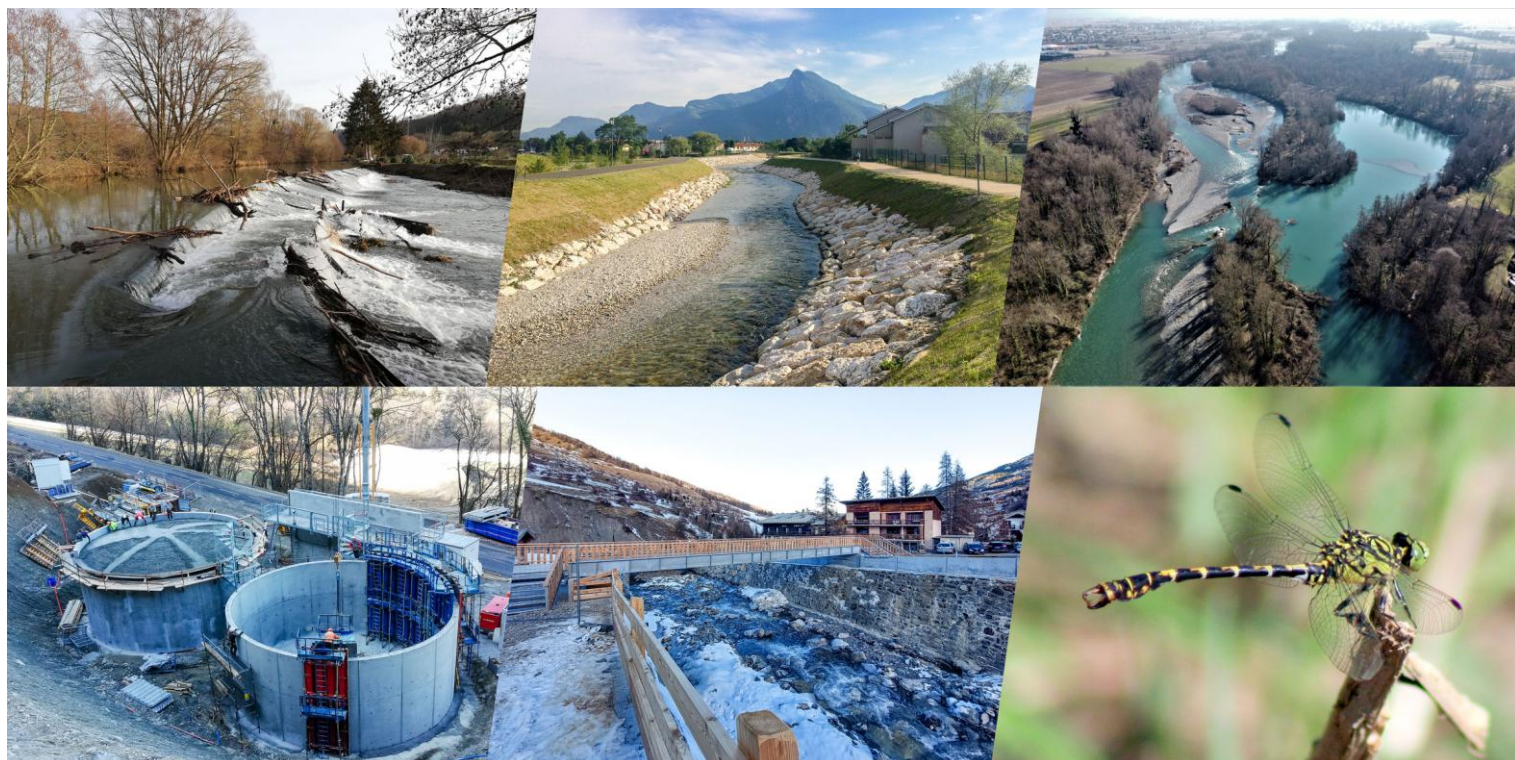


**PRO sur la réfection de 2 ouvrages hydrauliques sur
le Fier intégrant la continuité écologique : seuil
naturel et contre seuil (commune de la Balme de
Thuy)**

N° de référence : ARI21-100

Version 1

hydrétudes
Groupe **altéreo**



eau et territoires durables

Suivi et VISA du document

Maître d'ouvrage

Département de la Haute-Savoie
Service Eau et Assainissement
CS32444
74041 Annecy Cedex
04 50 33 50 00

Opération

PRO sur la réfection de 2 ouvrages hydrauliques sur le Fier intégrant la continuité écologique : seuil naturel et contre seuil (commune de la Balme de Thuy)
ARI21-100
Lionel GUITARD
PRO

Emetteur

HYDRETUDES - Centre technique principal
815, route de Champ Farçon
74370 ARGONAY
Tél : 04.50.27.17.26
Mail : contact@hydretudes.com

Document

Rapport PRO étude préliminaire
Juin 2025

Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	Mars 2026	V1	Vincent CREVOLIN	
2				
3				
4				
5				

Sommaire

1.	CONTEXTE.....	6
1.1.	Préambule sur la dynamique morphologique du fier	6
1.2.	Objet du marché	7
2.	RAPPEL DU CONTEXTE.....	9
3.	RAPPEL DE L'AMENAGEMENT VALIDE EN PHASE AVP	15
3.1.	Amont du seuil.....	15
3.2.	Bras de contournement	16
3.3.	Rampe aval et renforcement du pied du seuil « naturel »	17
4.	PRECISIONS DE L'AMENAGEMENT PHASE PROJET	19
4.1.	Dimensionnement	19
4.1.1.	Amont du seuil : anse d'érosion.....	19
4.1.2.	Rampe de restauration de la franchissabilité piscicole : une vue d'ensemble.....	24
4.2.	Chiffrage	28
4.3.	Impacts et mesures compensatoires.....	28
4.4.	Suivi et entretien	28
4.5.	Procédures règlementaires	29
5.	GESTION EN PHASE CHANTIER.....	30
5.1.	Calendrier prévisionnel	30
5.2.	Maîtrise foncière	31
5.2.1.	Acces travaux et zone de stockage/ base vie.....	31
5.2.2.	Réseaux existants	34
5.2.3.	Contraintes spécifiques du site	34
5.3.	Gestion des eaux et chronologie	34
5.4.	Mesures de gestion des MES	35
5.5.	Protection du milieu et respect de l'environnement.....	36
5.6.	Gestion des espèces invasives	37
5.6.1.1.	Buddleja du Père David (Buddleja davidii)	38
5.6.1.2.	Erigeron du Canada (Erigeron canadensis)	38
5.6.1.3.	Balsamine de l'Himalaya (Impatiens glandulifera).....	39
5.6.1.4.	Vigne-Vierge commune (Parthenocissus inserta).....	39
5.6.1.5.	Solidago géant (Solidago gigantea)	40
5.6.1.6.	Traitement et procédures	40
5.7.	Etudes d'exécutions	41

5.8.	Remise en état	42
------	----------------------	----

Liste des figures

Figure 1 : Seuil "naturel" du Fier (HYDRETUDES (2022)	7
<i>Figure 2 : Migration engendrée par un affleurement rocheux consécutif à l'incision du lit en aval du seuil naturel : a) situation en 1968 - b) situation en 2012 c) comparaison des bandes actives de 1968 et 2012 qui indique la migration engendrée en aval.....</i>	<i>11</i>
Figure 3 : Typologie de rivière le long de la plaine du Fier (PGS ; HYDRETUDES ; 2014)	11
Figure 4 : Etat en mai 2024	12
Figure 5 : Prise de vue drone du seuil "naturel" en octobre 2020, montrant déjà l'impact de la dalle marno-calcaire sur la dérivation des eaux en rive droite.	12
Figure 6 : Prise de vue drone de la berge en rive gauche en aval des contre-seuils	13
Figure 7 : Comparaison de vues aérienne de la zone d'étude	14
Figure 8 : Coupe type de la protection de berge dans l'anse d'érosion	20
Figure 9 : Lit de branches à rejets (src. la compagnie des forestiers)	20
Figure 10 : Vue en plan du projet sur l'anse d'érosion du Fier	21
Figure 11 : Exemple de résultat de la simulation hydraulique des écoulements pour le module (7m ³ /s), des crues courantes (94 m ³ /s) et Q10 (225 m ³ /s)	22
Figure 12 : Crue centennale sur le projet amont	23
Figure 13 : Vitesses et contraintes hydrauliques pour deux débits version Projet.....	23
Figure 14 : Vue en plan et coupes associées	24
Figure 15 : Profil en long de la rampe en enrochement	25
Figure 16 : Coupe type du liasionnage de blocs en pied de seuil "naturel"	25
Figure 17 : Vue en plan de l'aménagement de bras de contournement prévu et position de la vanne à madriers.....	26
Figure 18 : Idée de représentation de l'aménagement envisagé (photo. Hydrétudes d'un affluent de l'Isère, 38).....	26
Figure 19 : Coupes 1, 2 et 3 du bras de contournement.....	26

Figure 20 : Profil en long du PROjet de restauration de la continuité du Fier au niveau du seuil « naturel », (Hydrétudes, 2026).....	27
Figure 21 : Evaluation des coûts de travaux en phase PRO (Hydrétudes, 2026).....	28
Figure 22 : Calendrier des travaux estimé	31
Figure 23 : Solution 1 d'accès et de zone de stockage /base vie.....	31
Figure 24 : Solution 2 d'accès travaux avec création d'une piste.....	32
Figure 25 : Première étape de dérivation.....	34
<i>Figure 26 : Exemple d'un barrage filtrant « paille » (HYDRETTUDES, Saint Ruph 74, 2015) et par gravelette (HYDRETTUDES, Foron de Taninges 74, 2018).....</i>	<i>35</i>
Figure 27 : Cartographie des EVEC (2023)	37
Figure 28 : Buddleja du Père David (Buddleja davidii) (Scientia naturalis)	38
Figure 29 : Erigéron du Canada (Erigeron canadensis) (Scientia naturalis)	38
Figure 30 : Balsamine de l'Himalaya (Impatiens glandulifera) (Scientia naturalis)	39
Figure 31 : Vigne-Vierge commune (Parthenocissus inserta) (Scientia naturalis)	39
Figure 32 : Solidage géant (Solidago gigantea) (Scientia naturalis)	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Avantages/inconvénients des différents accès travaux proposés	33
Tableau 2 : Synthèse des EEE présentes sur la zone d'étude.....	37
Tableau 3 : Exemple de plantes invasives à neutraliser si observées sur la zone de travaux.....	41

1. Contexte

1.1. Préambule sur la dynamique morphologique du fier

Le Fier, un des cours d'eau les plus importants de la Haute-Savoie, est une rivière de montagne à écoulement torrentiel. La forte pente de 12.7% en tête de bassin versant est à l'origine d'écoulements solides importants. Cette pente s'adoucit dans les environs de Thônes pour former **la plaine du Fier** et le cours d'eau adopte alors un fonctionnement de rivière à fort pouvoir divaguant. C'est aussi un **couloir écologique** important avec notamment la remontée des salmonidés.

Suite aux nombreuses extractions de matériaux dans la Plaine d'Alex entre le pont de Morette et le pont de Dingy, jusque dans les années 80, le lit du torrent s'est **profondément incisé** avec une mise à nue de couches d'argiles en partie basse de la plaine, et l'affleurement de substratum (marnes calcaires) sur la partie amont, et a déstabilisé la RD909 qui longe le Fier.

Cela a conduit à la définition d'un programme de travaux en 1989 visant à la restauration d'un équilibre du lit du Fier et de sa stabilisation lorsque nécessaire aux abords des enjeux.

En dépit des aménagements réalisés au tout début des années 90, une **évolution défavorable** du lit du Fier a continué à être observée sur la moitié amont de la plaine, avec une incision du lit qui a perduré jusqu'à mettre en péril le seuil naturel c'est pourquoi un contre seuil a été construit dans les années 90 juste en aval pour le protéger.

Pour autant, suite à une étude de 2006, il a été constaté **la poursuite d'un abaissement du lit** en pied de contre-seuil et à proximité aval, qui avait fortement déstabilisé ce dernier, avec de plus, un fort engravement de la passe à poissons.

Depuis, **la dynamique d'incision se renforce et la pérennité du seuil naturel est menacée** par la destruction du contre seuil. Le processus **d'érosion régressive** est déjà en place et il est possible de constater année après année **l'enfoncement de la fosse sous le seuil** naturel entre la dalle marno-calcaire.

Des actions sont donc encore nécessaires pour assurer la pérennité du système seuil naturel-contre seuil, jugé à l'époque indispensable à la pérennité du RD909 ainsi que pour assurer la continuité piscicole dans ce secteur.

De plus, en tant que gestionnaire de l'Espace Naturel Sensible de la plaine du Fier, le Département de Haute-Savoie se doit d'assumer les responsabilités qui lui incombent et à ce titre respecter les obligations réglementaires fixées par l'article L214-17 du code de l'environnement. Il a notamment été décidé qu'il était garant d'un espace suffisamment grand de divagation du Fier dans la plaine. Il doit aussi s'assurer de la continuité écologique sur ce territoire.

1.2. Objet du marché

Ainsi, l'objet principal du marché est une mission de Maîtrise d'œuvre pour :

- **Le confortement et la restauration du seuil naturel**
- **Le confortement et la restauration du contre seuil**
- **Assurer la continuité écologique (piscicole et sédimentaire) des ouvrages**

La mission comprend également l'établissement de tout dossier réglementaire afférent à l'opération (dossier Loi sur l'Eau, étude faune flore, etc).

D'une manière générale, les aménagements projetés devront être en accord avec les objectifs du contrat de bassin Fier et Lac et **tenir compte des enjeux associés à ces ouvrages**. Il est attendu de prendre en compte le **contexte local de chaque ouvrage et du secteur en général et qu'une approche globale du système seuil/contre seuil soit réalisée plus qu'une addition de 2 projets**, le tout intégrant la présence de la route départementale en rive gauche et d'un chemin piétonnier récemment créé en rive droite.



Figure 1 : Seuil "naturel" du Fier (HYDRETUDES (2022))

Le présent document correspond à la phase PRO, pour laquelle les objectifs sont d'approfondir le scénario **d'aménagement validé par les membres du COPIL à l'issue de la phase AVP, ce qui inclut principalement :**

- **Un rappel des éléments de contexte de base ;**
- **Un rappel des enjeux environnementaux (à partir des inventaires Hydrétudes) ;**
- **Un rappel de l'aménagement validé par le COPIL AVP à approfondir au stade PRO, et présentation des techniques utilisées pour chaque secteur ;**
- **Une note de dimensionnement final des différents éléments constitutifs de l'aménagement, avec notamment :**
 - ***Les pentes admissibles et le choix de la typologie et du revêtement pour la rampe et le chenal piscicole ;***

- *Le calcul des dimensions et de l'agencement des blocs pour résister aux différentes contraintes hydrauliques ;*
- *Le dimensionnement de l'ouvrage d'entrée du chenal piscicole, combiné avec la suppression de la passe à kayaks, de la fosse d'appel en pied ;*
- 💧 Les plans (vues en plan, sections, profils en long), nécessaires à la réalisation des aménagements ;
- 💧 Un chiffrage des opérations basé sur les estimations de cubatures et surfaces de matériaux et terrassements, mais également des mouvements de terre et de la mise en place opérationnelle (déviation des eaux, pêches, gestion des EEVE, remise en état, garantie de reprise végétale, etc.) ;
- 💧 Présentation des attentes de la DDT74 sur l'aspect réglementaire ;

2. Rappel du contexte

Hydrologie

Débits de références

Les débits de référence résultants utilisés étaient :

Module	7.77 m ³ /s
QMNA5	1.16 m ³ /s

Pour les débits instantanés :

	<i>Qi2</i>	<i>Qi5</i>	<i>Qi10</i>	<i>Qi20</i>	<i>Qi50</i>	<i>Qi max</i>
Seuil naturel	133 m ³ /s	176 m ³ /s	204 m ³ /s	231 m ³ /s	265 m ³ /s	255 m ³ /s

Pour les débits journaliers :

	<i>Qi2</i>	<i>Qi5</i>	<i>Qi10</i>	<i>Qi20</i>	<i>Qi50</i>	<i>Qi max</i>
Seuil naturel	79 m ³ /s	108 m ³ /s	126 m ³ /s	144 m ³ /s	167 m ³ /s	179 m ³ /s

Les estimations suivantes sont issues de l'observation des plus fortes crues des 20 dernières années :

- ▲ **Durée des fortes crues : 24h à 48h (12h en été)**
- ▲ **Temps de montée : ~12h (jusqu'à 6h en été)**

Il est noté une prédominance des plus fortes crues à l'automne et en février, en lien avec les périodes de fortes pluies de longues durées ou de fonte des neiges (cf. crue de février 1990).

Ces débits de références seront complétés dans l'AVP par les débits extrêmes du Fier en crue non prises en compte dans ces données de juin 2022.

Bilan Morphologique

Histoire du fier

Le Fier présentait autrefois un style fluvial dominant en tresses, qui se caractérise par « des chenaux multiples très mobiles dans l'espace et dans le temps, séparés par des bancs alluviaux pas ou peu végétalisés » (Malavoi et Bravard 2010). Ce style est typique des cours d'eau de piedmont, à pente forte et à charge caillouteuse abondante.

L'évolution morphologique du Fier dans la plaine est très liée à l'activité anthropique. En effet, les extractions qui se sont produites dans la seconde moitié du XXe siècle, jusqu'en 1988 entre le seuil naturel et le pont de Dingy, ont exporté près de 1 370 000 m³ de matériaux. A cela s'ajoute le déficit sédimentaire lié aux extractions en amont de pont de Morette. On peut donc estimer le déficit sédimentaire dans la plaine du Fier à près de 2 000 000 m³ de sédiments, ce qui représenterait de l'ordre de 100 ans d'apports naturels du Fier à l'époque des extractions (probablement de l'ordre de 20 000 m³/an), et de l'ordre de 600 ans d'apports du Fier dans les conditions actuelles (environ 2000 à 4000 m³/an).

Ces extractions sont à l'origine de fortes altérations du fonctionnement morpho-dynamique du Fier. En effet, la rupture de la continuité sédimentaire fait que le tronçon situé en aval, jusqu'au seuil naturel, se déstocke en matériaux, l'érosion régressive donne alors lieu à une forte incision du lit de la rivière et une réduction de sa bande active.

Evolution des pentes

Cette incision du lit vers l'amont tend à réduire la pente de la rivière.

Pentes moyennes historiques du Fier dans la plaine d'Alex	1918	1988	2005	2012
Amont seuil naturel	0,8%	0,8%	-	0,7%
Seuil naturel - Aval seuil remblayé	0,8%	0,8%	0,65%	0,65%
Aval seuil remblayé - seuil des pêcheurs	0,8%	0,44%	0,57%	0,56%
Seuil des pêcheurs - Gorges	0,75%	0,52%	-	0,55%

La pente de 0,7%, semble être la pente d'équilibre du Fier sur ce secteur.

Migration latérale

En général, les migrations latérales ralentissent avec l'incision du lit car celle-ci encourage l'érosion du fond du lit plutôt que celle des berges en concentrant les écoulements dans le lit mineur. De même, les protections de berges (épis ou enrochements) ont pour but de stopper la progression d'une migration naturelle du cours d'eau. Dans le cas de la plaine du Fier, les migrations latérales ont paradoxalement été parfois favorisées, par ces deux facteurs :

- ▲ L'incision du lit a découvert certains affleurements rocheux qui agissent désormais comme des épis naturels derrière lesquels la rivière ne peut plus s'écouler ;

- ▲ Certaines protections de berges (épis essentiellement) ont logiquement encouragé le déplacement des écoulements vers la berge opposée.

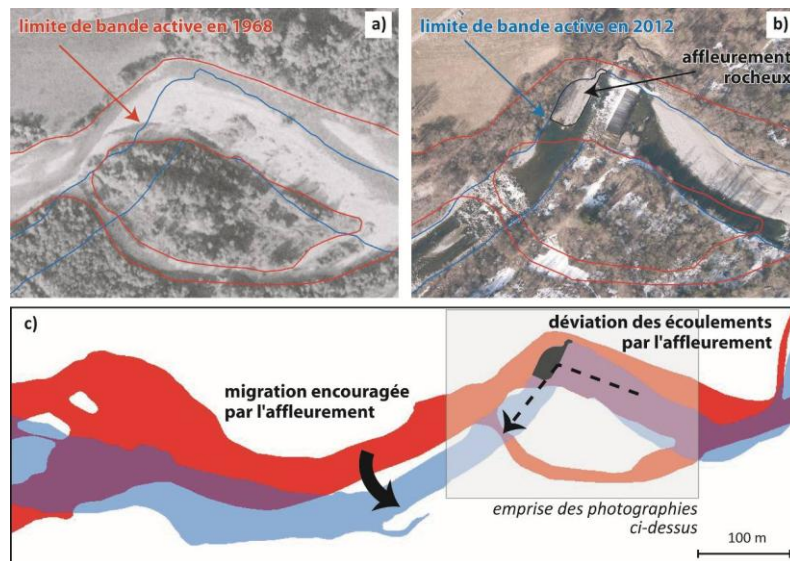


Figure 2 : Migration engendrée par un affleurement rocheux consécutif à l'incision du lit en aval du seuil naturel : a) situation en 1968 - b) situation en 2012 c) comparaison des bandes actives de 1968 et 2012 qui indique la migration engendrée en aval

Migration latérale

Le Fier relève aujourd'hui d'un style divagant (ou encore vagabond), caractérisé par un plus faible nombre de chenaux, une bande active sinueuse de plus faible largeur et une dynamique latérale encore active. En fait, il alterne de courts tronçons sinueux à chenal unique et de très courtes portions à chenaux multiples, que l'on peut à la limite localement qualifier de tressage relictuel.

L'évolution du Fier est semblable à celle de la plupart des rivières de piedmont du sud-est de la France. En revanche, son incision a été nettement plus importante. Avec une valeur maximale de -14 m sur le Fier aval au cours du 20ème siècle alors que les autres rivières des vallées alpines se sont généralement enfoncées de 1 à 3 m (ex. : Ain, Ardèche, Buëch, Drôme, Durance, Eygues, Gard, Haut-Rhône, Isère).

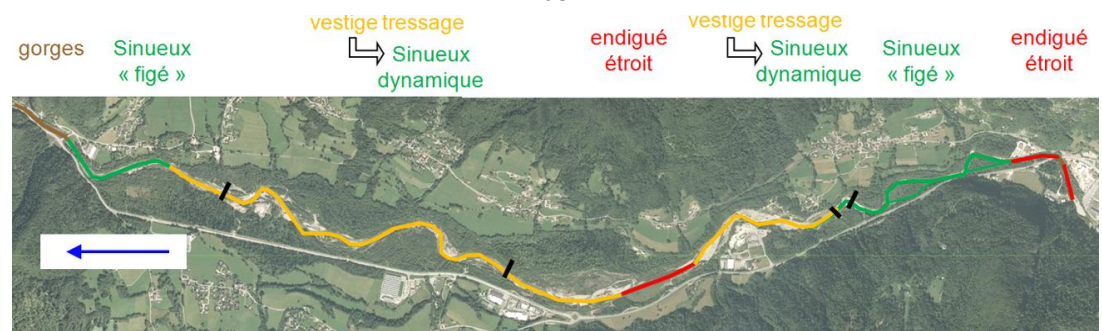


Figure 3 : Typologie de rivière le long de la plaine du Fier (PGS ; HYDRETUDES ; 2014)

- ▲ En amont des seuils on retrouve un lit sinueux "figés" qui assure la liaison entre un tronçon endigué étroit et un tronçon à plus forte dynamique latérale.
- ▲ En aval des seuils on retrouve un lit sinueux dynamique, style prédominant dans la plaine d'Alex, plus proche des méandres que du tressage en conséquence de l'incision du lit à cause du fort déficit de recharge sédimentaire subie par le Fier.
- ▲ Aujourd'hui, le phénomène est d'autant plus exacerbé comme le démontre l'image suivante prise en octobre 2020, sur laquelle on voit la dalle affleurante sur la demi-moitié gauche du seuil (dans

le sens des écoulements) et la sur profondeur crée proche de la rive droite vers la passe à poisson.



Figure 5 : Prise de vue drone du seuil "naturel" en octobre 2020, montrant déjà l'impact de la dalle marno-calcaire sur la dérivation des eaux en rive droite.

L'incision du lit identifié est donc causée à la fois par des phénomènes hydrauliques locaux ainsi que par l'érosion du banc calcaire au droit du seuil.

Aujourd'hui, le banc alluvial de cailloux remonte de plus en plus vers l'amont et reste hors eau pour les débits moyens comme le montre les images ci-dessus.



Figure 4 : Etat en mai 2024

Lit Aval

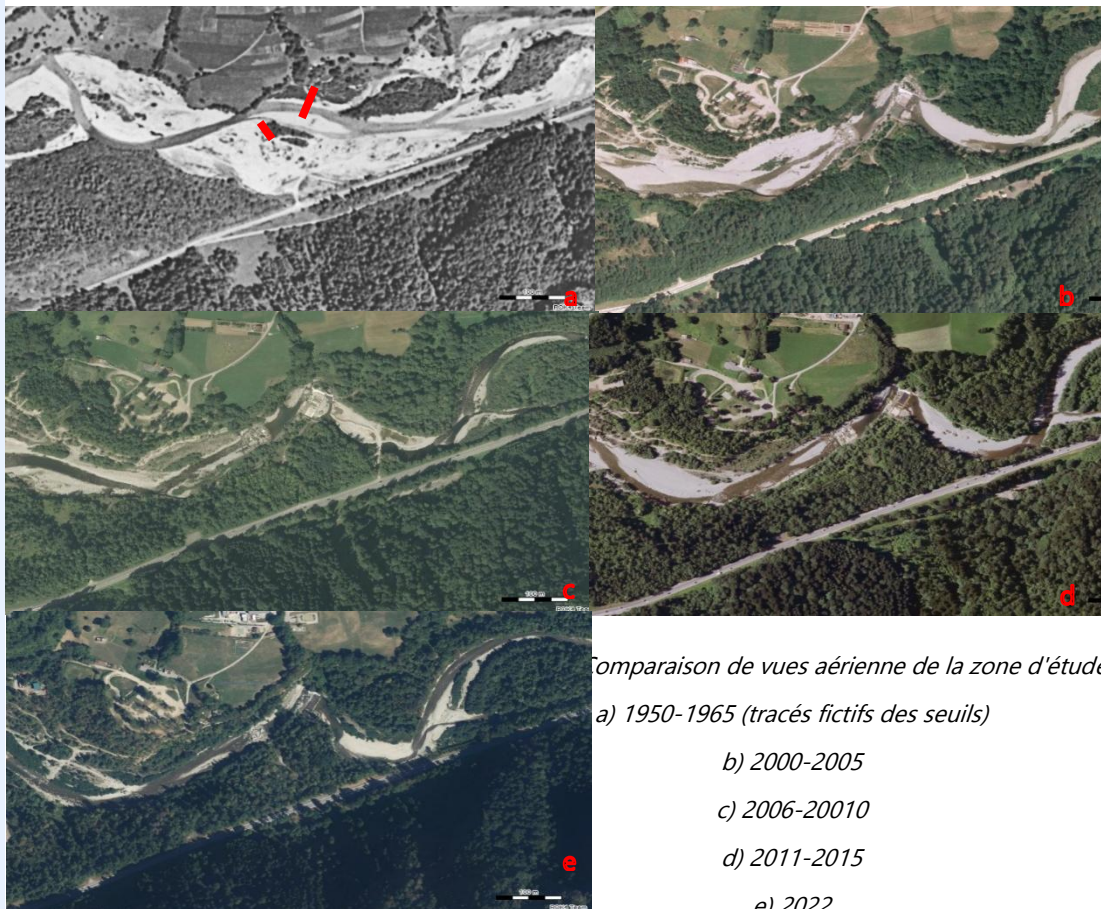
La comparaison des profils en long 1988-2005 avait fait apparaître un abaissement du lit du Fier aval au contre-seuil de l'ordre de 2 m. Depuis, la tendance a continué et l'enfoncement du lit est visible à l'aval sur les berges érodées. Ci-dessous, voici une image réalisée par drone en 2020 montrant les érosions latérales à l'aval du système seuil/contre-seuil.



Figure 6 : Prise de vue drone de la berge en rive gauche en aval des contre-seuils

Diachronie

Ci-dessous, la comparaison des vues aériennes de la zone sur les périodes de 1950 à aujourd'hui :



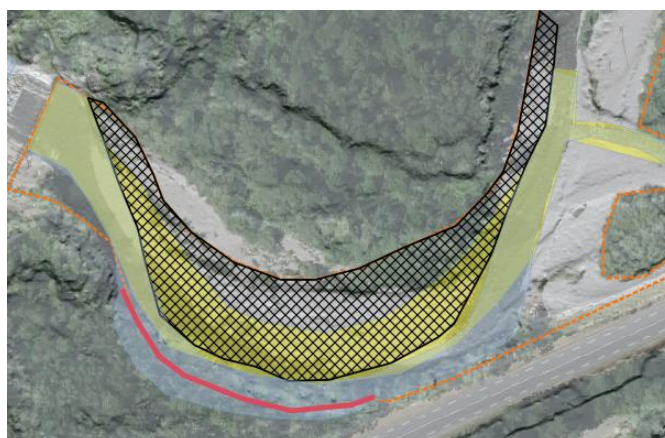
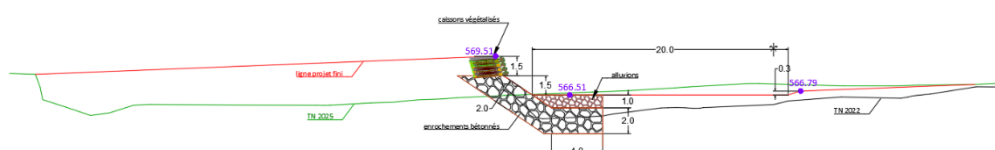
3. Rappel de l'aménagement validé en phase AVP

3.1. Amont du seuil

Pour le secteur amont, plusieurs variantes ont été proposées :

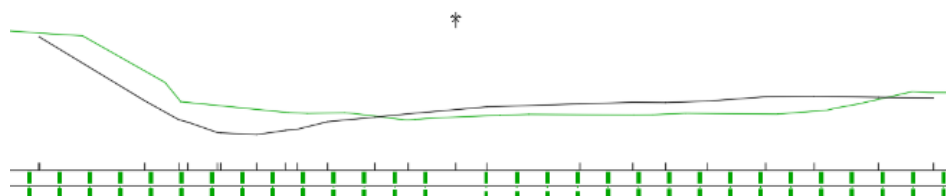
- Réalisation d'une assise en enrochements libres au-dessus du fond du lit de la Dranse :
 - o Sabot en enrochements libres implanté à - 1 m en dessous du fond actuel, (largeur ~ 4 m, épaisseur ~2 m). Une bicouche de bloc sera posée.
 - o Recharge alluvionnaire sur le sabot de 1m pour retrouver le niveau du lit actuel, cette recharge en matériaux permet à la fois de restaurer un milieu fonctionnel tout en limitant les contraintes sur le perré et le sabot ;
 - o Parement en enrochements libres jusqu'à environ 1.5 m au-dessus du fond actuel, avec couche de transition (80/200) et géotextile derrière le perré.
- Protection de la berge en génie végétal :
 - o Variation entre utilisation de caissons végétaux ou autres techniques.
 - o Couche de transition (80/200) avec talus à 1H/1V et géotextile derrière les caissons végétalisés pour la variante 2.
 - o Mise en place d'un talus enherbé en haut de berge pour jonction avec le terrain naturel avec végétalisation et plantations d'arbustes (ensemencement spécifique adapté aux contraintes du site).

coupe BB'



Le lit mineur et moyen seront donc modifiés pour éloigner les contraintes et les écoulements de la berge rive gauche. L'intrados serait dévégétalisé et les sédiments remobilisés dans le Fier.

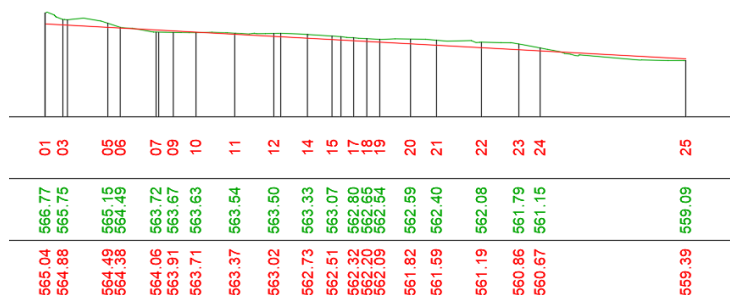
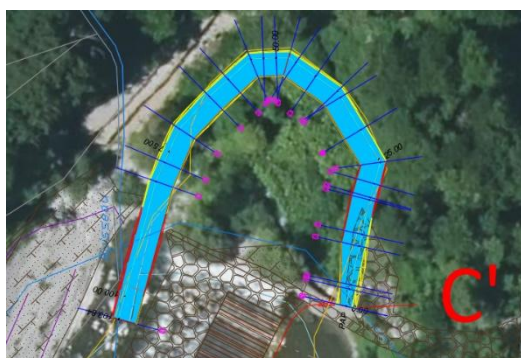
coupe AA'



Une solution basée sur l'utilisation de bois mort a également longtemps été à l'étude depuis la validation au dernier COPIL mais a été abandonnée vis-à-vis de l'exposition très forte aux contraintes du Fier de la anse d'érosion. L'aménagement pensé aurait dû nécessiter des moyens également très intrusifs pour finalement avoir une durée de vie inférieure. Le rapport risque/bénéfice n'a pas penché en sa faveur malgré les discussions avec l'INRAE, experts dans le domaine des protections avec gros bois morts.

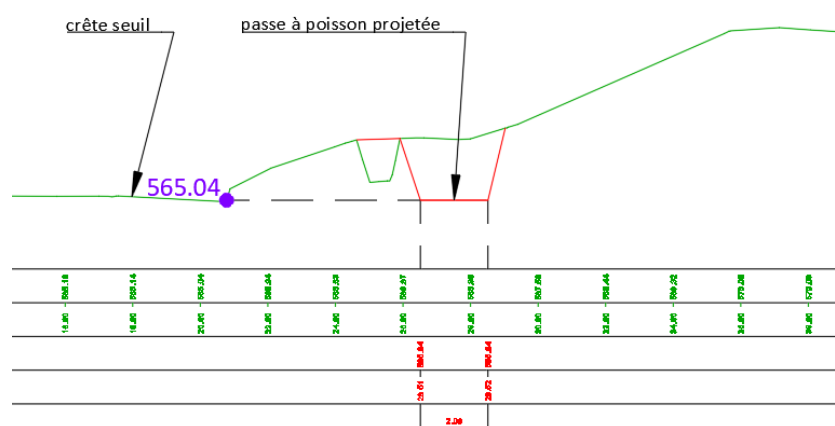
3.2. Bras de contournement

En suivant les recommandations du guide de références de l'OFB, nous estimons un nombre de 16 environ le nombre de chutes à reproduire sur les 100m de linéaire, soit une environ tous les 6 mètres pour garantir le franchissement piscicole. Le choix d'un coursier proche d'un torrent de montagne a été retenu, mais la solution nécessitait d'être retravaillée au vu de la difficulté techniques de reproduire la solution dans la zone pour résister aux apports en bouffée de sédiments qui risquent de mettre à mal la pérennité de l'aménagement.



A l'amont, le calage pensé était une crête de surverse à 565.05mNGF, soit environ 5-6cm sous la crête de seuil, afin de guider les écoulements du lit en période de basses eaux, faciliter la libre circulation des matériaux plus grossiers par-dessus le gros seuils, et trouver un « équilibre » vis-à-vis des apports sédimentaires.

coupe CC'



3.3. Rampe aval et renforcement du pied du seuil « naturel »

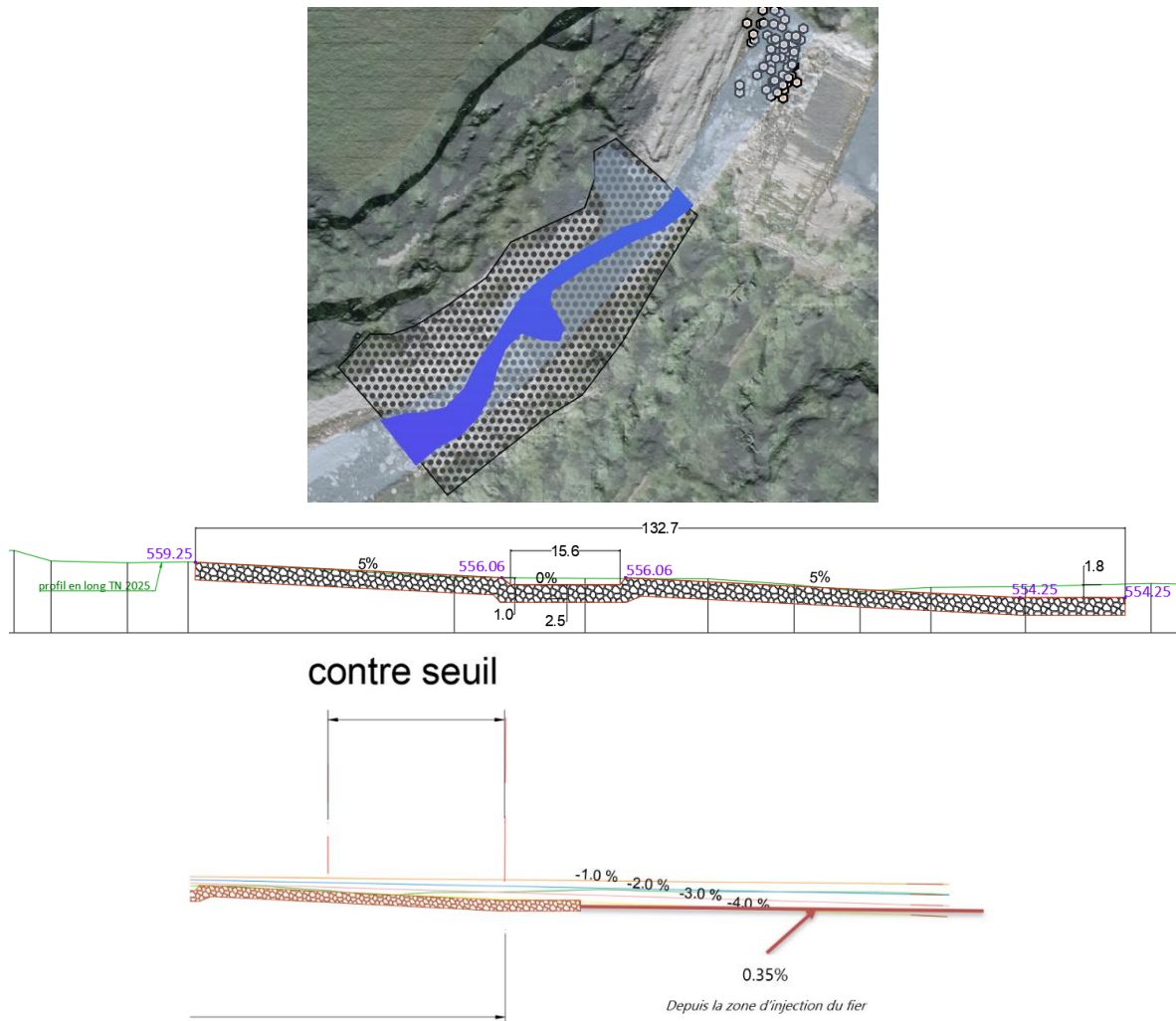
Un coursier en enrochement est proposé à 5%, interrompu par une zone horizontale avec une légère sur-profondeur pour faire une zone intermédiaire de repos. En effet, en choisissant une pente de 4% avec ce replat, l'emprise aurait été trop importante. Imaginée de l'ordre de 1m de profondeur par rapport à la crête du coursier aval, la vasque centrale viendrait recréer un habitat profond similaire à la bassine actuelle et ainsi diversifier les écoulements, dissiper l'énergie de la rivière.

Un sabot profond terminera ce coursier sur 15 mètres afin d'éviter le phénomène d'affouillement par l'aval de l'ouvrage. Une recharge jusqu'à 2 m d'alluvions par-dessus viendra prévenir du risque d'évolution de la pente d'équilibre. Aucun béton n'est à percoler dans les interstices pour que l'ouvrage soit plus flexible et s'adapter à une évolution du fond du lit défavorable dans le futur. Avec 2 m de recharge alluvionnaire, 2 m d'épaisseur de sabot et la capacité de ce dernier à se modeler en cas d'évolution défavorable du profil en long du fier, cet ouvrage devrait assurer robustesse et continuité longitudinale des sédiments et des milieux aquatiques.

Replacée sur le test de sensibilité des pentes, cette configuration est représentée ci-dessous, avoisinant la pente des 4% sur le linéaire total. L'ouvrage se prolongerait donc juste après le contre-seuil actuel détruit. Cela permettra d'utiliser au maximum les matériaux du site.

Il est également représenté la pente défavorable d'équilibre estimée à 0.35% depuis la zone d'injection de matériaux du fier du méandre de la zone industrielle, au démarrage du levé topographie de 2025. Celle-ci intercepte la rampe en enrochement au même niveau que la pente

représentant les 4% d'inclinaison de la crête du seuil. Cela signifie qu'en cas d'évolution défavorable de la pente d'équilibre, le seuil serait encore résimment et son sabot deviendrait apparent. Comme expliqué précédemment, la flexibilité de se sabot de 15m de long sans béton permettrait alors au lit de s'adapter et d'épouser la pente imposée.



Nous allons voir que la proposition est affinée pour garantir plus de franchissabilité, réduire la longueur du coursier vers l'aval et pour réaliser la jonction directe avec le bras de contournement.

4. Précisions de l'aménagement phase PROjet

4.1. Dimensionnement

4.1.1. Amont du seuil : anse d'érosion

La solution envisagée en phase PRO diffère légèrement de la solution validée en AVP. En effet :

1. Suite à l'abandon de la volonté d'utiliser des techniques de protection basées sur du gros bois morts, la solution basée sur des **enrochements (végétalisés) avec sabot en pied** est retenue. La variante proposée dans l'AVP proposant de réaliser une concavité dans la anse à l'arrière de la protection afin de créer des habitats humides est abandonnée à ce stade (car nuisible à la tenue de la protection de berge et difficilement connectable à la rivière). L'espace au-dessus des blocs remblayés jusqu'au terrain naturel a pour vocation la reprise d'un massif forestier ce qui pourra appuyer à justifier les pertes de ce type d'habitat dans les dossiers réglementaires. Une discussion avec la DDT est nécessaire pour évoquer ce sujet, entre autres. Par conséquent, **le perré en enrochement est prévu jusqu'à une côte définie sous le niveau Q10, et le raccord au talus remblayé se fera en premier lieu par une pente douce (3H/1V) de couches de branches de saules recouvertes de terre naturelle puis d'un géotextile tressé coco**. Ensuite, le terrain naturel sera plat pour rejoindre le TN actuel. La profondeur d'affouillement est gérée par le sabot dimensionné à cet effet. Dans le cas où la roche serait atteinte, il sera nécessaire de dérocher sur la largeur du perré et au moins sur 50cm pour positionner les blocs en fond (sans le sabot le cas échéant).
2. La berge enrochée prendrait son ancrage amont à l'intérieur de la protection existante le long de la RD, dans sa continuité. Son extrémité aval correspond à la digue de l'entonnement du seuil « naturel » qui devra être reprise pour assurer la continuité des écoulements le long de la paroi. Le perré commence en 1H/3V et se fléchit vers 3H/2V dans l'anse, avec une rugosité apparente prononcée par des blocs qui seront volontairement mis en pointe. Les blocs de diamètres environ 800 mm-1000mm seront disposés en double couche.
3. Nous souhaitons limiter l'utilisation de géotextile Bidim (matériaux plastiques polluants lors de leur dégradation ou arrachage dans le temps. Il sera préconisé pour obtenir un équilibre des prix d'en utiliser seulement sur les tronçons où il sera nécessaire de déblayer la berge pour construire (jonction amont avec la protection existante et raccordement digue existante), Lorsque cela est possible techniquement, dans les zones à remblayer, nous utiliserons une double couche de granulométrie variable de 1m d'épaisseur. La couche inférieure de 40cm sera composée de matériaux fins à très fins 0-40mm de diamètre pour effectuer le filtre retenant la migration des fines, et par-dessus sera disposé une couche de transition drainante en 40-80mm. Par-dessus le perré sera plaqué les alluvions du lit du fier pour remplir les enrochements superficiellement et favoriser la reprise de végétation en surface. Des boutures seront plantées à l'intérieur des interstices dépassant l'épaisseur du matelas alluvial les travaux de terrassements terminés.

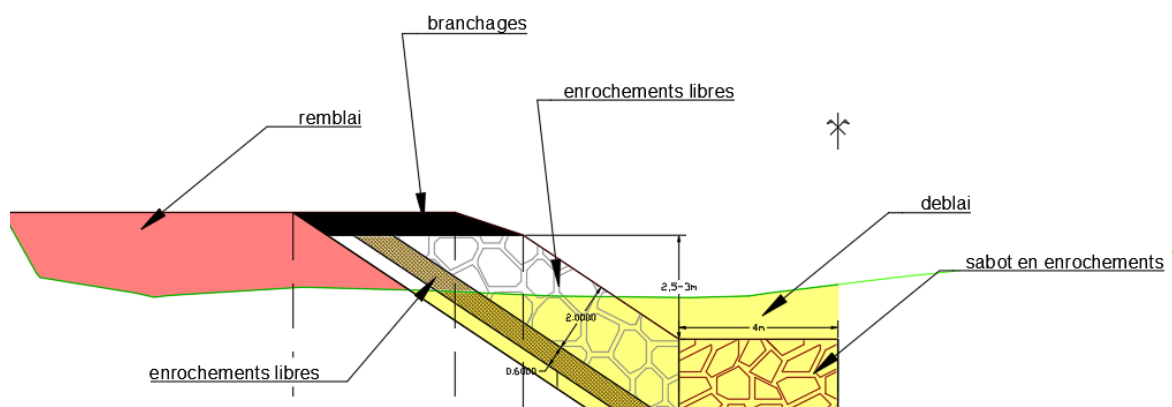


Figure 8 : Coupe type de la protection de berge dans l'anse d'érosion

4. Des branches de saules récupérées sur site en intrados seront disposées au sommet du perré, en pente faible, puis recouverte de terre végétale, pour accélérer la reprise d'espèces fixatrices de berges et adaptées au milieu naturel local. Voici une image récupérée du guide sur les techniques végétales mixtes de l'INRAE montrant la pose des branchages sur le talus au-dessus de fascines.



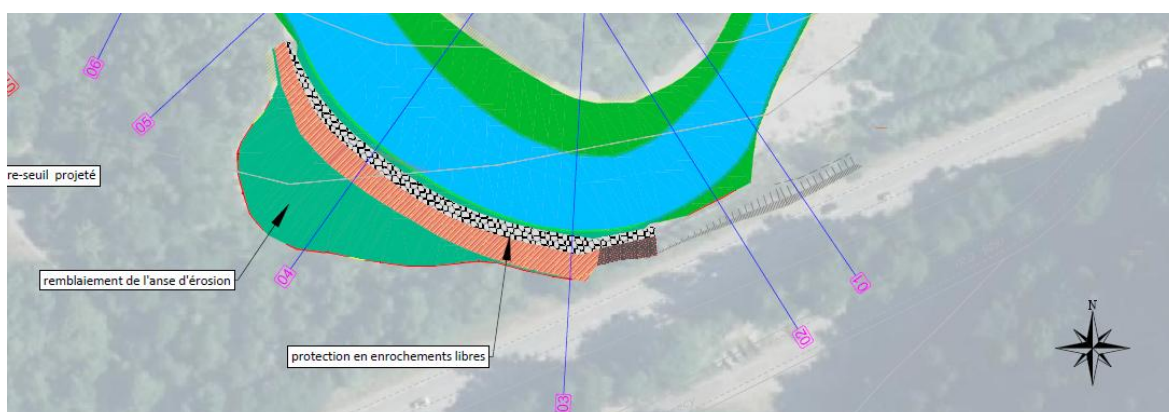
Figure 9 : Lit de branches à rejets (src. la compagnie des forestiers)

5. Les profils du lit mineur et lit majeur sont modifiés en conséquence. En effet, le lit mineur actuel devant subir un remblaiement d'environ 1850 m², il est nécessaire de compenser la perte du gabarit hydraulique moyen sur la zone pour éviter d'augmenter la ligne d'eau en crue, mais également favoriser la dissipation de l'énergie du fier dans l'intrados actuellement en cours de végétalisation rapide.

Premièrement, le lit mineur est choisi avec une largeur de 20m, profondeur 50cm, construit avec une pente régulière de l'amont de la confluence des deux bras du Fier jusqu'au début de la digue d'entonnement environ. Depuis ce dernier point jusqu'au seuil, la pente est donc quasi nulle voire négative, essayant de reproduire à minima les fluctuations de profondeur attendues après travaux (on rappelle que certains points du lit amont se situent à plus de 1m de profondeur par rapport à la crête du seuil « naturel ». Le lit est volontairement élargit de 5m environ par rapport à son état actuel car il est souhaitable de favoriser les dépôts dans le

chenal pour qu'il reconstitue lui-même un lit vif au sein du lit mineur, sans le contraindre dans un chenal trop profond qui limiterait la mobilité latérale du Fier.

En rive gauche, le lit majeur ne sera pas modifié avant le début de la protection le long de la route départementale, afin que le bras sud du Fier divaguent jusqu'au nouveau lit mineur à son emplacement actuel. A partir de la protection de la RD une couche d'alluvions sera posée pour respecter une pente latérale en direction du lit mineur de 2%. Cela recouvrira le pied des protections actuelles et permettra de recouvrir le sabot de ces enrochements qui est aujourd'hui apparent. Ce système de pente à 2% jusqu'aux protections est maintenu le long du projet de la anse d'érosion. On rappelle que les enrochements seront remplis superficiellement à ce moment là. La protection disposera à ce stade d'une recharge alluvionnaire très conséquentes, qui sera au fil du temps réduite par la courbure naturelle du



lit mineur qui viendra à nouveau s'appuyer sur l'extrados.

Figure 10 : Vue en plan du projet sur l'anse d'érosion du Fier

En rive droite, un terrassement important est à prévoir pour d'une part récupérer les matériaux aujourd'hui fixés sous la végétation pour remblayer la anse d'érosion en rive gauche, puis favoriser les écoulements plus axiaux en direction du seuil « naturel ». Un bras secondaire dans la terrasse perchée sera remis en service par un abaissement calculé pour transiter les débits de crues extrêmes de l'ordre de Q_2 , et ainsi soulager au maximum des contraintes hydraulique la nouvelle protection en rive gauche.

L'ensemble des calages altimétriques sont basés sur la modélisation 2D sur le logiciel HEC-RAS présentée ci-dessous, basée sur le nouveau MNT 3D projet. On observe par une rampe de débit jusqu'à Q_{100} que le premier bras secondaire s'activerait pour des débits courant de crue autour de $60 \text{ m}^3/\text{s}$. En suite, le second bras s'activera autour de $150 \text{ m}^3/\text{s}$, puis le débordement au-dessus de la nouvelle protection de berge se produirait vers $180 \text{ m}^3/\text{s}$, proche de la crue décennale.

Pour la crue centennale ($360 \text{ m}^3/\text{s}$), l'intégralité du banc en rive gauche au-dessus de la protection sera ennoyé comme le montre l'image 12 ci-après.

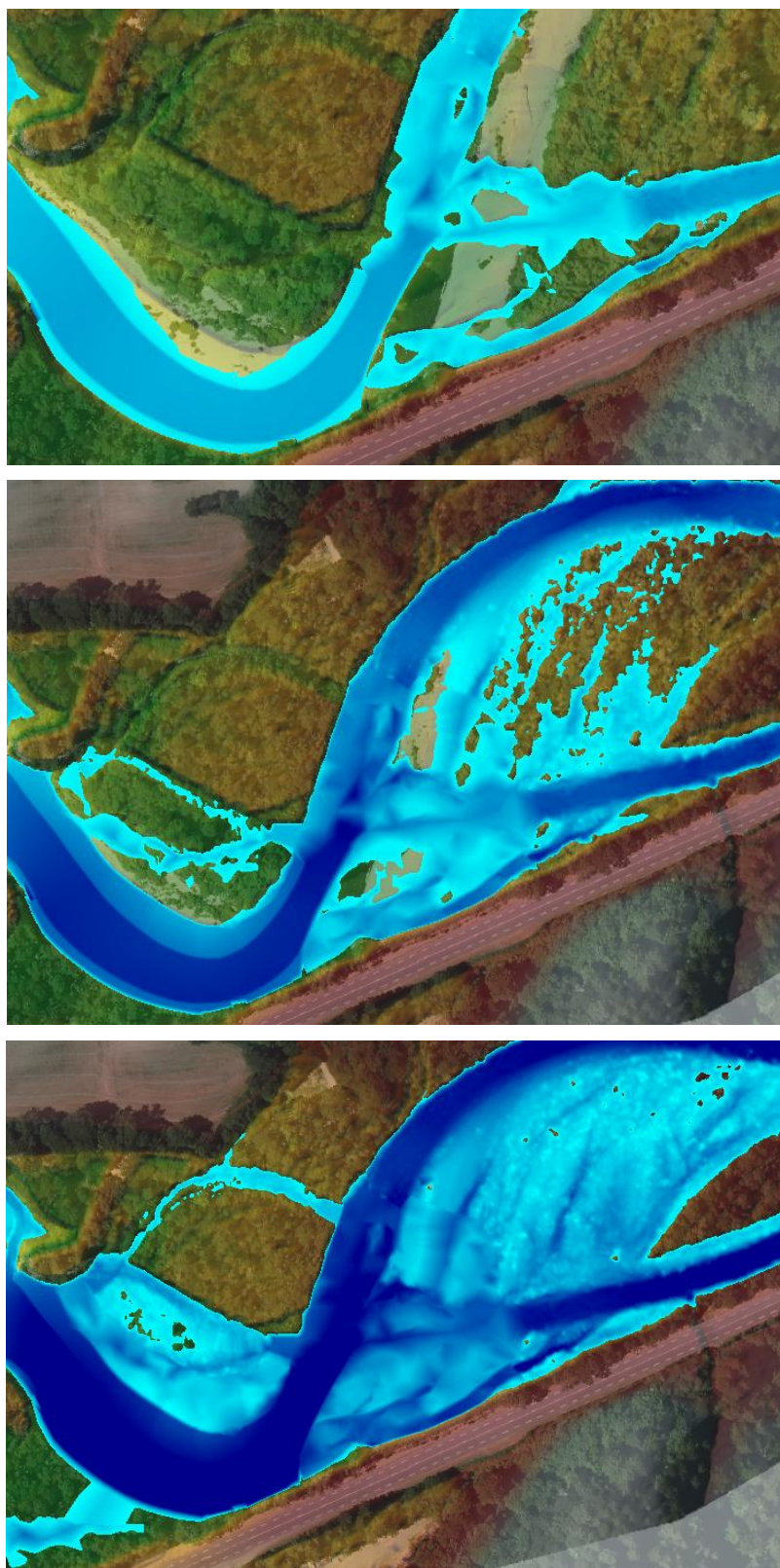


Figure 11 : Exemple de résultat de la simulation hydraulique des écoulements pour le module (7m³/s), des crues courantes (94 m³/s) et Q10 (225 m³/s)

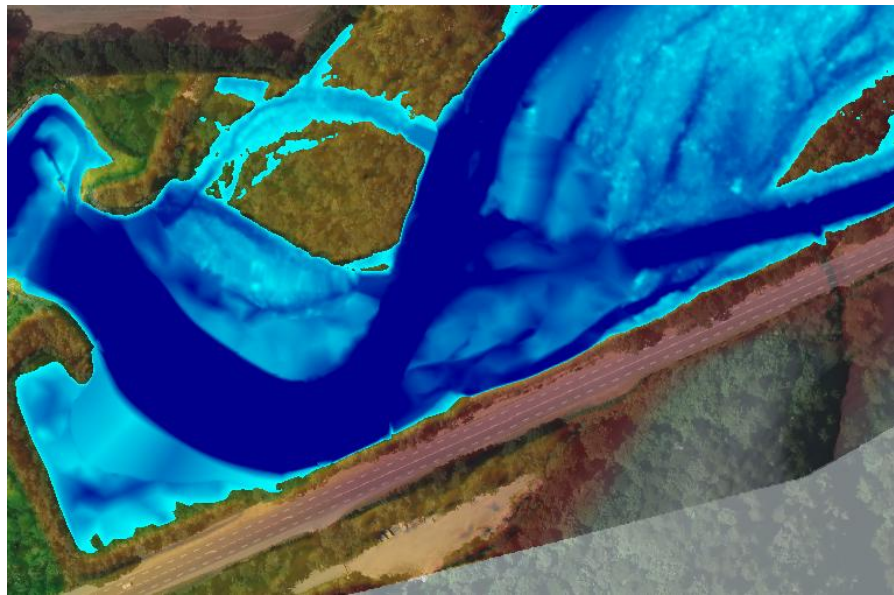


Figure 12 : Crue centennale sur le projet amont

Le secteur de la anse sera soumis a de fortes contraintes hydrauliques. L'élargissement proposé, la forme de la ligne de berge projetée et l'ouverture des bras secondaires activés lors des fortes crues permettra d'assurer une dissipation homogène de l'énergie sur le linéaire. Ci-dessous sont représentés les vitesses (à gauche) et les contraintes hydrauliques (à droite) de l'état projet pour une crue Q2 à Q10 (176 m³/s) et Q100 (360 m³/s).

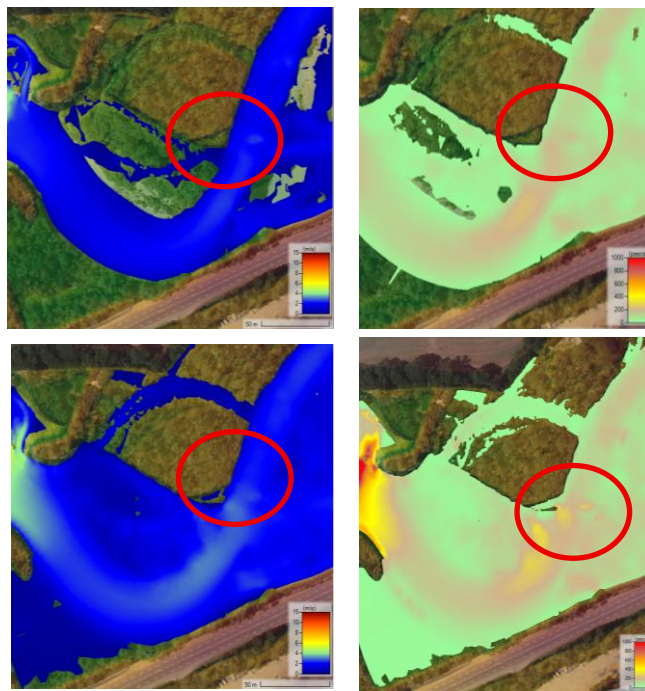


Figure 13 : Vitesses et contraintes hydrauliques pour deux débits version Projet

Les cercles rouges montrent que les vitesses les plus fortes en crue sur ce tronçon correspondent à l'amont immédiat de l'apex du méandre au droit de la RD. Cette sur-accélération des vitesses et donc des contraintes érosives se situent dans une zone intéressante qui va permettre de réenclencher l'érosion de l'intrados sur la section avec le gabarit le plus reserré du cours d'eau. La « pointe » de l'intrados subira des érosions au fil du temps qui rééquilibreront l'espace de divagation du Fier sur la zone, tout en épargnant le pied de la berge de la RD.

Il y a également des vitesses importantes au niveau de l'amorce des bras secondaires, notamment de celui qui se met en eau pour des crues courantes, ce qui pourra permettre une évolution du bief au fil du temps vers un bras intermittent avec sa faune et flore associée.

4.1.2. Rampe de restauration de la franchissabilité piscicole : une vue d'ensemble

Concernant le projet de restauration de la continuité écologique, couplé à la réfection du seuil « naturel », une transformation plus radicale de l'état actuel du cours d'eau est nécessaire. D'une part, il a été présenté dès la phase AVP le besoin de créer une rampe piscicole enrochée à l'aval du nouveau contre-seuil « naturel », puis de rétablir la continuité par un bras contournement positionné dans le délaissé en rive droite.

Pour ce faire, voici les détails de chaque éléments constitutifs de l'aménagement de continuité :

1. La construction d'un nouveau contre-seuil sous forme de rampe en enrochement, de pente favorable à la montaison piscicole (alternance 20m à 6% et 10m à 2%), rejoignant le chenal dérivé. Des blocs de 1m de large en double couche sur couche de transition seront utilisés. Le lit mineur sera non-différencié mais en « U ou en V » où des plus gros blocs dépasseront en quinconce pour assurer des zones en eau avec une grande diversité d'écoulements. Une pente latérale en direction du lit mineur de 5% permettra de concentrer les écoulements à l'intérieur de ce lit rugueux central. Pour renforcer l'édifice et éviter un glissement progressif des blocs vers l'aval, deux clés d'ancrage à -4m de profondeur à l'extrémité aval de l'affleurement rocheux et à la fin du nouveau contre-seuil sont prévues. Un maximum de blocs pourront être récupérés de l'ancien contre seuil uniquement s'ils dépassent de leur diamètre le TN. **Tous les blocs ancrés dans le substrats à l'aval de la rampe seront laissés, sauf à la jonction entre la rampe et le contre seuil qu'il faudra ajuster selon les plans.** En effet, la rampe du nouveau contre-seuil sera prolongée en aval jusqu'à l'actuel contre-seuil détruit pour anticiper un affaissement du lit aval du Fier.

Les jonctions aux berges se feront en rive gauche par un appui des couches de blocs sur les protections existantes structurant la corne d'entonnement en amont puis une protection de pente 2H/3V de même nature que la rampe (blocs en double couche sur couche de transition). En rive droite, une protection en 2H/3V est aussi prévue, voir coupes et vue en plan.

Voici les coupes de l'aménagements 5, 6, 7 et 8 respectivement et sa vue ne plan positionnant les tracés :

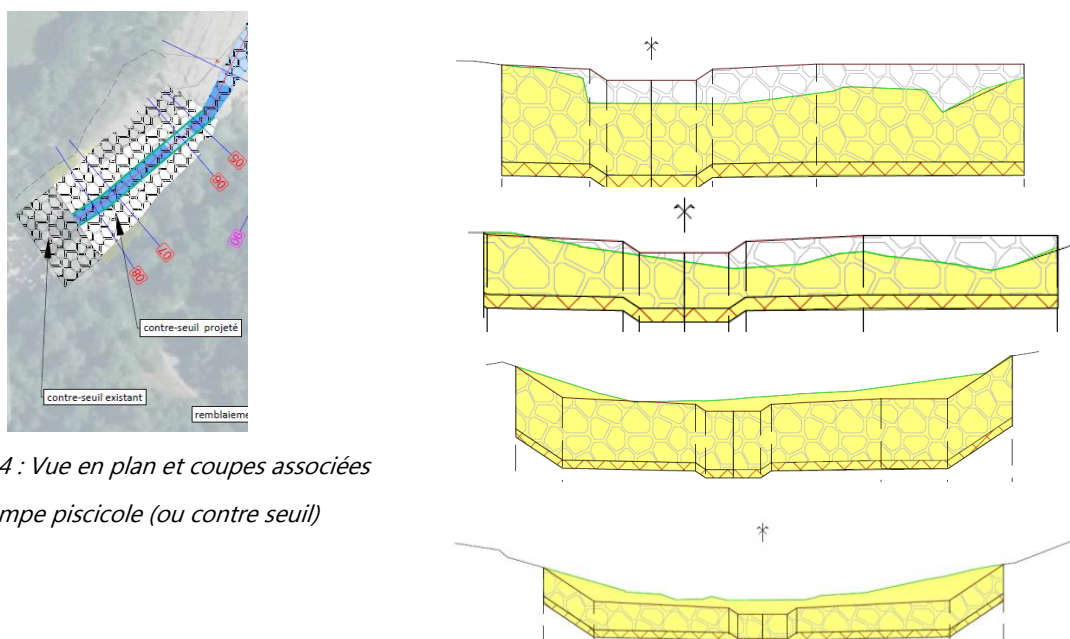


Figure 14 : Vue en plan et coupes associées de la rampe piscicole (ou contre seuil)

Voici le profil en long de la rampe et de ses barettes enrochées libres :

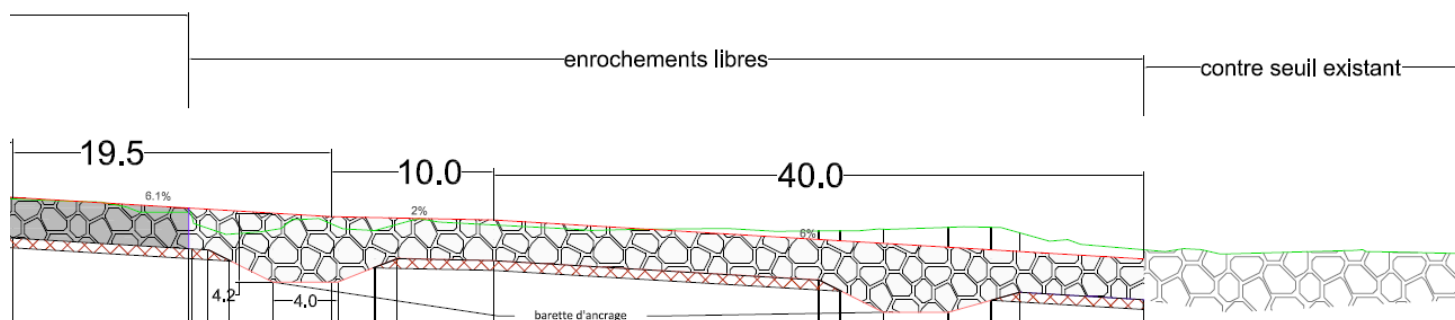


Figure 15 : Profil en long de la rampe en enrochement

- Ensuite, il est nécessaire de connecter la rampe au bras de contournement par un renforcement du pied du seuil "naturel". Dans cette zone, cela consistera à poser des blocs en mono ou bi-couche selon la hauteur à respecter, de taille 800mm sur une couche de transition et de ciment, d'ancrer les blocs. Des barbacanes verticales seront positionnées à plusieurs reprises pour évacuer l'effet de surpression des écoulements sous-jacents. La coupe ci-dessous simplifie l'opération. L'irrégularité de la dalle marno-calcaire et du sous-cavement du seuil impliquera une opération minutieuse de positionnement des blocs sur place avec l'entreprise de travaux.

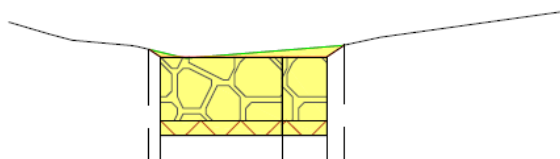


Figure 16 : Coupe type du liaisonnage de blocs en pied de seuil "naturel"

- Enfin, afin d'assurer la junction de la rampe à l'amont du seuil "naturel", il est prévu de réaliser un bras de contournement sur le principe d'une rampe de 6% de pente entrecoupés de replat à 2% sur lesquels 2 petits seuils de 15cm de haut seront ajoutés sur chaque, cf. vue en plan et coupes. Le bras contournement du seuil naturel sera calé à -15cm sous la crête amont pour capter les écoulements en étiage tout en noyant à minima le platelage bois du seuil naturel. Un système de vanne à madrier sera installé en amont de la passe à Kakak actuelle pour la condamner et favoriser l'ennoiement du platelage bois. Elle permettra d'assurer une répartition optimale entre le bras de contournement et le seuil « naturel ».

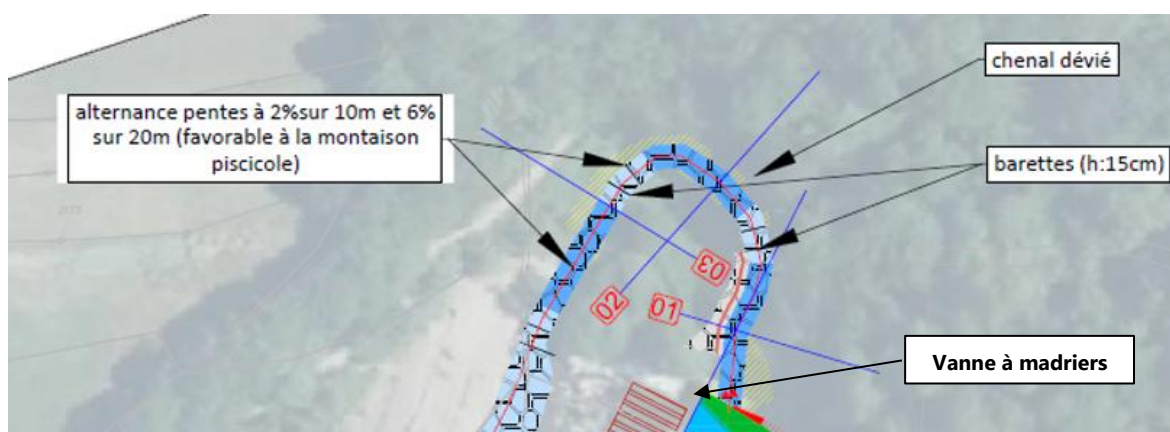


Figure 17 : Vue en plan de l'aménagement de bras de contournement prévu et position de la vanne à madriers

Voici les coupes 1, 2 et 3 qui mettent en avant une situation où le terrain sera majoritairement à décaisser en aval et à remblayer en amont, sur un substrat où la position de la dalle mano-calcaire reste quasi-inconnu malgré la volonté d'approfondissement des connaissances par une analyse géotechnique menée en 2025. Une adaptation en permanence de l'entreprise de travaux sera nécessaire en coordination avec le maître d'oeuvre et le maître d'ouvrage afin de garantir le gabarit proposé par Hydrétudes moyennant des petites fluctuations tout en protégeant le pied du talus surplombé par le chemin piéton. Le corsetage extérieur empierré sera liaisonné avec la dalle marno-calcaire ou inexistant si la berge repose sur la pierre directement. En revanche le lit devra garder un fond libre, où des gros blocs de 1m de diamètres (pouvant eux être cimenté au substrat rocheux si existant) permettront le calage des seuils et assureront une diversité des écoulements et des zones de repos pour les truites en transit dans l'ouvrage. La présence de sédiments libre au fond du lit assureront également une rugosité pour freiner les écoulements du bief.

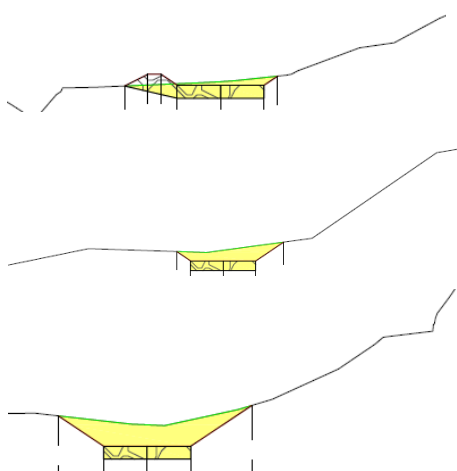


Figure 19 : Coupes 1, 2 et 3 du bras de contournement



Figure 18 : Idée de représentation de l'aménagement envisagé (photo. Hydrétudes d'un affluent de l'Isère, 38)

Pour conclure avec l'aménagement, voici le profil en long entier de l'entrée du bras de contournement à la rampe en enrochement aval.

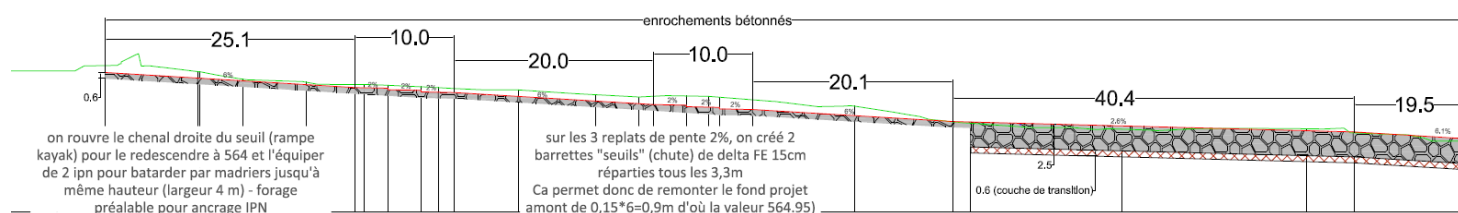


Figure 20 : Profil en long du PROjet de restauration de la continuité du Fier au niveau du seuil « naturel », (Hydrétudes, 2026)

De futures investigations géotechniques sont prévues à l'été 2026 pour sonder la profondeur de la roche mano-calcaire dans le délaissé où est projeté le bras de contournement. Cela devrait améliorer la confiance en l'épaisseur requise de blocs et le type de technique à utiliser pour réaliser un aménagement qui dure dans le temps malgré des fortes crues qui pourront s'engouffrer dans l'espace. Il n'est pas non plus exclu que le bras de contournement ne nécessite pas de maintenance après de forts engravements.

4.2. Chiffrage

Le montant total estimé pour la restauration de la continuité écologique du Fier et la protection contre l'érosion dans la anse amont s'élève à **1 650 000 Euros T.T.**

PRO									
PRO	Unité	Quantité	ix unitaire	Montant HT					
Installations et travaux préparatoires									
Installations de chantier	unité	1	40000.00	40000.00					
Mise en sécurité des travaux	unité	1	5000.00	5000.00					
Etudes d'executions (dont étude géotechnique)	unité	1	8000.00	8000.00					
Dérivation des eaux	unité	1	30000.00	30000.00					
Piquetage	unité	1	2000.00	2000.00					
Pêche électrique	unité	1	10000.00	10000.00					
Constat d'Huissier extérieur	unité	1	2000.00	2000.00					
Installations et travaux préparatoires			Total	97000.00					
Anse amont					Rampe piscicole				
Terrassements					Terrassements				
Débroussaillage/abattage	m²	1000.0	4.00	4000.00	Débroussaillage/abattage	m²	1000.0	4.00	4000.00
Decapage et reprise terre vegetale	m²	0.0	4.00	0.00	Dérocktage	m²	500.0	60.00	30000.00
Déblais	m³	9291.0	7.00	65037.00	Déblais	m³	8460.0	7.00	59220.00
Remblai	m³	5532	9.90	54766.80	Remblai	m³	150	9.90	1485.00
Valorisation des matériaux	m³	0.0	9.90	0.00	Valorisation des matériaux	m³	0.0	9.90	0.00
Evacuation et mise en décharge	m³	0.0	15.00	0.00	Evacuation et mise en décharge	m³	0.0	15.00	0.00
Terrassements			Total	119803.80	Terrassements			Total	90705.00
Enrochements					Enrochements				
Enrochements libres	m³	2884.6	90.00	259614.00	Enrochements libres	m³	5794.0	90.00	521460.00
Enrochements liés	m³	0	180.00	0.00	Enrochements liés	m³	992.0	180.00	178560.00
Matériaux pour reconstitution du lit	m³	0.0	15.00	0.00	Matériaux pour reconstitution du lit	m³	1534.0	15.00	23010.00
Matériaux 0/40 et 80/120 pour couche de transition	m³	1115.0	20.00	22300.00	Matériaux 80/200 pour couche de trans	m³	1110.0	20.00	22200.00
Geotextile filtrant sous enrochements	m²	0.0	3.00	0.00	Geotextile filtrant sous enrochements	m²	0.0	3.00	0.00
Enrochements			Total	281914.00	Enrochements			Total	745230.00
Génie végétal					Génie végétal				
Caissons végétalisés	m³	0.0	250.00	0.00	Caissons végétalisés	m³	0.0	250.00	0.00
Lits de plants et plançons	ml	0	65.00	0.00	Lits de plants et plançons	ml	0	65.00	0.00
Ensemencement	m²	1500.0	2.00	3000.00	Ensemencement	m²	0.0	2.00	0.00
Terre végétale	m³	0.0	35.00	0.00	Terre végétale	m³	0.0	35.00	0.00
Arbustes	unité	100.0	40.00	4000.00	Arbustes	unité	0.0	40.00	0.00
Travaux de parachevement	unité	1	2100.00	2100.00	Travaux de parachevement	unité	1	0.00	0.00
Travaux de confortement	unité	1	1050.00	1050.00	Travaux de confortement	unité	1	0.00	0.00
Génie végétal			Total	10150.00	Génie végétal			Total	0.00
Remise en état et recolement									
Remise en état	unité	1	5000.00	5000.00					
Dossier et plan de recolement	unité	1	2500.00	2500.00					
Recolement			Total	7500.00					
MONTANT TRAVAUX									
Montant H.T.				1 352 302.80 €					
Montant H.T. + 10% imprévus				1 487 533.08 €					
Montant T.V.A.				297 506.62 €					
Montant T.T.C.				1 649 809.42 €					

Figure 21 : Evaluation des coûts de travaux en phase PRO (Hydrétudes, 2026)

4.3. Impacts et mesures compensatoires

Les impacts du projet sont décrits dans la mise à jour d'Hydrétudes du Diagnostic Ecologique réalisé initialement en 2023.

Les mesures compensatoires seront à déterminer avec le maître d'ouvrage selon les surfaces d'habitats détruits et conformément à la loi en vigueur.

4.4. Suivi et entretien

En excluant les périodes de garanties de parachevement et de confortement pour les végétaux plantés, **un suivi du franchissement piscicole serait à mettre en place par le maître d'ouvrage en lien avec la fédération de pêche de la Haute Savoie.**

De plus, comme mentionné à plusieurs reprises par Hydrétudes, de l'entretien dans le bras de contournement sera toujours à prévoir en cas d'épisode à fort transport solide pouvant obstruer le chenal le rendant inefficace malgré la libre circulation des sédiments dans le bief.

4.5. Procédures règlementaires

Un cas par cas est en cours de rédaction et cette partie sera implémentée une fois la période d'instruction terminée.

COLLER ICI le résultat du Kpark

5. Gestion en phase chantier

Dans cette section, vous trouverez l'essentiel des éléments à retenir décrivant la phase opérationnelle, ses contraintes, et sujets sensibles en phase travaux. **A l'inverse, vous ne trouverez pas les obligations réglementaires rattachées aux impacts du projet sur l'environnement, qui figureront à l'arrêté préfectoral.**

5.1. Calendrier prévisionnel

Compte tenu des enjeux écologiques mis en évidence sur les différentes zones d'étude, nous proposons un calendrier de réalisation des travaux en cohérence avec les cycles biologiques de la faune et de la flore présentes.

Les taxons potentiellement les plus impactés seront la faune piscicole, l'avifaune et les chiroptères. Ils risquent d'être dérangés en pleine période de reproduction si les travaux se faisaient au printemps ou en été. En complément, la période de travaux en lit mineur commence à partir du 1^{er} avril, mais la DDT pourra faire part d'une période raccourcie, à partir du 15 juin par exemple, selon la connaissance de la Fédération de Pêche de Haute-Savoie sur les pêches de sauvetage (période embryonnaire des truites farios à protéger).

Les travaux préparatoires d'abattages et de débroussaillage seront donc réalisés entre les mois de Janvier et début mars (fin février si possible en fonction de la période d'obtention des autorisations, et en l'absence de gîtes à chiroptères, et de la neige au sol). Afin de démontrer la présence ou non de gîte à chiroptères, le passage d'un écologue avant le début des travaux est préconisé.

Les travaux liés au cours d'eau et ses berges, seront réalisés dans la foulée, de préférence en période hivernale pour les travaux en dehors du lit mineur, avant la reprise de la végétation et de la saison de reproduction des espèces terrestres.

Pour rappel, le calendrier environnemental de travaux est le suivant :

Tableau 4 : Périodes propices (ou non) aux travaux pour ne pas déranger la faune et flore sauvage

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Périodes sensibles												
Enjeux écologiques												
Enjeux piscicoles												
Périodes favorables												
Abattage												
Travaux en lit mineur												
Travaux en lit majeur (berges, plantations...)												

Vert foncé : Période travaux préconisée

Vert clair : Période de travaux possible mais moins favorable

Rouge clair : Période de travaux non favorable (Truite fario : fraie et émergence des alevins)

Rouge foncé : Période d'interdiction de travaux en rivière

Au vu de l'ampleur du projet, la réunion du COPIL du 9 avril 2026 a permis de mettre en lumière la probable et nécessaire étude d'impact qui peut être demandée à la suite du cas par cas en cours de rédaction et qui sera transmis courant Juin 2026. Cela recule la date initialement prévue de travaux

de 2027 à 2028 pour assurer une période d’instruction auprès des autorités (DREAL et DDT) et d’enquête publique suffisante.

Ainsi, le programme des opérations ajustés pour des travaux en 2028 est le suivant :

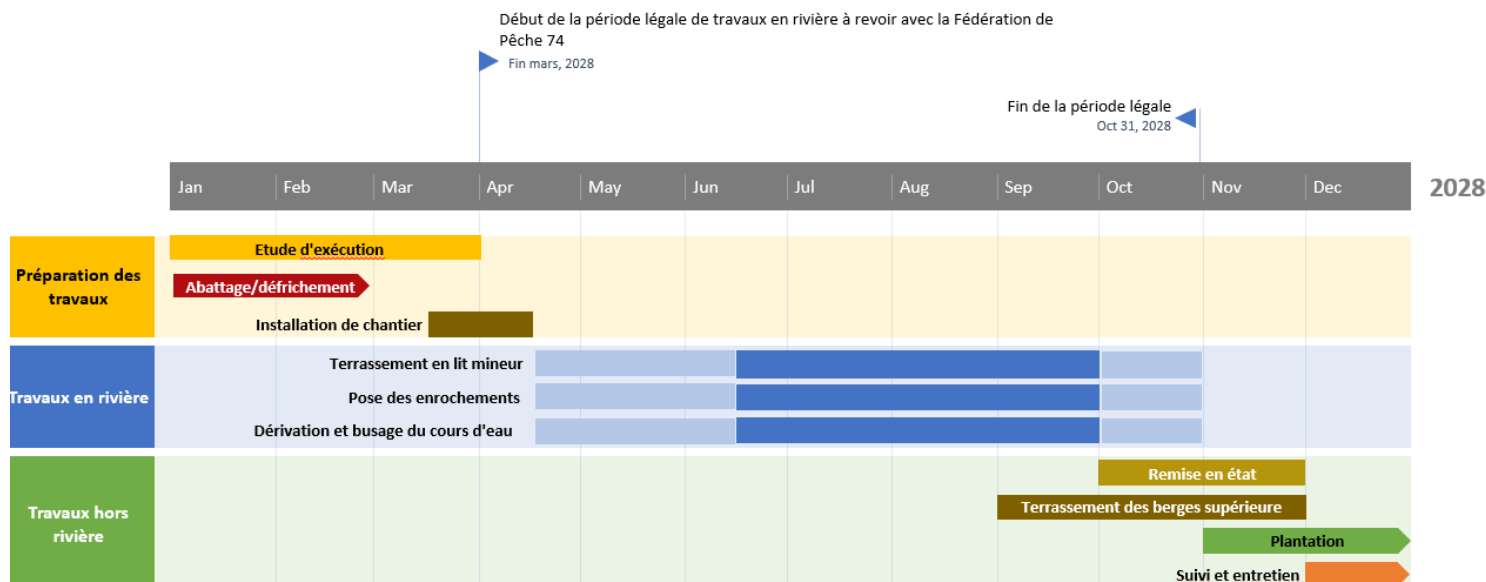


Figure 22 : Calendrier des travaux estimé

5.2. Maîtrise foncière

Pour rappel, la maîtrise foncière est simplifiée car les parcelles de projets et d'accès sont majoritairement publiques. A compléter /....

5.2.1. Accés travaux et zone de stockage/ base vie

En premier lieu et comme évoqué lors de la réunion du 9 avril 2026, les accès travaux entrevus concernent des cheminements depuis la RD sur les anciens accès des travaux du coontre-seuil et de la passe à poisson, cf. image ci-dessous. Le stockage des matériaux et/ou la base vie peut se faire en



Figure 23 : Solution 1 d'accès et de zone de stockage /base vie

partie sur la zone encadrée rouge mais ne garantit pas un espace suffisant pour les blocs et alluvions en attente d'utilisation afin d'optimiser les déplacements.

Au vu de la difficulté de livraison et de circulation au droit de la RF, une autre solution est jugée possible. En effet, la plateforme de stockage de matériaux de réinjection située au bout de la route des anciens Jardins. Cet espace est foncièrement public et d'une taille suffisante pour pouvoir assurer le rôle de base vie et de stockage. Il a néanmoins comme désavantage d'être plus éloigné du site ce qui nécessitera la création d'une piste d'accès aux travaux. Une seconde plateforme de stockage provisoire serait possible au niveau du circuit de voiture, un terrain privé. Selon le tracé retenu, la piste devra nécessairement longer le lit mineur actuel. La représentation en bleu clair nécessiterait une piste immédiatement après la plateforme de stockage principale jusqu'à un franchissement, puis de la seconde plateforme jusqu'au contre-seuil. La piste en marron clair aurait l'avantage de ne pas créer de franchissement et de limiter l'impact sur le lit mineur. Elle serait néanmoins plus vulnérable lors de crues du Fier. L'impact environnemental serait donc bien plus élevé mais l'entreprise de travaux pourrait gérer son stock plus librement.

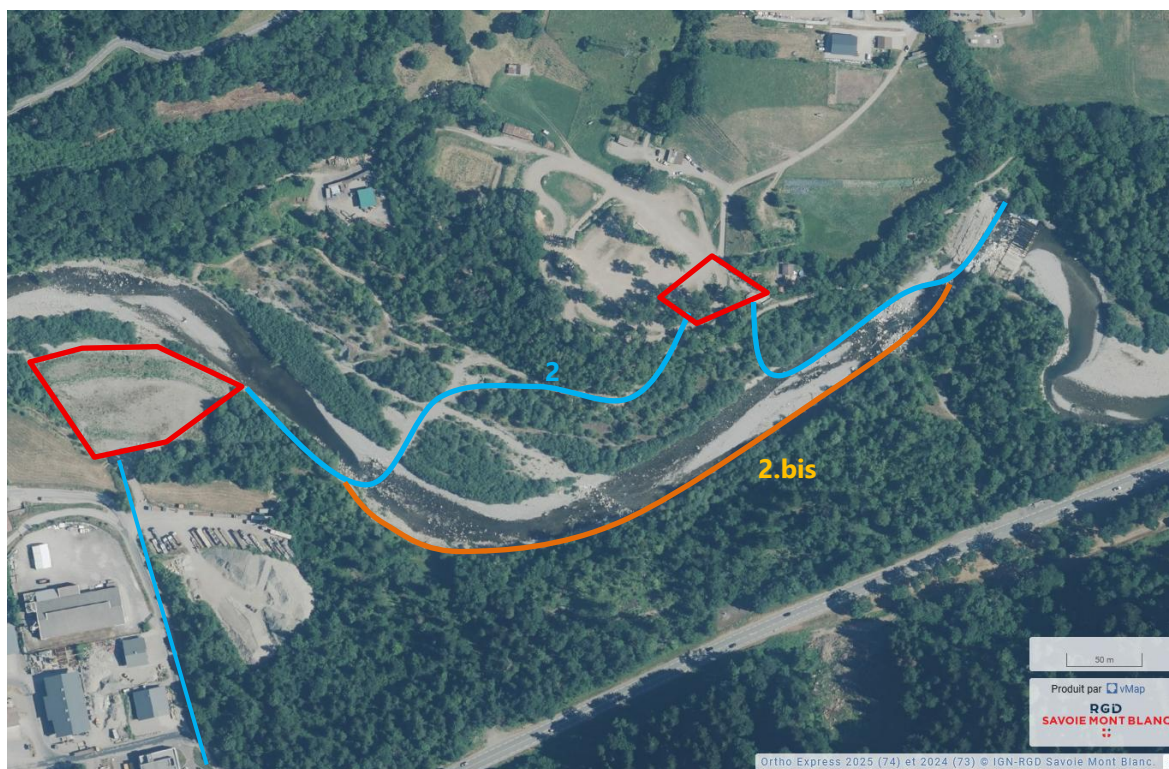


Figure 24 : Solution 2 d'accès travaux avec création d'une piste

Voici les avantages et inconvénients des deux accès et zones stockage/base vie :

Tableau 1 : Avantages/inconvénients des différents accès travaux proposés

	Avantages	Inconvénients
Solution 1	- Proximité du site - Pistes existantes et utilisées pour les chantiers précédents	- Sécurisation routière très délicate - Manque d'espace pour le stockage et la base vie
Solution 2	- Sécurisation aisée et zone étendue dédiée au stockage et base vie pour travaux - Gestion des matériaux de chantier facilitée	- Impact environnemental fort par la création d'un batardeau de circulation sur 500ml environ (moins si l'on considère les bancs alluviaux en place) et la circulation de nombreux engins (pollutions sonore, sismique, émissions GES, hydro-carbures etc.) - Besoins de matériaux alluvionnaires pour la création du batardeau - Besoins de buses de grand diamètre pour assurer le franchissement depuis la plateforme de stockage principale pour accéder à la rive droite - Besoins de pêche de sauvegarde sur un large périmètre si jugée nécessaire - Démarche foncière plus incertaine sur la zone privée et accès sur les chemins piétons à demander
Solution 2.bis	- Sécurisation aisée et zone étendue dédiée au stockage et base vie pour travaux - Gestion des matériaux de chantier facilitée	- Impact environnemental fort par la création d'un batardeau de circulation sur 500ml environ (moins si l'on considère les bancs alluviaux en place) et la circulation de nombreux engins (pollutions sonore, sismique, émissions GES, hydro-carbures etc.) - Besoins de matériaux alluvionnaires pour la création du batardeau, si possible sans extraction du lit mineur - Besoins de pêche de sauvegarde sur un large périmètre si jugée nécessaire mais les arguments de rester distant au maximum du lit mineur sans traversée peuvent justifier le faible impact du milieu

5.2.2. Réseaux existants

Il n'y a pas à notre connaissance de réseau existant sur la zone de chantier.

5.2.3. Contraintes spécifiques du site

Le site est accessible rapidement par la bande en bord de RD reliant Annecy et Thônes, très fréquentée notamment sur les heures de pointes à préciser. Il serait, dans le cas de la solution 1, difficile de garantir la sécurité des centaines d'allez-venues des engins sur la route depuis la zone de chantier et un système de signalisation avec feu rouge devrait être installé. Cela nécessite de travailler conjointement avec le service des routes.

De ce fait, la solution 2 paraît à privilégier malgré son impact plus fort sur le milieu qui peut néanmoins être atténué par des circulations uniquement sur des bancs alluviaux en rive gauche du Fier (à l'exception de deux passages nécessitant la création d'un batardeau et qui devront nécessiter des pêches de sauvegarde notamment pour capturer les espèces se réfugiant en pied de berge immergée pour les relâcher hors de portée des batardeau posés immédiatement après.

La gestion des travaux sur les deux sites (protection anse amont et restauration de la continuité) impliquera une réflexion sur l'optimisation des déplacements des sédiments et des blocs depuis la plateforme de stockage et le choix de l'entreprise dans la chronologie des travaux.

5.3. Gestion des eaux et chronologie

La gestion des eaux devra être précisée par les entreprises dans leur offre, basée sur les indications d'Hydrétudes inscrites dans le DCE. En effet, les forts débits de crue du Fier pourront entraîner la ruine des aménagements de dérivations à plusieurs reprises au cours du chantier ce qui devra faire l'objet d'un poste ciblé sur le DPGF par une unité d'heure de pelle pour reconstruction de batardeau.

A ce stade de réflexion, hydrétudes pense que réaliser le secteur de la anse d'érosion en premier serait intéressant si une piste de type batardeau est réalisée depuis l'aval (solution 2 ou 2bis d'accès). Pour avoir suffisamment d'alluvions pour le batardeau, une juste part de ceux retirés de l'intrados du méandre amont pourront être redescendu s'il ne sont pas utilisés pour le remblaiement de la anse ni le recouvrement post travaux du fond du lit. Cette piste devrait permettre les livraisons de blocs et circulations d'engins à l'amont du seuil par le délaissé en rive droite. En suite, et une fois que l'ensemble des aménagements sont réalisés à l'amont (dont l'ouverture de l'intrados et des bras secondaires), et que les excédent d'alluvions sont redescendus en zone de stockage, pourraient commencer les travaux de la rampe de l'aval vers l'amont pour optimiser le placement des blocs.

Une des premières opérations de dérivation des eaux consisterait à obtenir rapidement le lit mineur amont dans sa position finale, et de créer un batardeau devant la zone où la nouvelle protection sera construite, cf. image ci-jointe.

Pour la rampe, il faudra procéder par avancement progressif aval vers l'amont par demi largeur du cours d'eau ou par une autre solution proposée par les entreprises de travaux.

Pour le bras de contournement, le seuil sera utilisé pour dériver l'eau.

Figure 25 : Première étape de dérivation



5.4. Mesures de gestion des MES

La meilleure gestion des MES consiste à limiter le risque d'en avoir (application de la séquence ERC pour cet impact temporaire de chantier). Pour ce faire, les travaux de fouilles en lit mineur et sur berge seront systématiquement menés après mise en place préalable d'une dérivation provisoire permettant un transit et maintien des eaux claires du Fier de l'amont à l'aval de la zone de chantier.

Afin de limiter au maximum le risque de départ de matières en suspension, un dispositif filtrant sera mis en place en aval de la zone de travaux lors de la réalisation des batardeaux ou dès lors qu'il y aura nécessité d'évacuation des eaux de fouilles.

Ce dispositif sera alors :

- Soit constitué d'équipement de type filtre à pailles, ou voile filtrant constitué d'un géotextile coco 900 g/m² doublé ; ils sont alors appropriés à une filtration des eaux claires de la Dranse ;
- Soit encore d'un barrage de matériaux de type gravelette roulée (apport carrière), précédée d'une zone de décantation ; ce type de dispositif est alors davantage approprié au traitement préalable des eaux de fouilles avant rejet au milieu récepteur (hormis si le débit d'étiage du cours d'eau est très faible et permet une gestion couplée des eaux par ce dispositif).
- Soit un système de watergate qui prélève l'eau claire en amont de la zone de travaux dans une conduite pour la restituer en aval, moyennant une capacité hydraulique de/des buses suffisantes par rapport aux indications d'Hydrétudes dans le DCE.



Figure 26 : Exemple d'un barrage filtrant « paille » (HYDRETUDES, Saint Ruph 74, 2015) et par gravelette (HYDRETUDES, Foron de Taninges 74, 2018)

Des mesures de suivi de la bonne gestion de ces MES seront à prévoir ; elles reposeront avant tout sur un contrôle quotidien par l'entreprise (et hebdomadaire par le MOE) de l'état du substrat du fond du lit proche à l'aval pour juger de son taux d'enlèvement (nuage de turbidité si remobilisé).

Le passage des engins directement dans le lit mineur est formellement interdit sans avoir réalisé de dérivation ou de franchissement approprié en suivant les prérogatives de l'arrêté préfectoral (pêche préventive, etc.).

5.5. Protection du milieu et respect de l'environnement

En phase chantier, il est indispensable de respecter les obligations réglementaires inscrites dans le DLE, concernant la limitation de leur impact sur l'environnement. Pour cela, des mesures d'Évitement, de Réduction et de Suivi () font partie intégrante du chantier et des consignes de réalisation. La synthèse des mesures ERC, qui seront mises en place dans le cadre du projet est montré ci-après :

ATTENDRE DLE

La Mesure d'évitement **ME3** fait référence aux Préconisations et mesures d'évitement propres à tous chantiers en rivières. Dans le cas de travail dans le cours d'eau ou à proximité immédiate, les mesures suivantes devront être prises pour limiter l'impact des travaux :

- 💧 Contact préalable avec les services de la police de l'eau si travail dans le cours d'eau et OFB (au moins 8 jours avant) ;
- 💧 Assèchement des fouilles par pompage des eaux résiduelles avec mise en œuvre d'une fosse de décantation avant rejet des eaux dans le cours d'eau ;
- 💧 Choix des emplacements de stockage des matériaux sur des zones les moins vulnérables au ruissellement et les plus éloignées des cours d'eau ;
- 💧 Stockage des lubrifiants, hydrocarbures ou autres produits polluants susceptibles de contaminer la nappe souterraine et les eaux superficielles en zones étanches les moins vulnérables au ruissellement et les plus éloignées du cours d'eau ;
- 💧 Sécurisation des opérations de remplissage des réservoirs (pistolets à arrêt automatique, contrôle de l'état des flexibles) ;
- 💧 L'entreprise prestataire sera tenue pour responsable de tout dommage sur l'environnement et devra donc en assumer les conséquences ;
- 💧 Réalisation des vidanges, nettoyages, entretiens et ravitaillement des engins sur des emplacements aménagés à cet effet : plate-forme étanche avec recueil des eaux dans un bassin ou bac ;
- 💧 Recueil et évacuation des produits de vidange en fûts fermés vers des décharges agréées ;
- 💧 Interdiction de laisser tout produit, toxique ou polluant sur site en dehors des heures de travaux, évitant ainsi tout risque de dispersion nocturne, qu'elle soit d'origine criminelle (vandalisme) ou accidentelle (perturbation climatique, renversement) ;
- 💧 Organisation de chantier adaptée afin de se prémunir d'éventuelles pertes de laitance de ciment ou d'autres produits chimiques utilisés pour la construction d'ouvrages dans le cours d'eau ;
- 💧 Aucun matériel ou déchet de quelque nature que ce soit ne sera abandonné par l'entreprise sur l'emprise du chantier ;
- 💧 En cas de pollution le chef de chantier devra informer au plus tôt les services de la police de l'eau ou la Gendarmerie la plus proche.

5.6. Gestion des espèces invasives

Le site est parsemé d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) végétales. Ces espèces, comme le Buddleja du Père David *Buddleja davidii* et la Balsamine de l'Himalaya *Impatiens glandulifera*, peuvent parfois être dominantes et s'étendre sur des surfaces importantes.

Le tableau ci-dessous présente la liste des espèces et les surfaces impactées par la présence d'EEE végétales. Une cartographie synthétique se trouve en fin de partie.

Tableau 2 : Synthèse des EEE présentes sur la zone d'étude

Nom espèce	Surface (m²)	% de la surface d'étude
<i>Buddleja davidii</i> Franch., 1887	11169,54	18,24%
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle, 1833	712,36	1,16%
<i>Parthenocissus inserta</i> (A. Kern.) Fritsch, 1922	857,33	1,40%
<i>Solidago gigantea</i> Aiton, 1789	739,91	1,21%
<i>Erigeron canadensis</i> L., 1753	NA	NA

En complément des espèces mentionnées ci-dessus, quelques individus très localisés d'Erigeron du Canada *Erigeron canadensis* sont aussi observés.

La présence de toutes ces espèces peut aussi être ponctuelle. L'ensemble des observations est présenté dans la cartographie ci-dessous issues du Diagnostic écologique.

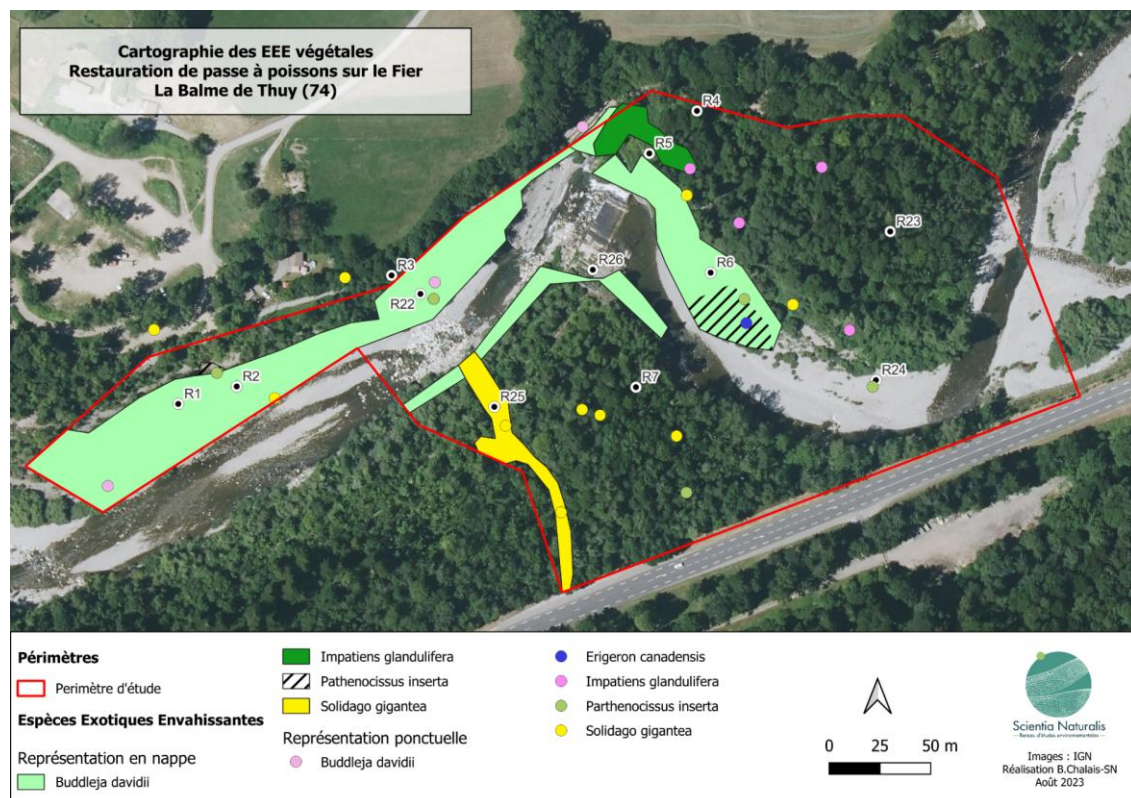


Figure 27 : Cartographie des EEE (2023)

5.6.1.1. Buddleja du Père David (*Buddleja davidii*)



Figure 28 : *Buddleja du Père David (Buddleja davidii)* (Scientia naturalis)

Cette plante se développe généralement dans les milieux de friche et en bord de rivière sur sol bien drainé. Cette espèce buissonnante peut atteindre 5 m de hauteur et se caractérise par une inflorescence en panicule dense de couleur violette, la plupart du temps, atteignant 30 cm.

Le Buddleja est très présent sur la zone d'étude et principalement dans les Saussaies à Osier (EUNIS : F9.121). Sa concentration est toutefois plus importante dans les fourrés où les saules sont plus espacés (R2) ainsi qu'en cordons quasi-monospécifiques autour du seuil.

5.6.1.2. Erigéron du Canada (*Erigeron canadensis*)



Figure 29 : *Erigéron du Canada (Erigeron canadensis)* (Scientia naturalis)

Cette plante se distingue par une tige feuillée de feuilles sessiles, alors que celles de la base sont atténuées en pétiole. Elle peut atteindre 120 cm de haut. Les inflorescences sont composées de nombreux petits capitules de 2 à 3 mm de diamètre à hémiligules blanche dépassant de peu les fleurs tubulaires et l'involucre.

Une seule observation a été réalisée sur un banc d'alluvions plus ou moins grossiers, au niveau du relevé R6.

5.6.1.3. Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*)



Figure 30 : Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) (*Scientia naturalis*)

Cette plante herbacée peut atteindre 2 m de hauteur. Elle présente une inflorescence en grappes lâches de 2 à 14 fleurs roses munies d'un éperon droit et court. Ses feuilles sont allongées, dentées et opposées. Ses fleurs sont autofertiles et les fruits explosent à maturité, éjectant les graines jusqu'à 7 m de distance. Un individu peut produire jusqu'à 800 graines.

Les affinités écologiques plutôt hygrophiles de cette plante font qu'elle est assez présente sur le site d'étude. Elle est souvent observée dans la Communauté riveraine à *Petasites* (EUNIS : E5.41) où elle occupe plus de 50% de la surface (700 m² environ) de cet habitat, dans la zone à proximité du seuil. Elle est aussi observée ponctuellement dans les boisements et sur les berges avec un sol assez épais pour son implantation et une disponibilité en eau suffisante.

5.6.1.4. Vigne-Vierge commune (*Parthenocissus inserta*)



Figure 31 : Vigne-Vierge commune (*Parthenocissus inserta*) (*Scientia naturalis*)

Cette espèce est une plante rampante voire grimpante à fort développement (>20m). Elle se caractérise par des feuilles palmatiséquées à 5 folioles généralement pouvant aller jusqu'à 7. Elle produit des vrilles à rameaux volubiles.

C'est une plante omniprésente sur le terrain puisque quatre stations de taille réduite sont observées sur le terrain. Parmi ces stations, trois sont sur des galets de banc d'alluvions ou d'éboulis (EUNIS : H2.61) et une est en forêt (EUNIS : G1.A13).

Alors que sur l'ensemble des stations, celles-ci se limitent à un ou deux individus, le banc de galets situé en amont du seuil en rive droite présente une concentration plus importante de l'implantation de cette espèce.

5.6.1.5. Solidage géant (*Solidago gigantea*)



Figure 32 : Solidage géant (*Solidago gigantea*) (*Scientia naturalis*)

Cette plante possède une tige et des feuilles généralement glabres et plus rarement pubescentes. Elle peut atteindre environ 2 m de haut et se présente sous l'aspect d'une tige feuillée avec des feuilles lancéolées et sessiles. L'inflorescence est terminale et se compose de capitules dressés unilatéraux. Les fleurs sont de couleur jaune.

Une plante produit environ 20000 graines et peut se reproduire grâce à l'émission de stolons permettant une dissémination importante des individus.

Elle montre une affinité pour les prairies à tendance hygrophile où elle peut se développer abondamment et devenir l'espèce majoritaire.

Dans ce cas, cette espèce n'est présente que sous forme de patch plus ou moins espacés. Une plus forte concentration est toutefois observée le long du chemin amenant à la rive gauche en aval du seuil. Une dizaine d'autre stations sont disséminées sur la zone d'étude, tantôt sur des bancs d'alluvions (EUNIS : H2.61), tantôt dans les boisements plus épais (EUNIS : G1.A13).

5.6.1.6. Traitement et procédures

Au début des travaux, un inventaire en présence de l'entreprise et du MOA sera à effectuer afin de vérifier leur localisation (cf. ci-dessus) et dans le cas où d'autres n'auraient pas été identifiées lors de la phase projet. Ce repérage devra être réalisé suffisamment tôt, dès la phase de piquetage, afin de ne pas retarder le chantier et générer de coût d'immobilisation. En fonction de ces investigations, un traitement spécifique de la végétation et des déblais associés sera mis en place.

Des mesures spécifiques seront mises en place tous le long du chantier et seront contrôlés par le MOE :

- 💧 Nettoyage rigoureux des engins de chantier pour éviter la dissémination,
- 💧 Traitement des massifs exotiques (plusieurs possibilités : évacuation en décharge agréée puis enfouissement, réutilisation avec criblage/concassage au préalable...),

- Reconstitution d'une ripisylve et végétalisation des talus travaillés pour instaurer une concurrence avec les espèces invasives (plantations à réaliser après la fauche des massifs).
- Vérification systématique de la provenance des matériaux importés et de leur non-contamination.

Voici ce qui est classiquement réalisé pour les espèces les plus communes :

Tableau 3 : Exemple de plantes invasives à neutraliser si observées sur la zone de travaux

	La présence de la renouée du Japon (Reynoutria ou Fallopia japonica) : il s'agit d'une plante envahissante très vivace. Les plants de renouée du Japon repérés sur le site du chantier devront faire l'objet d'un arrachage soigné. La terre contaminée ne doit pas être réutilisée ultérieurement pour l'engazonnement ou la mise en place des techniques végétales. Les terres contaminées devront être évacuées en décharge agréée ou traitées (broyage/criblage).
	La présence de Buddleia ou arbre à papillon (Buddleia) : il s'agit d'une plante envahissante. Les plants repérés sur le site du chantier devront faire l'objet d'un arrachage soigné. La terre contaminée ne doit pas être réutilisée ultérieurement pour l'engazonnement ou la mise en place des techniques végétales hors de la zone de chantier.
	La présence de Balsamine ou impatience de l'Himalaya (Impatiens glandulifera) : il s'agit d'une plante envahissante. Les plants de Balsamine repérés sur le site du chantier devront faire l'objet d'un arrachage soigné. La terre contaminée ne doit pas être réutilisée ultérieurement pour l'engazonnement ou la mise en place des techniques végétales hors de la zone de chantier.
	La présence de Solidage (Solidago gigantea) : il s'agit d'une plante envahissante. Les plants de Solidage repérés sur le site du chantier devront faire l'objet d'un arrachage soigné. La terre contaminée ne doit pas être réutilisée ultérieurement pour l'engazonnement ou la mise en place des techniques végétales hors de la zone de chantier.
	La présence d'Ambroisie (Ambrosia artemisiifolia) : il s'agit d'une plante envahissante et fortement allergène. Elle peut s'installer sur les zones de déblais ou de stockage de matériaux. Dans le cas d'implantation, les plants d'Ambroisie repérés sur le site du chantier devront faire l'objet d'un arrachage soigné. La terre contaminée ne doit pas être réutilisée ultérieurement pour l'engazonnement ou la mise en place des techniques végétales. Les terres contaminées devront être évacuées en décharge agréée.

5.7. Etudes d'exécutions

Les études d'exécutions seront réalisées en phase de préparation du chantier, celles-ci viseront à préciser la mise en œuvre du projet, définir la gestion des eaux, et apporter un avis géotechnique sur les travaux en phases provisoire et définitive, ainsi que la gestion des matériaux (nature, possibilités de réutilisation et valorisation).

5.8. Remise en état

Le MOE sera intransigeant sur la remise en état des différents sites après travaux.

Sur le secteur amont, les pelles seront proscrites après finalisation du nouveau gabarit de la rivière. La plantation à l'automne, pourra éventuellement se faire par l'accès de la solution 1 avec de petits engins de chantiers notamment pour la pose de la couche de branchage. L'apport de terre naturelle pour recouvrir les branchages aura été préalablement acheminé lors de la phase travaux plus tôt dans l'année.

Sur le secteur aval, le batardeau devra être progressivement écrêté jusqu'au niveau du lit mineur pour éviter la turbidité et garantir une recharge sédimentaire supplémentaire sur le linéaire. Les alluvions en excédent seront utilisées à terme pour de la réinjection principalement sur et au pied de la rampe en enrochement, mais également dans le système actuel de ge du Fier au droit de la plateforme de stockage principale. Cette dernière sera débarrassée de toutes traces de chantiers ou de matériaux qui n'ont pas leur place dans le lit majeur (tas de mélange de sédiments grossiers non destinés à la recharge du lit, gros blocs, etc.) et les engins retirés.

Aucune trace de pollution ne devra être constatée ni d'introduction de nouvelles EVEC au risque d'imposer à l'entreprise une dépollution ou traitement selon les cas.

NOS DOMAINES D'ACTIVITÉS

UNE EXPERTISE DE L'EAU COMPLETE
ET UN ACCOMPAGNEMENT SUR MESURE

Rivières, lacs et torrents

Prévention, prévision, protection, gestion du risque inondation,
Expertise post crue, gestion de crise.
Gestion sédimentaire.
Réalisation d'ouvrages de protection des biens et des personnes
(Barrages, digues, ouvrages de franchissement).

Environnement et écologie

Renaturation & valorisation des cours d'eau et milieux associés.
Développement durable.
Protection des milieux.
Continuité écologique.

Réseaux

Production, stockage & distribution d'eau potable.
Assainissement & épuration des eaux usées.
Gestion des eaux pluviales.
Conception et gestion des aménagements
D'irrigation et d'enneigement.

Topographie

Topographie de rivières, de réseaux.
Récolement.

Contact :

contact@hydretudes.com
www.hydretudes.com



Flashez et visitez notre site

Saint-Pierre
de la Réunion

