



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

COMPLÉMENT D'ÉTUDE DE PROJET
POUR LA PROTECTION DE LA BERGE AMONT

C2023-108-01

novembre 2023

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE	3
2. CONSISTANCE DE L'ÉTUDE	5
3. LEVÉS TOPOGRAPHIQUES COMPLÉMENTAIRES	5
4. MODÉLISATION HYDRAULIQUE DE L'ÉTAT ACTUEL.....	8
4.1. RAPPELS HYDROLOGIQUES.....	8
4.2. MODÉLISATION HYDRAULIQUE	8
4.2.1 PRÉSENTATION DU MODÈLE	8
4.2.2 RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS	9
5. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS	12
5.1. ACTUALISATION DE L'ÉTAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC DE LA BERGE RIVE DROITE SUR LA PARTIE AMONT DU CAMPING	12
5.2. DIMENSIONNEMENT DES AMÉNAGEMENTS.....	16
6. IMPACTS DES TRAVAUX SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA CHALARONNE.....	17
7. CHIFFRAGE ESTIMATIF DES COÛTS.....	19
ANNEXES	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude	5
Figure 2 : Localisation des levés topographiques complémentaires réalisés pour les besoins de l'étude	7
Figure 3 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état actuel.....	10
Figure 4 : Photographies de l'état de la berge rive droite le long du périmètre d'étude entre 2018 et 2022.....	13
Figure 5 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état projet et actuel	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débits de pointe de crue retenus au droit du site du projet (en m ³ /s)	8
Tableau 2 : Tableau récapitulatif du coût estimatif des travaux	19

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, 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 des 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 régalinge 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**.

Une première étude a été réalisée en juillet 2022 concernant la protection de la berge située dans l'extrados du camping à l'amont immédiat des travaux réalisés en 2019. Cette étude a abouti aux propositions suivantes sur un linéaire de plus de 150 mètres à l'amont des aménagements de 2019 :

- **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 régalinge 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.

Le périmètre de l'étude réalisée en juillet 2022 ne couvrait pas le secteur du camping situé à l'amont de l'extrados.

Sur ce secteur amont, la berge rive droite a été protégée au début des années 2010 par :

- **des pieux battus en bois** sur environ 100 m de long à l'amont immédiat de l'extrados ;
- **des planches maintenues par des piquets en bois** (« tunage ») sur environ 100 m de long à l'amont des pieux.

Si les pieux en bois situés sur l'aval ont relativement bien résisté avec le temps, ce n'est pas le cas du tunage à base de planches réalisé à l'amont. L'état des lieux-diagnostic réalisé en 2018 dans le cadre de la toute première étude avait déjà montré un état de dégradation avancé de cette protection très rustique, en constatant qu'elle avait d'ailleurs été remplacée sur un linéaire d'environ 20 m par des enrochements.

Dans l'étude réalisée en 2022, le constat avait été fait que **l'état du tunage s'était encore dégradé**. Il avait été précisé que les propositions faites pour protéger le secteur de l'extrados en aval, notamment la mise en place d'un radier de fond en extrémité amont, devait permettre de stabiliser le lit en amont en calant le fond du lit pour éviter toute érosion régressive, qui pourrait être préjudiciable pour la stabilité des berges à l'amont. Pour autant, ces aménagements ne suffiront pas à stopper le processus de dégradation de la berge protégée par tunage de planches de bois. ***Cette dégradation n'est en effet pas liée 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.*** Ce linéaire n'était pas concerné par les aménagements proposés dans le cadre de cette étude, mais un remplacement des planches par un retalutage en pente plus douce et la mise en œuvre de techniques végétales étaient préconisés pour remédier à cette dégradation.

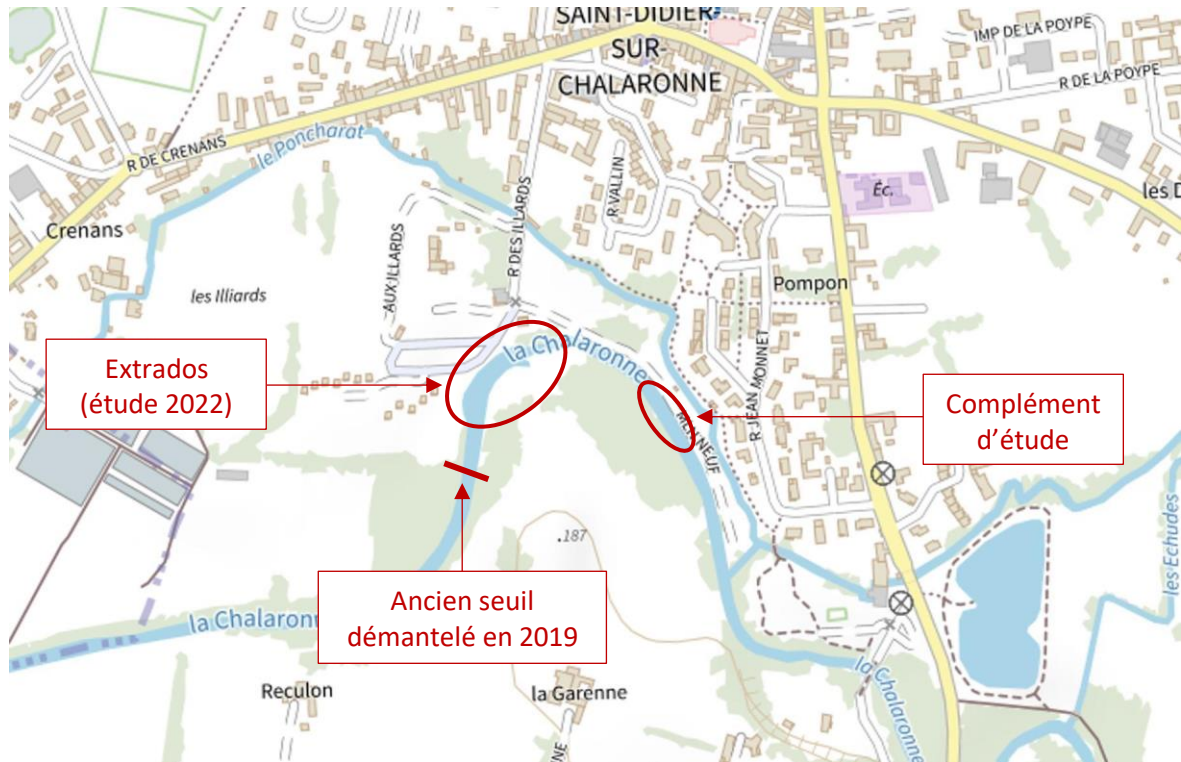
Après concertation avec les élus de la commune de St Didier-sur-Chalaronne, **le SRDCBS a finalement décidé d'intégrer une remise en état de la berge dégradée dans l'opération de restauration de la Chalaronne au droit du camping.**

Le SRDCBS a ainsi demandé un **complément d'étude** à Eau & Territoires pour l'intégrer dans le **projet global de restauration de la Chalaronne au droit du camping de St Didier-sur-Chalaronne.**

Cette étude complémentaire fait l'objet du présent rapport d'étude.

La localisation du périmètre de la présente étude est présentée sur la Figure 1 ci-après sur laquelle figurent également l'ancien seuil démantelé en 2019 et le secteur de l'extrados, objet de l'étude du projet d'aménagement de 2022.

Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude



2. CONSISTANCE DE L'ÉTUDE

Le présent complément d'étude s'est déroulé de la façon suivante :

- **Définition des levés topographiques** nécessaires.
- **Réalisation des levés topographiques** par le cabinet de géomètre Hydrotopo.
- **Actualisation de la modélisation hydraulique en état actuel.**
- **Proposition d'un aménagement de restauration de la berge** rive droite à l'amont du camping.
- **Modélisation hydraulique en état projet** en intégrant à la fois les aménagements prévus dans l'extrados dans l'étude de 2022 et ceux proposés dans le présent complément d'étude.

3. LEVÉS TOPOGRAPHIQUES COMPLÉMENTAIRES

En préalable à la définition de propositions d'aménagements, une actualisation de l'état des lieux avait été réalisée en 2022 afin de caractériser la situation suite à la réalisation des travaux de 2019 et aux crues survenues depuis.

Le SRDCBS avait fait réaliser un levé topographique de la Chalaronne par le cabinet de géomètre Hydrotopo fin septembre 2021. Ce levé avait 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.

Suite à une reconnaissance de terrain réalisée par Eau & Territoires au printemps 2022, une évolution du lit et des berges avait 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 avait ainsi été réalisé par Hydrotopo en mai 2022 au droit du secteur modifié.

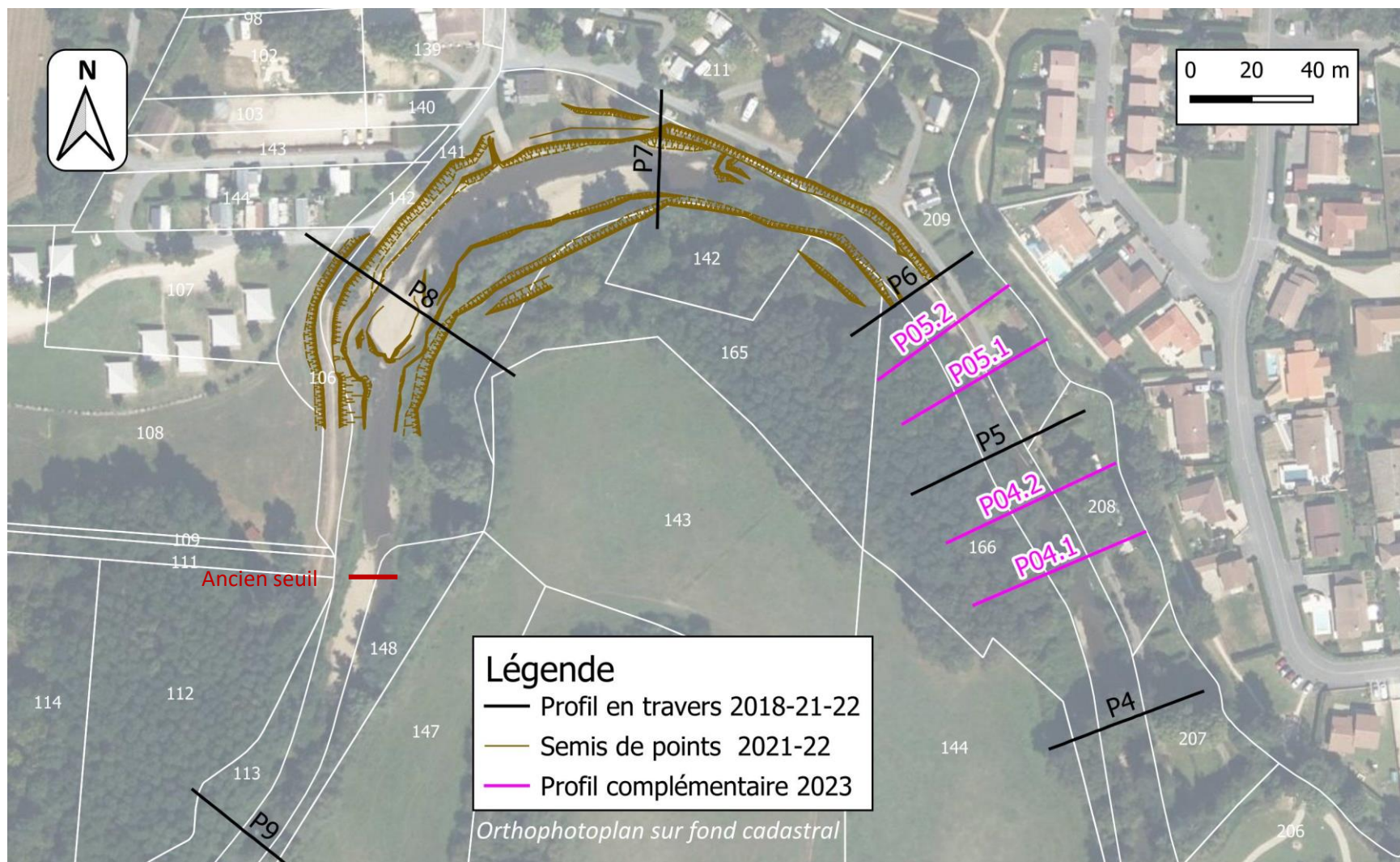
Afin de définir les travaux à réaliser au droit de la berge dégradée à l'amont du camping, il était nécessaire de faire réaliser un levé topographique complémentaire au droit du linéaire concerné ; ce linéaire n'était en effet couvert que par un seul profil en travers (P5) réalisé en 2018 puis actualisé en 2021.

Le **levé topographique complémentaire** a ainsi été demandé à Hydrotopo et réalisé fin juin 2023 :

- 4 profils en travers du lit mineur et ses abords respectivement à l'amont de P5 (P4.1/P4.2) et à l'aval (P5.1/P5.2).

La localisation de ces profils est présentée sur la Figure 2 ci-après où sont également représentés les levés réalisés antérieurement.

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



4. MODÉLISATION HYDRAULIQUE DE L'ÉTAT ACTUEL

4.1. 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 Consultant¹.

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

4.2. MODÉLISATION HYDRAULIQUE

4.2.1 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, la modélisation réalisée en 2018 dans le cadre de l'étude d'avant-projet d'effacement du seuil du camping avait été reprise et actualisée en 2022 avec les levés topographiques réalisés en septembre 2021 puis mai 2022. Le modèle mis en œuvre en 2022 a été complété par les nouveaux profils en travers levés en juin 2023 au droit de la berge rive droite dégradée.

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 retours d'expérience de nombreux utilisateurs de par le monde.

Le modèle construit est unidimensionnel (écoulements selon la direction principale correspondant à l'axe du lit mineur), et il a été étendu sur une partie du lit majeur de la Chalaronne au droit du périmètre du complément d'étude en utilisant les données d'un levé LIDAR mis à disposition par le SRDCBS dans le cadre du présent complément d'étude. Les simulations ont été réalisées en régime permanent (débit de pointe seulement), et ce pour les crues biennale (2 ans) et décennale (10 ans).

Le modèle se compose des 10 profils en travers levés par Hydrotopo en 2021 (P1 à P10), auquel ont été ajoutés :

- des profils intermédiaires extraits à partir des semis de points réalisés² (4 profils entre P6 et l'aval de P8 issus des semis de points levé en septembre 2021 et mai 2022 ; 2 profils

¹ 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 Ces profils ont été intégrés dans le modèle de l'étude de 2022.

- 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).
- les profils P4.1/P4.2/P5.1/P5.2 levés en juin 2023 sur le périmètre du complément d'étude.

4.2.2 RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS

Le profil en long des lignes d'eau et d'énergie³ en crue en état actuel est présenté sur la Figure 3 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 biennale (profil P3).

Les hauteurs d'eau maximales atteintes dans le lit mineur varient entre 2,5 et 2,7 m en Q2 ; 3,0 et 3,2 m en Q10. Les vitesses d'écoulement varient entre 0,9 m/s en Q2 et 1,1 m/s en Q10.

Les forces tractrices⁴ résultantes apparaissent relativement faibles sur ce secteur amont : autour de 20 N/m² en Q2 ; 30 N/m² en Q10.

PARTIE AMONT DU CAMPING (P4 À P7)

Sur la partie amont du camping (entre P4 et P7), notamment le long de la berge rive droite dégradée (entre P4.1 et P6), la piste d'accès aux emplacements est inondée en crue biennale à l'amont des enrochements (P5.1) et en crue décennale en aval.

Sur ce secteur, des débordements surviennent par ailleurs en rive gauche sur la zone boisée riveraine. Ces débordements surviennent dès la crue biennale. Jusqu'en crue décennale, ces débordements devraient revenir dans le lit mineur entre les profils P6 et P7 du fait de la présence d'un remblai issu d'anciens curages du lit.

Pour les crues supérieures, les débordements sont susceptibles de « court-circuiter » le lit mineur pour ne revenir qu'entre les profils P8 et P9. Cette configuration n'a pas été modélisée car elle nécessiterait la mise en œuvre d'une modélisation bi-dimensionnelle (2D) intégrant les données LIDAR aujourd'hui disponible en lit majeur.

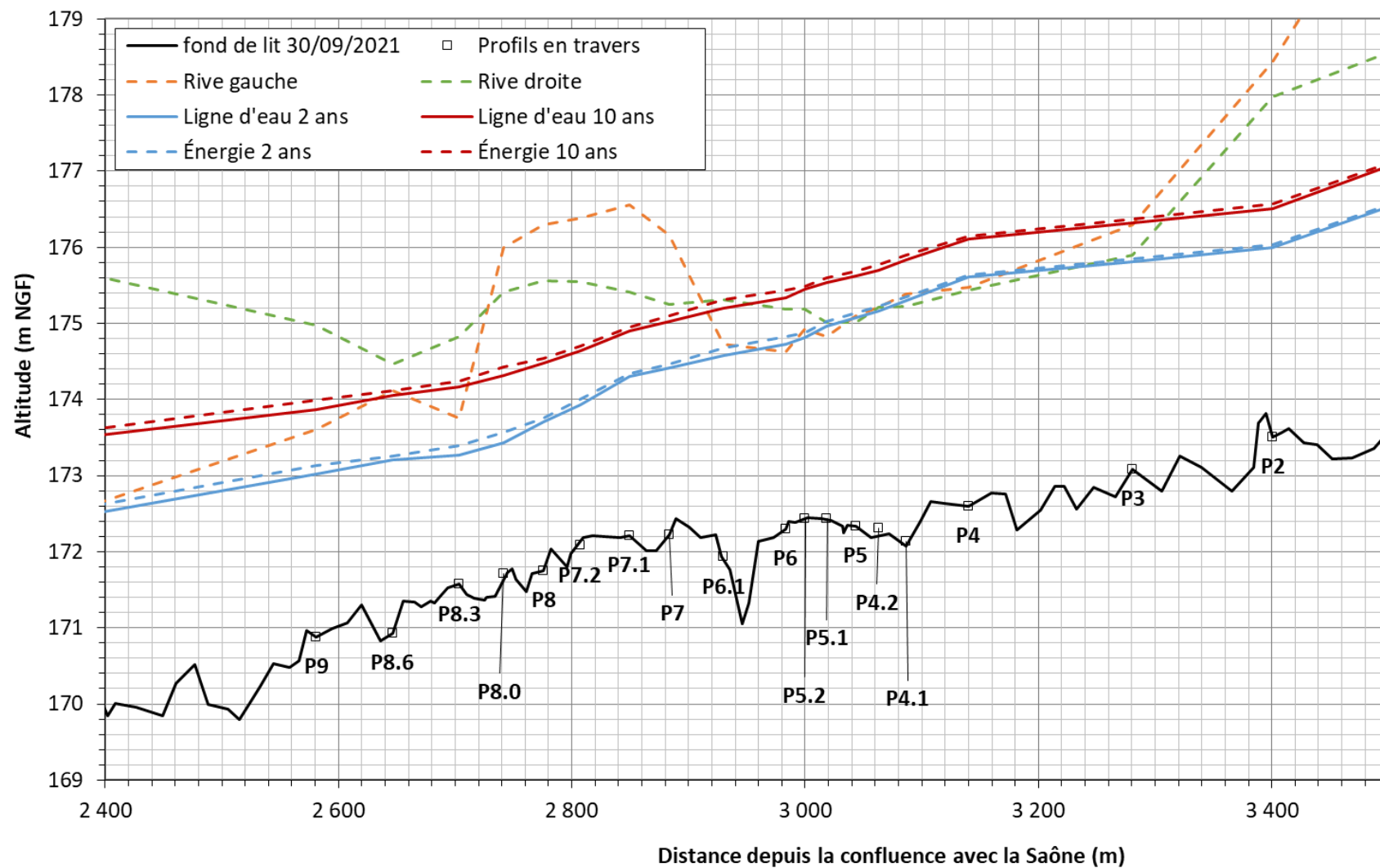
Les hauteurs d'eau maximales atteintes varient entre 2,4 et 3,2 m en Q2 ; 3,0 et 3,7 m en Q10. Les vitesses d'écoulement sont de l'ordre de 0,8 à 1,4 m/s en Q2 ; 0,9 à 1,5 m/s en Q10.

Les forces tractrices sont un peu plus fortes qu'à l'amont : autour de 70 N/m² en Q2 ; 80 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 3 : 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, le fonctionnement hydraulique est identique à ce qui avait été modélisé en 2022.

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 maximales atteintes varient entre 1,9 et 2,2 m en Q2 ; 2,6 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 que ces vitesses 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 du même ordre de grandeur qu'à l'amont : autour de 80 N/m² en Q2 et 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).

Les hauteurs d'eau maximales atteintes sont de l'ordre de 1,7 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 : entre 1,5 et 1,7 m/s en Q2 et en Q10.

Les forces tractrices s'abaissent à nouveau par rapport à l'amont : autour de 40 N/m² en Q2 ; 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 maximales atteintes 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 restent faibles : de l'ordre de 40 N/m² en Q2 comme en Q10.

5. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS

5.1. ACTUALISATION DE L'ÉTAT DES LIEUX – DIAGNOSTIC DE LA BERGE RIVE DROITE SUR LA PARTIE AMONT DU CAMPING

Les photographies présentées sur la Figure 4 ci-après permettent d'illustrer l'état de la berge décrit ci-après.

Les aménagements par tunage et pieux battus sur la partie amont du camping ont été réalisés suite aux dommages constatés lors de la crue de février 2009. La protection amont par tunage a ensuite été reprise sur une vingtaine de mètres début 2018 suite à un effondrement de la berge.

Actuellement, **l'état de la berge rive droite sur cette partie amont du camping est le suivant**, de l'amont vers l'aval :

- **À l'amont sur 53 m** : tunage par des planches appuyées sur des piquets en bois de section rectangulaire ; l'état de l'aménagement s'est fortement détérioré entre mars 2018 où l'on commençait à voir des signes d'affaiblissement (affaissement de certaines planches, début de gonflement constaté des planches sous l'effet de la poussée du talus amont) et 2022 où plusieurs planches sont cassées ou menacent de l'être.
- **Sur 20 m en aval** : enrochements posés en marches d'escalier qui se sont progressivement végétalisés depuis leur implantation.
- **Sur 25 m en aval** : de nouveau tunage par planches appuyées sur des pieux ; état de dégradation comparable à celui de l'amont avec déjà des indices constatés en 2018.
- **Sur 100 m en aval** : pieux en bois battus de façon resserrée de type palplanches avec présence de quelques épis déflecteurs sur la partie amont ; l'état de ce tronçon apparaît nettement moins dégradé que celui du tunage amont, mais on constate malgré tout un vieillissement des pieux, dont certains commencent à montrer des signes de faiblesse. Des arbustes ont toutefois poussé en arrière de ces pieux et leur système racinaire peut permettre de prendre le relais pour stabiliser le talus de berge.

On note par ailleurs plusieurs arrivées de canalisation : rejets d'eaux pluviales ou décharge du canal des Échudes après qu'il a collecté les eaux du ruisseau de Poncharat.

Sur l'ensemble du linéaire de 200 m de berge, celle-ci présente donc un profil vertical sur la hauteur des planches ou pieux mis en place (entre 1,7 et 2,0 m). Le profil au droit des enrochements mis en place en remplacement du tunage est en marches d'escalier (hauteur 1,7 m par rapport au pied de berge).

La modélisation hydraulique a montré que les forces tractrices exercées sur le fond du lit restent globalement inférieures à 100 N/m².

Au regard de ces résultats, il apparaît possible d'envisager une protection de la berge par des techniques végétales adaptées.

Afin de pérenniser la berge rive droite le long du camping sur le secteur amont, il est proposé de remplacer l'aménagement très dégradé de tunage par un retalutage de la berge et par la mise en œuvre de techniques végétales adaptées.

Figure 4 : Photographies de l'état de la berge rive droite le long du périmètre d'étude entre 2018 et 2022

1. Vue d'ensemble de la berge rive droite en 2018



2. Vue d'ensemble de la berge rive droite au droit et à l'amont des enrochements (2022)



3. *Vue d'ensemble de la berge rive droite protégée par tunage à l'aval des enrochements (2022)*



4. *Tunage amont en mars 2018 ...*



5. *... et en 2022 ...*



6. *... ou un peu en amont*



7. Tunage aval en mars 2018 ...



8. ... et en 2022 ...



9. Transition tunage / pieux battus en 2018



10. Pieux battus en aval du tunage en 2022 (avec un épi déflecteur au milieu de la photo)



5.2. DIMENSIONNEMENT DES AMÉNAGEMENTS

Les aménagements prévus pour restaurer la berge rive droite à l'amont du camping sont présentés dans le Dossier de plan en **Annexe 1** du présent rapport :

- *Vue en plan des aménagements*
- *Profils en travers*

Étant donné l'état correct des enrochements mis en place en 2018 et afin de limiter la consistance de l'opération, il est proposé de les conserver sur le linéaire de 20 m concerné (profil P5.1 non modifié).

De même, l'état actuel de la protection de berge par pieux battus apparaît suffisamment correct pour la conserver en l'état. Comme évoqué dans l'état des lieux – diagnostic précédent, le développement d'une végétation arbustive (notamment avec des aulnes) devrait pouvoir se substituer aux pieux battus dont la pérennité n'apparaît pas assurée à long terme.

🔗 Un suivi de l'état de la berge et de la végétation sur le linéaire de 100 m concerné par cet aménagement réalisé au début des années 2010 est toutefois souhaitable afin de s'assurer de la pérennité de la protection de la berge.

Le reste de la berge dont l'état actuel est très dégradé de part et d'autre des enrochements fera l'objet des travaux d'aménagement décrits ci-après.

- **Démantèlement et évacuation des pieux et planches** en bois constituant le tunage.
- **Retalutage de la berge** selon les principes suivants :
 - Maintien de l'allée existante pour l'accès aux emplacements du camping, et débord de 0,5 m minimum côté rivière avant retalutage.
 - Fruit de 3H/2V depuis le pied de berge jusqu'à une hauteur d'environ 2,0 m⁵.
- **Protection du pied de berge par une fascine de saules à double rangée de pieux** sur l'ensemble du linéaire concerné.
- **Protection du talus de berge par des lits de plants et plançons** sur une hauteur correspondant à 5 rangs sur le tronçon situé à l'amont des enrochements (1,7 m) ; 4 rangs sur le tronçon en aval des enrochements (1,4 m).
- **Plantation de plants à racines nues** sur treillis en fibre de coco en haut de berge.
- **Ensemencement** de l'ensemble des surfaces travaillées.

⁵ Sur une vingtaine de mètres autour du profil P4.2, l'emprise entre la bordure de l'allée et le pied de berge actuel n'est pas suffisant pour pouvoir respecter ce second principe ; le pied de berge sera ainsi décalé jusqu'à 1,5 m vers le milieu du lit. La largeur du fond du lit restera toutefois du même ordre de grandeur qu'en amont et en aval.

6. 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 5 ci-après.

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

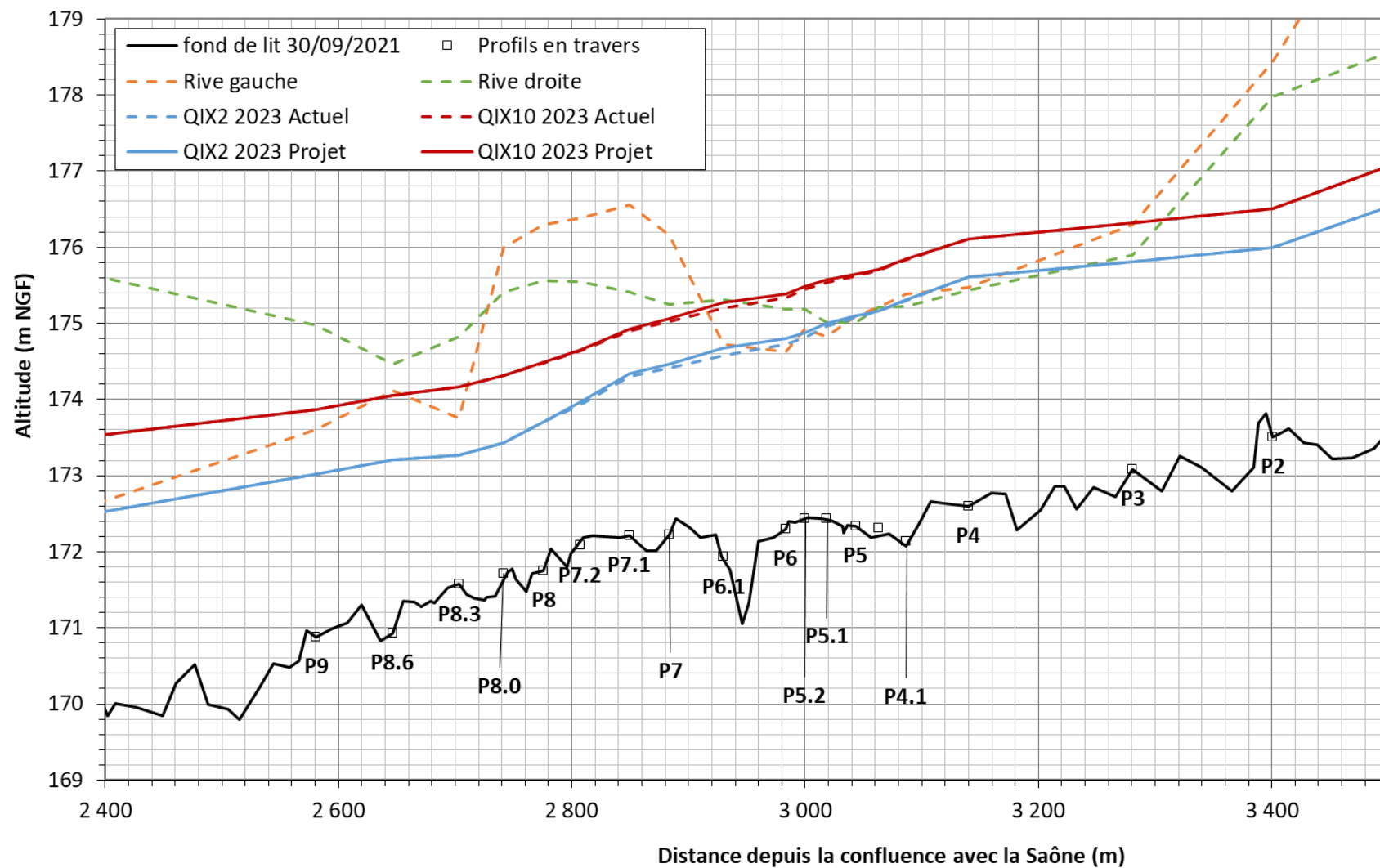
L'impact des aménagements sur les lignes d'eau de crue est très local et limité. On constate une légère surélévation de la ligne d'eau au droit du méandre du camping : <5 cm en Q2 ; <4cm en Q10. À l'amont du camping, la surélévation est légèrement plus importante mais elle reste modérée : elle est maximale au droit du profil P6.1, avec 9 cm en Q2 et 7 cm en Q10 ; et elle devient nulle au-delà du profil P4.1.

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 0,15 m/s au droit du linéaire de tunage à restaurer. 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 en enrochements 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 100 N/m² sur l'ensemble du périmètre à aménager ; ce qui est tout à fait compatible avec le maintien des protections de berges existantes, ainsi qu'avec celles prévues (enrochements ou fascine en pied ; lits de plants et plançons ou simple végétalisation du talus avec boutures, plants à racines nues et ensemencement sur treillis biodégradable de type coco).

Figure 5 : Profil en long des lignes d'eau de la Chalaronne en crue au droit du périmètre d'étude en état projet et actuel



7. CHIFFRAGE ESTIMATIF DES COÛTS

Afin de permettre au maître d'ouvrage de disposer d'un chiffrage estimatif des coûts de l'ensemble du projet de restauration de la Chalaronne au droit du camping de St Didier-sur-Chalaronne, nous avons repris le **Détail Quantitatif Estimatif** (DQE) établi en 2022 pour les aménagements prévus dans le méandre correspondant pour le compléter par les aménagements préconisés pour la restauration de la berge à l'amont du camping.

Le DQE est présenté en **Annexe 2** du présent rapport.

Le montant total des travaux est estimé à 162 k€ HT, en prenant en compte un aléa de 10% pour divers et imprévus.

La plus-value liée à l'intégration de la restauration de la berge dégradée à l'amont du camping est ainsi d'environ 50 k€ HT.

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

Tableau 2 : Tableau récapitulatif du coût estimatif des travaux

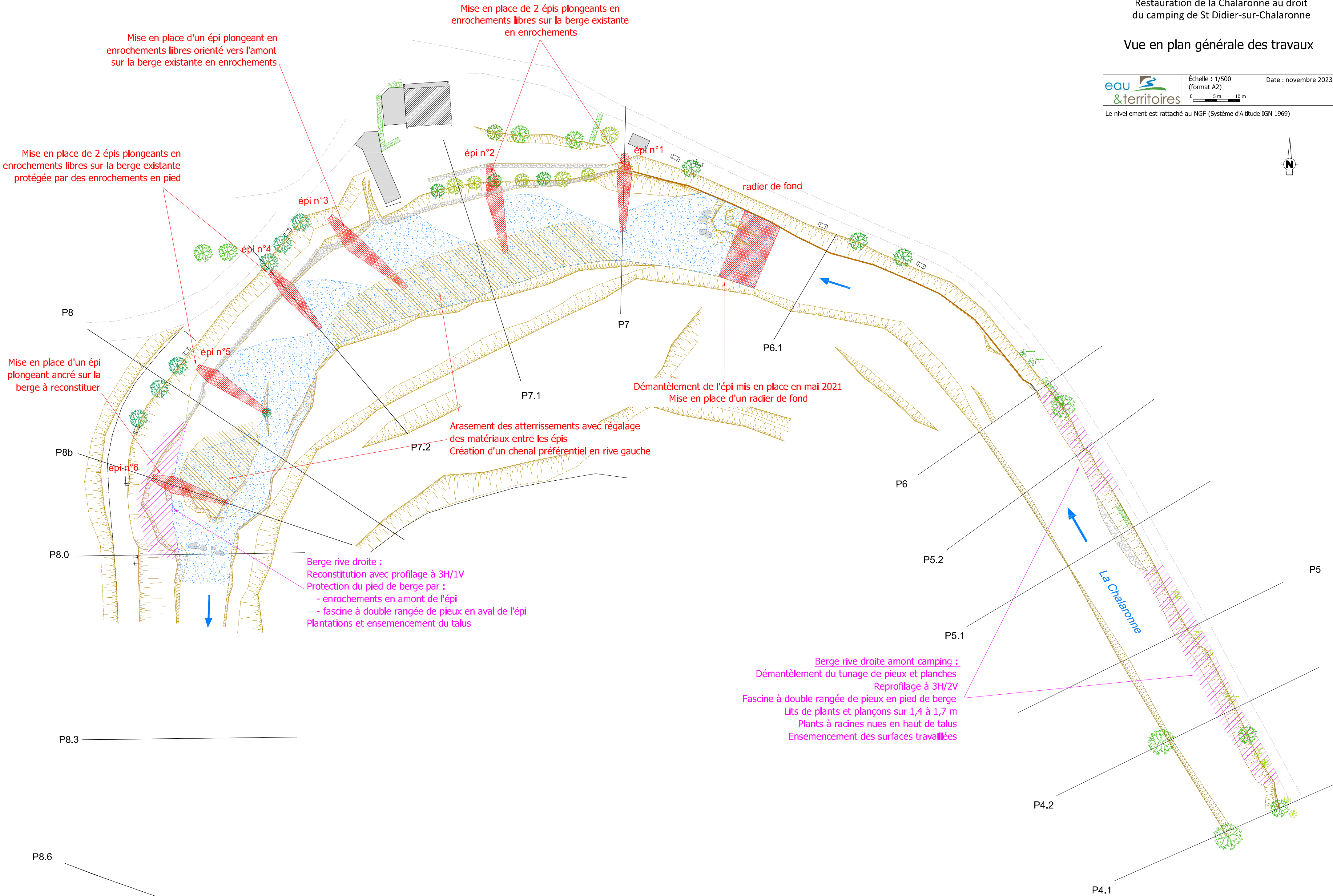
RÉCAPITULATIF	
1 - PRIX GÉNÉRAUX	27 000.00
2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES	2 250.00
3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS	80 860.00
4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL	37 170.00
Total Travaux H.T	147 280.00
Divers et imprévus (10%)	14 728.00
Total Opération H.T	162 008.00
TVA 20 %	32 401.60
Total T.T.C	194 409.60

ANNEXES

ANNEXE 1 : DOSSIER DE PLANS

ANNEXE 2 : DÉTAIL QUANTITATIF ESTIMATIF

ANNEXE 1 : DOSSIER DE PLANS



Profil en travers



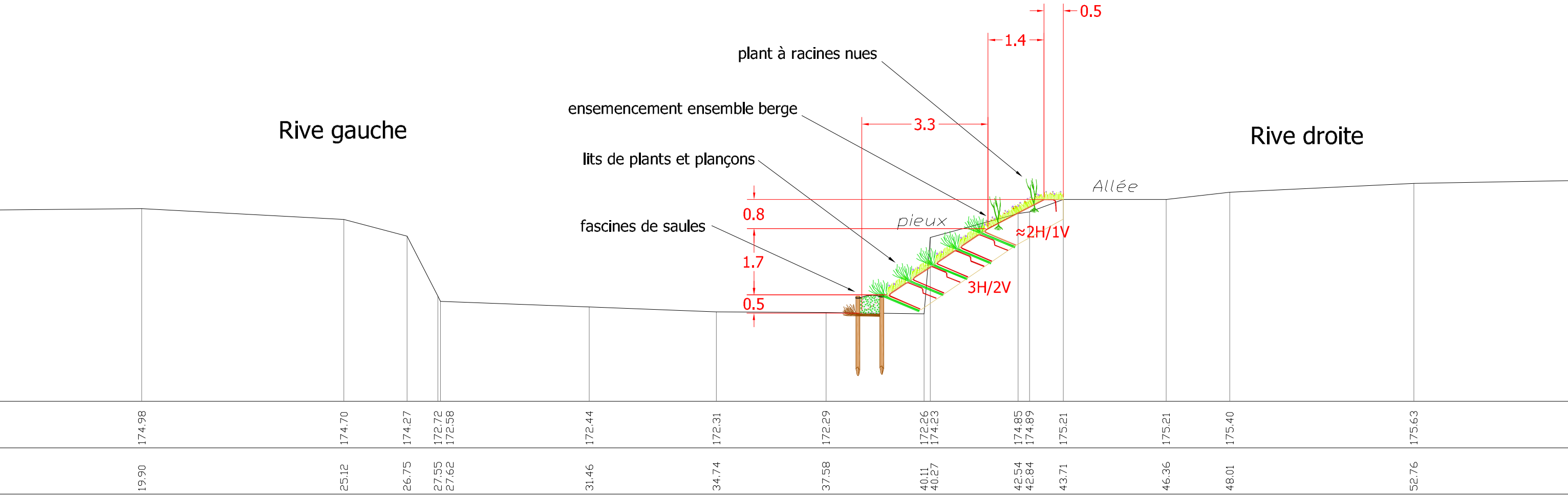
Échelle : 1/100
(format A3)
0 1 m 2 m

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

Profil P4.2

Rive gauche

Rive droite



Profil P5

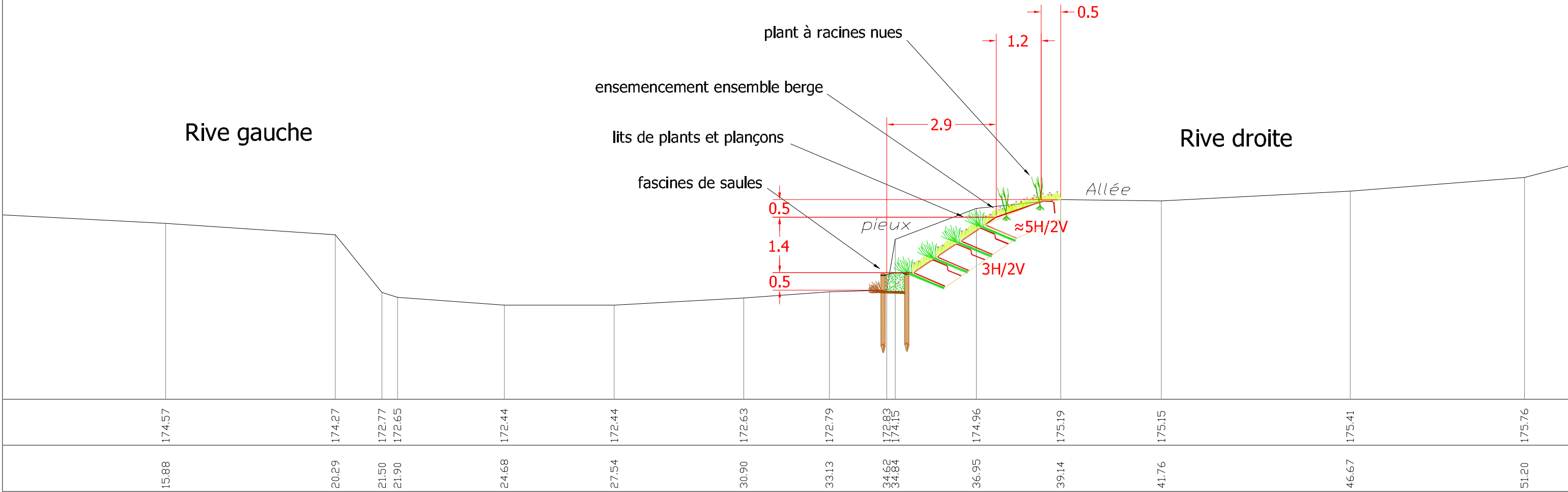
Profil en travers



Échelle : 1/100
(format A3)
0 1 m 2 m

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

Profil P5.2



ANNEXE 2 : 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	15 000.00	15 000.00
1.2	Constat d'huissier	Forfait	1	1 000.00	1 000.00
1.3	Dossier d'exécution et de récolement	Forfait	1	2 000.00	2 000.00
1.4	Implantation des ouvrages et piquetage	Forfait	1	2 000.00	2 000.00
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	5 000.00	5 000.00
Total 1 - PRIX GÉNÉRAUX					27 000.00
2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES					
2.1	Abattage d'arbres et cépées en berge (Ø 15-50 cm)	Unité	3	150.00	450.00
2.2	Débroussaillage	m²	900	2.00	1 800.00
Total 2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES					2 250.00
3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS					
3.1 Extrados méandre					
3.1.1	Terrassement en déblais pour préparation du fond de fouille des ouvrages en enrochements (épis, radier de fond, berge aval)	m³	640	5.00	3 200.00
3.1.2	Terrassement en déblais dans le lit pour création d'un chenal préférentiel en rive gauche (atterrissements)	m³	390	5.00	1 950.00
3.1.3	Fourniture et mise en œuvre de géotextile synthétique sous enrochements (épis + radier)	m²	620	3.00	1 860.00
3.1.4	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements libres pour confection des épis, du radier de fond et de la protection de berge aval	m³	700	100.00	70 000.00
3.1.5	Moins-value pour réutilisation des enrochements de l'épi réalisé en 2021 pour le radier de fond	m³	80	-40.00	-3 200.00
3.1.6	Régilage des matériaux excédentaires entre les épis	m³	740	5.00	3 700.00
3.1.7	Reprofilage de la berge rive droite en pente douce sur la partie aval	m³	80	25.00	2 000.00
Sous-total 3.1 - Extrados méandre					79 510.00
3.2 Berge amont pour remplacement du tunage dégradé					
3.2.1	Terrassement en déblais en berge pour démantèlement du tunage bois et préparation du terrain pour la mise en œuvre du génie végétal y/c évacuation des déchets (pieux et planches en bois) et stockage pour réutilisation des matériaux gravo-terreux	m³	180	7.50	1 350.00
Sous-total 3.2 - Berge amont pour remplacement du tunage dégradé					1 350.00
Total 3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS					80 860.00

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 Extrados méandre					
4.1.1	Fourniture et mise en œuvre d'une fascine à double rangée de pieux en extrémité aval	m	11	100.00	1 100.00
4.1.2	Fourniture de treillis biodégradable de type coco	m ²	120	5.00	600.00
4.1.3	Fourniture et mise en place de boutures de saules	Unité	20	3.50	70.00
4.1.4	Fourniture et plantation de plants à racines nues en haut de berge	Unité	10	15.00	150.00
4.1.5	Fourniture d'un mélange grainier adapté et ensemencement des surfaces travaillées	m ²	120	2.00	240.00
Sous-total 4.1 - Extrados méandre					2 160.00
4.2 Berge amont pour remplacement du tunage dégradé					
4.2.1	Fourniture et mise en œuvre d'une fascine à double rangée de pieux en extrémité aval	m	78	100.00	7 800.00
4.2.2	Fourniture de treillis biodégradable de type coco	m ²	760	5.00	3 800.00
4.2.3	Fourniture et mise en place de lits de plants et plançons	m	370	60.00	22 200.00
4.2.4	Fourniture et plantation de plants à racines nues en haut de berge	Unité	30	15.00	450.00
4.2.5	Fourniture d'un mélange grainier adapté et ensemencement des surfaces travaillées	m ²	380	2.00	760.00
Sous-total 4.2 - Berge amont pour remplacement du tunage dégradé					35 010.00
Total 4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL					37 170.00

RÉCAPITULATIF	
1 - PRIX GÉNÉRAUX	27 000.00
2 - TRAVAUX PRÉPARATOIRES	2 250.00
3 - TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET ENROCHEMENTS	80 860.00
4 - TRAVAUX DE GÉNIE VÉGÉTAL	37 170.00
Total Travaux H.T	147 280.00
Divers et imprévus (10%)	14 728.00
Total Opération H.T	162 008.00
TVA 20 %	32 401.60
Total T.T.C	194 409.60



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