



Restauration de la Chalaronne au droit du camping de St Didier-sur-Chalaronne

ÉTUDE DE PROJET

C2022-102-01

juillet 2022

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE	4
2. ACTUALISATION DE L'ÉTAT DES LIEUX	5
2.1. ÉVOLUTION DU LIT ENTRE 2018 ET 2022	5
2.1.1 LEVÉS TOPOGRAPHIQUES.....	5
2.1.2 ÉVOLUTION DU PROFIL EN LONG	7
2.1.3 ÉVOLUTION DU TRACÉ EN PLAN	10
2.2. CRUES SURVENUES ENTRE 2019 ET 2022.....	13
2.2.1 RAPPELS HYDROLOGIQUES.....	13
2.2.2 CARACTÉRISATION DES CRUES SURVENUES ENTRE 2019 ET 2022	14
2.3. MODÉLISATION HYDRAULIQUE	14
2.3.1 PRÉSENTATION DU MODÈLE	14
2.3.2 RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS	15
2.4. SYNTHÈSE-DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT ACTUEL.....	18
3. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS	19
3.1. RAPPEL DES PROPOSITIONS DE L'ÉTUDE DE 2018.....	19
3.2. ACTUALISATION DES PROPOSITIONS	19
3.3. DIMENSIONNEMENT DES AMÉNAGEMENTS.....	20
3.3.1 ÉPIS DÉFLECTEURS	20
3.3.2 RECREUSEMENT DU LIT VIF EN RIVE GAUCHE.....	23
3.3.3 PROTECTION DE LA BERGE RIVE DROITE EN EXTRÉMITÉ AVAL	24
3.3.4 RADIER DE FOND EN EXTRÉMITÉ AMONT.....	24
4. IMPACTS DES TRAVAUX SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA CHALARONNE.....	25
5. CHIFFRAGE ESTIMATIF DES COÛTS.....	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site de l'opération	5
Figure 2 : Localisation des levés topographiques réalisés pour les besoins de l'étude	6
Figure 3 : Profils en long comparés 2018/2021 sur l'ensemble du périmètre d'étude	8
Figure 4 : Profils en long comparés 2018/2021 au droit du camping.....	9
Figure 5 : Évolution du tracé en plan du lit vif et des atterrissements sur la zone d'étude entre 2018 et 2021-22	11
Figure 6 : Comparaison de photographies prises en 2018 et 2022 depuis la rive droite de la zone d'étude	12
Figure 7 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état actuel.....	16
Figure 8 : Coupe transversale type d'un épi plongeant en enrochements [Source : Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Agence de l'Eau Seine Normandie– Biotec, 2007]	21
Figure 9 : Schématisation des effets produits par un épi en fonction de son orientation par rapport à l'axe principal d'écoulement [Source : Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, AESN – Biotec, 2007]	22
Figure 10 : Exemple de série d'épis réalisés sur la Brenne à Vénarey-les-Laumes (21) [Source : Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, AESN – Biotec, 2007]	23
Figure 11 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état projet et actuel.....	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débits de pointe de crue retenus au droit du site du projet (en m ³ /s)	13
Tableau 2 : Débits de pointe mesurés lors des crues de 2019 à 2021 sur la Chalaronne à la station de St Etienne-sur-Chalaronne (source SRDCBS)	14
Tableau 3 : Tableau récapitulatif du coût estimatif des travaux	27

LISTE DES ANNEXES

DOSSIER DE PLANS

DÉTAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

1. PRÉAMBULE

En 2018, le Syndicat des Rivières Dombes Chalaronne Bords de Saône (SRDCBS) a fait réaliser une **étude pour la restauration de la continuité écologique sur la Chalaronne au droit d'un ancien seuil** en partie détruit au niveau du **camping de St Didier-sur-Chalaronne**.

Cette étude, qui avait été confiée au bureau d'études Eau & Territoires, avait abouti à la proposition d'un programme d'aménagement du lit et des berges de la rivière au droit et aux abords de l'ancien seuil.

Une première tranche de travaux a été réalisée en 2019, et a concerné les opérations suivantes au droit et aux abords immédiats du seuil :

- **Démantèlement de l'ancien ouvrage** en béton et d'un mur en béton en rive droite.
- **Reprofilage du lit et des berges** sur une emprise d'environ 80 m autour de l'ancien ouvrage avec mise en œuvre de techniques de génie végétal pour assurer une protection des berges contre l'érosion.

Une seconde tranche de travaux prévoyait d'intervenir à l'amont dans le lit et sur les berges afin de lutter contre le risque d'érosion de la berge rive droite située en extrados de méandre et très vulnérable à l'érosion, et de remobiliser les atterrissements et terrasses en intrados.

Ces travaux n'ont pas pu être mis en œuvre par le SRDCBS et les fortes crues survenues au cours de l'année 2021 ont occasionné d'importants désordres sur cette berge qui supporte notamment une piste communale.

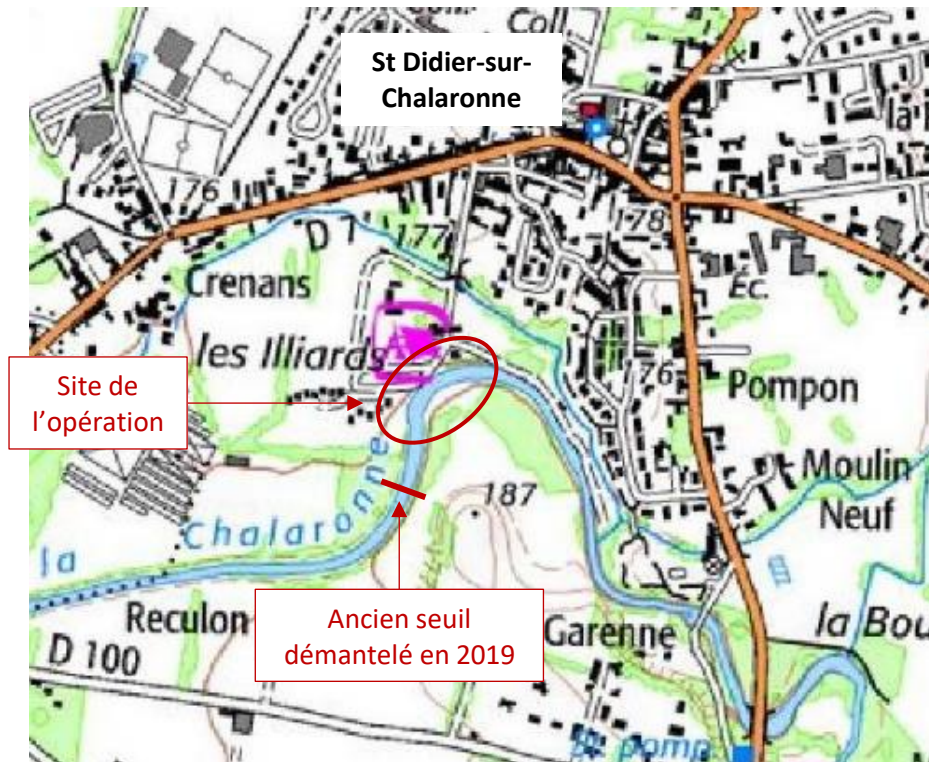
À la suite à l'effondrement de la berge lors de **l'épisode de crue du 11-16 mai 2021**, le SRDCBS a fait réaliser en urgence une **protection du pied de berge rive droite en enrochements sur près de 50 m** (fin mai – début juin 2021). Un arasement de l'atterrissement en rive gauche (intrados) avec création d'un épi déflecteur à l'amont et d'un chenal préférentiel, avec régalage des matériaux en rive droite (extrados), a également été réalisé lors de ces travaux.

Si la protection de berge en enrochements a bien résisté aux crues successives survenues depuis (juin, juillet, octobre puis décembre 2021), l'atterrissement s'est reformé en rive gauche et la Chalaronne a retrouvé son écoulement contre la berge. **La berge rive droite a progressivement été érodée en aval des enrochements mis en place**, emportant l'extrémité amont de la fascine mise en place lors des travaux de 2019 à l'amont de l'ancien seuil démantelé.

Devant ces constats, le SRDCBS a souhaité **relancer le programme d'aménagement envisagé en 2018 afin de mettre en œuvre des solutions adaptées et pérennes pour protéger la berge du camping**, tout en préservant la dynamique sédimentaire de la Chalaronne, ainsi que la qualité des milieux aquatiques.

Le SRDCBS a ainsi missionné le bureau d'études Eau & Territoires pour une étude de conception au niveau projet des aménagements à prévoir.

Figure 1 : Localisation du site de l'opération



2. ACTUALISATION DE L'ÉTAT DES LIEUX

En préalable à la définition de propositions d'aménagements, une actualisation de l'état des lieux a été réalisée afin de caractériser la situation actuelle suite à la réalisation des travaux de 2019 et aux crues survenues en 2021.

2.1. ÉVOLUTION DU LIT ENTRE 2018 ET 2022

2.1.1 LEVÉS TOPOGRAPHIQUES

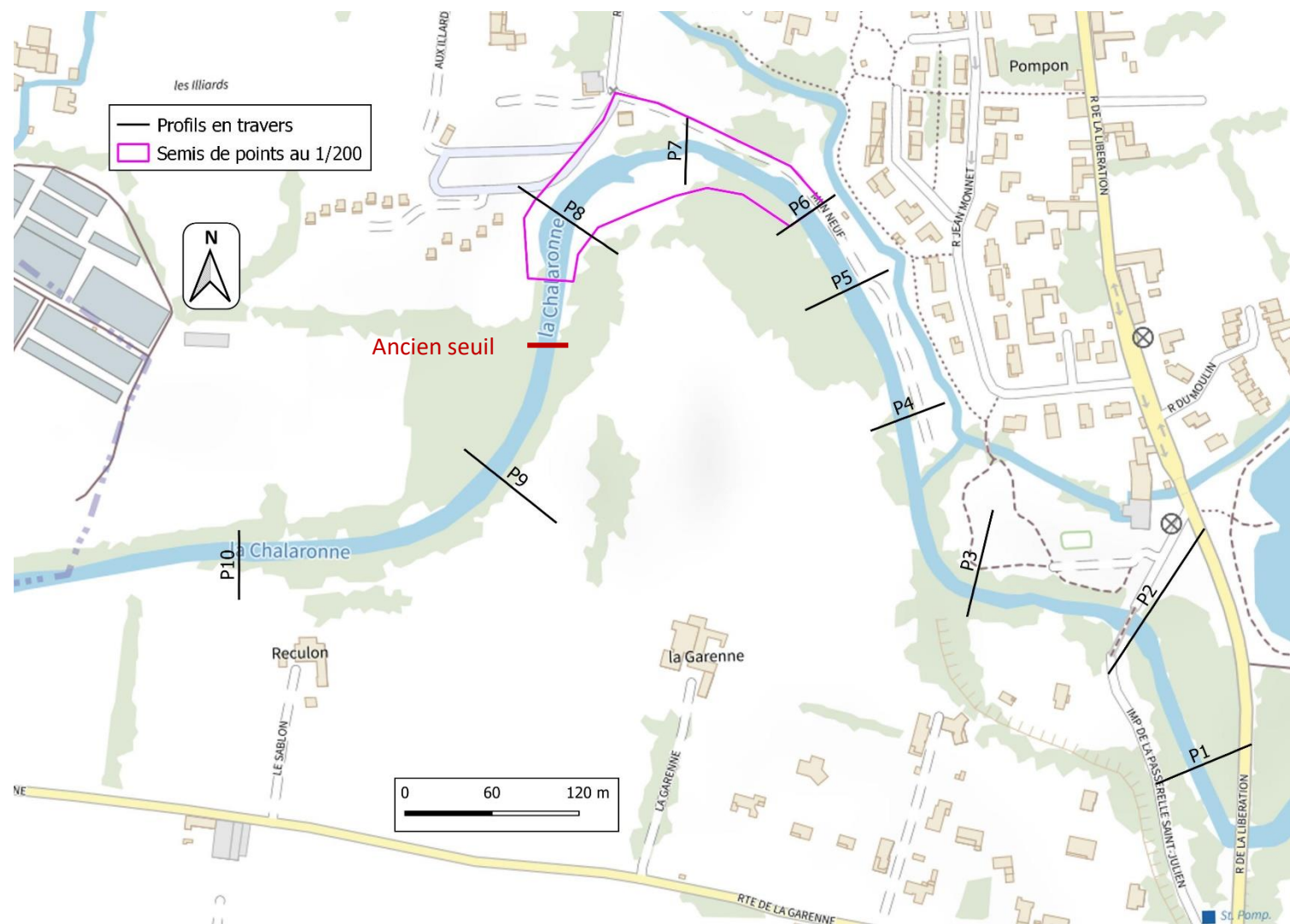
Le SRDCBS a fait réaliser un levé topographique de la Chalaronne par le cabinet de géomètre Hydrotopo fin septembre 2021. Ce levé a été comparé avec le même levé réalisé en mars 2018 dans le cadre de l'étude d'avant-projet du programme d'aménagement.

Les levés suivants ont été réalisés et comparés avec ceux de 2018 :

- Profil en long du fond du lit et du fil d'eau sur un linéaire de 1,7 km entre le pont de la RD933 à l'amont et le pont de la RD28d à Thoissey à l'aval.
- 10 profils en travers du lit mineur sur cette emprise.
- Un semis de points détaillé avec rendu à l'échelle du 1/200 sur une emprise d'environ 1 hectare au droit du méandre du camping de St Didier.

La localisation des levés réalisés est présentée sur la Figure 2 ci-après.

Figure 2 : Localisation des levés topographiques réalisés pour les besoins de l'étude



Au cours de la reconnaissance de terrain réalisée par Eau & Territoires au printemps 2022, une légère évolution du lit et des berges a été constatée depuis le levé réalisé le 30/09/2021 en aval de la protection de berge en enrochements réalisée en mai-juin 2021, avec une érosion prononcée de la berge rive droite et une modification de la topographie de l'atterrissement présent au centre du lit.

Un complément topographique a ainsi été réalisé par Hydrotopo en mai 2022 au droit du secteur modifié.

2.1.2 ÉVOLUTION DU PROFIL EN LONG

Les profils en long comparés entre mars 2018 (avant travaux de démantèlement du seuil) et septembre 2021 sont présentés sur les figures ci-après.

Il convient de préciser que les débits estimés à la station hydrométrique de St Etienne-sur-Chalaronne lors des levés du profil en long de la Chalaronne au droit du camping de St Didier étaient respectivement de 1,06 m³/s le 26/03/18 et 0,66 m³/s le 30/09/21. Les différences constatées entre les lignes d'eau lors de ces levés peuvent donc en partie s'expliquer par le débit légèrement supérieur en 2018 par rapport à 2021. Au regard des débits estimés à St Etienne et de la configuration des écoulements au droit du camping de St Didier, cette différence peut être évaluée à quelques centimètres seulement, et cela, même si le débit à St Didier doit être légèrement différent de celui estimé à la station de St Etienne (apport d'affluents mais dérivation du canal des Échudes).

La structuration générale des pentes de la ligne d'eau n'a pas évolué de manière significative sur l'ensemble du profil en long :

- **À l'amont** entre la passerelle St Julien (P2) et le méandre du camping (P7), on retrouve une pente moyenne de l'ordre de **0,15%**. La ligne d'eau s'est abaissée d'une trentaine de centimètres entre P5 et P7 du fait de l'abaissement de la retenue liée à l'ancien seuil.
- **Entre le profil P7 et l'aval de P9**, la pente s'accroît fortement à **un peu plus de 0,5%** : la ligne d'eau s'est abaissée à l'amont de l'ancien seuil (jusqu'à 0,3 m en P7) et elle est assez comparable en aval avec une succession plus prononcée des faciès lotiques et lenticles.
- **En aval de P9**, la pente s'abaisse fortement à environ **0,1%** : les lignes d'eau sont relativement comparables, la légère différence constatée pouvant s'expliquer par un débit légèrement inférieur en 2021.

La comparaison des profils en long du fond de lit et des profils en travers avant et après les travaux de démantèlement du seuil nous permettent par ailleurs de tirer les enseignements suivants.

- **À l'amont du périmètre d'étude**, entre les profils P1 et P5, **le fond du lit n'a quasiment pas évolué** ; les profils en travers sont quasiment identiques, et sauf très localement (entre P3 et P4), la position des radiers (points haut) et des mouilles (points bas) est relativement inchangée.
- **Entre P5 et l'amont du méandre du camping (P7)**, le fond du lit a un peu évolué avec un lissage du radier au droit de P6 (abaissement du profil en travers d'environ 0,4 m), un renforcement du radier à l'amont de P7 et un léger déplacement vers l'amont de la mouille présente en aval (≈20 m) qui s'est un peu surcreusée (0,5 m). Il est possible que ces évolutions soient liées à la mise en place d'un épi déflecteur en amont de P7. Le profil en travers P7 a été fortement remanié par les travaux post-crue du printemps 2021 (arasement du banc rive gauche avec régalinge de matériaux contre la berge rive droite).

Figure 3 : Profils en long comparés 2018/2021 sur l'ensemble du périmètre d'étude

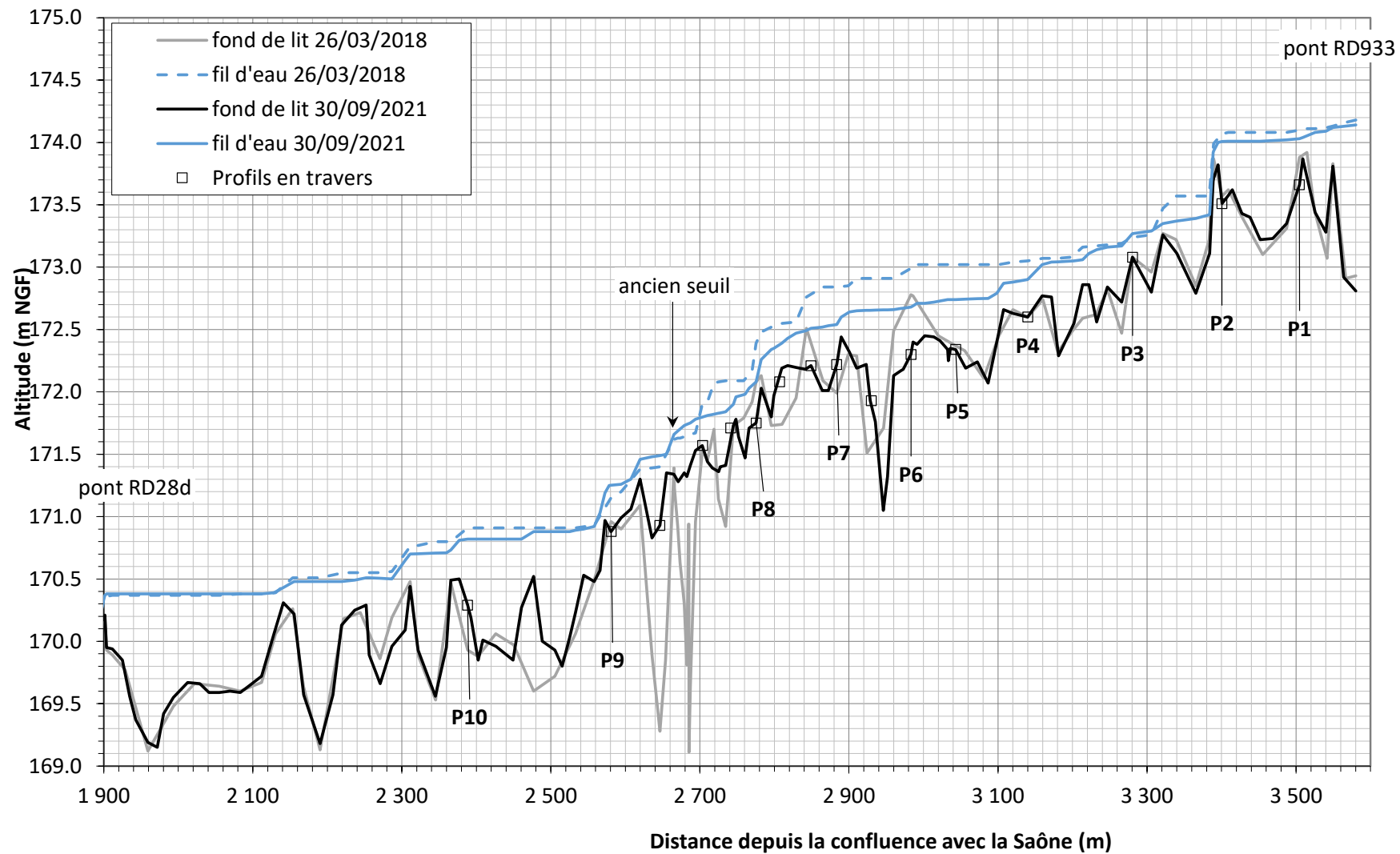
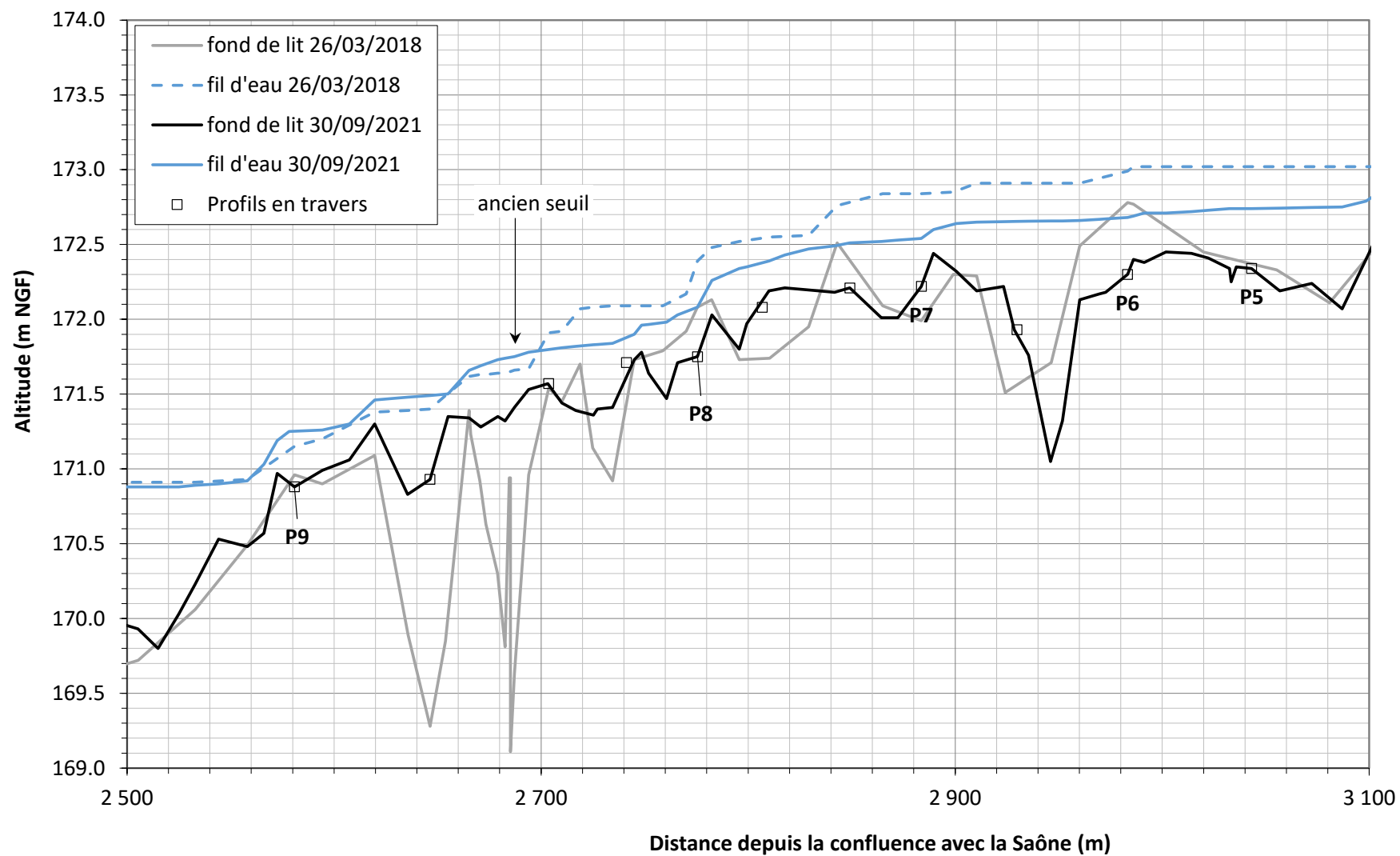


Figure 4 : Profils en long comparés 2018/2021 au droit du camping



- **Dans le méandre du camping à l'amont de l'emprise des travaux de 2019** (entre P7 et l'aval de P8), le profil en long a également légèrement évolué, avec un relatif lissage des radiers et un comblement d'une mouille. Le profil en travers P8 a été remanié à la fois par les travaux d'urgence du printemps 2021 (enrochement de pied de berge) et par les crues survenues depuis (engraissement de l'atterrissement central, érosion de la berge rive droite).
- **Sur l'emprise des travaux réalisés en 2019**, les anciennes fosses présentes au droit de l'ancien seuil ainsi qu'en aval ont été comblées d'abord par les travaux (reprofilage du lit et mise en place d'un seuil de fond en aval immédiat de l'ancien seuil), puis probablement aussi par les apports successifs des crues survenues en 2021.
- **En aval du secteur de travaux**, le profil en long n'a quasiment pas évolué. On note juste la présence d'un radier entre les profils P9 et P10 en 2021 qui n'apparaissait pas en 2018. Ceci peut probablement s'expliquer par un dépôt de sédiments par les crues au droit de la rupture de pente dans le profil en long. La comparaison des profils en travers montre que le profil P10 n'a quasiment pas bougé, tandis qu'on note un léger dépôt au centre du profil P9 (+10 à 35 cm).

L'analyse comparative des profils avant et après travaux montre que malgré les opérations réalisées et les crues survenues en 2021, le profil en long de la Chalaronne n'a pas été sensiblement modifié. Elle permet notamment de mettre en évidence qu'aucune érosion régressive n'a été constatée depuis la zone des travaux vers l'amont.

2.1.3 ÉVOLUTION DU TRACÉ EN PLAN

La comparaison des tracés en plan du lit vif sur l'emprise levé en semis de points en 2018 et 2021 est présentée sur la Figure 5 ci-après¹.

Le constat principal est que sur la zone d'étude, l'emprise du lit vif a été augmentée depuis 2018 alors que le seuil n'avait pas encore été démantelé. Sur l'emprise totale actuelle du lit mineur, soit 3 400 m², l'emprise du lit vif était inférieure à 2 000 m² en 2018 (soit 60% du lit mineur), alors qu'elle était de 2 265 m² en 2021 (soit 67% du lit mineur).

Cette diminution de la surface des atterrissements entre 2018 et 2021 est confirmée par les campagnes de photographies réalisées à ces deux périodes (*cf. photographies de la zone d'étude en 2018 et 2022 de la Figure 6 présentée ci-après*).

La principale différence s'explique par l'évolution de l'atterrissement situé en rive gauche entre P7 et P8. Cet atterrissement a en effet fait l'objet de travaux successifs ayant consisté :

- En une dévégétalisation et un essartage à l'issue des travaux de 2019.
- En la création d'un chenal préférentiel avec régalaie des matériaux contre la rive droite lors des travaux d'urgence pour la protection de la berge rive droite au printemps 2021.

¹ Le semis de points de 2018 avait été levé le 8/06/2018, avec un débit estimé à la station de St Etienne-sur-Chalaronne de 490 l/s, soit un débit d'étiage assez marqué (légèrement supérieur au QMNA2), à comparer avec le débit de 660 l/s estimé le 30/09/2021. Cette différence peut être à même d'expliquer en partie l'augmentation d'emprise du lit vif entre 2018 et 2021, mais cette différence reste malgré tout très limitée au regard des autres modifications apportées entre ces deux dates.

Figure 5 : Évolution du tracé en plan du lit vif et des atterrissements sur la zone d'étude entre 2018 et 2021-22

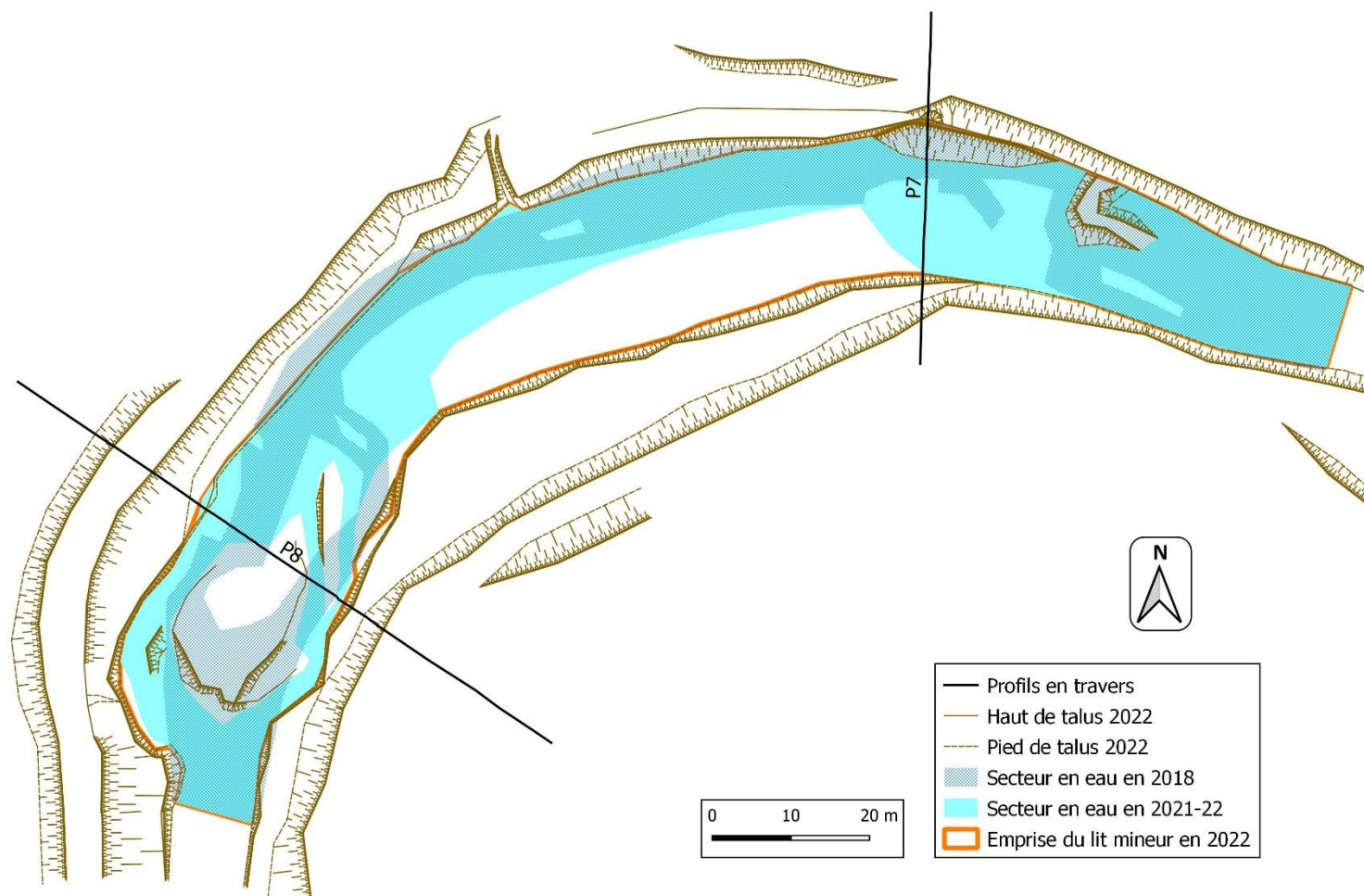


Figure 6 : Comparaison de photographies prises en 2018 et 2022 depuis la rive droite de la zone d'étude



Malgré ces travaux, cet atterrissement s'est malgré tout reformé au gré des crues successives survenues en 2021, et l'on peut s'attendre à ce qu'il s'agrandisse et se revégétalise si rien n'est fait par ailleurs, du fait de la configuration du lit de la Chalaronne sur la zone d'étude (intrados d'un large méandre avec agrandissement significatif de la largeur du lit par rapport à l'amont et à l'aval).

L'atterrissement présent vers le profil P8 a évolué en s'accroissant légèrement par rapport à la surface qu'il avait en 2018. Cet atterrissement n'a a priori subi aucun travaux de dévégétalisation ou de terrassement et son agrandissement est principalement dû aux dépôts de sédiments lors des crues de 2021.

Concernant ce deuxième atterrissement, les dépôts récurrents sont principalement dus au rétrécissement du lit en aval : la largeur du lit diminue en effet de moitié entre le profil P8 où elle est d'une vingtaine de mètres et 30 m en aval sur le secteur ayant fait l'objet de travaux en 2019 et qui était historiquement contraint par un mur en béton.

L'analyse comparative des tracés en plan de la Chalaronne avant et après travaux de 2019 à l'amont de la zone concernée par les travaux confirme que la tendance sur ce secteur de large méandre est bien à un dépôt de sédiments en intrados, avec formation d'un atterrissement, repoussant le lit vif de la Chalaronne contre la rive droite en extrados. Cette tendance est accentuée par un élargissement du lit entre l'amont du camping (L≈12-13 m) et le méandre (L≈18-20 m). Le rétrécissement du lit en aval du méandre où sa largeur diminue de moitié a tendance par ailleurs à générer un dépôt de sédiment à la transition au milieu du lit, avec des écoulements qui se font selon plusieurs bras en rives droite et gauche.

2.2. CRUES SURVENUES ENTRE 2019 ET 2022

2.2.1 RAPPELS HYDROLOGIQUES

Les débits de pointe de crue de la Chalaronne à St Didier ont été estimés dans le cadre de l'étude de 2018. Ces débits ont été obtenus à partir des résultats de l'analyse hydrologique des données de débits mesurées à la station hydrométrique de St Etienne-sur-Chalaronne réalisée en 2017 par le bureau d'études Hy-dro Consultant².

Tableau 1 : Débits de pointe de crue retenus au droit du site du projet (en m³/s)

Point de calcul	Superficie BV (km ²)	Débit de pointe de crue (m ³ /s)	
		2 ans	10 ans
Station de St Etienne-sur-Chalaronne	308	39	66
Site du projet	333	42	70

Rappelons que la période de retour de la crue de novembre 2016 qui avait conduit à l'affaissement du seuil démantelé en 2019 avait été estimée entre 2 et 5 ans.

² Au regard des crues survenues en 2021, il serait opportun d'actualiser les débits statistiques de référence à partir des valeurs mesurées à la station de St Etienne, station gérée par le SRDCBS.

2.2.2 CARACTÉRISATION DES CRUES SURVENUES ENTRE 2019 ET 2022

Depuis la fin des travaux de démantèlement du seuil et d'aménagement du lit et des berges aux abords de celui-ci, la Chalaronne a connu plusieurs crues qui ont contribué à éroder les berges non protégées du camping à l'amont des travaux de 2019.

Rappelons que l'étude de 2018 avait montré que la berge qui a été emportée en mai 2021 était particulièrement vulnérable à l'érosion, car située en extrados de méandre, et dépourvue de protection adaptée (talus en matériaux tout venant quasiment vertical et sans végétation à même de fixer le terrain).

Nous avons récupéré auprès du SRDCBS les débits de pointe mesurés à la station de St Etienne-sur-Chalaronne lors des principales crues survenues depuis 2019.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 ci-après.

Si les années 2019 et 2020 ont été relativement calmes en termes d'épisodes de crues (une seule crue dont le début de pointe mesuré a été supérieur à 20 m³/s), l'année 2021 a été particulièrement riche en événements : 4 épisodes ont en effet été recensés avec un débit de pointe mesuré supérieur à 28 m³/s, correspondant à une période de retour d'environ 1,3 ans. Les épisodes de mai (28 m³/s le 11 puis 39 m³/s le 16) et de juillet (47 m³/s) ont été les plus importants avec une période de retour entre 2 et 3 ans. Celui de début octobre (37 m³/s) est également proche d'une crue biennale (2 ans). À noter qu'une nouvelle crue est survenue fin décembre 2021, mais la station de St Etienne ayant été modifiée début décembre, il n'a pas été possible de disposer du débit estimé lors de cette crue.

Tableau 2 : Débits de pointe mesurés lors des crues de 2019 à 2021 sur la Chalaronne à la station de St Etienne-sur-Chalaronne (source SRDCBS)

Date	Débit mesuré (m ³ /s)	Période de retour estimée (années)
1/12/2019	21,7	1,1
11/05/2021	28,1	1,3
16/05/2021	39,1	2,0
24/06/2021	34,1	1,6
16/07/2021	47,2	3,1
4/10/2021	37,4	1,9

2.3. MODÉLISATION HYDRAULIQUE

2.3.1 PRÉSENTATION DU MODÈLE

Afin de caractériser les conditions d'écoulement de la Chalaronne en état actuel, et d'aider à dimensionner les aménagements à proposer dans le lit et sur les berges, la modélisation réalisée en 2018 dans le cadre de l'étude d'avant-projet d'effacement du seuil du camping a été reprise et actualisée avec les levés topographiques réalisés en septembre 2021 puis mai 2022.

Le logiciel utilisé est le logiciel HEC-RAS, développé par le corps des ingénieurs de l'Armée américaine (version 6.1.0). Ce logiciel en libre accès est en constante évolution grâce au retour d'expérience de nombreux utilisateurs de par le monde.

Le modèle construit est unidimensionnel et il ne concerne que le lit mineur (écoulements selon la direction principale correspondant à l'axe de celui-ci). Les simulations ont été réalisées en régime permanent (débit de pointe seulement), et ce pour les crues biennale (2 ans) et décennale (10 ans).

Il se compose des 10 profils en travers du lit mineur de la Chalaronne levés par Hydrotopo (P1 à P10), auquel ont été ajoutés des profils intermédiaires extraits à partir des semis de points réalisés : 4 profils entre P6 et l'aval de P8 issus des semis de points levés en septembre 2021 et mai 2022 ; 2 profils entre P8 et P9, soit de part et d'autre de l'ancien seuil démantelé issu du plan de récolement post-travaux de 2019 actualisé avec les données du profil en long levé en 2021.

2.3.2 RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS

Le profil en long des lignes d'eau et d'énergie³ en crue en état actuel est présenté sur la Figure 7 ci-après.

Les résultats des simulations sont présentés ci-après par secteur homogène sur le périmètre modélisé.

AMONT DU CAMPING

Les premiers débordements dans le parc communal en rive droite à l'amont du camping surviennent à partir de la crue décennale (profil P3).

Les hauteurs d'eau varient entre 2,1 et 2,8 m en Q2 ; 2,8 et 3,4 m en Q10. Les vitesses d'écoulement varient entre 0,8 et 1,2 m/s en Q2 ; 1,0 et 1,4 m/s en Q10.

Les forces tractrices⁴ résultantes appartiennent relativement faibles sur ce secteur amont : 20 à 40 N/m² en Q2 ; 30 à 50 N/m² en Q10.

PARTIE AMONT DU CAMPING (P4 À P7)

Sur la partie amont du camping (entre P4 et P7), la piste d'accès aux emplacements est inondée en crue décennale. Des premiers débordements surviennent sur la berge au-delà d'une crue biennale. Sur ce secteur, des débordements surviennent par ailleurs en rive gauche sur la zone boisée riveraine, et cela dès la crue biennale (profil P6). Du fait de la légère surélévation de la berge par rapport au terrain naturel riverain, ces débordements quittent le lit mineur de la Chalaronne pour ne revenir qu'en aval de l'ancien seuil démantelé (amont du profil P9) à la faveur d'une dépression dans le pré riverain.

Le modèle étant unidimensionnel, ces débordements en lit majeur quittant l'axe principal du lit mineur n'ont pas été modélisés. Les caractéristiques d'écoulement (hauteur d'eau, vitesse, force tractrice) en aval des premiers points de débordement (P6 pour Q2 ; P3 pour Q10) et en amont de leur retour (vers P9) sont donc un peu surestimés.

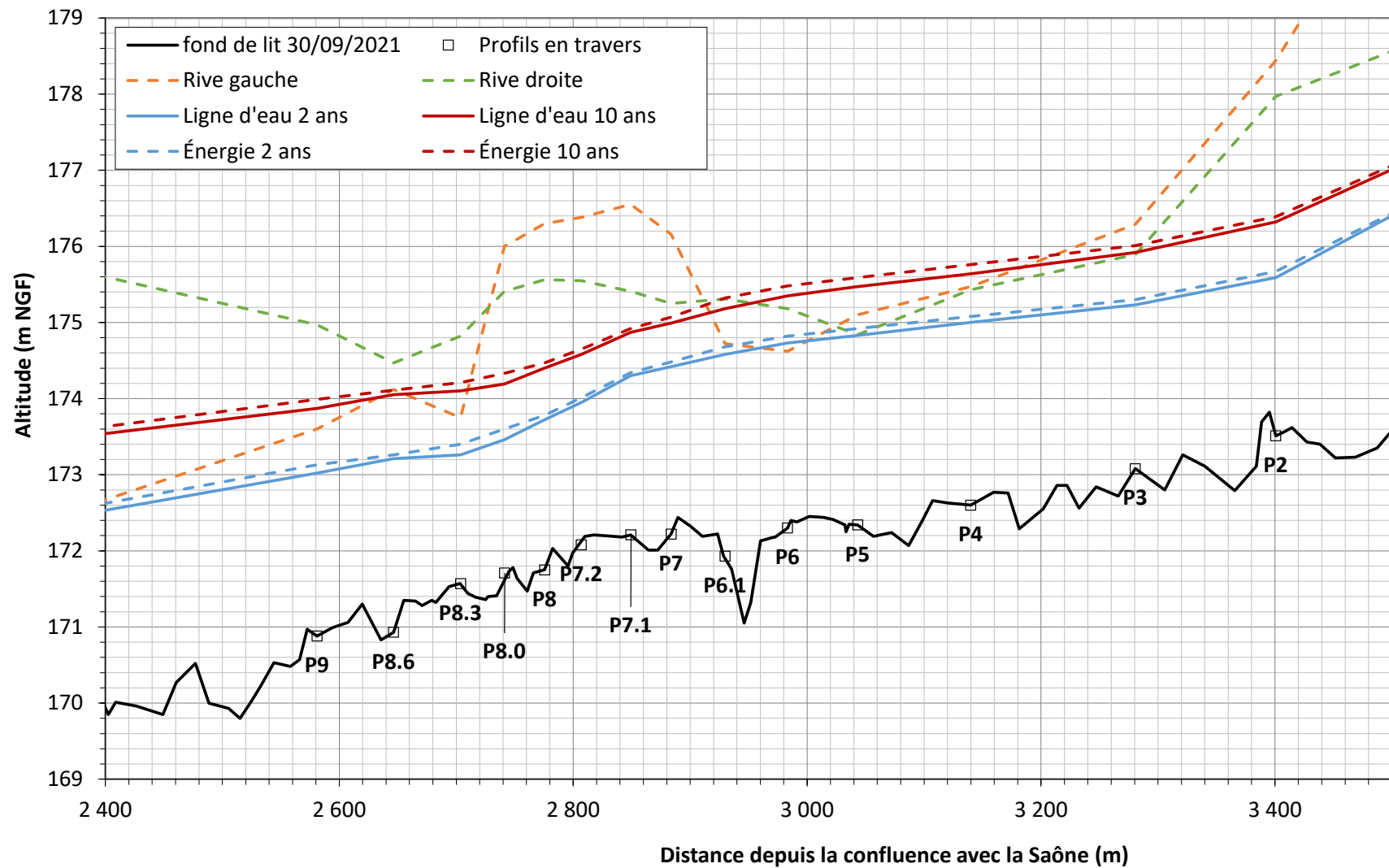
Les hauteurs d'eau varient entre 2,4 et 2,7 m en Q2 ; 3,0 et 3,3 m en Q10. Les vitesses d'écoulement sont de l'ordre de 1,3 à 1,4 m/s en Q2 ; 1,6 à 1,7 m/s en Q10.

Les forces tractrices sont un peu plus fortes qu'à l'amont : 30 à 70 N/m² en Q2 ; 40 à 100 N/m² en Q10.

³ Ligne d'énergie = charge hydraulique ; c'est la ligne d'eau augmentée du facteur de vitesse ramenée en termes de hauteur associée ($V^2/2g$).

⁴ La force tractrice ou (contrainte de cisaillement) exercée sur le lit et les berges, et calculée à partir du rayon hydraulique (Rh) et de la pente d'écoulement (i) selon la formule suivante : $\tau = \rho \cdot Rh \cdot i$ (exprimée en N/m²).

Figure 7 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état actuel



MÉANDRE DU CAMPING (P7 À P8.0)

Dans le méandre du camping, la Chalaronne n'est pas débordante. À l'amont (P7/P7.1), la revanche sous le haut de berge rive droite est de 0,8 à 1,1 m en Q2 et 0,3 à 0,5 m en Q10. Sur l'aval (P7.2/P8/P8.0), elle est de 1,6 à 2,0 m en Q2 et de 1,0 à 1,2 m en Q10 sous la piste communale. Aucun débordement n'est constaté en rive gauche du fait de la présence d'un important remblai boisé et envahi par des renouées du Japon.

Les hauteurs d'eau varient entre 1,9 et 2,2 m en Q2 ; 2,5 et 2,8 m en Q10. Les vitesses d'écoulement sont relativement modérées du fait de la surlargeur du lit ; de l'ordre de 0,9 à 1,1 m/s en Q2 ; 1,0 à 1,3 m/s en Q10. Précisons toutefois qu'elles peuvent être supérieures d'environ 30 à 50% en extrados rive droite, d'où la plus forte vulnérabilité de la berge à l'érosion.

Les forces tractrices sont un peu plus fortes qu'à l'amont : 60 à 100 N/m² en Q2 ; 70 à 110 N/m² en Q10. De même que pour les vitesses, on peut s'attendre à ce que les forces tractrices soient 30 à 50% plus fortes en extrados (rive droite), et à l'inverse de 30 à 50% plus faibles en intrados (rive gauche) ; expliquant la tendance à l'érosion de la rive droite et au dépôt dans la partie rive gauche du lit.

ABORDS DU SEUIL AYANT FAIT L'OBJET DE TRAVAUX EN 2019 (P8.0 À P8.6)

Sur ce secteur ayant fait l'objet de travaux en 2019 et où la largeur du lit est diminuée de moitié par rapport au méandre amont, la revanche avant débordement rive droite reste assez conséquente : 1,6 à 2,0 m en Q2 et de 0,7 à 1,2 m en Q10 sous la piste communale. Des débordements surviennent en rive gauche où il n'y a plus de remblai mais ils restent « connectés » au lit mineur (même axe d'écoulement). Même s'ils ne sont pas modélisés ici, les débordements qui surviennent à l'amont entre P4 et P6.1 rejoignent l'axe d'écoulement principal entre P8.3 et P8.6.

Les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 1,8 à 1,9 m en Q2 ; 2,6 m en Q10. Les vitesses d'écoulement dans le lit principal augmentent significativement par rapport à l'amont du fait du resserrement du lit ; autour de 1,7 m/s en Q2 ; et 1,6 m/s en Q10 (légèrement inférieures à Q2 du fait des débordements plus importants en rive gauche).

Les forces tractrices sont un peu plus faibles qu'à l'amont : 30 à 60 N/m² en Q2 ; 30 à 50 N/m² en Q10.

SECTEUR AVAL (P8.6 À P10)

Sur la partie terminale, la ligne d'eau reste largement au-dessous du haut de berge rive droite occupée par un merlon de digue : 2,0 à 3,0 m en Q2 et de 1,1 à 2,1 m en Q10. Des débordements sont constatés en rive gauche mais, comme à l'amont, ils restent parallèles à l'écoulement en lit mineur.

Les hauteurs d'eau sont importantes, entre 2,2 et 2,6 m en Q2 ; entre 3,1 et 3,6 m en Q10. Les vitesses d'écoulement dans le lit principal se réduisent un peu par rapport à l'amont ; entre 1,0 et 1,5 m/s en Q2 ; 1,1 et 1,5 m/s en Q10.

Les forces tractrices sont relativement faibles : de l'ordre de 40 N/m² en Q2 comme en Q10.

2.4. SYNTHÈSE-DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT ACTUEL

À la suite des travaux réalisés en 2019, **la berge rive droite à l'amont du secteur aménagé aux abords du seuil demeurait particulièrement vulnérable à l'érosion**. Située en extrados d'un large méandre, elle était fortement sollicitée par les écoulements de la Chalaronne, notamment en crue.

Si sur la partie amont (environ 70 m), la berge était relativement stable, et ce malgré un écoulement rapide contre le pied de berge susceptible de « chahuter » quelque peu les blocs présents pour le protéger, **la berge était déjà érodée sur environ 30 m en aval de la rampe d'accès incendie**. En partie aval, sur environ 40 m, le talus de berge était plus doux et il n'était pas encore fragilisé par de l'érosion.

Les crues survenues en 2021 sont venues accentuer les phénomènes observés en 2019 et ont justifié des travaux d'urgence par le SRDCBS au printemps 2021 :

- Berge en aval de la rampe incendie emportée sur une vingtaine de mètres, ce qui a justifié la pose d'enrochements en pied de berge sur près de 50 m par le SRDCBS fin mai début juin 2021.
- Berge située en aval de ces enrochements emportée sur une trentaine de mètres lors des crues survenues après ces travaux, dont une dizaine de mètres concernant la fascine et la protection du talus réalisées en 2019.

L'analyse comparative des profils avant et après travaux montre que malgré les opérations réalisées et les crues survenues en 2021, **le profil en long de la Chalaronne n'a pas été sensiblement modifié**. Elle permet notamment de mettre en évidence qu'aucune érosion régressive n'a été constatée depuis la zone des travaux vers l'amont. Ceci est confirmé par l'analyse comparative des tracés en plan qui montre l'accroissement d'un atterrissement au milieu du lit en aval du méandre, du fait principalement d'une diminution de moitié de la largeur du lit sur le secteur aval réaménagé lors des travaux de 2019.

Cette analyse confirme par ailleurs que **la tendance sur ce secteur de large méandre est bien à un dépôt de sédiments en intrados, avec formation d'un atterrissement, repoussant lit vif de la Chalaronne contre la rive droite en extrados** ; tendance que les travaux d'urgence réalisés au printemps 2021 n'ont pas permis de corriger.

3. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS

3.1. RAPPEL DES PROPOSITIONS DE L'ÉTUDE DE 2018

L'étude réalisée par Eau & Territoires en 2018 pour le rétablissement de la continuité écologique de la Chalaronne au droit du seuil du camping de St Didier-sur-Chalaronne préconisait la réalisation des travaux suivants sur le secteur du méandre du camping situé à l'amont du secteur concerné par la première tranche de travaux lié au démantèlement de l'ancien seuil.

- Sur le linéaire aval où la berge présentait un talus en pente douce (≈ 40 m) : protection de la berge rive droite par une fascine en pied et un ensemencement du talus avec mise en place d'épis déflecteurs pour orienter les écoulements vers l'intrados rive gauche.
- Sur le linéaire médian où la berge était érodée et la piste communale menacée d'effondrement (≈ 30 m) : retalutage de la berge en pente douce et protection du pied de berge par une fascine ou des enrochements ; mise en place d'épis déflecteurs.
- Sur le linéaire amont où la berge était déjà protégée en pieds par des enrochements (≈ 70 m) : consolidation des blocs en pied de berges et épis déflecteurs.

En complément de ces opérations concernant la berge rive droite, deux types d'interventions étaient envisagées concernant la rive gauche :

- Intervention sur l'atterrissement et la terrasse végétalisée en intrados de méandre : essartage de la végétation et création d'un chenal d'écoulement.
- Dévégétalisation et arasement d'un remblai réalisé avec des matériaux de curage en haut de berge.

En outre, afin de pallier un éventuel phénomène d'érosion régressive vers le tronçon amont du camping, il avait été préconisé la mise en place d'un radier de fond à l'entrée du méandre.

3.2. ACTUALISATION DES PROPOSITIONS

Au regard des constats dressés sur les évolutions de la Chalaronne depuis le diagnostic de 2018 et les travaux de 2019, nous avons actualisé les propositions d'aménagement de la façon suivante.

- **Mise en place de 6 épis déflecteurs** en enrochements contre la rive droite afin de réorienter l'axe d'écoulement contre la rive gauche et de protéger durablement la berge rive droite contre l'érosion.
- **Création d'un chenal préférentiel** d'écoulement en rive gauche le long de la terrasse végétalisée existante, avec arasement des atterrissements présents et régilage des matériaux entre les épis.
- **Reprofilage de la berge érodée** sur le secteur aval avec protection en pied par des enrochements et une fascine.
- **Mise en place d'un radier de fond** à l'amont de l'entrée du méandre.

La berge rive droite ayant été retalutée et protégée en pied par des enrochements sur la partie médiane (≈ 50 m), nous proposons de la conserver telle quelle, et cela en dépit du fait que les enrochements mis en place au printemps 2021 n'ont pas été réalisés « dans les règles de l'art » : deux rangées de blocs de forme parallélépipédique disposées les uns sur les autres et sans semelle anti-affouillement. La mise en place des épis déflecteurs s'accompagnera d'un engraissement du lit avec les matériaux issus de l'atterrissement rive gauche. En outre, elle doit permettre de générer des dépôts de sédiments, à même d'éviter tout enfouissement du lit en pied de berge. Précisons

toutefois que les micro-turbulences susceptibles d'être générées par les épis peuvent engendrer quelques affouillements locaux qu'il conviendra de reprendre le cas échéant.

De même, et pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus, il n'est pas prévu de consolider la berge rive droite partiellement protégée par des enrochements sur la partie amont.

En ce qui concerne les interventions envisagées en 2018 sur la terrasse et le remblai végétalisés en rive gauche, nous avons pris le parti de ne pas proposer de les réaliser pour les raisons suivantes :

- Pour la terrasse végétalisée, la réalisation des épis plongeants devrait permettre de l'éroder, et ainsi de faciliter sa remobilisation progressive par la Chalaronne au gré des crues, sans intervention mécanique ; le volume de cette terrasse n'est pas négligeable et elle est en grande partie envahie par des renouées du Japon, ce qui engendrerait des surcoûts importants si elle venait à être traitée.
- Pour le remblai, si son arasement apparaît toujours pertinent pour faciliter l'expansion des crues en rive gauche, et limiter les contraintes hydrauliques et l'inondabilité de la rive droite occupée par le camping, cette opération nécessite de mobiliser un volume très important de matériaux (environ 3 000 m³), de surcroît également en grande partie envahi par la renouée du Japon. Là encore, le traitement de ce remblai est susceptible de générer des surcoûts particulièrement importants.

Cette dernière opération pourrait s'envisager à plus long terme pour améliorer la protection du camping contre le risque d'inondation, et s'étendre sur le linéaire amont avec un arasement de la berge rive gauche. Rappelons toutefois que les débordements survenant actuellement en rive gauche sur le linéaire amont à partir d'une crue biennale permet de limiter le débit lors des crues supérieures, et donc le risque d'inondation du camping.

Une vue en plan des aménagements proposés est présentée dans le Dossier de plan en Annexe du présent rapport

3.3. DIMENSIONNEMENT DES AMÉNAGEMENTS

3.3.1 ÉPIS DÉFLECTEURS

La réalisation d'épis déflecteurs dans le méandre fait par la Chalaronne au droit du camping permet à la fois d'assurer une protection de la berge rive droite située en extrados, mais aussi de redynamiser les écoulements, de diversifier les substrats et les lames d'eau, ou enfin de créer des caches et abris pour la faune piscicole.

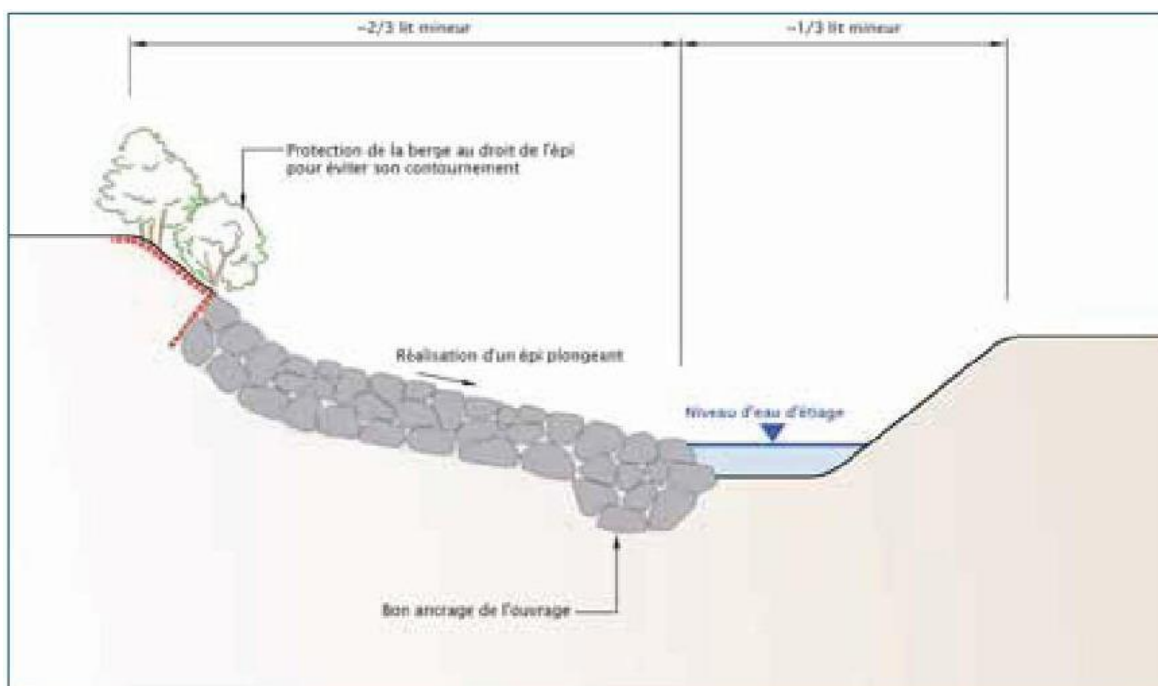
Ce type d'aménagement apparaît particulièrement bien adapté au contexte de lit élargi présent dans le méandre. Rétrécissant localement la largeur du lit d'étiage, les épis ont pour effet de créer des micro-turbulences dans les écoulements en lit mineur, et cela même en conditions de basses eaux.

Même s'il n'y a pas de règles strictes pour la réalisation d'épis sur un cours d'eau, la littérature et les retours d'expérience permettent de disposer de quelques principes d'aménagement à respecter pour qu'un tel aménagement soit efficace.

- Aménagement d'épis en série, un seul ouvrage n'étant pas suffisant à assurer une efficacité suffisante.
- Profil transversal plongeant de la berge vers le centre du lit (*cf. Figure 8 ci-après*).
- Orientation de l'épi en fonction de l'effet souhaité (*cf. Figure 9 ci-après*).

- Réalisation d'une bêche d'ancrage suffisante au niveau de la tête de l'épi (dans le lit) pour éviter son basculement en cas d'évolution du lit.
- Protection adaptée au droit du raccordement avec la berge pour éviter le contournement de l'ouvrage.
- Longueur de l'épi d'environ 2/3 de la largeur du lit mineur.
- Espacement entre 2 épis permettant de repousser l'écoulement sur la tête de l'épi suivant (1,5 à 2 fois la longueur de l'épi).

Figure 8 : Coupe transversale type d'un épi plongeant en enrochements [Source : Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Agence de l'Eau Seine Normandie– Biotec, 2007]

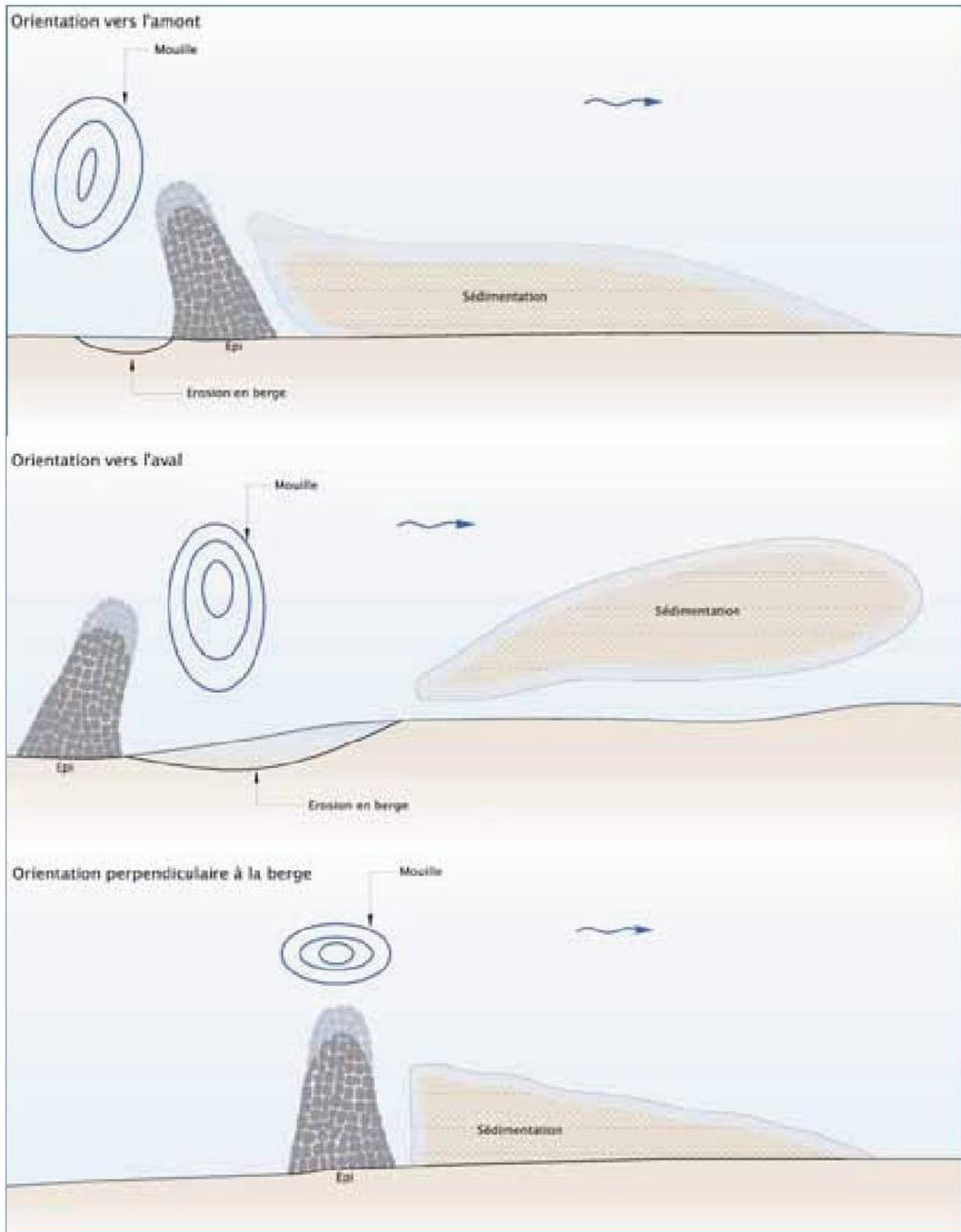


Sur la Chalaronne dans le méandre du camping, le dimensionnement proposé s'est appuyé sur les principes suivants :

- **Réalisation de 6 épis plongeants en enrochements** entre l'entrée du méandre (profil P7) et la zone érodée à la transition avec le secteur aménagé en 2019, avec un espacement compris entre 20 et 25 m.
- **Longueur des épis entre 10 et 14 m** (hors berge) pour une largeur laissée à l'écoulement de 5 à 7 m.
- Profil transversal avec une **pente de 10 à 12%** (10H/1V à 9H/1V).
- **Orientation des épis perpendiculaire au courant**, à l'exception du 4^{ème} épi en partant de l'amont qui sera orienté vers l'amont avec un angle d'environ 30° par rapport à la perpendiculaire à l'axe d'écoulement ; ceci afin de favoriser la présence d'une fosse à l'amont, soit au droit de la rampe incendie.

Les coupes des épis 1, 4 et 6 sont présentées dans le Dossier de plan en Annexe du présent rapport (profils P7, P7.2 et P8b).

Figure 9 : Schématisation des effets produits par un épi en fonction de son orientation par rapport à l'axe principal d'écoulement [Source : Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, AESN – Biotec, 2007]



La blocométrie des enrochements à utiliser pour les épis a été dimensionnée à partir des résultats de la modélisation hydraulique (cf. partie 4) : $D_{15}^5=500$ mm ; $D_{50}^6 = 650$ mm ; $D_{85}^7=800$ mm.

Une illustration d'une série d'épis réalisés sur la rivière Brenne à Vénarey-les-Laumes (Côte d'Or) est présentée sur la Figure 10 ci-après.

Figure 10 : Exemple de série d'épis réalisés sur la Brenne à Vénarey-les-Laumes (21) [Source : Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, AESN – Biotec, 2007]



3.3.2 RECREUSEMENT DU LIT VIF EN RIVE GAUCHE

En complément de la mise en place des épis, **le lit vif de la Chalaronne sera recreusé en rive gauche contre la terrasse végétalisée**. La hauteur de cette terrasse varie entre 1 m à l'amont et 0,3 m à l'aval.

La création de ce chenal préférentiel d'écoulement nécessite des terrassements en déblais dans l'atterrissement actuellement présent en intrados de méandre entre les épis 1 et 4. Sur la partie aval, le chenal emprunte le bras secondaire situé contre la rive gauche. La largeur du chenal varie entre 5 et 7 m au droit des têtes d'épis et entre 8 et 10 m entre les épis. Cette largeur se rapproche ainsi de la largeur du lit à l'amont et à l'aval du méandre.

La pente longitudinale moyenne du lit vif à créer est d'environ 0,4%, soit légèrement supérieure à la pente actuelle (0,35%) ; ceci étant principalement dû au fait que le linéaire développé est raccourci d'une vingtaine de mètres entre le tracé actuel en extrados de méandre (140 m) et le tracé futur en intrados (120 m).

Les matériaux issus des terrassements en déblais pour création du chenal seront régalez en rive droite entre les épis. On prendra soin de laisser une fosse suffisamment profonde au droit de la rampe d'accès incendie.

La géométrie du chenal est présentée sur les profils du Dossier de plan en Annexe du présent rapport.

⁵ Diamètre non dépassé par 15% des éléments de l'échantillon.

⁶ Diamètre médian de l'échantillon (non dépassé par 50% des éléments).

⁷ Diamètre non dépassé par 85% des éléments de l'échantillon.

3.3.3 PROTECTION DE LA BERGE RIVE DROITE EN EXTRÉMITÉ AVAL

En **extrémité aval du méandre**, là où la berge rive droite s'est érodée au cours des dernières crues, celle-ci sera **retalutée en pente douce (3H/1V)** et le **pied de berge sera protégé** respectivement par :

- **des enrochements** sur 12 m à l'amont de l'épi n°6 dans le prolongement des enrochements mis en place au printemps 2021 (hauteur 0,5 m) ;
- **une fascine à double rangée de pieux** sur 15 m en aval de l'épi n°6 dans le prolongement de la fascine réalisée en 2019 et dont l'extrémité amont a été emportée par les crues successives sur le linéaire concerné.

Au-dessus des enrochements ou de la fascine, le talus de berge sera **végétalisé au moyen de techniques adaptées** en fonction du souhait du maître d'ouvrage et de la commune de laisser l'accès à la rivière : boutures et plants à racines nues selon une densité à adapter ; simple ensemencement à l'aide d'un mélange grainier adapté. Dans tous les cas, cette végétalisation sera réalisée sur un treillis biodégradable de type coco à dérouler sur l'ensemble de la berge reprofilée.

3.3.4 RADIER DE FOND EN EXTRÉMITÉ AMONT

Afin de caler le niveau du fond du lit à l'amont des travaux à réaliser dans le méandre, nous préconisons la mise en place d'un radier de fond à base d'enrochements.

Si le fond du lit n'a que peu bougé à la suite des travaux réalisés en 2019, la mise en œuvre de ce radier est justifiée par le fait que la pente longitudinale du lit vif après les travaux préconisés dans le méandre sera légèrement augmentée. On peut ainsi s'attendre à un ajustement de cette pente vers l'amont avec une légère érosion régressive.

Étant donné la vulnérabilité des protections de berge présente sur le linéaire amont, par pieux battus d'abord puis par un tunage réalisé avec des planches de bois, un abaissement du fond du lit, même léger pourrait avoir des conséquences dommageables sur la stabilité de ces protections.

Remarque : Précisons toutefois que l'état moyen constaté de la protection par tunage sur le linéaire amont n'est pas lié à un basculement des pieux en lien avec des affouillements, mais plutôt au fait que les planches mises en place en arrière des pieux ne permettent pas d'assurer la fonction de soutènement pour le talus de berge en contrebas de la piste du camping. Si ce linéaire n'est pas concerné par les aménagements à prévoir dans le cadre de la présente étude, un remplacement des pieux battus et des planches par un retalutage en pente plus douce, éventuellement complété par la mise en œuvre des fascines, pourrait permettre de s'affranchir de ce risque.

Le radier sera positionné entre les profils P6.1 et P7 au droit de l'épi en enrochements réalisés au printemps 2021. Les blocs présents au droit de cet épi seront réutilisés pour ce radier de fond.

La crête du radier sera calée à la cote de 171.90 m NGF et elle sera recouverte sous une couche d'alluvions de 0,3 m d'épaisseur minimale.

La blocométrie des enrochements à utiliser pour le radier de fond est du même ordre que pour les épis, à savoir : $D_{15}=500$ mm ; $D_{50} = 650$ mm ; $D_{85}=800$ mm.

La coupe longitudinale type du radier de fond est présentée dans le Dossier de plan en Annexe du présent rapport.

4. IMPACTS DES TRAVAUX SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA CHALARONNE

Une modélisation de l'impact des travaux préconisés sur les écoulements de la Chalaronne en crue a été réalisée en reprenant le modèle hydraulique établi pour l'état actuel.

Le profil en long des lignes d'eau en crue en état projet est comparé à celles de l'état actuel sur la Figure 11 ci-après.

Les résultats des simulations sont présentés ci-après en comparaison de l'état actuel.

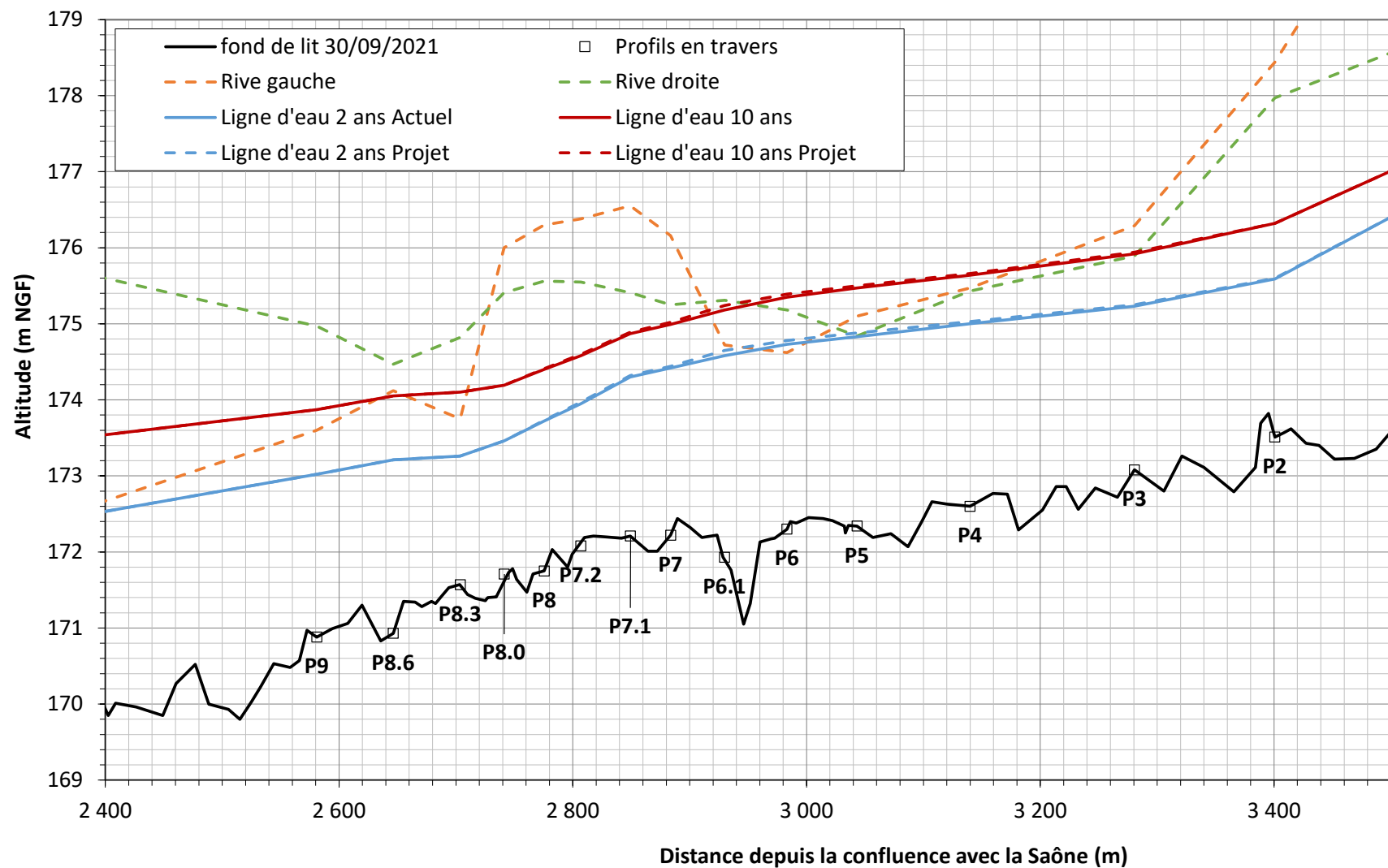
L'impact des aménagements sur les lignes d'eau de crue est très local et limité. On constate une légère surélévation de la ligne d'eau au droit du méandre du camping : inférieure à 2 cm en Q2 ; 3 cm en Q10. À l'amont du camping, la surélévation est légèrement plus importante mais elle reste modérée : elle est maximale au droit du profil P6.1, avec 7 cm en Q2 et 6 cm en Q10 ; et elle devient nulle au-delà du profil P3.

L'impact sur les zones inondables est négligeable.

Les vitesses d'écoulement sont globalement réduites sur le périmètre d'étude mais là encore de façon relativement modérée : jusqu'à 0,05 m/s au droit du profil P7.1. Signalons toutefois qu'il s'agit ici de vitesses moyennes sur l'ensemble de la section d'écoulement. Les micro-turbulences créées par les épis sont susceptibles de générer des survitesses ou à l'inverse des zones de repos autour des épis.

Les forces tractrices moyennes ne sont globalement pas impactées sur le périmètre d'étude. Elles restent inférieures à 110 N/m² sur l'ensemble du secteur du méandre et à l'amont immédiat (profil P6.1) ; ce qui est tout à fait compatible avec le maintien des protections de berges existantes, ainsi qu'avec celles prévues en extrémité aval (enrochements ou fascine en pied et simple végétalisation du talus avec boutures, plants à racines nues et ensemencement sur treillis biodégradable de type coco.

Figure 11 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état projet et actuel



5. CHIFFRAGE ESTIMATIF DES COÛTS

Afin de permettre au maître d'ouvrage de disposer d'un chiffrage estimatif des coûts du projet, nous avons établi le **Détail Quantitatif Estimatif** (DQE) correspondant à l'ensemble des travaux envisagés.

Le DQE est présenté en Annexe du présent rapport. Il est détaillé par type d'opération.

Le montant total des travaux est estimé à 111 727 € HT, en prenant en compte un aléa de 10% pour divers et imprévus.

Le tableau présenté ci-dessous récapitule le coût des travaux prévus pour chaque type d'opération.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif du coût estimatif des travaux

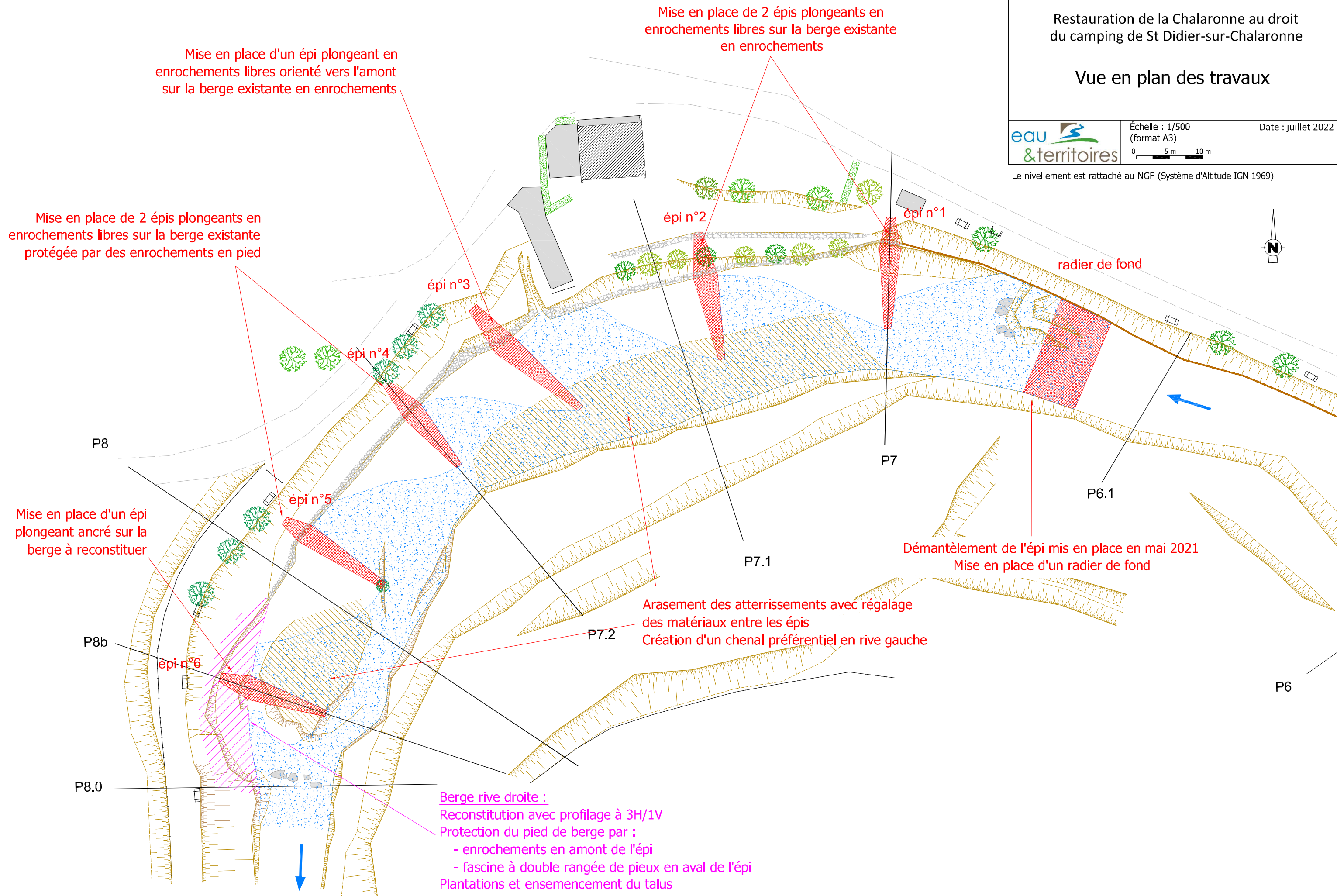
RÉCAPITULATIF	
1 - PRIX GÉNÉRAUX	18 750.00
2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES	1 150.00
3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS	79 510.00
4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL	2 160.00
Total Travaux H.T	101 570.00
Divers et imprévus (10%)	10 157.00
Total Opération H.T	111 727.00
TVA 20 %	22 345.40
Total T.T.C	134 072.40

ANNEXES

DOSSIER DE PLANS

DÉTAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

DOSSIER DE PLANS

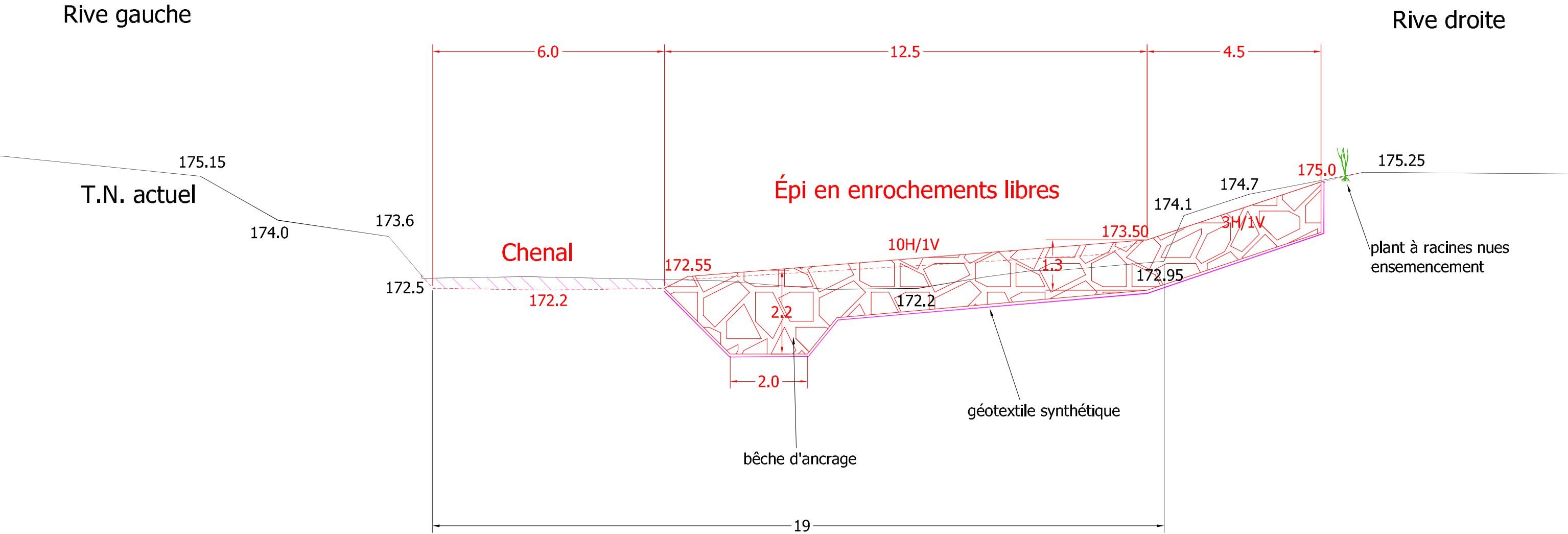




Déblais

Remblais

Profil P7 : épi n°1



Profil en travers



Échelle : 1/100
(format A3)
0 1 m 2 m

Le nivellement est rattaché au NGF (Système d'Altitude IGN 1969)



Déblais



Remblais

Profil P7.1

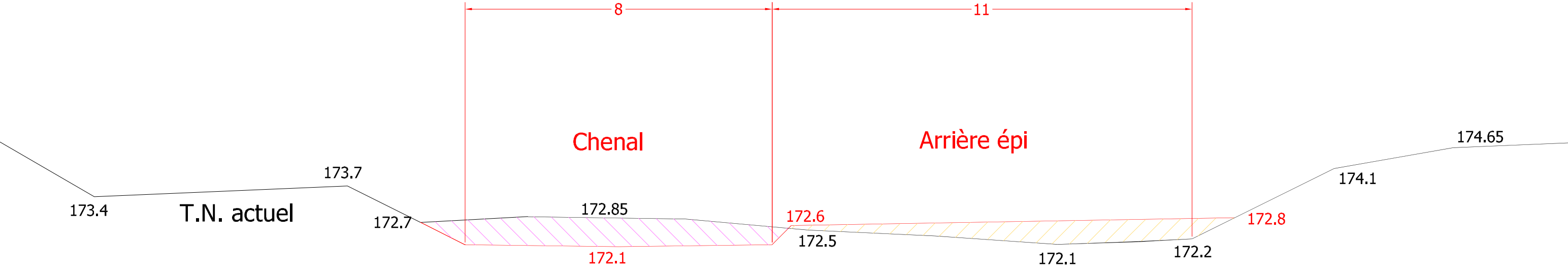
Rive gauche

Rive droite

T.N. actuel

Chenal

Arrière épi

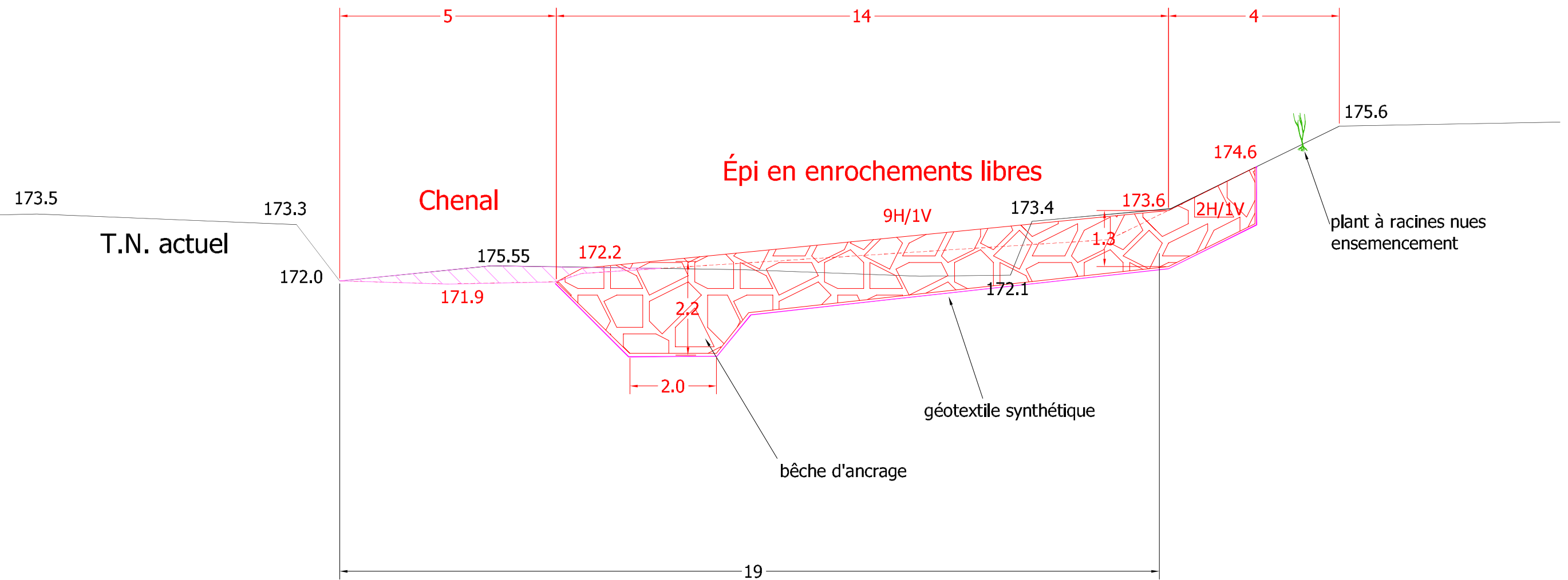




Profil P7.2 : épi n°4

Rive gauche

Rive droite



Profil en travers



Échelle : 1/100
(format A3)
0 1 m 2 m

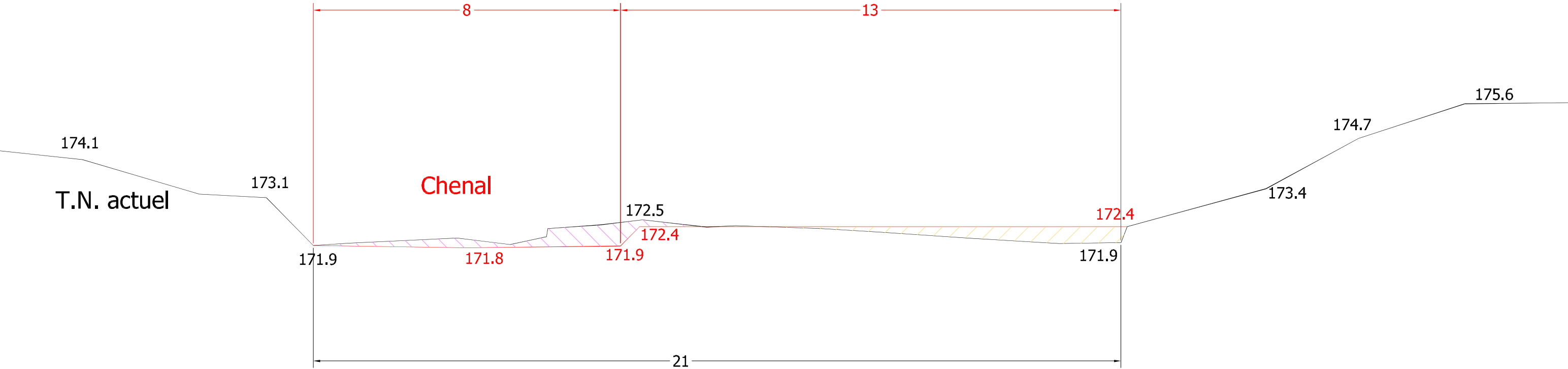
Le nivellement est rattaché au NGF (Système d'Altitude IGN 1969)

Déblais
Remblais

Profil P8

Rive gauche

Rive droite



Profil en travers



Échelle : 1/100
(format A3)
0 1 m 2 m

Le nivellement est rattaché au NGF (Système d'Altitude IGN 1969)

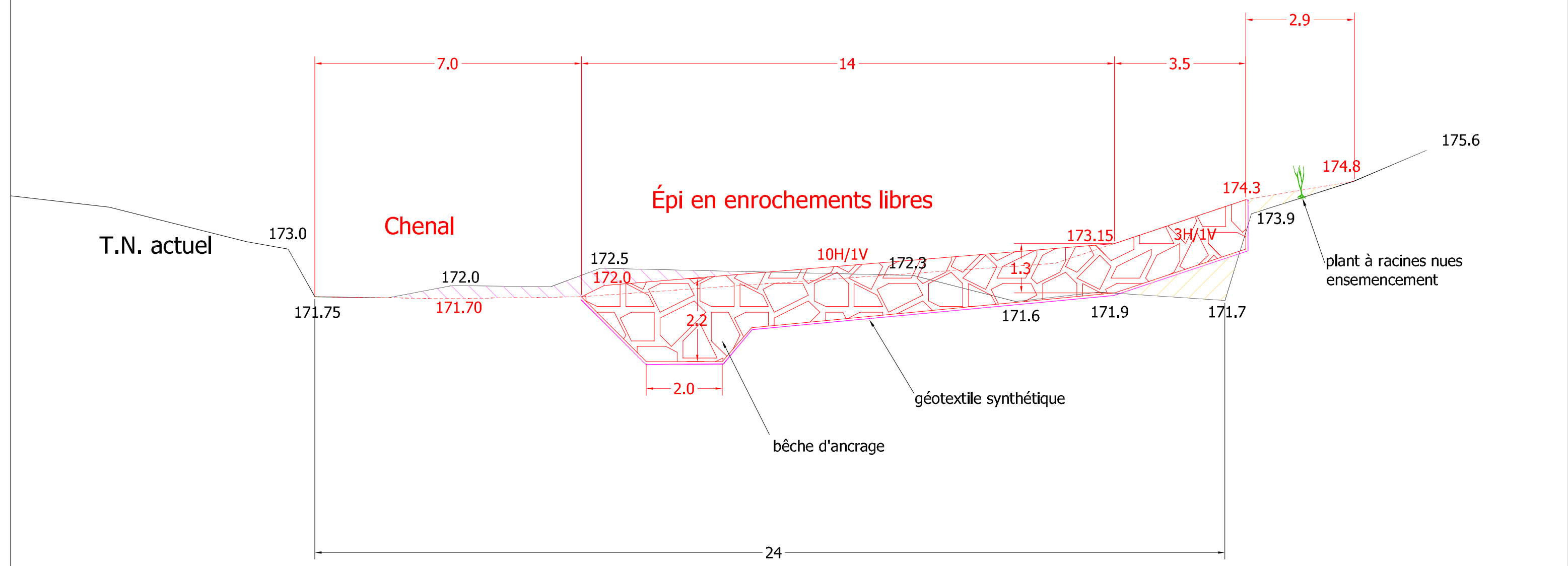
Déblais

Remblais




Profil P8b : épi n°6

Rive gauche

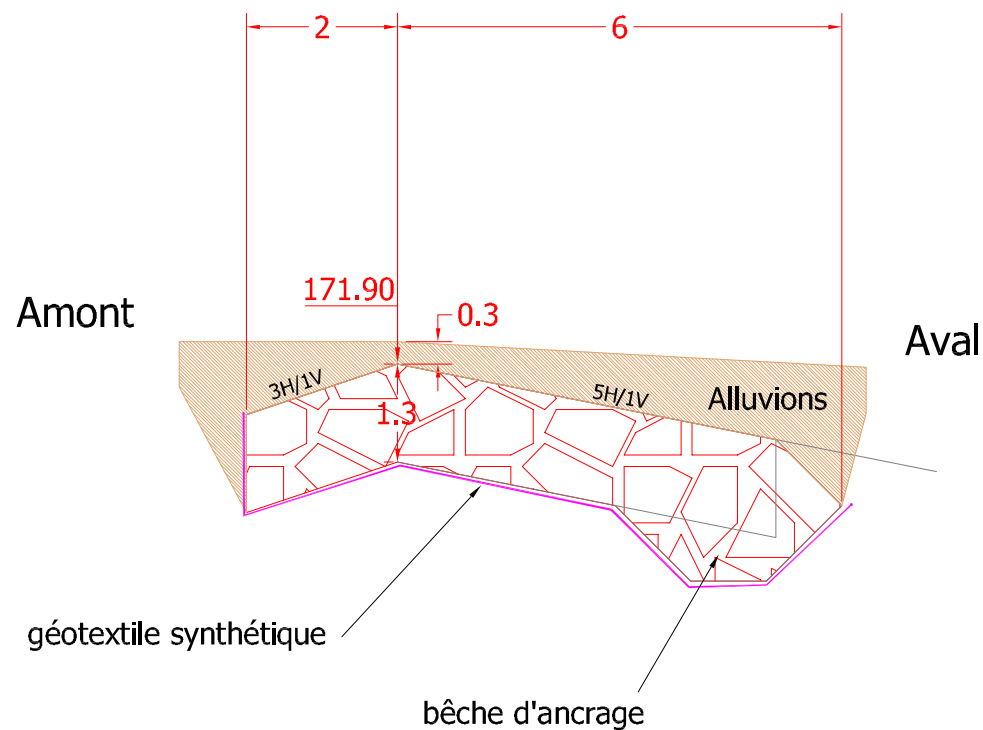
Rive droite



Coupe longitudinale du radier de fond

-  Déblais
-  Remblais
-  Remplissage d'alluvions

Radier de fond en enrochements libres



DÉTAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

Syndicat des Rivières Dombes Chalaronne Bords de Saône
Restauration de la Chalaronne au droit du camping de St Didier-sur-Chalaronne
Détail Quantitatif et Estimatif

N° de Prix	Désignation du poste	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Montant total € HT
---------------	----------------------	-------	----------	-----------------------	-----------------------

1 - PRIX GÉNÉRAUX

1.1	Installation et repliement de chantier	Forfait	1	10 000.00	10 000.00
1.2	Constat d'huissier	Forfait	1	750.00	750.00
1.3	Dossier d'exécution et de récolement	Forfait	1	1 500.00	1 500.00
1.4	Implantation des ouvrages et piquetage	Forfait	1	1 500.00	1 500.00
1.5	Pêche électrique de sauvegarde	Forfait	1	2 000.00	2 000.00
1.6	Mesures de protection relatives au travail en milieu aquatique et gestion des crues	Forfait	1	3 000.00	3 000.00
Total 1 - PRIX GÉNÉRAUX					18 750.00

2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES

2.1	Abattage d'arbres et cépées en berge (Ø 15-50 cm)	Unité	1	150.00	150.00
2.2	Débroussaillage	m ²	500	2.00	1 000.00
Total 2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES					1 150.00

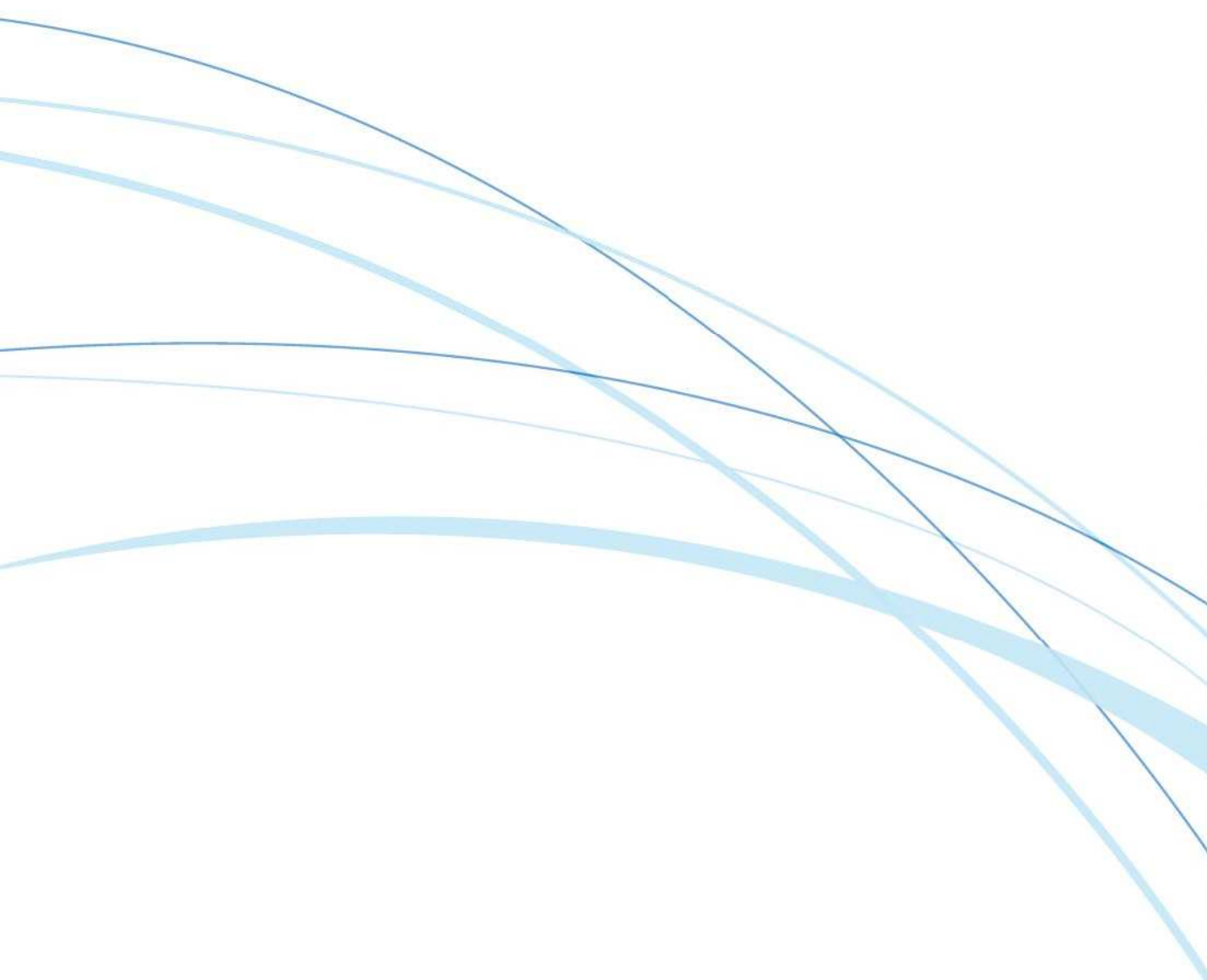
3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS

3.1	Terrassement en déblais pour préparation du fond de fouille des ouvrages en enrochements (épis, radier de fond, berge aval)	m ³	640	5.00	3 200.00
3.2	Terrassement en déblais dans le lit pour création d'un chenal préférentiel en rive gauche (atterrissements)	m ³	390	5.00	1 950.00
3.3	Fourniture et mise en œuvre de géotextile synthétique sous enrochements (épis + radier)	m ²	620	3.00	1 860.00
3.4	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements libres pour confection des épis, du radier de fond et de la protection de berge aval	m ³	700	100.00	70 000.00
3.5	Moins-value pour réutilisation des enrochements de l'épi réalisé en 2021 pour le radier de fond	m ³	80	-40.00	-3 200.00
3.6	Régilage des matériaux excédentaires entre les épis	m ³	740	5.00	3 700.00
3.7	Reprofilage de la berge rive droite en pente douce sur la partie aval (hors matériaux gravelo-terreux pour génie végétal)	m ³	80	25.00	2 000.00
Total 3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS					79 510.00

Syndicat des Rivières Dombes Chalaronne Bords de Saône
Restauration de la Chalaronne au droit du camping de St Didier-sur-Chalaronne
Détail Quantitatif et Estimatif

N° de Prix	Désignation du poste	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Montant total € HT
4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL					
4.1	Fourniture et mise en œuvre d'une fascine à double rangée de pieux en extrémité aval	m	11	100.00	1 100.00
4.2	Fourniture de filtre treillis biodégradable de type coco	m ²	120	5.00	600.00
4.3	Fourniture et mise en place de boutures de saules	Unité	20	3.50	70.00
4.4	Fourniture et plantation de plants à racines nues en haut de berge	Unité	10	15.00	150.00
4.5	Fourniture d'un mélange grainier adapté et ensemencement des surfaces travaillées	m ²	120	2.00	240.00
Total 4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL					2 160.00

RÉCAPITULATIF	
1 - PRIX GÉNÉRAUX	18 750.00
2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES	1 150.00
3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS	79 510.00
4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL	2 160.00
Total Travaux H.T	101 570.00
Divers et imprévus (10%)	10 157.00
Total Opération H.T	111 727.00
TVA 20 %	22 345.40
Total T.T.C	134 072.40



EAU ET TERRITOIRES
33, rue Humbert II 38000 Grenoble
Tél. 09 72 13 09 71 – contact@eauterritoires.fr
www.eauterritoires.fr