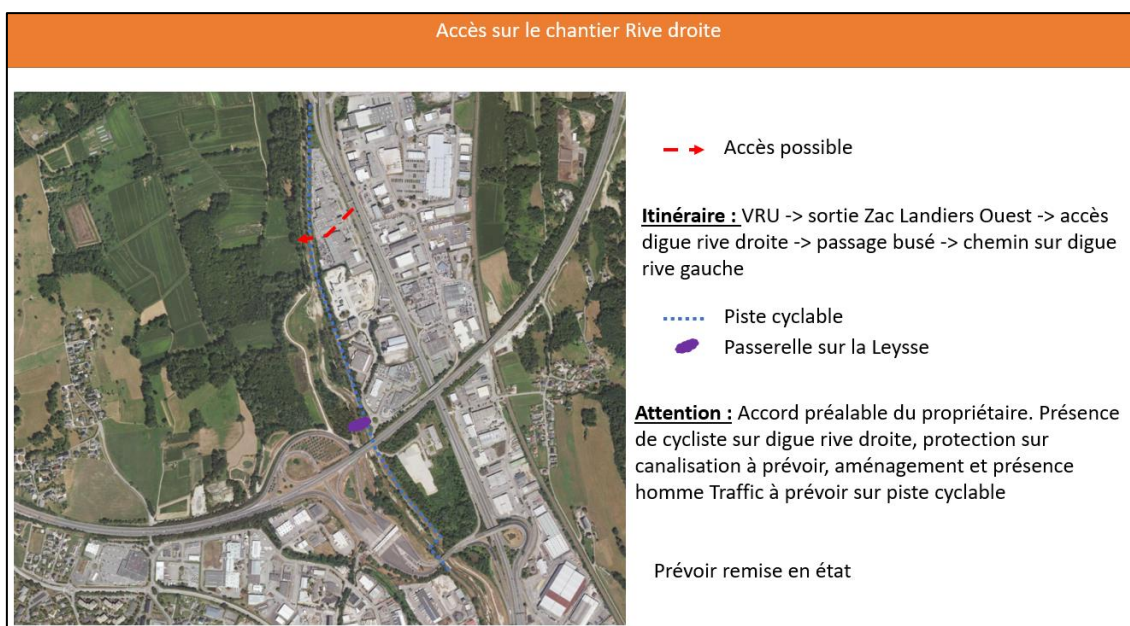


Figure 48 - Analyse de l'accès rive droite

- Au rond-point de Villarcher au PKL 4.9 ;



Figure 49 - Analyse de l'accès rive droite

- ☐ Via une piste ponctuelle traversant les cultures à partir du PKL 4.3. Cet accès à l'avantage, en fonction de son positionnement exact, de s'affranchir des contraintes liées à la conduite EU ;

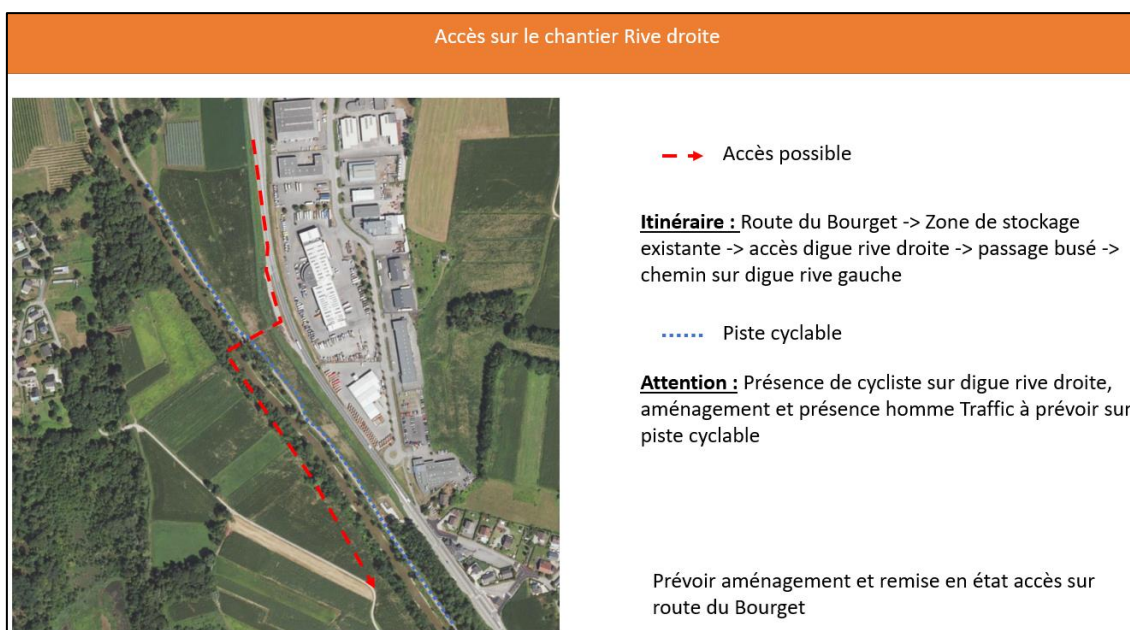


Figure 50 - Analyse de l'accès rive droite

- ☐ Par le pont du Tremblay à l'aval du secteur d'étude ;
- ☒ Pour la rive gauche via le chemin de Pré Marquis qui longe l'ensemble de la zone chantier.

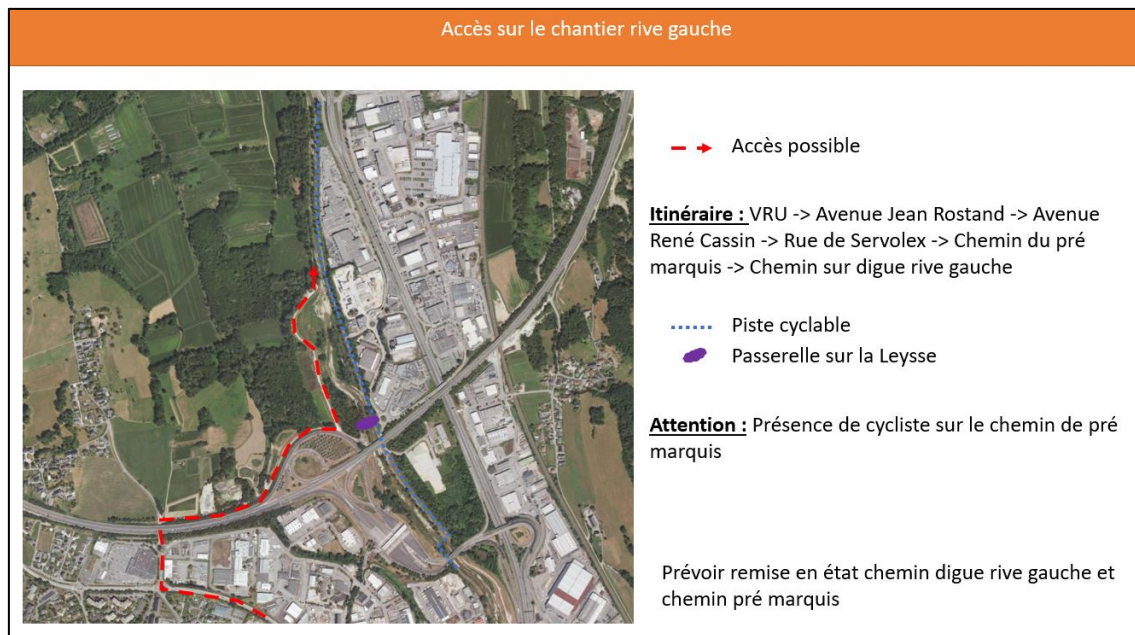


Figure 51 - Analyse de l'accès rive gauche

A noter que l'entreprise sera libre d'ajouter des zones d'accès si des possibilités secondaires lui sont proposées. Également, du fait du manque de zones de stockage en rive droite, des franchissements temporaires seront à aménager sur la Leysse.



Figure 52 - Accès disponibles sur l'amont de la zone étudiée



Figure 53 - Accès disponibles sur l'aval de la zone étudiée

A noter qu'en cas de circulation en présence de cycles ou piétons, l'entreprise devra placer un homme sécurité sur le tronçon impacté pendant toute la durée des circulations. Également, un dispositif de protection de la conduite EU présente dans le corps de digue devra être mis en place lors des circulations en crête (plaque de répartition des charges, remblais, ...).

9.2 Les zones d'installations de chantier

Les zones identifiées pour les installations de chantier sont situées sur trois secteurs :

- **Zone 1, en rive gauche** d'une surface de 0.7 ha. Un accès poids lourds devra être mis en place vers la rive gauche ;
- **Zone 2, en rive gauche** d'une surface de 0.15ha. De même que pour la zone précédente, cette zone nécessite la mise en œuvre d'un accès poids lourds ;
- **Zone 3, en rive droite** d'une surface d'environ 0.1 ha. Aux vues des contraintes fortes liées à ce chantier il nous semble nécessaire d'envisager une emprise provisoire de stockage des matériaux. A noter que sur ce secteur, un accès poids lourds est déjà existant.

La zone 1, de par sa grande surface, servira pour les grandes installations du chantier (stationnement des engins, base vie, stockage matériaux). Les zones 2 et 3 pourront faire office de zone de stockage secondaire.



Figure 54 - Localisation des emprises disponibles pour les installations de chantier

A noter qu'une fois la digue en rive gauche démantelée, les emprises 1 et 2 se trouveront en zone inondable pour une crue biennale.

Notons de plus que la zone 1 se situe au niveau de la parcelle de compensation des impacts pour le cuivré des marais. Aussi lors de la destruction de son habitat situé sur la portion Nord de la digue rive gauche, une parcelle de 5000m² devra être restaurée en compensation (parcelle 1). Également, à la fin des interventions rive gauche une seconde parcelle de 5000m² sera restaurée (parcelle 2) dans le prolongement de cette première.

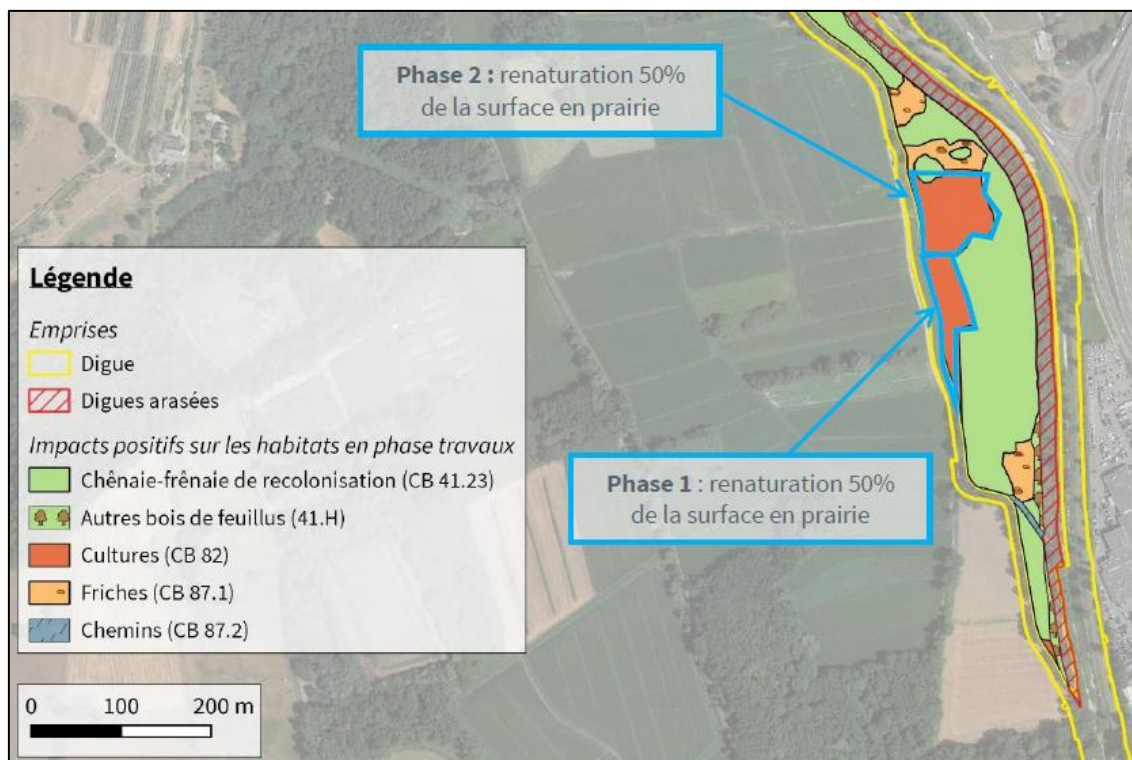


Figure 55 - Localisation de la zone de compensation

9.3 Circulations au sein de la zone chantier

Du fait des contraintes sur la crête de digue rive droite, les opérations sur ces secteurs se feront préférentiellement depuis une piste de circulation implantée dans le lit de la rivière. Celle-ci fera également office de batardeau selon les opérations en cours et son implantation devra être adaptée au phasage du chantier (par exemple : piste batardeau pour la mise en place des sabots enrochés puis piste implantée au-dessus du sabot pour les travaux sur le talus de digue rive droite).

Les circulations en rive gauche se feront principalement au niveau du chemin agricole ou dans les zones terrassées (emprise de la nouvelle digue, emprise de l'ancienne digue, ...). En tout état de cause, une attention particulière sera demandée afin de limiter les zones de circulations.

A noter qu'un paragraphe dédié aux mesures environnementales de chantier est présent dans la suite du rapport. Celui-ci comprend notamment des prescriptions quant aux circulations chantier.

10. PHASAGE GENERAL DES TRAVAUX

10.1 Phasage global

10.1.1 Description

Le phasage envisagé est décrit ci-dessous :

- Préparation des emprises, installations, déviations des réseaux ;
- Déboisements ;
- Démantèlement de la digue rive gauche par plots de 200m afin d'augmenter la section hydraulique du cours d'eau. En parallèle, tri des matériaux déblayés, montage de la nouvelle digue rive gauche et stockage des excédents réutilisables pour la rive droite. Seuls les 90m amont de la digue rive gauche ne seront pas traités, ceci afin de conserver l'actuelle section de contrôle pour le déversoir du Pré-Marquis ;
- Au niveau de la rive droite, nous proposons également un mode de travail par plots de 200m avec :
 - Mise en place d'une piste dans la Leysse en pied de talus amont rive droite ;
 - Déport de la piste cyclable sur la moitié de la crête côté terre ;
 - Traitement du talus amont ;
 - Réalisation des aménagements hydro-écologiques en lit mineur ;
 - Démontage de la piste en rivière, une partie des matériaux pourront être réemployés pour la mise en place des banquettes/bancs alternés ;
 - Déport de la piste cyclable sur la moitié de la crête côté rivière ;
 - Traitement du talus aval ;
 - Dépose de l'ancienne piste et repose de la nouvelle ;
- Traitement de la partie amont de la digue rive gauche ;
- Réalisation des travaux de génie végétal ;
- Remise en état du site et démantèlement des installations.

10.1.2 Justification

Si les entreprises retenues pour la réalisation de ce chantier seront libres d'ajuster ce phasage à la marge, un élément nous semble primordial à respecter : le démantèlement de la rive gauche préalable aux opérations en rive droite. En effet, ce phasage permet :

- D'augmenter le gabarit hydraulique de la Leysse et ainsi diminuer les contraintes en phase chantier ;
- De disposer d'un stock de matériaux issu de la suppression de la digue rive gauche actuelle qui pourra être en partie réemployé dans toute la suite des opérations.

D'autre part, il est important de souligner que le phasage doit prendre en compte le maintien d'un niveau de service acceptable pour le GEMAPIEN ou du moins de diminuer la prise de risque en cas de crue. C'est pourquoi :

- La digue rive droite est démontée en partie côté Leysse par plot de 200m, mais la reconstitution ou au minimum la mise en place des enrochements jusqu'à Q2 doit se faire en tuilage (décalage de 1 à 2 semaines)

- Comme expliqué au « 10.4.1 Organisation par plot », il sera demandé à l'entreprise une astreinte et une capacité de remontage de la digue du plot le plus vulnérable
- Le maintien sur toute la durée du chantier de la section de contrôle (travaux d'élargissement de celle-ci en toute fin de chantier), permet de favoriser l'inondation de la plaine de Pré Marquis et diminuer la sollicitation de la digue en travaux.

10.2 Installation du chantier, sécurisation et barriérage des accès et voirie

L'opération consiste en l'installation du chantier (base vie, zone de stockage provisoire des matériaux, pistes de chantier, rampes d'accès, ...).

L'accès à la base vie implantée dans la plaine rive gauche se fera à partir du chemin Pré Marquis ou via le franchissement de la Leysse depuis la rive droite.

Du fait des accès très contraints en rive droite étant donné la circulation des cycles et la présence de réseaux, plusieurs solutions devront être mises en place pour travailler au sein du lit de la Leysse depuis le pied de berge, à savoir :

- Une piste faisant office de batardeau devra être créée dans le lit de la Leysse pour mise en place de la protection de berge et notamment du sabot ;
- Cette piste sera ensuite décalée par-dessus le sabot, accolée à la digue rive droite pour permettre les interventions sur le talus et la mise en place des aménagements hydroécologiques

Ces pistes seront réalisées avec les matériaux du site (matériaux grossiers issus des terrassements), une fois les opérations sur la digue rive gauche achevées.

Une attention particulière est demandée afin de limiter les départs de fines liées aux mouvements de matériaux dans le lit.

Également, la sécurisation du chantier est un enjeu essentiel pour le bon déroulement des opérations. Les circulations éventuelles en rive droite devront prendre en compte :

- La présence de la conduite d'assainissement par la mise en place de plaques de roulement ou autres aménagements de confortement ;
- La circulation des cycles qui ne devra pas être interrompue. Au besoin, une personne de l'entreprise retenue assurera la gestion des circulations.

Rappelons également, la nécessité de mettre en place une barrière anti-intrusion batracien sur l'ensemble de la zone chantier rive gauche.

10.3 Déboisement des emprises de chantier

Le déboisement aura lieu au début du chantier. Il comporte les travaux de débroussaillage des zones d'emprise, d'abattage des arbres et d'évacuation des produits de coupe/rémanents. Ces derniers pourront être utilisés dans le cadre de la fabrication de la terre végétale (broyage en copeaux 0-50mm).

Une attention particulière est demandée sur le traitement des parties aériennes des espèces invasives. Les parties aériennes seront soigneusement fauchées à la main ou à l'aide d'une machine manuelle (type rotofil), mais réglée sur une vitesse de rotation assez faible pour ne pas expulser des « bouts » des invasives.

Les zones prévues pour les installations du chantier seront utilisées pour le stockage provisoire des produits de coupe avant évacuation.

L'ensemble des souches présentes dans le corps de digues devront être extraites et substituées par du remblai technique. Une partie du système racinaire présent dans le corps de digue ne pourra néanmoins pas être retiré (problématique intégrée dans le cadre de la G2 Pro).

A noter la nécessité de récupérer et stocker de grosses souches et troncs pour les travaux de diversification et création d'hibernaculums.

10.4 Démantèlement de la digue rive gauche et protection de la plaine

10.4.1 Organisation par plot

L'intervention se fera de l'aval vers l'amont, par plots de 200m et la piste agricole ainsi que l'emprise de la future digue seront utilisées comme accès et voie de circulation. Globalement, l'opération suivra la logique suivante :

- Démontage de l'ancienne digue ;
- Tri et élaboration des matériaux pour réutilisation ;
- Décapage et purge au droit de la nouvelle digue ;
- Mise en place des remblais techniques (tout venant, masque drainant) ;
- Mise en place des anti-fouisseurs et renappage de la terre végétale ;
- Mise en forme du chemin d'exploitation en crête ;
- Mise en place du merlon retour provisoire faisant office de digue de sécurité ;
- Réalisation du plot amont selon la même logique.

Seul point particulier, le plot amont permettant actuellement le bon fonctionnement du déversoir du Pré-Marquis : celui-ci sera terrassé en toute fin d'intervention sur les digues. Cela permet en effet de dévier une quantité plus importante des écoulements en crue vers le déversoir du Pré marquis et de sécuriser ainsi la zone de chantier.

	Description	Schéma	Mouvement de matériaux
Etape 1	• Déblai de l'ancienne digue ; • Tri et traitement des matériaux ; • Construction de la nouvelle digue (200m aval) parallèlement au démantèlement de l'ancienne ; • Mise en place d'un merlon retour provisoire pour fermer l'endiguement		• Démontage : ○ Linéaire : 190 m ; ○ Volume déblayé : ▪ Terre végétale : 333 m³ ; ▪ C1bi : 3571 m³ ; • Construction : ○ Linéaire : 240 m ; ○ Volume purgé : 1385 m³ ; ○ Remblais : ▪ Terre végétale : 309 m³ ; ▪ Masque drainant : 492 m³ ; ▪ Corps de digue : 4027 m³.
Etape 2	• Construction de la nouvelle digue parallèlement au démantèlement de l'ancienne ; • Mise en place d'un merlon retour provisoire pour fermer l'endiguement		• Démontage : ○ Linéaire : 230 m ; ○ Volume déblayé : ▪ Terre végétale : 403 m³ ; ▪ C1bi : 4323 m³ ; • Construction : ○ Linéaire : 195 m ; ○ Volume purgé : 1039 m³ ; ○ Remblais : ▪ Terre végétale : 222 m³ ; ▪ Masque drainant : 400 m³ ; ▪ Corps de digue : 2693 m³.

Etape 3

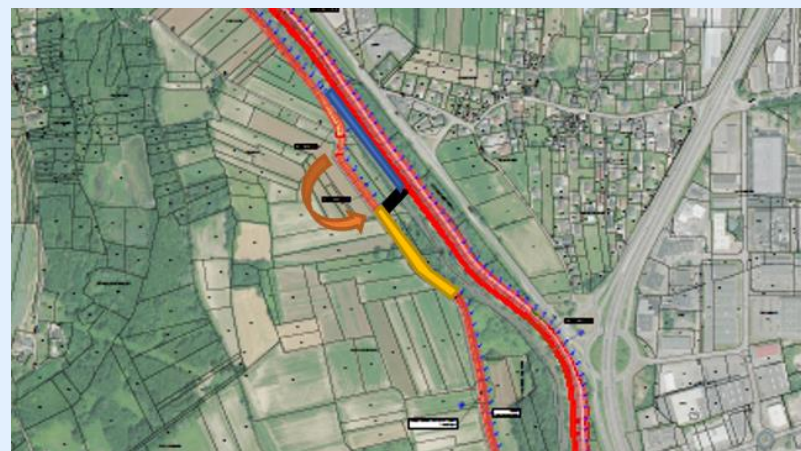
- Construction de la nouvelle digue concomitante au démantèlement de l'ancienne ;
- Mise en place d'un merlon retour provisoire pour fermer l'endiguement



- Démontage :
 - Linéaire : 195 m ;
 - Volume déblayé :
 - Terre végétale : 449 m³ ;
 - C1bi : 4604 m³ ;
- Construction :
 - Linéaire : 280 m ;
 - Volume purgé : 1628 m³ ;
 - Remblais :
 - Terre végétale : 357 m³ ;
 - Masque drainant : 574 m³ ;
 - Corps de digue : 4428 m³.

Etape 4

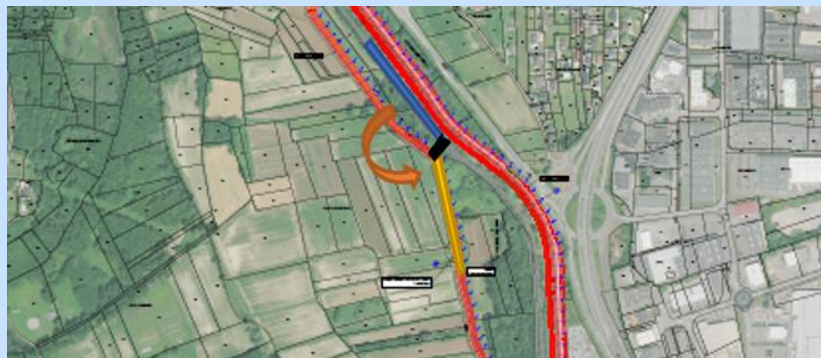
- Construction de la nouvelle digue concomitante au démantèlement de l'ancienne ;
- Mise en place d'un merlon retour provisoire pour fermer l'endiguement



- Démontage :
 - Linéaire : 265 m ;
 - Volume déblayé :
 - Terre végétale : 563 m³ ;
 - C1bi : 7615 m³ ;
- Construction :
 - Linéaire : 200 m ;
 - Volume purgé : 1192 m³ ;
 - Remblais :
 - Terre végétale : 272 m³ ;
 - Masque drainant : 410 m³ ;
 - Corps de digue : 3377 m³.

Etape 5

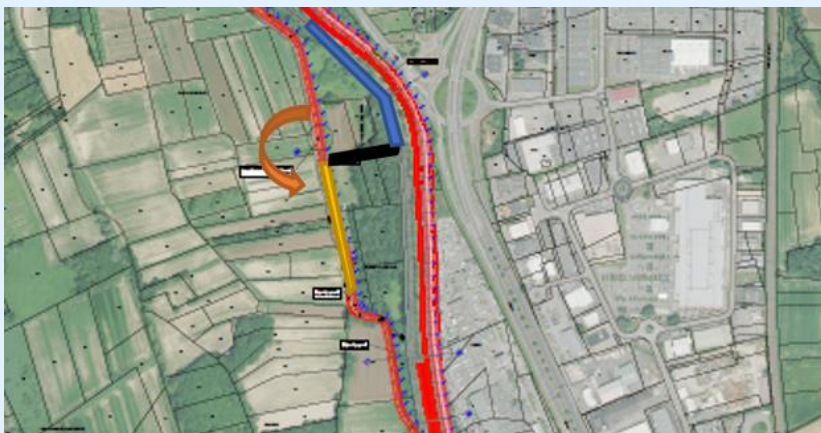
- Construction de la nouvelle digue concomitante au démantèlement de l'ancienne ;
- Mise en place d'un merlon retour provisoire pour fermer l'endiguement



- Démontage :
 - Linéaire : 200 m ;
 - Volume déblayé :
 - Terre végétale : 768 m³ ;
 - C1bi : 3388 m³ ;
- Construction :
 - Linéaire : 215 m ;
 - Volume purgé : 1326 m³ ;
 - Remblais :
 - Terre végétale : 308 m³ ;
 - Masque drainant : 441 m³ ;
 - Corps de digue : 3881 m³.

Etape 6

- Construction de la nouvelle digue concomitante au démantèlement de l'ancienne ;
- Mise en place d'un merlon retour provisoire pour fermer l'endiguement



- Démontage :
 - Linéaire : 270 m ;
 - Volume déblayé :
 - Terre végétale : 1699 m³ ;
 - C1bi : 10505 m³ ;
- Construction :
 - Linéaire : 230 m ;
 - Volume purgé : 1346 m³ ;
 - Remblais :
 - Terre végétale : 303 m³ ;
 - Masque drainant : 471 m³ ;
 - Corps de digue : 3643 m³.

Etape 7

- Construction de la nouvelle digue concomitante au démantèlement de l'ancienne ;
- Raccord à la digue existante en amont

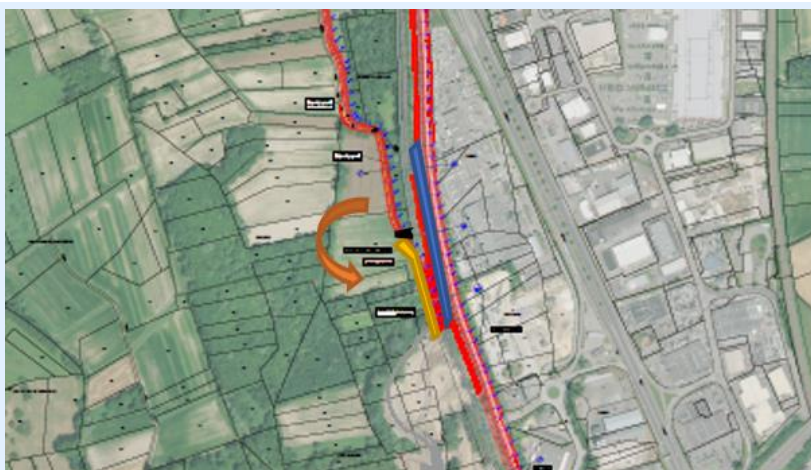


- Démontage :
 - Linéaire : 240 m ;
 - Volume déblayé :
 - Terre végétale : 676 m³ ;
 - C1bi : 8858 m³ ;
- Construction :
 - Linéaire : 260 m ;
 - Volume purgé : 1397 m³ ;
 - Remblais :
 - Terre végétale : 295 m³ ;
 - Masque drainant : 533 m³ ;
 - Corps de digue : 3098 m³.

Etape 8

Opération à réaliser à la fin des interventions digue rive droite et gauche :

- Construction de la nouvelle digue concomitante au démantèlement de l'ancienne ;
- Mise en place d'une piste de circulation dans le lit de la Leysse pour la réalisation des enrochements sur la portion amont de la nouvelle digue.



- Démontage :
 - Linéaire : 315 m ;
 - Volume déblayé :
 - Terre végétale : 964 m³ ;
 - C1bi : 8849 m³ ;
- Construction :
 - Linéaire : 139 m ;
 - Volume purgé : 657 m³ ;
 - Remblais :
 - Terre végétale : 141 m³ ;
 - Masque drainant : 285 m³ ;
 - Corps de digue : 574 m³.

La reconstruction d'un merlon de fermeture provisoire (digue de sécurité) permettra la sécurisation temporaire de la plaine rive droite.

Tenant compte du caractère provisoire du merlon de fermeture, des astreintes en cas de crue devront être imposées à l'entreprise pour permettre une intervention rapide. Également des stocks d'enrochements devront en permanence être disponibles à proximité de ce merlon afin de pouvoir être rapidement mis en place en cas de brèche.

Rappelons de plus l'absence d'enjeux forts au sein de la plaine du Pré-Marquis.

10.4.2 Détail par poste

Plus précisément, les opérations se dérouleront comme suit :

- **Déblais de l'ancienne digue** : Les déblais issus de cet ouvrage seront traités des deux manières suivantes :

- ☐ Les produits issus du décapage seront envoyés à la station de criblage pour être traités ;
- ☐ Les produits issus du corps de digue seront directement réutilisés en remblais.

- **Purge au droit de la nouvelle digue** : Ces fouilles comprendront les terrassements en masse. On respectera les points suivants :

- ☐ En principe, le fond des fouilles sera dressé suivant la pente des ouvrages.
- ☐ Pour assurer la stabilité des parois, celles-ci seront taillées avec fruit.

Les poches ou lentilles de nature plus compressible que l'ensemble du fond de fouille devront être purgées et remplacées par un matériau de compressibilité analogue à celle du bon sol à la même profondeur.

Ces matériaux, composés principalement de terre végétale seront réemployé pour le nappage des aménagements finis.

- **Remblais technique nouvelle digue** : Le corps de digue sera composé de matériaux provenant du site. Les différents échantillons prélevés dans le corps de la digue actuelle font état de la présence de matériaux classés D3 et C1Bi. Suivant la classification et l'état hydrique obtenus, ainsi que les conditions météorologiques au moment du chantier, il sera utilisé le tableau suivant, dans lequel sont récapitulées les conditions de réemploi :

Tableau 2 - Conditions de réemploi des matériaux (source G2-PRO Kaéna)

	état hydrique	pluie forte 	pluie faible 	ni pluie - ni évaporation 	évaporation importante 
D3	th	Utilisation par toutes situations météorologiques, avec un compactage moyen			
	h				
	m				
	s				
	ts				
C1B5	th				
	h			1) utilisation en l'état pour des remblais ht < 5m et compactage faible 2) traitement: élimination des éléments supérieurs à 250 mm+ traitement avec réactif adapté + compactage moyen	1) utilisation en l'état pour des remblais ht < 5m et compactage faible 2) aération: extraction en couches+ réduction de teneur en eau par aération+ couches minces+ compactage moyen
	m		extraction frontale avec compactage moyen pour remblais ht < 10m	compactage moyen	1) utilisation en l'état avec compactage intense 2) arrosage superficiel pour maintien de l'état et compactage moyen
	s		1) utilisation en l'état pour des remblais ht< 5m avec compactage intense 2) extraction en couches avec régalaie en couches minces et compactage intense pour remblai ht< 10m	1) utilisation en l'état avec compactage intense pour remblai ht < 10m 2) humidification dans la masse pour changer l'état, régalaie par couches minces et compactage moyen	1) maintien de l'état par arrosage+ compactage intense, pour des remblais de hauteur moyenne 2) humidification pour changer d'état avec régalaie par couches minces et compactage intense
	ts				

On réemploiera en priorité les matériaux de classe D3 pour le corps de digue. C'est également lors de cette étape que les protections ponctuelles en enrochements libres 300/1000kg sont mises en place ;

○ **Réalisation de la clé drainante** sur le talus aval à partir de matériaux 20-130mm ;

○ **Traitement de la partie supérieure du talus.**

Seul point particulier de ce phasage : la réalisation de la digue reconstituée amont. En effet, celle-ci présente une carapace en enrochements fondée sur le radier de confortement du fond. Aussi, au droit de ce secteur il est préconisé le phasage suivant :

- Mise en place d'une piste faisant office de batardeau pour réaliser les fouilles afin d'ancrer le radier sur sa portion rive gauche ;
- Dépose de la piste/batardeau et mise en place d'une piste sur buses permettant :
 - ☐ La réalisation de la carapace en enrochements en rive gauche ;
 - ☐ La réalisation de la portion rive droite du radier de stabilisation des fonds.

10.5 Traitement de la digue rive droite

10.5.1 Organisation par plot

De même que pour la digue rive gauche, il semble intéressant ici de raisonner par plots de 200m dans le mode opératoire, dans cette hypothèse, on obtiendrait environ un total de 13 plots.

Préalablement à toute intervention dans le lit mineur, une pêche électrique de sauvetage piscicole devra être effectuée pour capturer et déplacer les poissons présents dans le cours d'eau dans l'emprise du chantier. Un dispositif empêchant les poissons de revenir devant être mis en place dans la foulée (pose de buses, dérivation par batardeau, pompage, ...). La pêche électrique de sauvetage devra éventuellement être répétée selon le phasage du chantier.

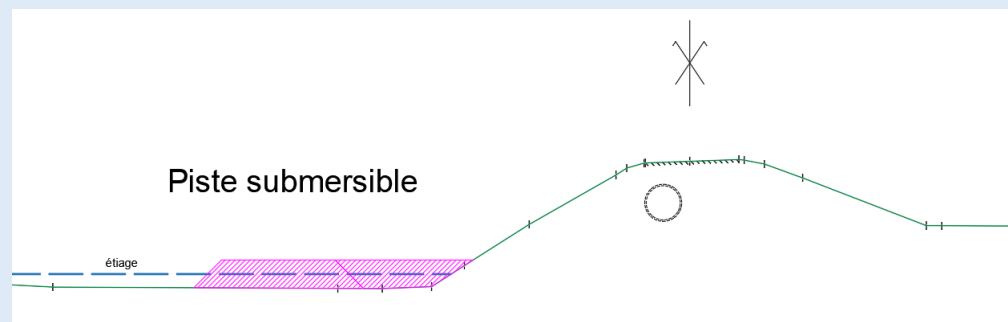
10.5.2 Détail par poste

Au droit de chaque plot, le mode opératoire suivant sera appliqué :

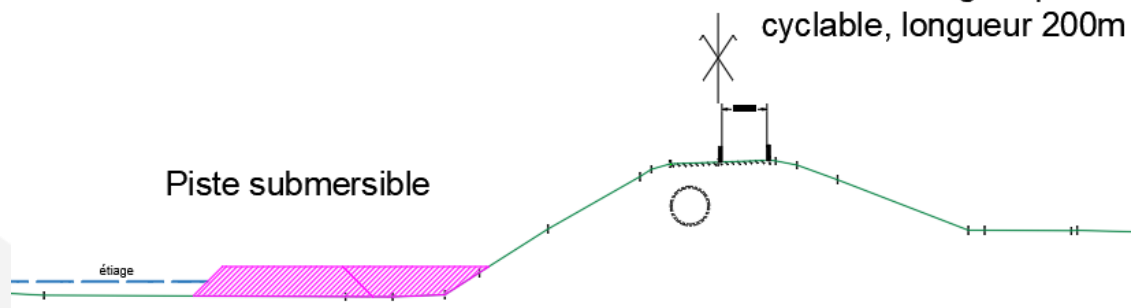
Amont Villarcher

Aval Villarcher

Mise en place d'une piste submersible en pied de talus amont

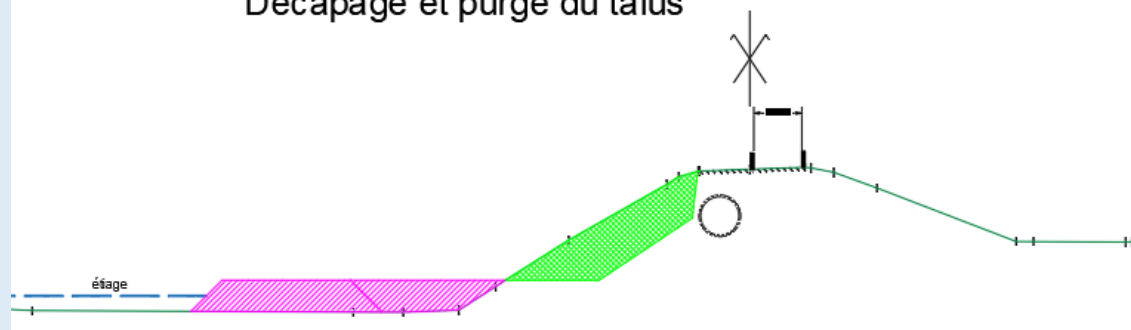


Aménagement d'une piste cyclable temporaire de largeur de 1.5m. A noter que nous faisons l'hypothèse dans notre phasage et notre chiffrage qu'aucune piste temporaire ne sera créée. En effet les opérations étant réalisées par plot de 200m, il ne nous semble pas trop impactant pour les usagers de la piste, de mettre pied à terre sur ce linéaire. Le chiffrage propose néanmoins, en prix pour mémoire, la mise en place d'une grave bitumeuse provisoire.

Réduction largeur piste
cyclable, longueur 200m

Décapage et purge du talus sur 50cm (Attention, les schémas utilisés dans ce paragraphe ne prennent pas en compte la position réelle de la conduite présente dans le corps de digue. Néanmoins, lors de cette étape une attention particulière devra être mise en œuvre afin de ne pas détériorer la conduite)

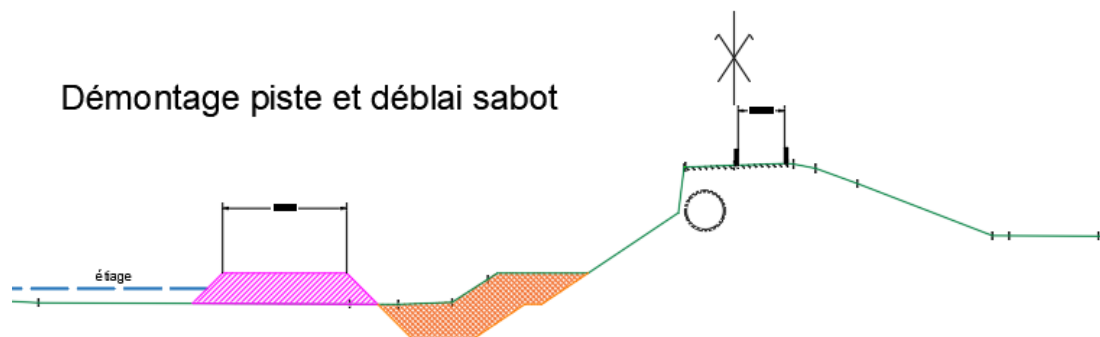
Décapage et purge du talus



Mise en place des enrochements en deux étapes (sur les secteurs enrochés) :

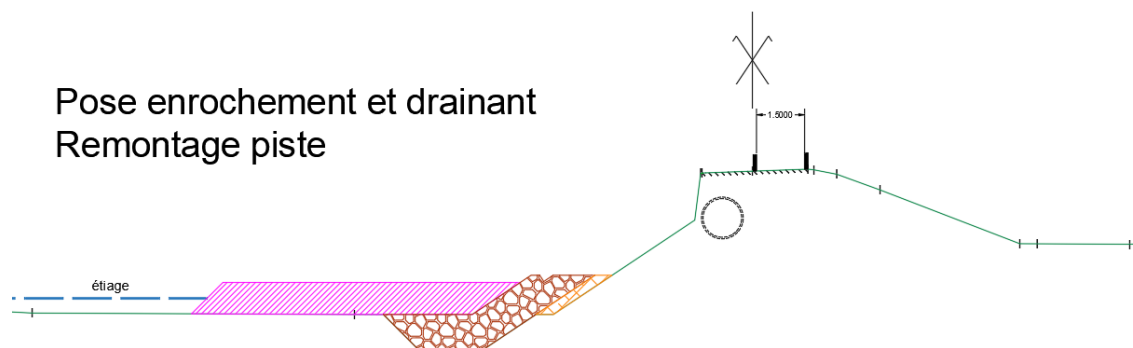
- Dépose de la piste et déblai sabot ;

Démontage piste et déblai sabot



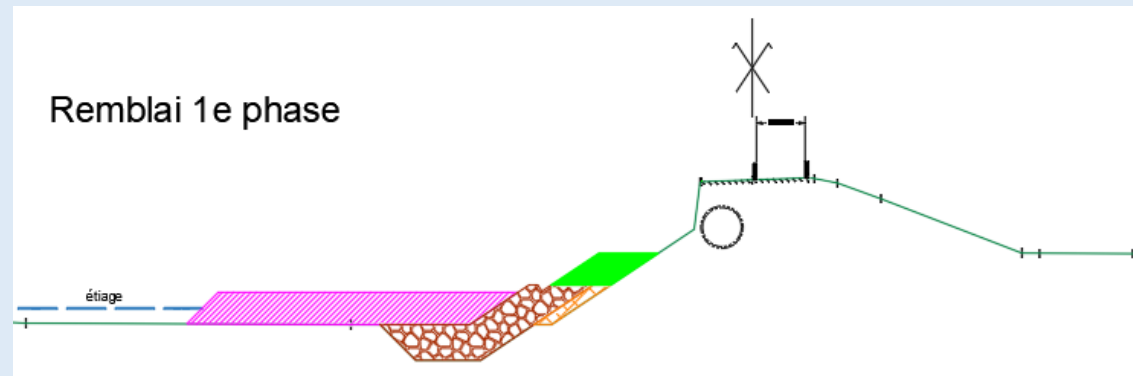
- Montage de la carapace jusqu'à la Q2.

Pose enrochement et drainant
Remontage piste



Traitement de la partie supérieure du talus : 1^{ère} phase

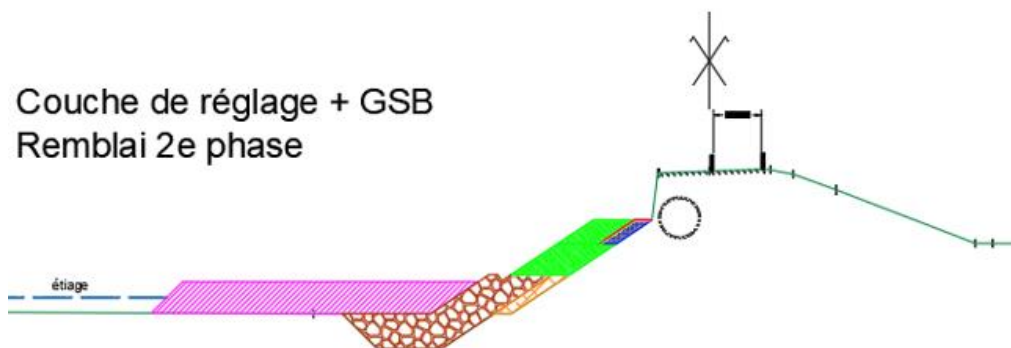
Remblai 1e phase



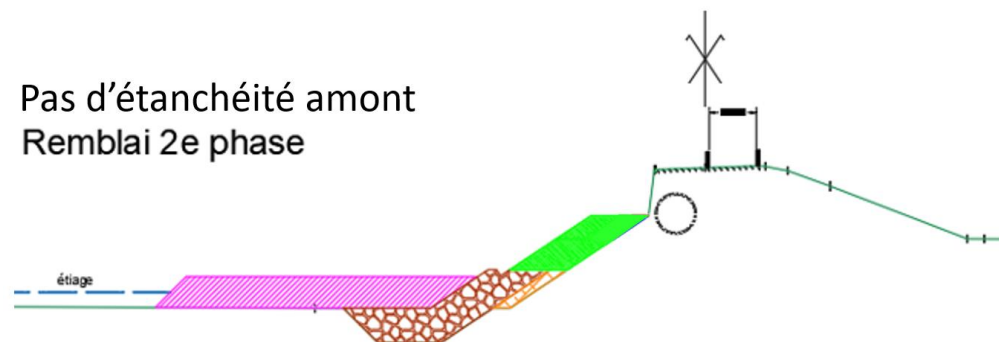
Mise en place des remblais techniques, couches supports et GSB

Mise en place des remblais techniques

Couche de réglage + GSB
Remblai 2e phase

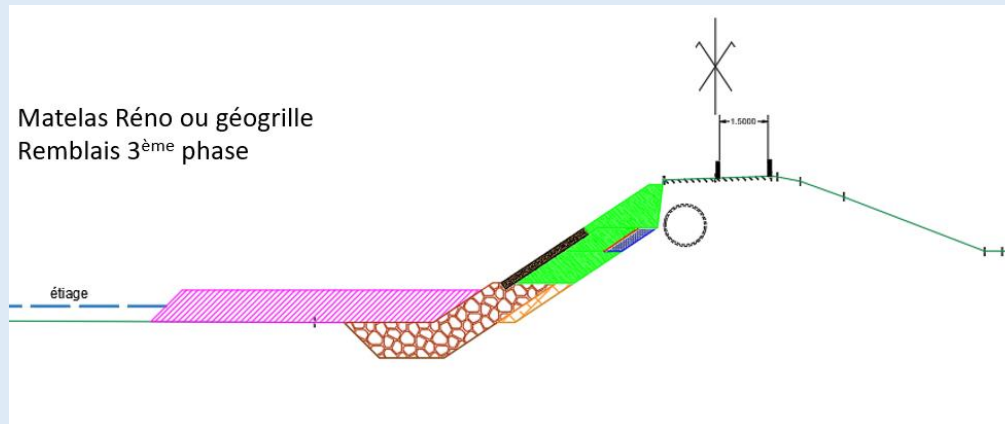


Pas d'étanchéité amont
Remblai 2e phase



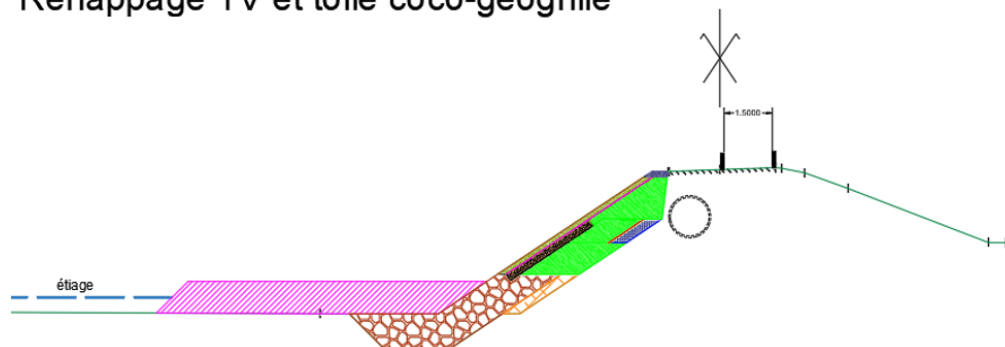
Mise en place du matelas Réno ou géogrille

Matelas Réno ou géogrille
Remblais 3^{ème} phase



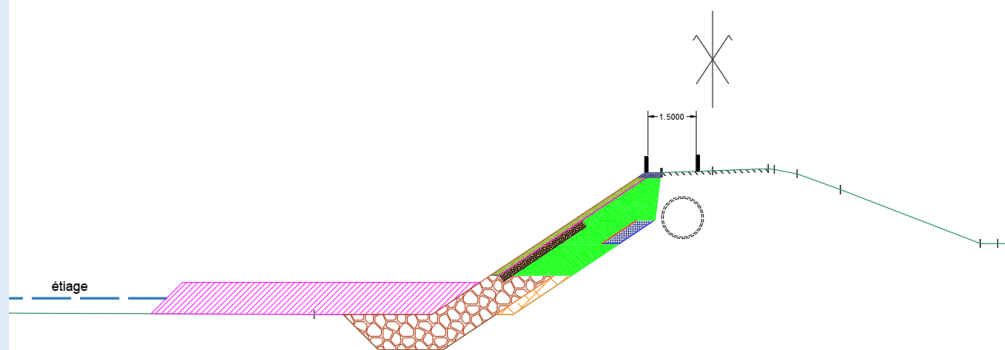
Mise en place des géotextiles, démontage de la piste cyclable existante (demi-portion)

Antifouisseur
Renappage TV et toile coco-géogridde

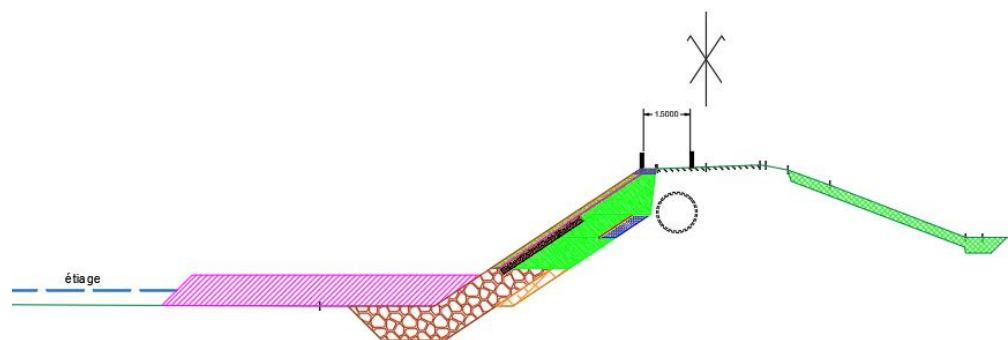


Décalage de la piste cyclable côté rivière

Déplacement piste cyclable réduite

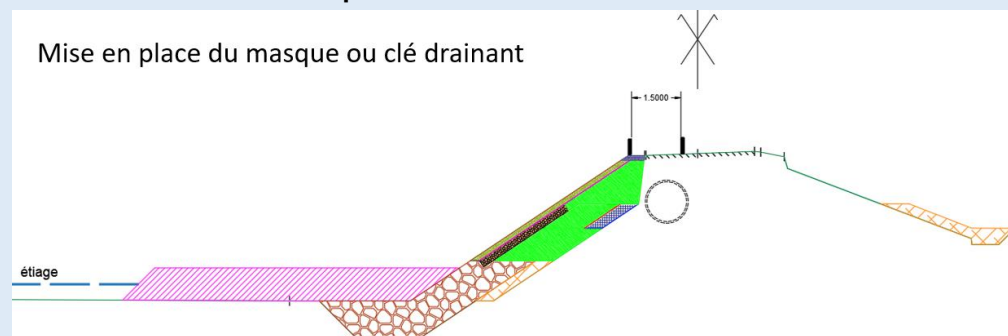


Purge du talus aval sur 50cm



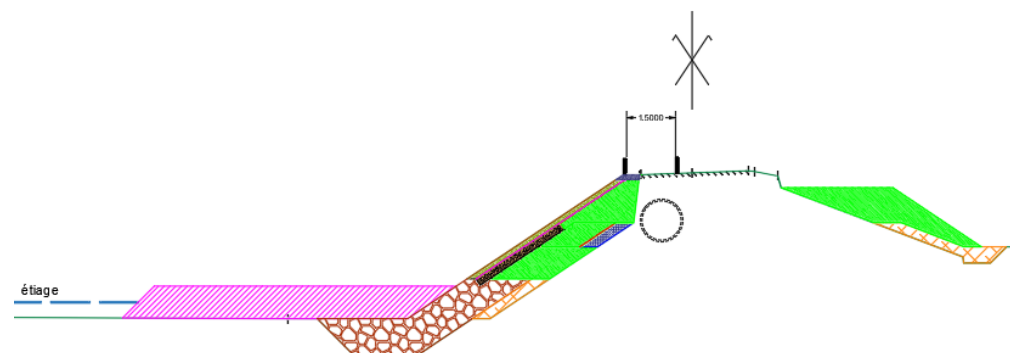
Mise en place du drainant 20-130mm en aval

Mise en place du masque ou clé drainant

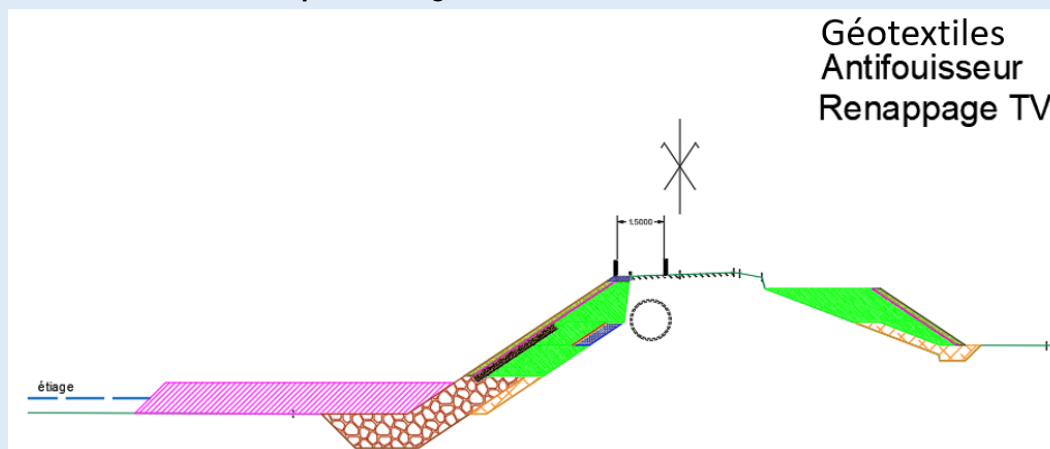


Mise en place du remblais technique

Remblai

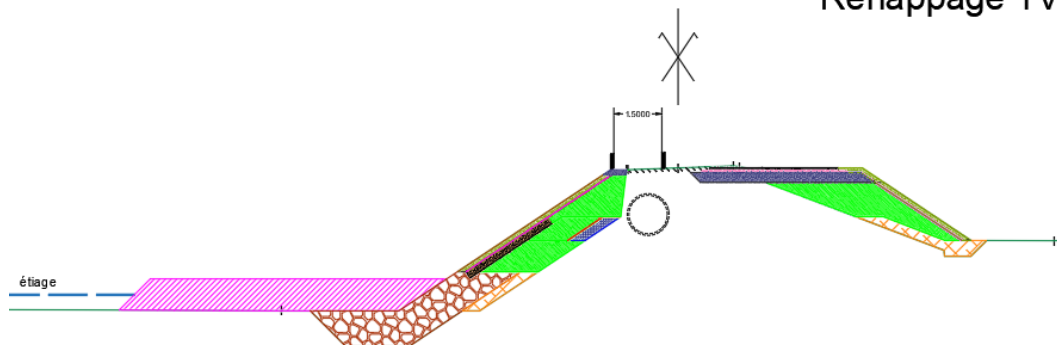


Mise en place des géotextiles et finitions du talus aval



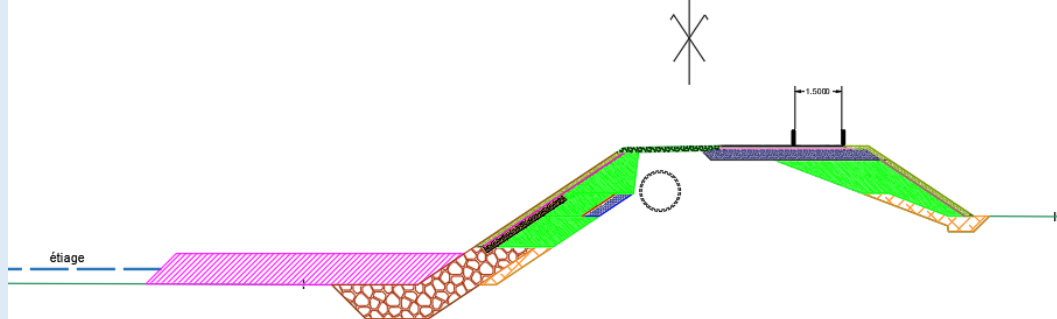
Démontage de l'ancienne et réalisation de la nouvelle piste cyclable

Piste cyclable
Renappage TV

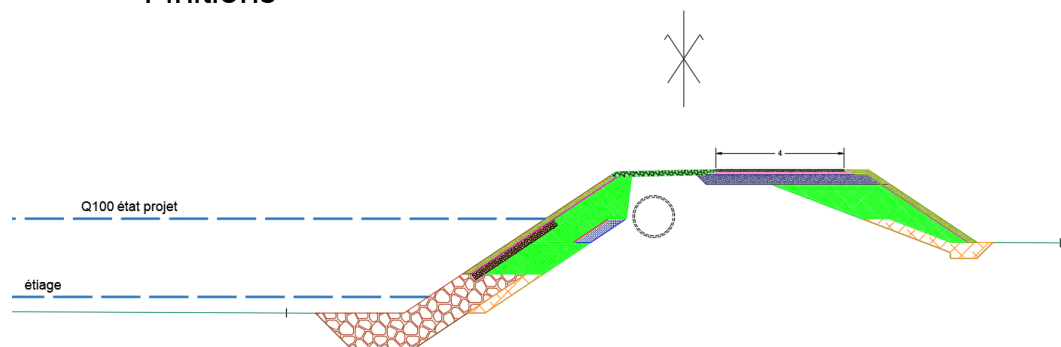


Finitions et ouverture de la nouvelle piste

Déplacement piste cyclable réduite
Finition mélange Terre-Pierre



Démontage piste Finitions



A noter que ce phasage pourrait être modifié à la marge en commençant par exemple par le traitement du talus aval en premier.

10.6 Réalisation des aménagements hydro-écologiques

Les aménagements hydro-écologiques se feront en concomitance avec les opérations de la digue rive droite, c'est-à-dire par plot de 200m d'aval vers l'amont.

La piste au sein du lit mineur employée pour le montage des enrochements en berge sera également utilisée pour la mise en place des différents aménagements. En outre, une partie des matériaux constitutifs de cette piste pourra être réemployée pour la réalisation des banquettes.

Si besoin, l'accès à la rive gauche se fera via un cheminement au droit de l'emprise de l'ancienne digue.

Les travaux de reméandrement au niveau du PK 4.55 se feront selon le procédé suivant :

- Déblai du nouveau lit hors d'eau ;
- Mise en place du matelas alluvial sur 0.3m ;
- Connection du nouveau lit à la Leysse par l'aval puis par l'amont afin de limiter les effets de chasse ;
- Mise en place du bouchon amont puis aval dans l'ancien lit ;
- Récupération du matelas alluvial de l'ancien lit et remise en œuvre dans le nouveau (préférentiellement sous forme de banquettes afin de limiter les départs de fines) ;
- Comblement de l'ancien lit et modelage de l'annexe connectée par l'aval.

En tout état de cause, l'ensemble de autres aménagements hydro écologiques se feront en eau. Des dispositifs filtrants seront disposés en aval de la zone de chantier. Une attention sera également donnée à la cadence des terrassements afin de limiter la turbidité des eaux.

11. MOUVEMENT DE TERRE

11.1 Blocs en enrochements du site

11.1.1 Récupération des blocs du site

L'ouvrage existant comporte :

- Un perré sarde composé de moellons joints ou disjoints ;
- Des blocs en enrochements liés notamment à des interventions suite à des crues successives.

Concernant le perré Sarde, nous avons fait l'hypothèse de ne pas compter la réutilisation des moellons dans le cadre de ce marché. Les déblais et le tri de ces matériaux rentrent soit dans les déblais pour sabot (rive droite et une partie de la rive gauche en amont), soit dans les déblais de la digue rive gauche.

Concernant les blocs d'enrochements présents, nous avons réalisé un relevé exhaustif des zones sur lesquelles des blocs sont visibles. En effet, certaines protections pourraient être sous le remblai de berge mais les informations en notre possession ne nous permettent pas d'en juger. Des sondages pourraient être réalisés pour affiner cette quantité.

La figure ci-dessous reprend la localisation des blocs :

Description du projet

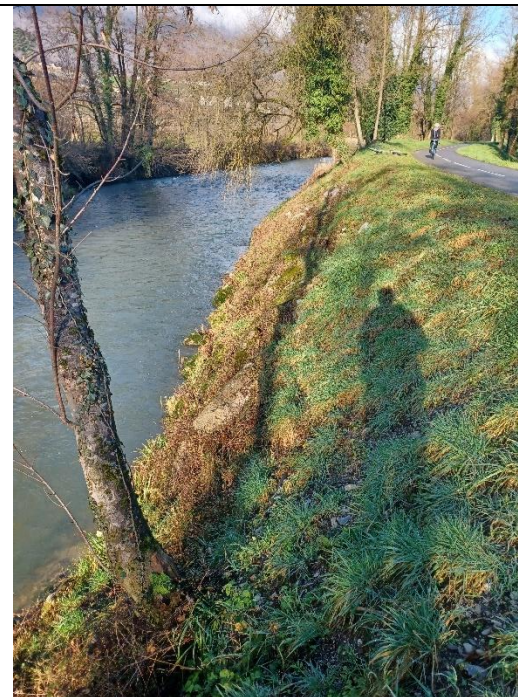


Figure 56 - Localisation des blocs visibles du secteur

11.1.2 Détail par zone d'aval vers amont



Rive droite sur 20 ml sur toute la hauteur du talus soit environ 40 m³





Rive droite Blocs en pied sur 10 ml ; environ 3 blocs au ml) soit environ 20 m3





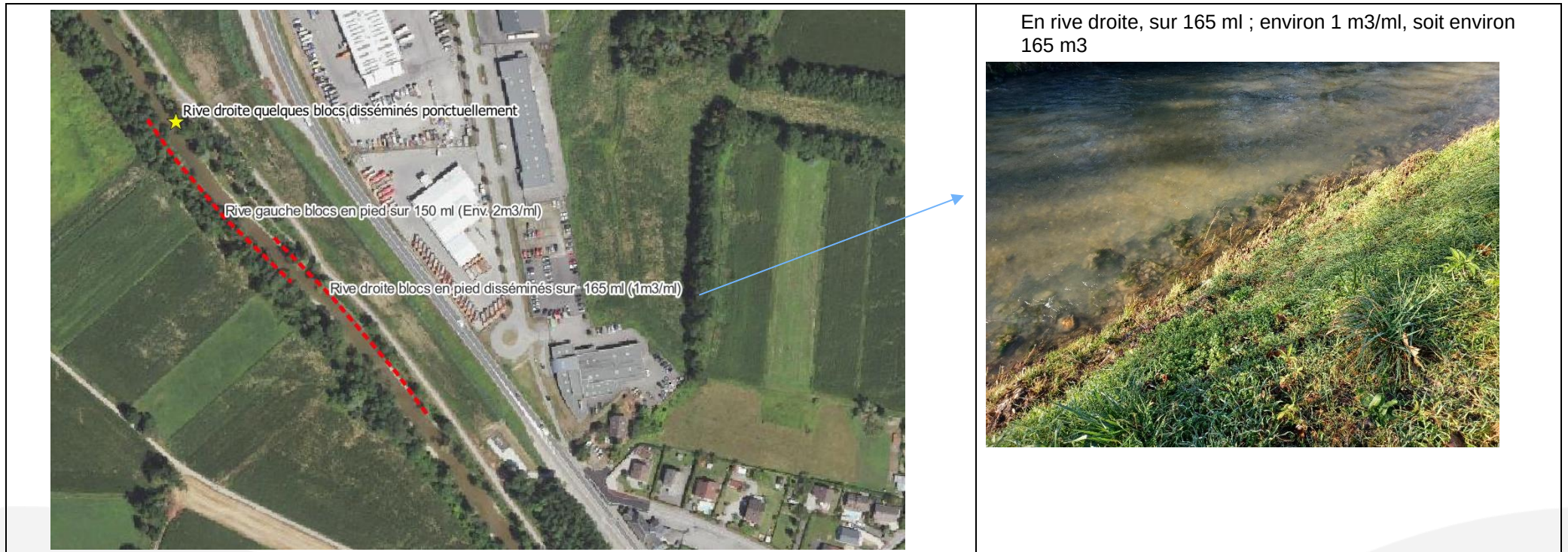
En rive droite, blocs disséminés en pied soit 20 m3

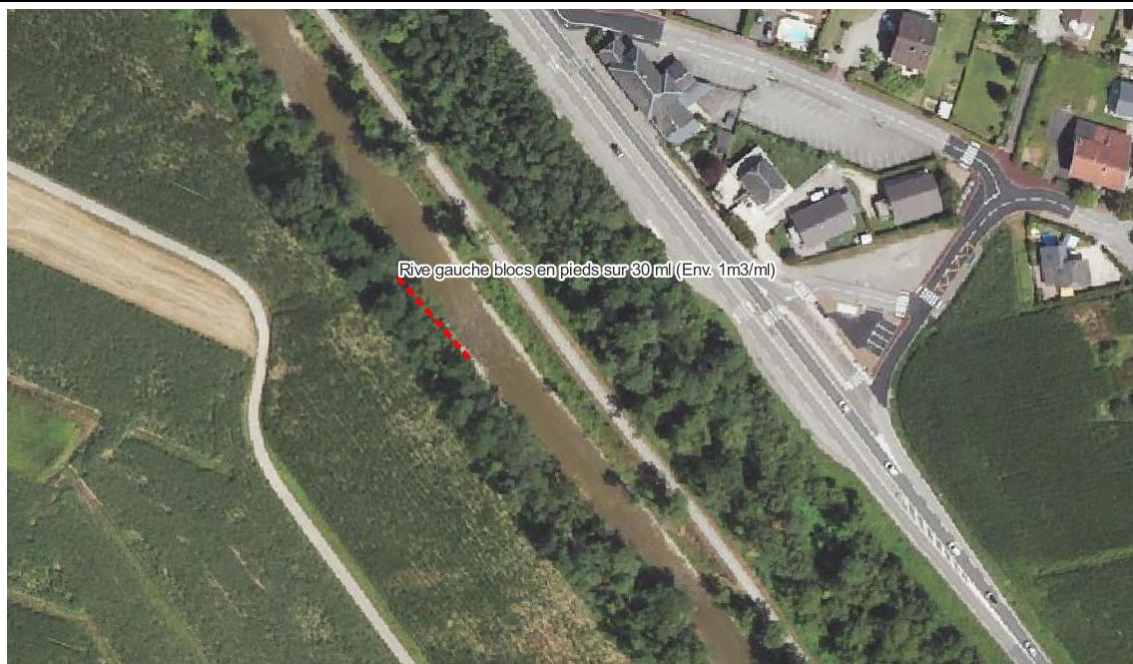




En rive gauche, sur 150 ml ; environ 2 m3/ml, soit environ 300 m3







En rive gauche sur 30 ml ; environ 1 m3/ml soit environ 30 m3





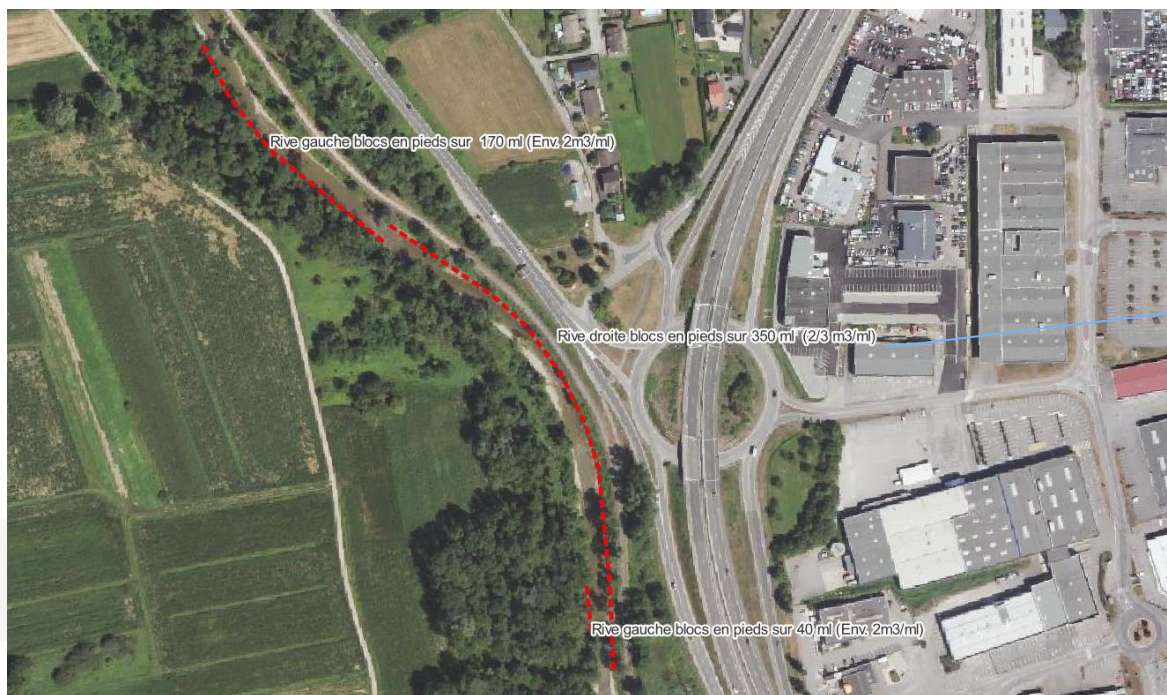
En rive droite sur 20 ml environ 1 m3/ml soit environ 20 m3



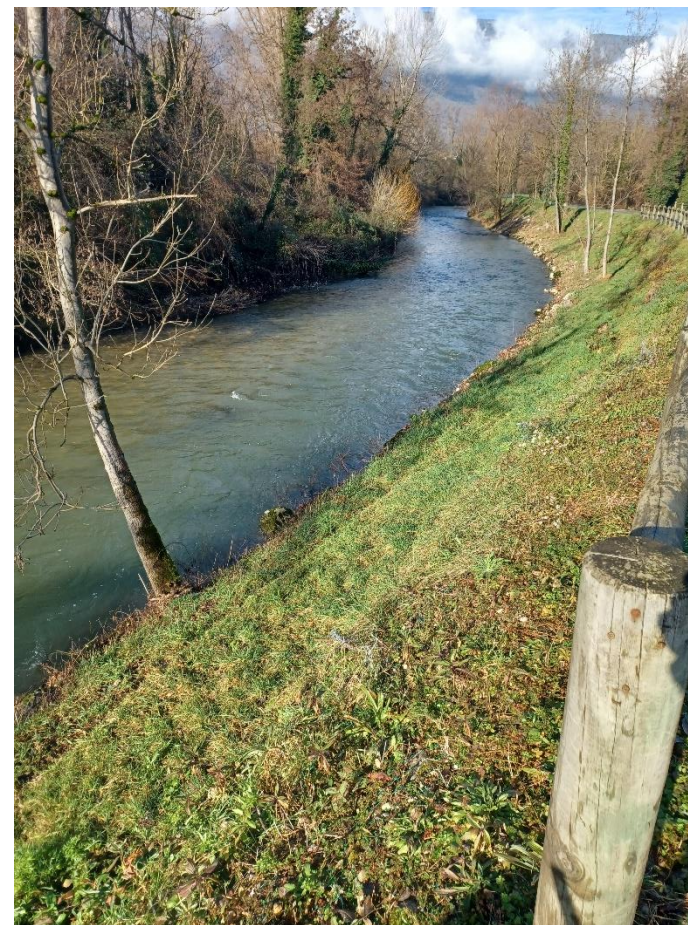


En rive gauche sur 170 ml, environ 2 m3/ml soit environ 340 m3





En rive droite dans la courbe de Villarcher, sur environ 350 ml, environ 2 à 3 m³/ml soit environ 700 m³





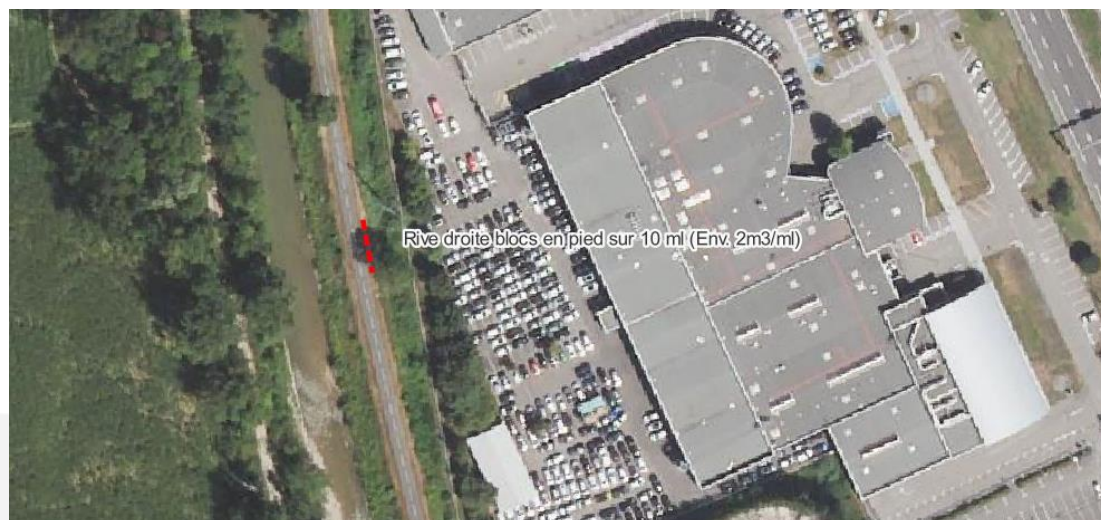
En rive gauche, sur environ 40 ml, environ 2 m3/ml soit environ 80 m3





En rive gauche sur environ 50 à 60 ml, environ 1 m3/ml soit environ 50m3





En rive droite sur environ 10 ml, environ 2 m3/ml soit environ 20 m3





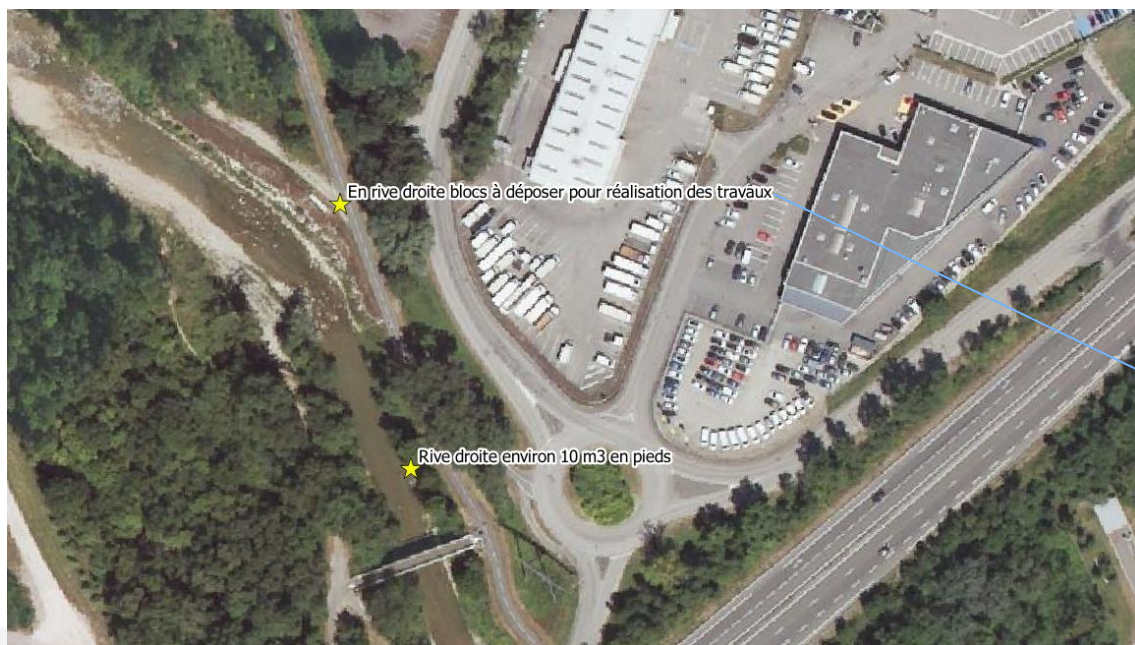
En rive gauche sur environ 50 ml, environ 2 m3/ml soit environ 100 m3





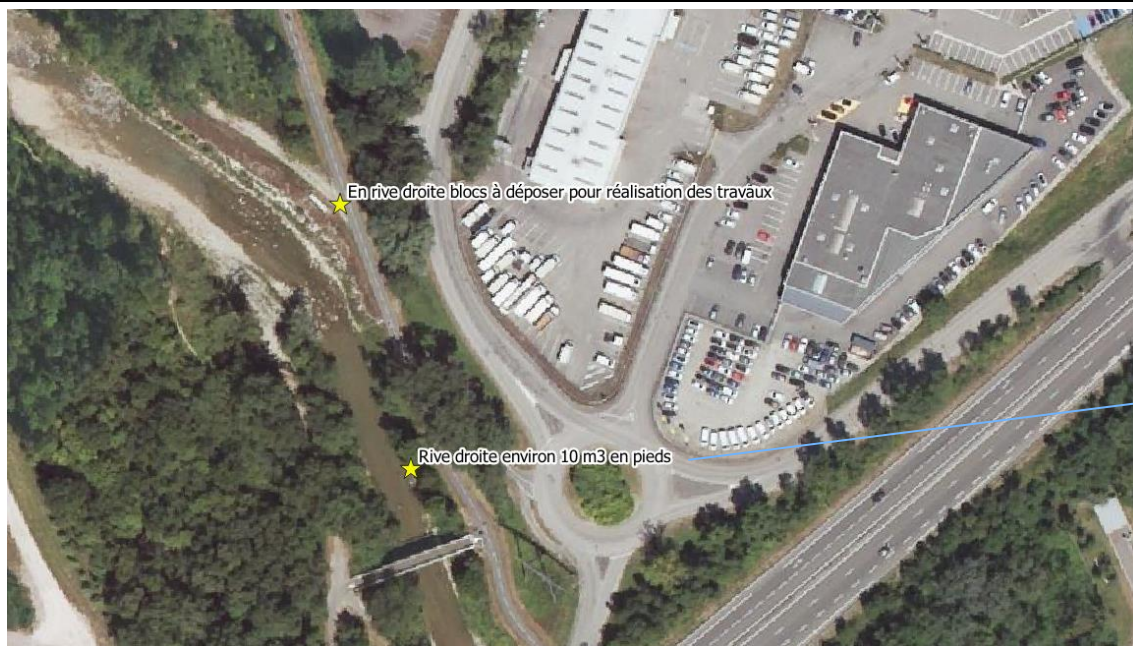
En rive droite dans le bras mort sur 20 m environ 20 m3 de blocs





En rive droite, blocs du massif de coupure pour réalisation des travaux (dépose, repose)





En rive droite, 10 m3 de blocs

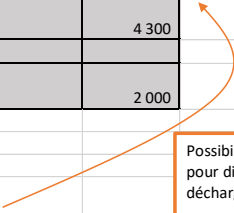


11.1.3 Volume estimé

Le volume estimé repris sur chantier est de 2200 m³. Ces blocs seront préférentiellement utilisés pour le sabot en enrochements du fait de l'hétérogénéité de la blocométrie.

11.2 Mouvement des matériaux

Le mouvement des matériaux tient compte à la fois du phasage des travaux mais également des sondages géotechniques. Le détail de nos hypothèses est visible sur le tableau et les explications suivantes.

141/ 147

A ce jour les besoins en matériaux sont de différentes natures :

- Remblais techniques tout venant type C1Bi pour élargissement, épaulement, construction de digue ;
- Remblais drainants type 20/130 mm pour la réalisation de la clé et du masque drainant ;
- Remblais de type A1 pour le confinement du GSB ;
- Terre végétale pour la finition des talus de digue.

Comme expliqué avant dans le document une optimisation a été faite au travers de la G2Pro afin de diminuer le besoin en matériaux de remblai technique.

Par exemple, la mise en place de la géomembrane en amont de Villarcher permet d'éviter un épaulement trop important sur le talus aval. Ou encore, en aval de Villarcher l'épaulement conséquent prévu sur le talus aval n'est plus nécessaire eu égard au masque drainant réalisé.

Les gisements de matériaux sont :

- L'arase de la digue rive gauche ;
- Le décapage des digues rive droite et rive gauche ;
- La purge du TN pour assise de la future digue rive gauche ;
- Le déblai de double digue rive droite ;
- Le déblai en lit mineur pour sabot et radier de la section de contrôle ;
- Le stock d'argile au Viviers du Lac.

Concernant ces gisements, les hypothèses suivantes ont été faites :

- Le sol d'assise de la nouvelle digue rive gauche que l'on peut qualifier de terre arable (terre agricole) sera réemployé pour confectionner la terre végétale. Elle devra faire l'objet d'un traitement particulier. Nous avons prévu dans le cadre de ce marché un protocole particulier en circuit court nous permettant d'avoir une entière maîtrise de la qualité de terre végétale indépendante d'un fournisseur extérieur. Pour ce faire les déblais de purge seront mélangés dès que possible du broyat des rémanents (seront exclues les zones avec présence d'EEE), broyés en copeaux 0/50 mm. Le mélange sera laissé en jauge le temps de la dégradation de la matière organique. Un amendement organique sera ajouté si nécessaire. Aucun amendement minéral ne sera ajouté.
- Le décapage des digues rive gauche et rive droite sont essentiellement pollués de matières organiques ne les rendant pas réutilisable en remblais techniques. Ceci étant nous considérons tout de même une partie valorisable (après criblage) à hauteur de 25 % sur la digue rive gauche et à hauteur de 40% sur la digue rive droite en fonction de la destination retenue :
 - 25% du décapage de la digue rive gauche soit 2250 m3 (25 % de 9000 m3) est valorisé en C1bi ;

- 15% du décapage de la digue rive droite soit 5 700 m³ (25% de 38 000 m³) nous semble réutilisable pour confectionner du matériaux drainants (décapage des couches les plus profondes du squelette de la rive droite) ;
- 25% du décapage de la digue rive droite soit 9 500 m³ (25% de 38 000 m³) nous semble être valorisable en matériaux C1Bi ;
- Après décapage de la digue rive gauche, les matériaux du corps de digue semblent valorisables en remblais techniques au regard des résultats de la G2PRO (cf annexe). Cela représente un volume de 52 000 m³. Ces matériaux représentent le plus gros gisement du chantier pour les remblais techniques dans un premier de la nouvelle digue rive gauche puis de la rive droite (au regard du phasage proposé). ;
- Après décapage de la digue rive droite au droit du secteur de la double digue, les matériaux constitutifs du corps de digue sur ce linéaire précis seront valorisés en remblais techniques C1Bi ;
- Enfin, concernant les déblais dans le lit mineur, que sont les déblais pour réalisation du sabot de la rive droite et le radier en enrochements, ceux-ci ont été valorisés à hauteur de 25% au regard d'absence de sondage et du REX du chantier de l'Hyères. Le reliquat non réutilisé est utilisé pour la percolation du sabot et de la carapace rive droite.

Comme indiqué dans le mouvement de terre, un certain volume d'apport est alors nécessaire au regard des hypothèses de valorisation :

- Remblais techniques C1Bi à hauteur de 5 500 m³ ;
- Matériaux drainants à hauteur de 4 300 m³.

Les matériaux impropres à la réutilisation sont alors d'environ de 27500 m³ provenant de la partie non valorisable du décapage de la digue rive droite et gauche.

Trois pistes d'optimisation pourraient être étudiées pour diminuer ce volume envoyé en décharge :

- Régalage sur les zones intra digue soit 7500 m². Néanmoins étant dans la section d'écoulement cette hypothèse serait à modéliser pour voir l'impact sur la ligne d'eau ;

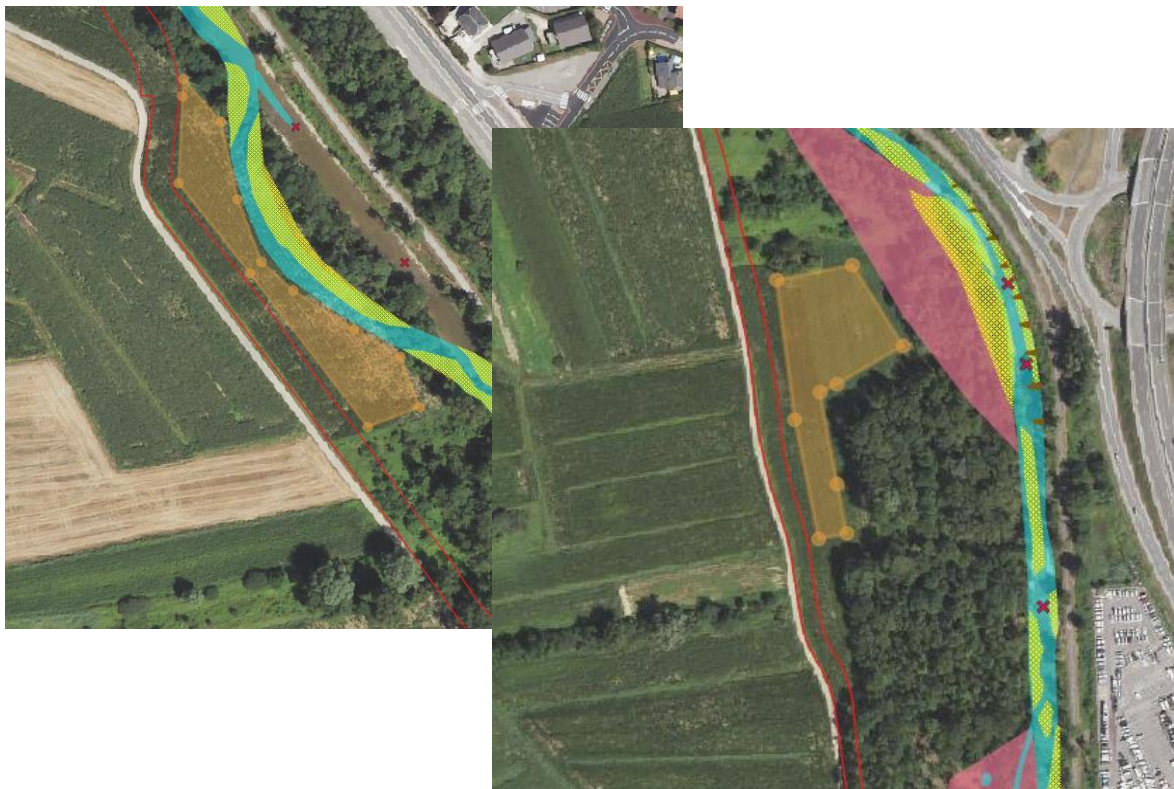
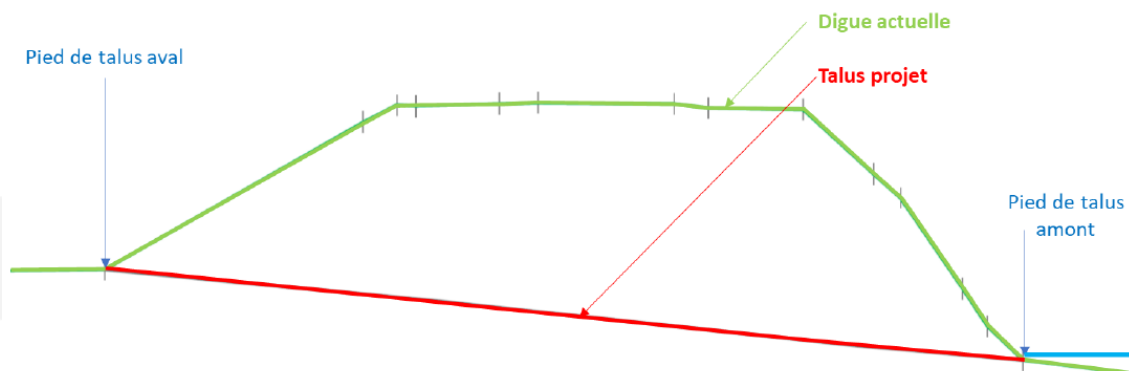
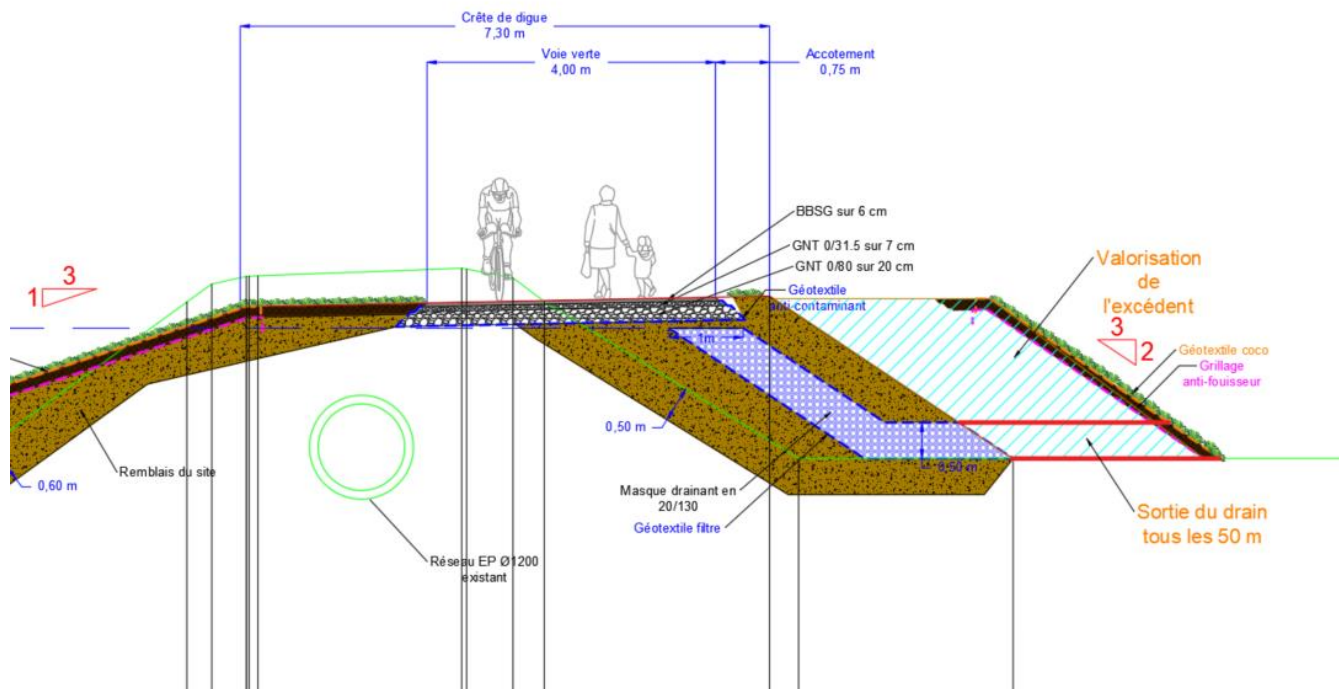


Figure 57 - Zones de dépôts possibles

- Régilage sur la digue rive gauche arasée. Une épaisseur de 30 à 50 cm pourrait être régaliée sur la largeur. Cette solution demande également une vérification de l'impact hydraulique ;



- Enfin, une partie des matériaux pourrait être valorisé en engraissement complémentaire du talus aval de la rive droite en aval de Villarcher (cf aplat bleu). Cette solution est à confronter avec les contraintes foncières du projet



Concernant les aménagements hydro-écologiques, les volumes seront optimisés de la sorte :

- La matériaux 200-400mm à mettre en œuvre au sein des banquettes pourra être ponctuellement remplacé par les blocs constitutifs du perré sarde. Également les matériaux plus fins pourront provenir des terrassements en berge ;
- D'après les sondages du site, les sols déblayés au sein du nouveau lit méandrique au PK 4.55 sont peu valorisables car principalement argileux, aussi ces volumes seront remis en œuvre pour le comblement de l'ancien lit.

12. PLANNING DE L'OPERATION

Le planning de l'opération tient compte des éléments ci-dessous :

- Les périodes réglementaires (extrait du rapport TERE0 de juin 2021)

Le projet entrainera des destructions d'habitats de nidification pour l'avifaune. Pour éviter le risque d'abandon et de destruction de gîtes et de nids pour l'avifaune, les travaux de débroussaillage, défrichements, coupes et abattages d'arbres seront réalisés en dehors de la période de nidification et de reproduction. Ils pourront être réalisés entre le 15 août et fin octobre sur tous les secteurs concernés par des défrichements, coupes et abattages d'arbres et entre le 15 septembre et fin novembre sur tous les secteurs concernés par des travaux de débroussaillage, hormis les secteurs favorables au cuivré des marais (cf. § ci-dessous).

Le projet entrainera également la destruction d'habitats favorables à la reproduction du cuivré des marais. De plus, les imagos sont susceptibles de voler jusqu'en septembre et les larves se situent dans la végétation à hauteur du sol durant tout l'automne, l'hiver et jusqu'au début de printemps. Afin d'éviter le risque de destruction d'individus et de pontes, les emprises favorables au cuivré des marais seront fauchées avec export, en rotation, entre mi-octobre et début mai. En amont des travaux de débroussaillage, ces emprises seront mises en défens.

Enfin, afin d'éviter les périodes de reproduction des différentes espèces piscicoles présentes dans le linéaire d'étude, les travaux en rivière seront effectués entre juin et fin octobre.

Type de travaux	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Défrichements, coupes et abattages												
Débroussaillage des emprises												
Fauche avec export (parcelles cuivré)												
Travaux en rivière												

Période favorable
 Période défavorable

Tableau 22 : Périodes favorables pour les travaux

- Les travaux de la rive droite ne peuvent être menés qu'une fois la section élargie donc l'ancienne digue rive gauche arasée et la nouvelle digue réalisée. En effet les travaux rive droite empiètent sur la section hydraulique disponible
- La réalisation de la nouvelle digue rive gauche se fait en parallèle de l'arasement de l'ancienne digue
- Les travaux au droit de la section de contrôle se font en toute fin de chantier. En effet, cela permet de diminuer le débit transitant sur la partie aval et donc de diminuer la sollicitation de la digue rive en travaux. Cela permet également de diminuer la sollicitation des aménagements provisoires (batardeaux, pistes, et passages busés)
- Les périodes de réalisation favorables aux plantations.

Description du projet

		Année N					Année N+1										Année N+1													
	Périodes de travaux réglementaires	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
	Défrichement coupes et abattage																													
	Débroussaillage des emprises																													
	Fauche avec export des parcelles avec présences du cuivrés des Marais																													
	Travaux en rivière																													
	Installations de chantier / Zone de base vie et tri des matériaux																													
RIVEGAUCHE	Purge du TN nouvelle digue Rive gauche																													
	Démontage de l'ancienne digue et remontage de la nouvelle digue (9 à 10 plots) hors profil amont 1 à 9																													
	Aval vers amont																													
	Réalisation de la terre végétale et ensemencement digue rive gauche																													
RIVEDROITE	Réalisation de la digue rive droite et des aménagements hydro-écologiques																													
	Sur la moitié du linéaire																													
	Réalisation de la terre végétale et ensemencement de la digue rive droite																													
	Sur la moitié du linéaire																													
	Plantation sur l'emprise de l'ancienne digue rive gauche																													
	Sur la moitié du linéaire																													
	Réalisation de la digue rive droite et des aménagements hydro-écologiques																													
	Sur la moitié du linéaire																													
Réalisation de la terre végétale et ensemencement de la digue rive droite																														
Sur la moitié du linéaire																														
Section de contrôle	Plantation sur l'emprise de l'ancienne digue rive gauche																													
	Sur la moitié du linéaire																													
	Réalisation des travaux de la digue rive gauche et demi radier de contrôle (profils 1 à 9 rive gauche)																													
	Réalisation des travaux rive droite au droit de la section de contrôle profils 28 à 32																													