

SARL Gastaud

87 chemin des Arnaud
06730, SAINT-ANDRE-DE-LA-ROCHE

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS – ANNEXES

Mars 2025 – Indice A



AMENAGEMENT DE LA BERGE DE LA SARL GASTAUD SUR LA COMMUNE DE ROQUEBILLIERE – LIEU DIT GORDOLON

Assistance à Maîtrise d'Ouvrage

Bureau d'études ICTP
254 Corniche Fahnestock
06700 Saint-Laurent-du-Var



N° 25/16 – Cas/Cas Annexes – Ind. A

Informations relatives au document

INFORMATIONS GENERALES

Rédacteur(s) : Anaïs TOSOLINI - Chargée d'études réglementaires et environnementales

Indice : A

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Indice	Date	Vérifié par	Fonction
A	19/03/02025	Sandy LE GOUÉE	Chef de projet

DESTINATAIRES

Nom	Société
Eric GASTAUD	SARL Gastaud

Annexe n°8 – Etude hydraulique – Mercantour Concept 2025



Date	13/03/2025	Version	1
------	------------	---------	---

AMENAGEMENT DES BERGES DE LA SARL GASTAUD

Commune de Roquebillière – lieu dit Gordolon

Etude d'incidence hydraulique



Mercantour Concept

Conception d'aménagement en montagne – expertise des
risques naturels

SIRET : 907 524 920 000 10

473 chemin du Pont des Colles – 06610 LA GAUDE

Tel : 06 73 38 10 29

<https://mercantourconcept.fr/>

Table des matières

1.	Objet de l'étude	3
1.1	Zone d'étude	3
1.2	Moyens mis en œuvre	5
1.3	Objet de l'étude.....	9
2.	Hydrologie.....	11
3.	Analyse du fonctionnement hydromorphologique du site	14
3.1	Géologie.....	14
3.2	Morphologie	15
3.3	Pente d'équilibre	17
3.4	Granulométrie	18
4.	Analyse du fonctionnement de la tempête Alex – transport solide.....	19
5.	Projet d'aménagement des berges.....	25
5.1	Principe d'aménagement	25
5.2	Terrassement – remblais en lit majeur	26
		28
5.3	Protection de berge par épis	29
6.	Incidence sur les écoulements.....	36
6.1	Hydrogrammes	36
6.2	Sédigraphe – détermination des apports solides.....	37
6.3	Modélisation du transport solide	39
6.4	Situations modélisées.....	40
6.5	Résultats des modélisations	43
7.	Plans et profils en travers avec résultat des modélisations	51
8.	Phasage	63

1. Objet de l'étude

1.1 Zone d'étude

La zone étudiée correspond au lit de la Vésubie le long de la SARL Gastaud définie sur la carte en page suivante et entourée en couleur orange.

La société Gastaud possède sur ce site des bureaux et hangars, des stocks de matériel de construction de gros œuvre et des installations de tri et valorisation de matériaux du BTP. D'après l'orthophoto ci-dessous, actualisée en janvier 2025, les installations s'étendent sur une longueur de 300 m le long de la Vésubie, de la parcelle 969 en amont jusqu'à la parcelle 944 en aval, sur la commune de Roquebillière.

Emprise des installations de la SARL Gastaud en bord de Vésubie à Gordolon

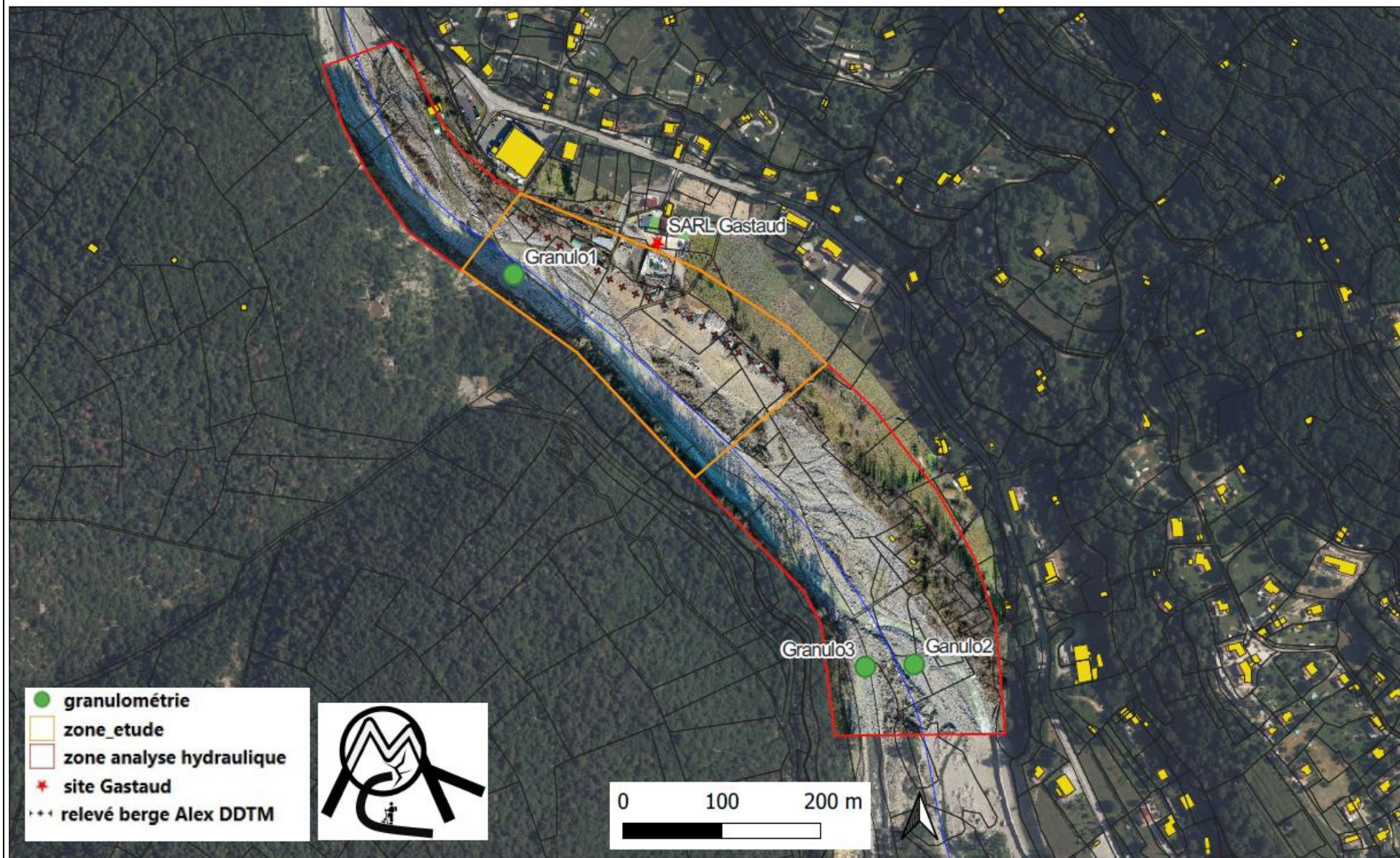


Plan des installations Gastaud à Gordolon actualisé en janvier 2025

Pour les besoins de l'étude, nous avons analysé en détail les phénomènes hydrauliques sur une zone plus large de la Vésubie, allant de la centrale hydro-électrique de la commune de Roquebillière en amont, jusqu'aux nouveaux enrochements de protection de la zone de la station-service en aval, soit 900m de cours d'eau.

Les zones d'études et les relevés granulométriques effectués sont situés sur la carte en page suivante.

Zone d'étude - Etude Hydraulique d'aménagement des berges de la SARL Gastaud



1.2 Moyens mis en œuvre

Les données topographiques utilisées sont les suivantes :

- Levé topo LIDAR de 2018 réalisé par MNCA
- Levé topo LIDAR et orthophoto post tempête Alex de novembre 2020
- Levé topo LIDAR de juin 2021 réalisé par l'IGN

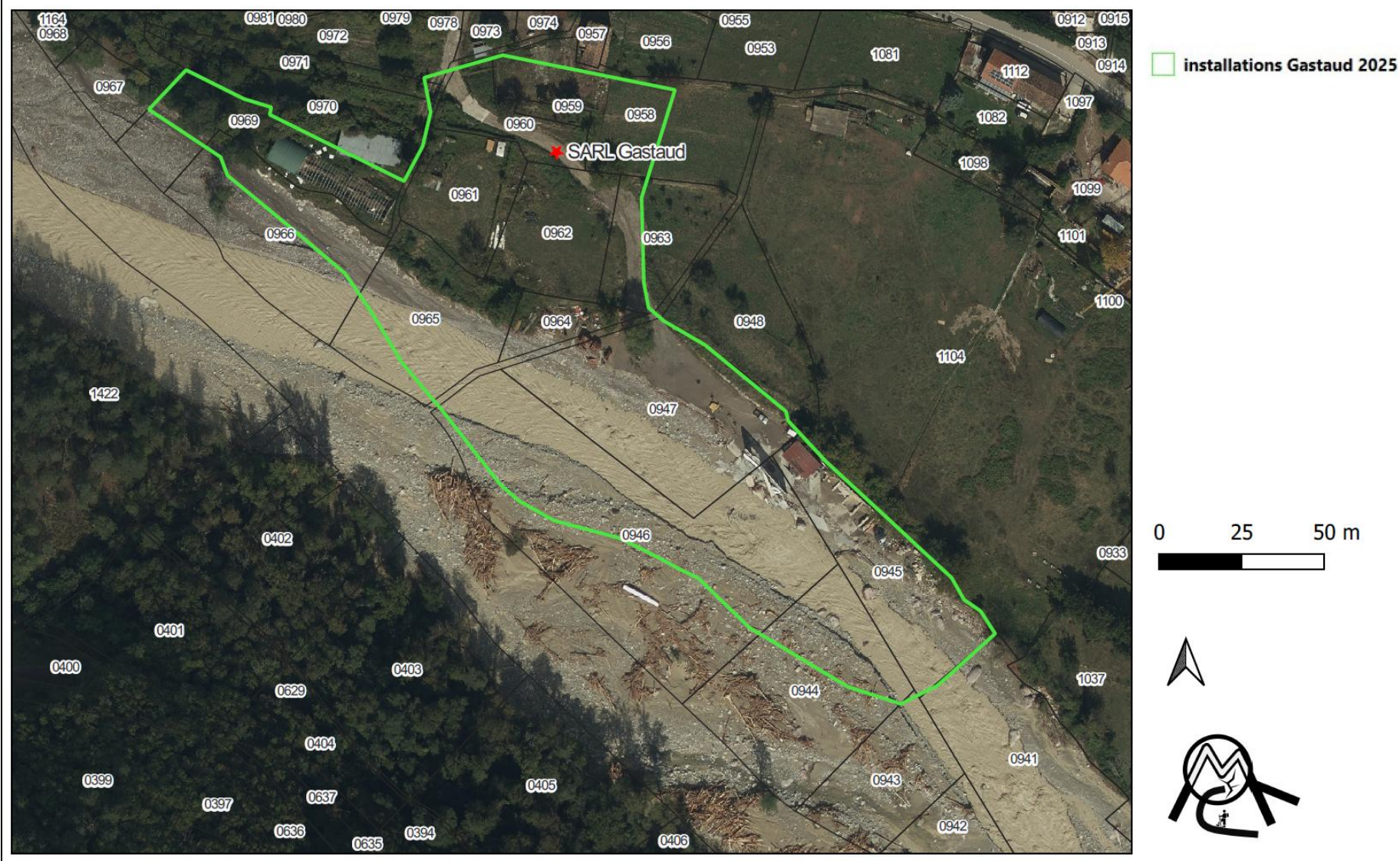
Des modèles numériques de terrain au maillage de 0.5 m ont été extraits de chacun de ces levés topographiques pour pouvoir analyser l'évolution du lit de la Vésubie et du charriage.

Dans le cadre de cette étude nous avons réalisé un **relevé photogrammétrique en janvier 2025** de toute la zone d'étude élargie, calé sur des cibles du relevé topographique du géomètre Matteudi de août 2024 sur les terrains Gastaud et sur des cibles GPS de précision centimétrique dans le lit. Ce relevé a permis d'obtenir un modèle numérique de terrain et une orthophoto à jour du lit et des berges avec une précision intéressante pour l'étude hydraulique de 20cm en altitude et 10cm en plan. Le relevé couvre 129 000 m² sur 900m de longueur de la Vésubie. Il est géoréférencé en RGF93 Lambert 93.

Report des installations actuelles sur orthophoto de juin 2020 - avant Alex



Report des installations actuelles sur orthophoto de octobre 2020 - post Alex



Report des berges avant et après la crue Alex sur orthophoto de janvier 2025



Ombrage du modèle numérique de surface obtenu par photogrammétrie de janvier 2025



1.3 Objet de l'étude

L'objectif de l'étude est de définir un aménagement des berges de la SARL Gastaud.

Lors de la crue du 02 octobre 2020, la tempête Alex a profondément bouleversé le lit de la Vésubie sur le site, modifiant son lit. Les érosions de berge et la submersion ont provoqué la destruction d'une partie des installations de la société Gastaud et un recul des berges de 60 à 70m le long des terrains exploités par la SARL Gastaud.

Depuis cet événement, la SARL Gastaud a reconstruit des bâtiments en retrait du lit sur les parcelles 959 et 958 et elle a reconstitué en partie ses terrains dans le lit, pour reprendre son activité.

La Préfecture des Alpes Maritimes a mis en demeure la SARL Gastaud, par arrêté préfectoral du 30 septembre 2024, de remettre en état le lit de la Vésubie, tel qu'il était directement après la tempête Alex, à défaut de déposer une demande d'autorisation au titre du code de l'environnement. L'évacuation de tous les remblais mis en œuvre pour retrouver la situation des terrains après la tempête Alex étant très contraignante en termes de perte de surface d'exploitation, la SARL Gastaud désire étudier une solution technique qui permettrait de s'adapter à la nouvelle morphologie de la Vésubie tout en pérennisant en partie les terrains nécessaires à ses activités.

Pour mieux comprendre l'incidence de la remise en état du lit de la Vésubie à sa topographie directement après la crue, nous avons simulé en page suivante les terrassements nécessaires sur l'ensemble des parcelles concernées par la mise en demeure préfectorale.

L'évolution du lit de la Vésubie ne permettant pas de creuser jusqu'au niveau du fond de lit de la tempête Alex sans être sous le niveau de la nappe, un niveau de base de terrassement a été modélisé, situé 1m au-dessus du fil d'eau actuel. A partir du pied de berge relevé par la DDTM, il ne serait pas possible de rétablir des talus subverticaux trop instable comme ceux formés par la crue Alex et il serait nécessaire de taluter les berges à des pentes de 3H/2V. Au-dessus de ce talus, les remblais mis en œuvre dans le lit majeur ont également été totalisés pour retrouver la cote des terrains de 2020.

L'emprise des terrassements, prescrits par la DDTM, couvre 11 200 m², sur des hauteurs de décaissement de 1 m à 4.5 m, cumulant 22 655 m³ de matériaux à évacuer. La SARL Gastaud perdrait la totalité des surfaces exploitées pour le tri et valorisation des matériaux du BTP. De plus malgré la forte largeur du lit qui serait établie, les berges seraient toujours aussi exposées au risque d'érosion et d'affouillement par les phénomènes d'engraissement et de divagation du lit.

Ces éléments ont poussé la SARL Gastaud à entreprendre des études pour statuer sur une possibilité de conservation d'une partie de ses installations, tout en respectant le libre écoulement des crues et des sédiments.

Alex

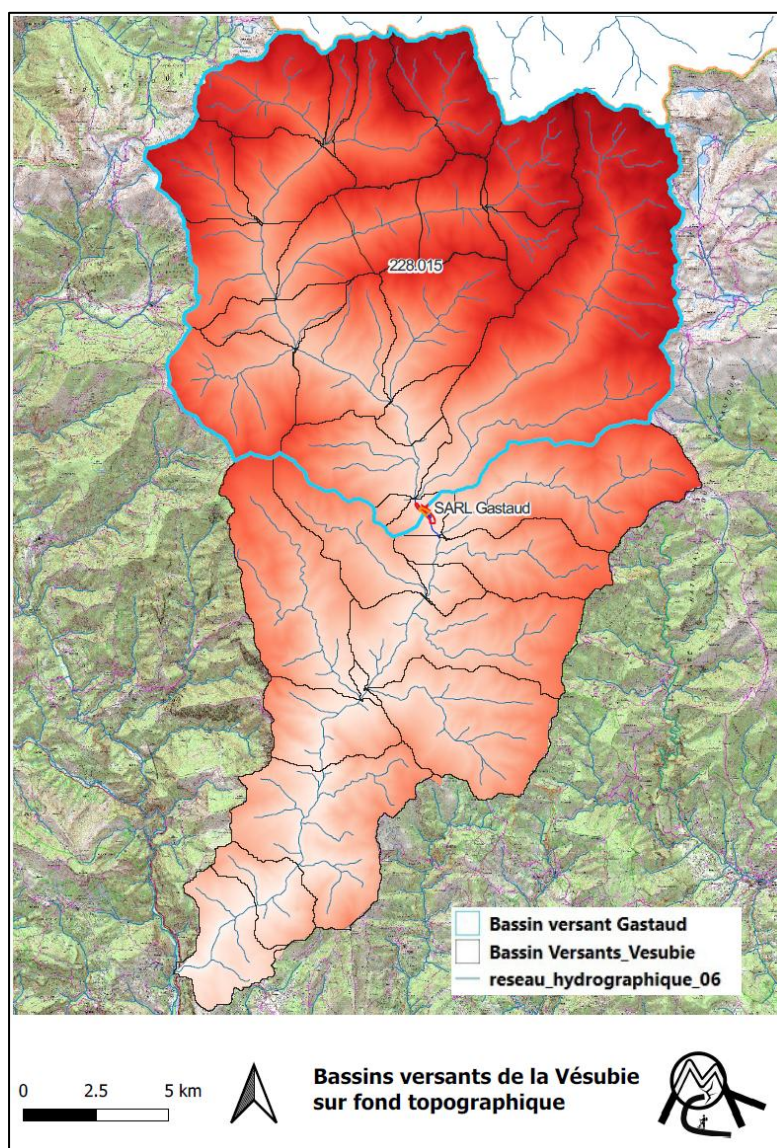


2. Hydrologie

L'analyse hydrologique effectuée dans le cadre de cette étude est basée sur une analyse du bassin versant de la Vésubie au droit du projet et sa comparaison avec les débits de références des études hydrologiques antérieures existantes sur la Vésubie, notamment ceux cités comme références dans les PPRI existant ou en projet sur les communes de St Martin Vésubie et Roquebillière.

Les estimations de débits de la tempête Alex correspondent aux estimations du retour d'expérience technique de la crue Alex rédigé par le CEREMA en 2021 pour sa partie hydrologie et le RTM06 en 2022 pour le volet torrentiel. Les fourchettes de débits Alex étant très larges, nous avons considéré la moyenne des estimations pour étudier la cohérence en termes de débit spécifique et mieux calibrer un phénomène exceptionnel sur la zone d'étude. Les débits spécifiques sont obtenus par une formule de régression de type $Q \times S^{0.75}$ conseillés pour les transferts de bassin.

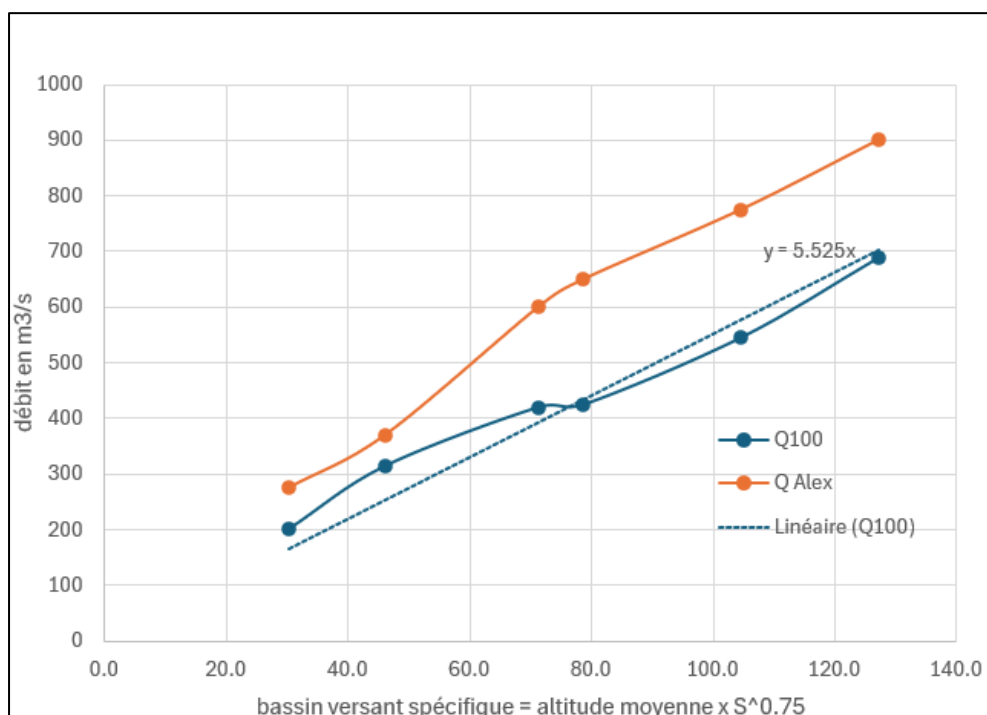
Carte des bassins versants et exutoires considérés dans l'analyse hydrologique



Débits de références utilisés :

Cours d'eau - Exutoire	BV	Altitude moyenne du BV - moyenne ipsométrique	bassin versant spécifique = $\text{Alti} \times S^{0.75}$	Q50	Q100 fourchette	Q100	Q 100 spécifique	Qalex fourchette	Qalex probable	QAlex spécifique	Source des données - Etude
	km ²	m NGF	km ^{2.5}	m ³ /s		m ³ /s	m ³ /s/km ^{1.5}	m ³ /s		m ³ /s/km ^{1.5}	
Madone de Fenestre à SMV village	37	2009	30.1	148	200	200	13.33	250 à 300	275	18.33	Q100 Etude ETRM 1994 - QAlex regression du jaugeage passerelle de la Marre - Expertise hydromorphologique de la Madone de Fenestre MercantourConcept juillet 2022
Boréon à SMV village	66	1998	46.0	233	314	314	13.64	250 à 370	370	16.07	Q100 PPRI St Martin Vesubie - QAlex RETEX Alex RTM au pont de Venanson fev 2022 - estimation haute considérée pour cohérence aval
seuil EDF gorge de la Malune	127	1882	71.2	311		420	11.10		600	15.86	Q100 et Q Alex Etude hydraulique Mercantour Concept Tonso 2024
Vésubie à Roquebilliere - pont vieux	154	1800	78.7		350 à 425	425	9.72	500 à 850	650	14.87	Q100 de 425 m ³ /s issue de l'Etude Lefort 1998 - Q100 de 350 m ³ /s Etude ONF RTM de 2008 reprise dans le projet de PRRI Q Alex RETEX Alex Consensus hydrologique CEREMA 2021
Vésubie aval confluence Gordolasque	227	1788	104.6		463 à 546	546	9.34	600 à 950	775	13.25	Q100 de 546 m ³ /s issue de l'Etude Lefort 1998 - Q100 de 463 m ³ /s Etude ONF RTM de 2008 reprise dans le projet de PRRI Q Alex RETEX Alex Consensus hydrologique CEREMA 2021
Vesubie exutoire avec le Var	392	1443	127.1	511		690	7.83	700 à 1100	900	10.22	Q100 - Etude Lefort 1998 identique à estimation ONF/RTM 2008 Q Alex RETEX Alex Consensus hydrologique CEREMA 2021

Les débits spécifiques des crues centennales et crues exceptionnelles décroissent de façon importante en descendant la Vésubie, principalement du fait de la baisse de l'altitude moyenne du bassin versant en descendant le cours du torrent. Pour définir le débit au droit du projet nous avons effectué une régression des débits en fonction d'un bassin versant spécifique corrélé à l'altitude moyenne de type : $S_{\text{spécifique}} = \text{Altitude moyenne ipsométrique} \times \text{surface}^{0.75}$



Ce graphique permet de déterminer les débits suivants sur le site étudié

Débits retenus :

Cours d'eau - Exutoire	BV	Altitude moyenne du BV - moyene ipsométrique	bassin versant spécifique = $\text{Alti} \times S^{0.75}$
	km2	m NGF	km ^{2.5}
Vésubie Zone d'étude GAS-TAUD	228	1776	104.2

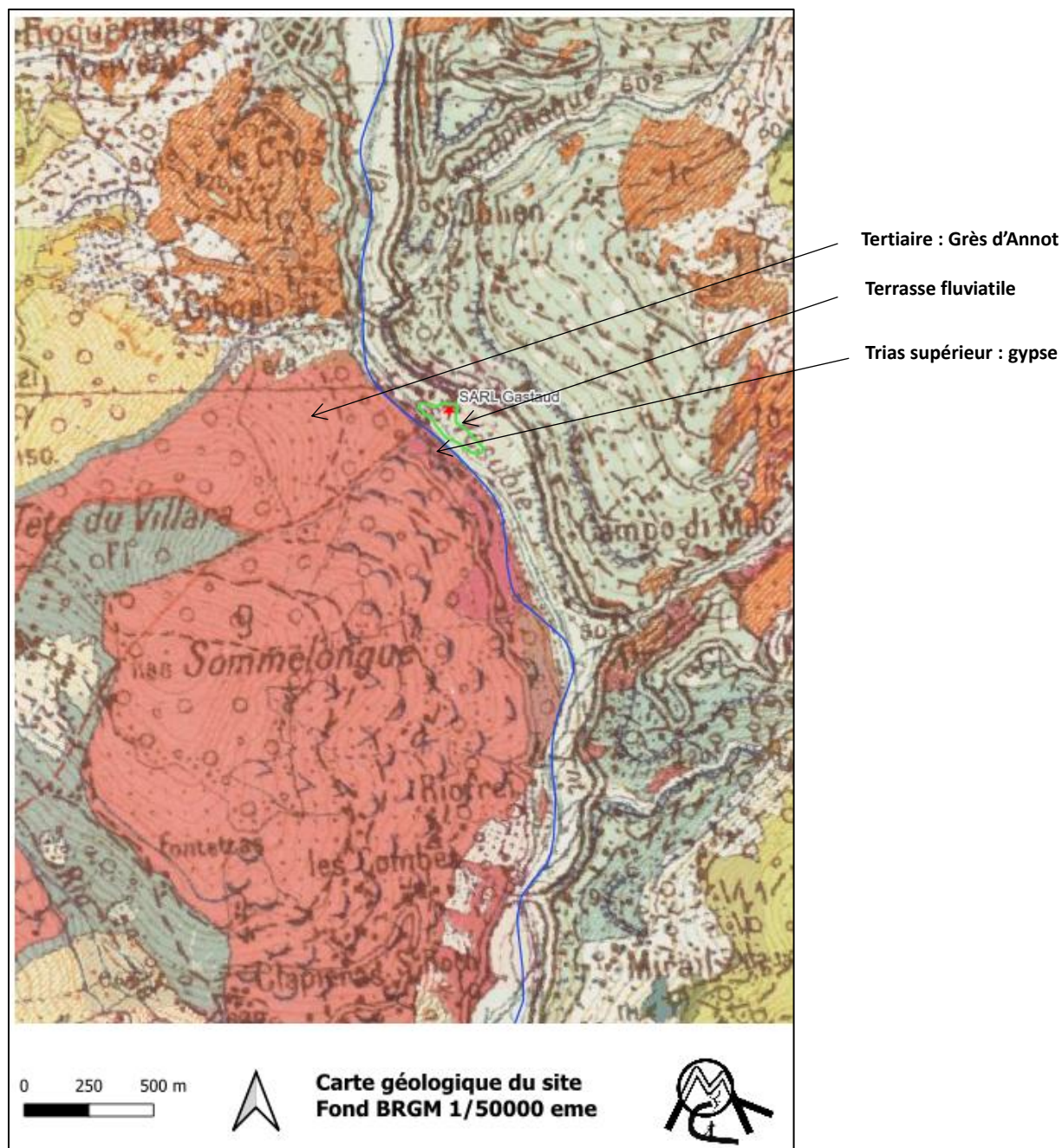
Q50 retenu	Q100 retenu	Q 100 spécifique
m3/s	m3/s	m3/s/km ^{1.5}
422	570	9.71

Qalex retenu	QAlex spécifique
m3/s	m3/s/km ^{1.5}
775	13.21

3. Analyse du fonctionnement hydromorphologique du site

3.1 Géologie

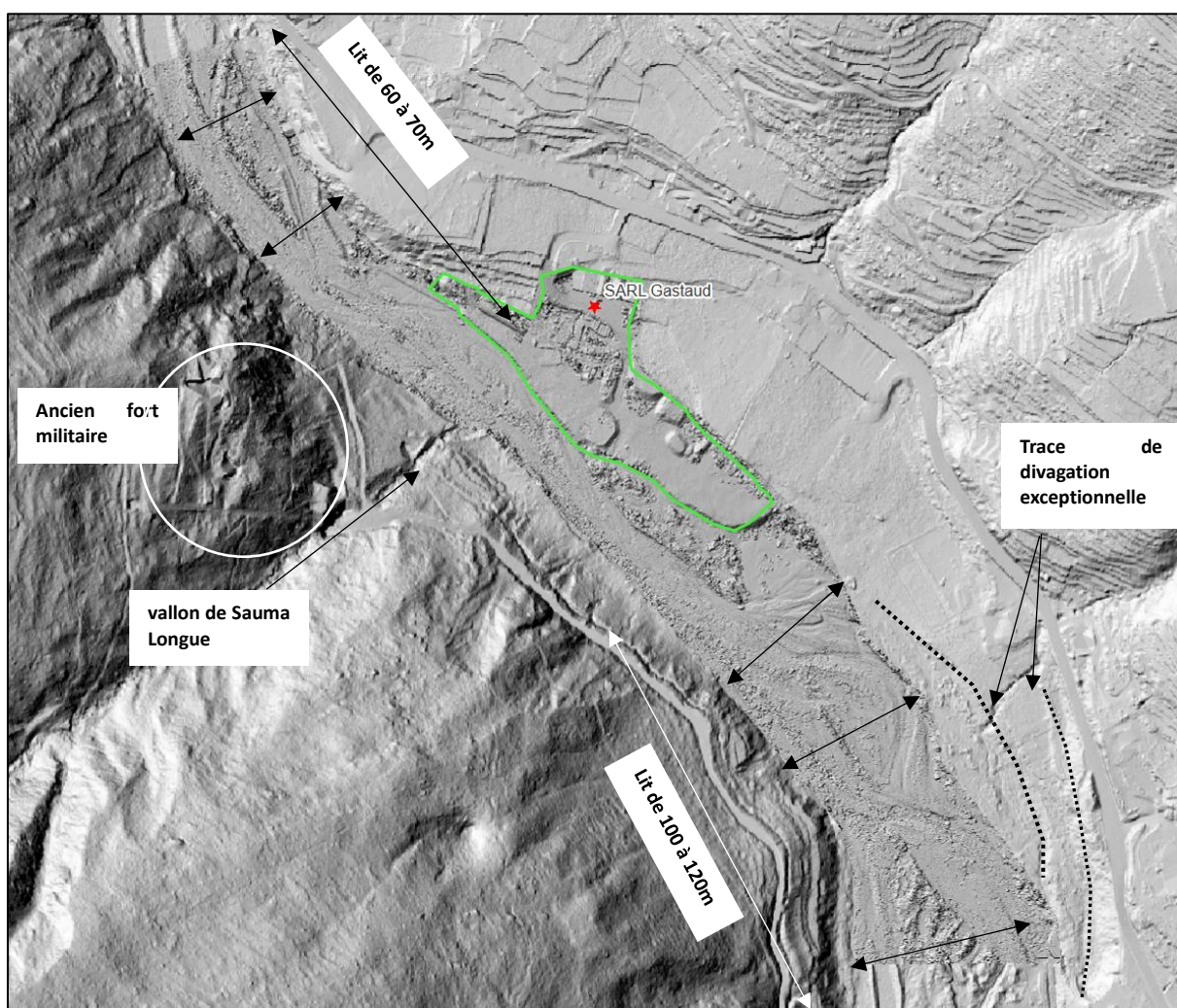
Le site de la SARL Gastaud est situé intégralement sur des terrasses fluviales, formés de sédiments remplissant la vallée depuis les dernières glaciations. La rive opposée (rive droite de la Vésubie) est formée de grès d'Annot sur sa partie haute. La partie basse du versant qui forme les berges de la Vésubie est formé de terrains du secondaire constitués principalement de gypse. A ce niveau les gypses ne semblent pas présenter d'instabilité.



3.2 Morphologie

Depuis la confluence de la Gordolasque jusqu'au site Gastaud, la Vésubie a une morphologie de lit faiblement divaguant dans un chenal assez uniforme de 60 à 70m de largeur. Le chenal est encaissé dans des terrasses perchées à plus de 10m au-dessus du fond du lit.

En aval du site Gastaud, le lit s'élargit à plus de 100m de largeur avec de fortes divagation. Dans cette zone aval, l'analyse de l'ombrage topographique montre des traces de crues historiques ayant engravé et élargi le lit de façon encore plus importantes que la tempête Alex depuis les dernières glaciations (10 000 ans). En particulier en amont de la zone de station-service, des traces de anses d'érosion rive gauche sont présentes jusqu'en pied de la route métropolitaine.

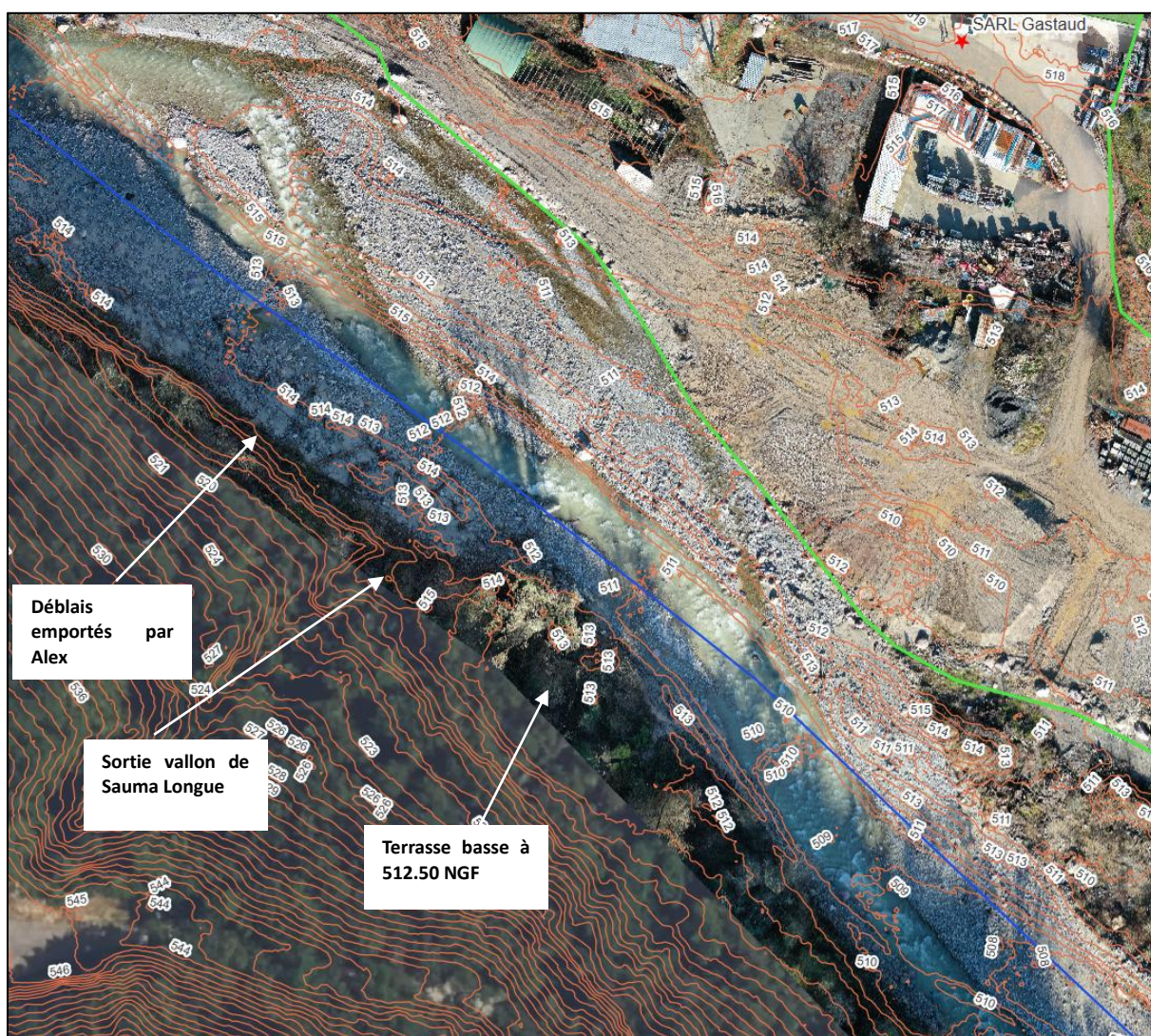


Grandes lignes morphologiques sur ombrage topographique

En face du site de Gastaud, la berge rive droite est relativement rectiligne.

En amont du vallon de Sauma Longue se trouve un ancien fort Maginot dont les déblais d'excavation des tunnels ont été en partie emportés par la tempête Alex.

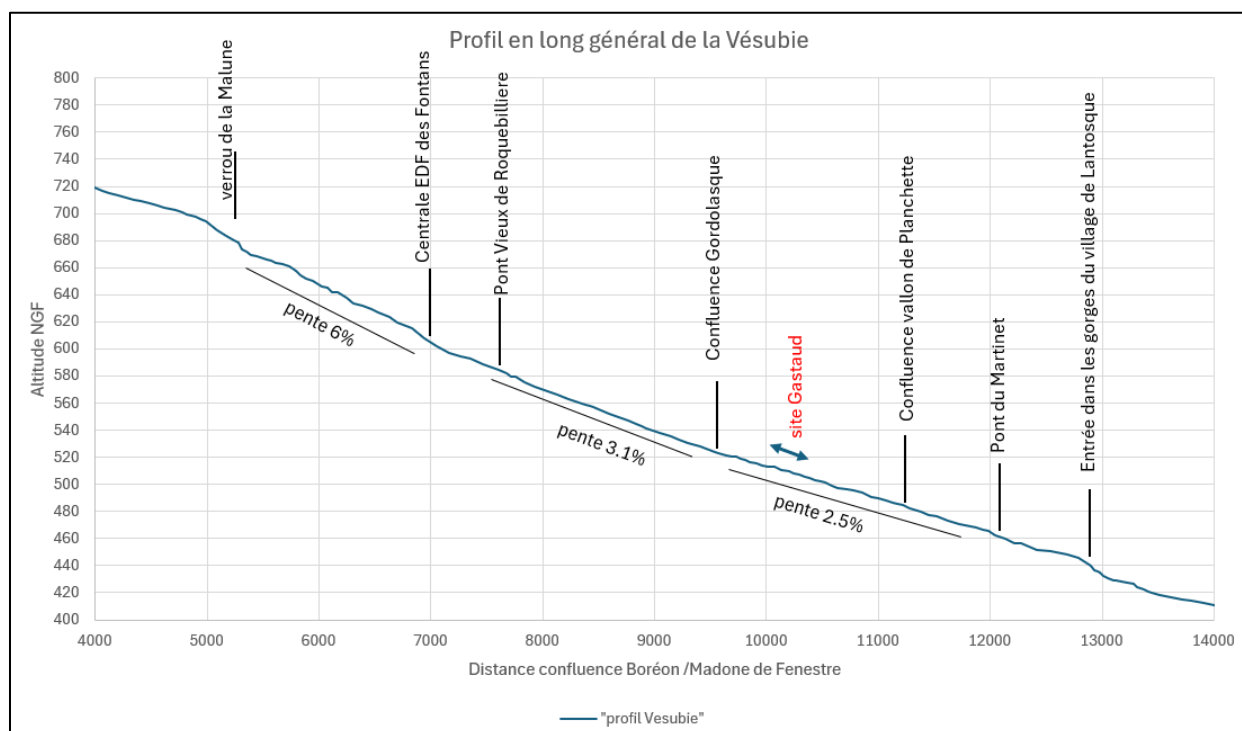
Le vallon de Sauma Longue qui arrive en face du site est peu actif. Juste en aval de ce vallon, la berge rive droite est formée d'une terrasse basse où se trouve une ancienne pile d'un pont qui servait aux militaires à franchir la Vésubie en face du fort. Cette terrasse boisée est fortement inondable car située à seulement 1.5m au-dessus du fond du lit.



Détail topographique du lidar 2021 en face du site Gastaud – courbe de niveau tous les 1m de dénivelé.

3.3 Pente d'équilibre

Le profil en long général de la Vésubie de Roquebillière à Lantosque montre une régularité de la pente à grande échelle depuis la confluence avec la Gordolasque jusqu'à l'entrée dans les gorges de Lantosque. L'augmentation du bassin versant lié à la confluence avec la Gordolasque provoque l'abaissement de la pente de la Vésubie de 3.1% en amont à 2.5% en aval. Le long du projet, la pente est stable jusqu'au pont du Martinet où un affleurement rocheux provoque une première petite rupture de pente avant la vraie rupture de pente des gorges sous le village de Lantosque.



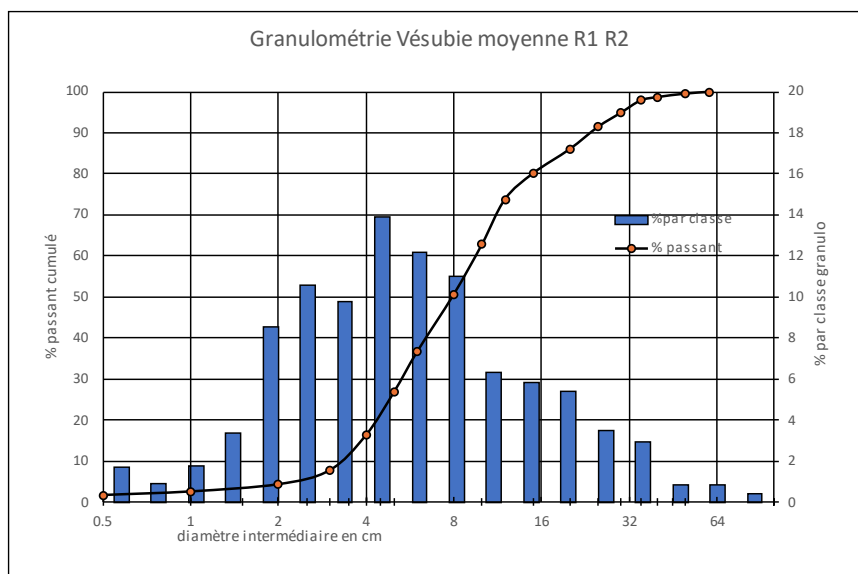
Pour conclure sur la morphologie du lit, la Vésubie présente une vaste zone de divagation et de régulation sédimentaire en aval du site Gastaud. En amont du site le lit est resté plus étroit, car l'extrado des écoulements vient buter contre un versant rocheux de grès. La largeur de 60m permet toutefois l'expression d'un style modérément divaguant avec une pente de lit alluviale identique à celle en aval.

3.4 Granulométrie

3 mesures granulométriques ont été réalisées sur 3 atterrissements dans la zone d'étude. Il s'agit de 2 dépôts de la crue Aline et d'un dépôt plus ancien de la crue Alex. Ils ont été choisis pour leur homogénéité, leur absence de terrassement mécanique depuis les dernières crues et l'éloignement des bourrelets de dépôts les plus hauts provoqués par des embâcles ou des amas de très gros blocs.



La moyenne des 3 relevés, cumulant 360 mesures de taille, donne la courbe de répartition des classes granulaires suivante :



D16	3.9cm
D20	4.2cm
D50	8.0 cm

D84	19cm
D90	24 cm
D moyen	11.5

4. Analyse du fonctionnement de la tempête Alex – transport solide

Sur le site d'étude, la tempête Alex a eu pour effet de réactiver la divagation de la Vésubie par augmentation de la charge solide et remontée des niveaux de fond de lit.

- Avant la crue Alex, le déficit de matériaux transportés par les crues vis-à-vis des capacités de charriage du lit, ne permettait pas l'expression du style divaguant de la Vésubie. Les anciens chenaux de divagations étaient boisés. Toutefois l'ombrage du LIDAR de 2018 montre des traces de chenaux de crue sous la végétation avec une emprise similaire à l'expression de la tempête Alex, voir supérieur tout en aval de la zone d'étude.
- La crue Alex a eu pour effet de rajeunir les chenaux de divagation est de les déboiser avec des emprises similaires à des crues antérieures. Le transport sédimentaire a été intense, alimenté au niveau maximum de la capacité de charriage par l'érosion des matériaux des berges et la mobilisation des matériaux du lit.

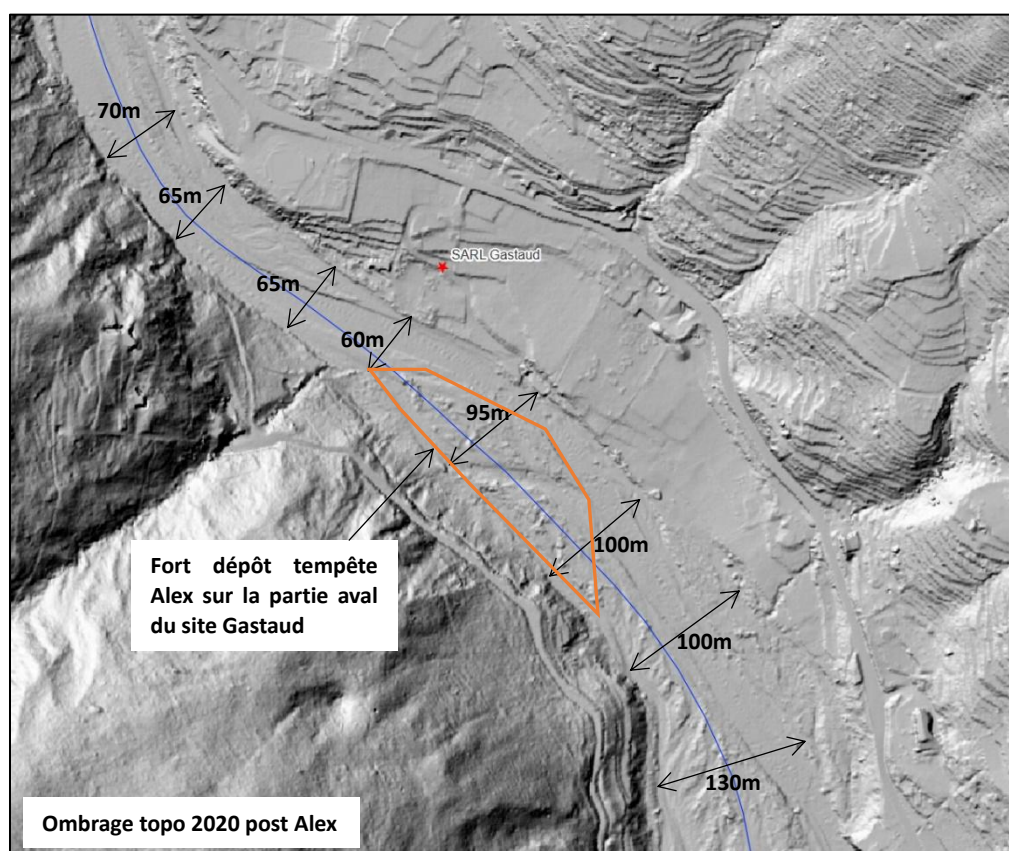
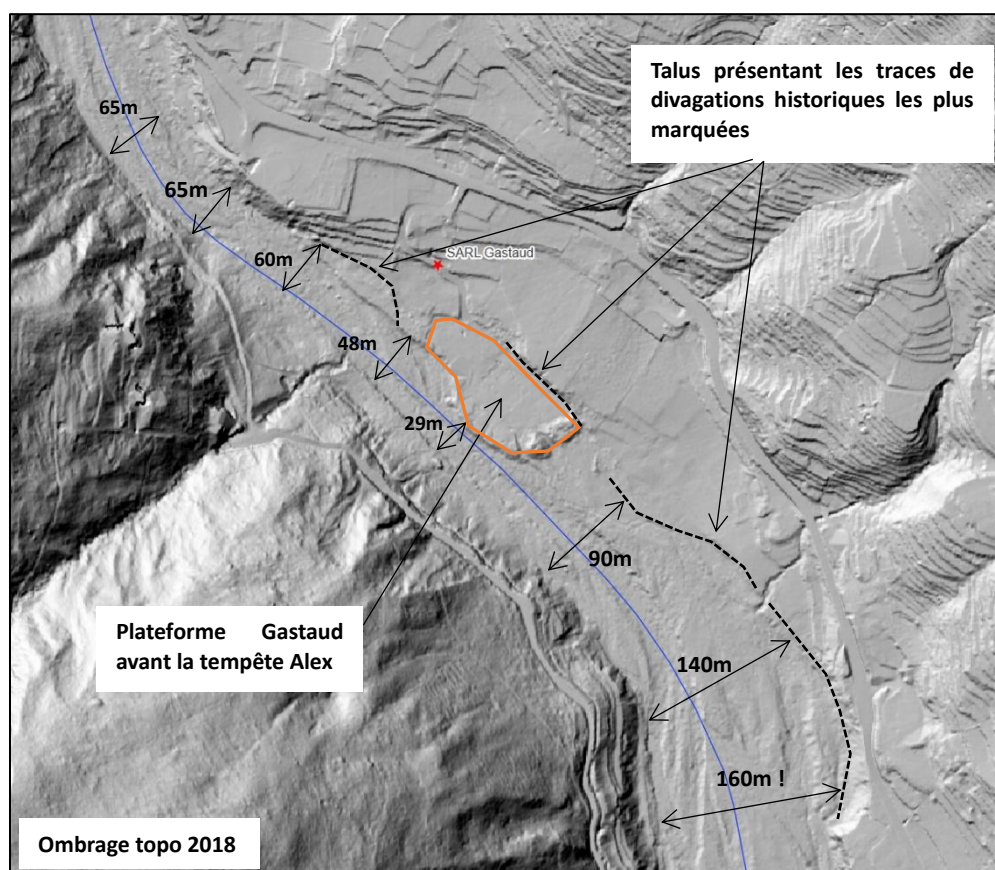
Le niveau est remonté de +2.5m à +3m de manière assez homogène sur toute la zone d'étude.

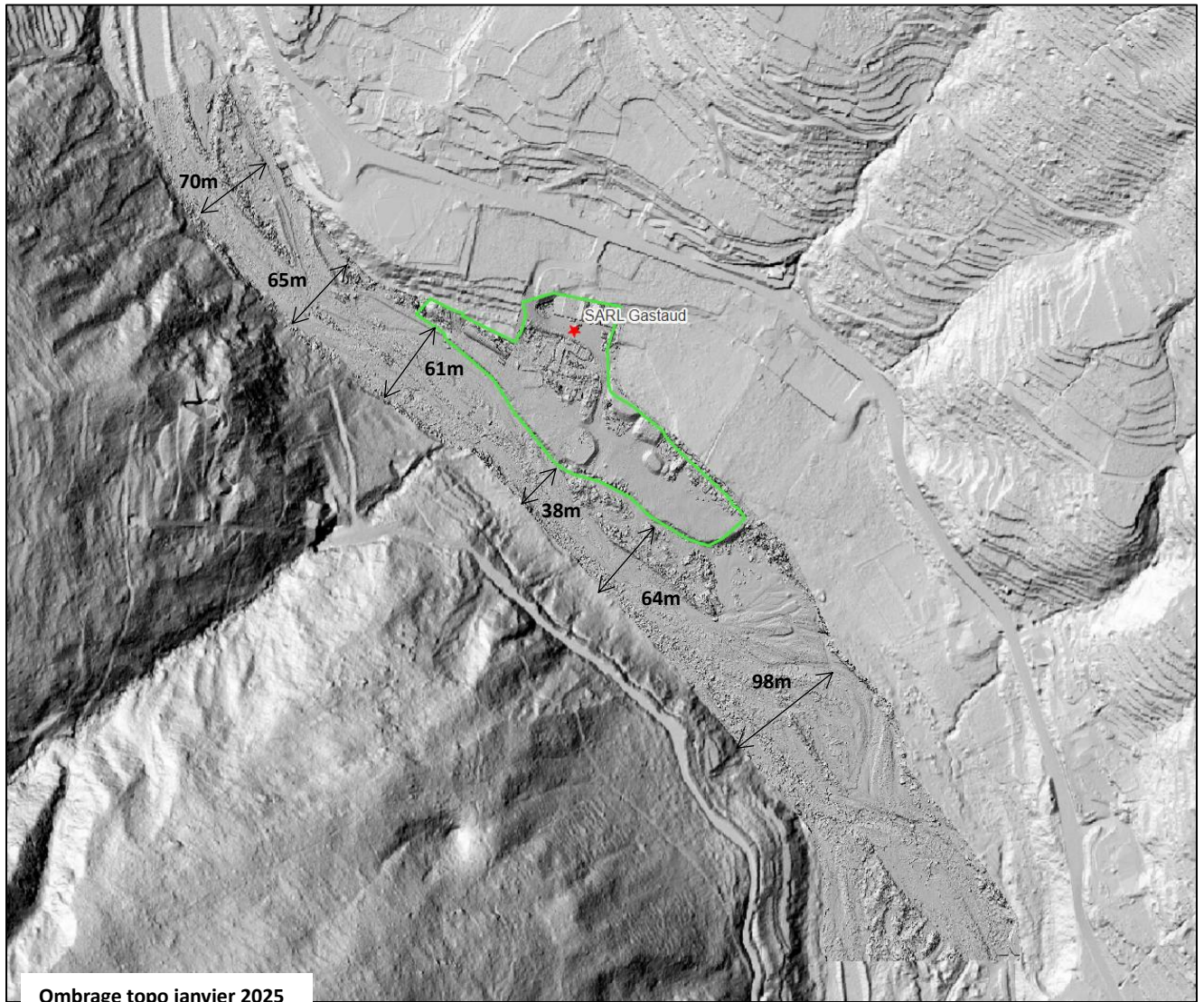
L'analyse de l'évolution du profil en long depuis 2018 montre que depuis cette crise sédimentaire, le transport solide reste important sur la zone d'étude. Malgré les chenalizations du lit pour réaliser les travaux de confortement des berges en aval au droit de la station-service, le niveau du fond reste bien plus haut que celui de 2018. Le levé photogrammétrique de 2025 montre que le niveau actuel est quasiment identique à celui après la crue Alex. La tempête Aline en octobre 2023 avait balayé les dispositifs d'isolement des zones de travaux et rétabli une topographie très proche de celle post Alex sur la zone.

La tendance d'évolution du fond du lit devrait être à un maintien de ce haut niveau sédimentaire à moyen terme du fait de la forte disponibilité en matériaux en amont alimentant le charriage. Le retour au profil en long de 2018 nécessiterait une absence de crue morphogène pendant de nombreuses années, permettant la revégétalisation d'une partie du lit et la fixation des sédiments engendrant un déficit sédimentaire comme précédemment à la tempête Alex. L'horizon d'un retour à ce profil est plutôt de l'ordre de 30 à 50 ans, avec une hypothèse d'absence de crue morphogène aléatoire.

Au niveau des largeurs de lit, le lit qui mesurait 48 m à 29 m de large avant la tempête Alex au droit du site Gastaud, s'est élargi à 60m au minimum et 95m en aval du site. Cette évolution montre une tendance à l'élargissement du lit en aval du site Gastaud. Le site d'étude constitue donc naturellement une zone de transition entre un lit de largeur homogène de 60m à 65m en amont vers une zone de lit beaucoup plus large en aval constituant une zone de régulation sédimentaire.

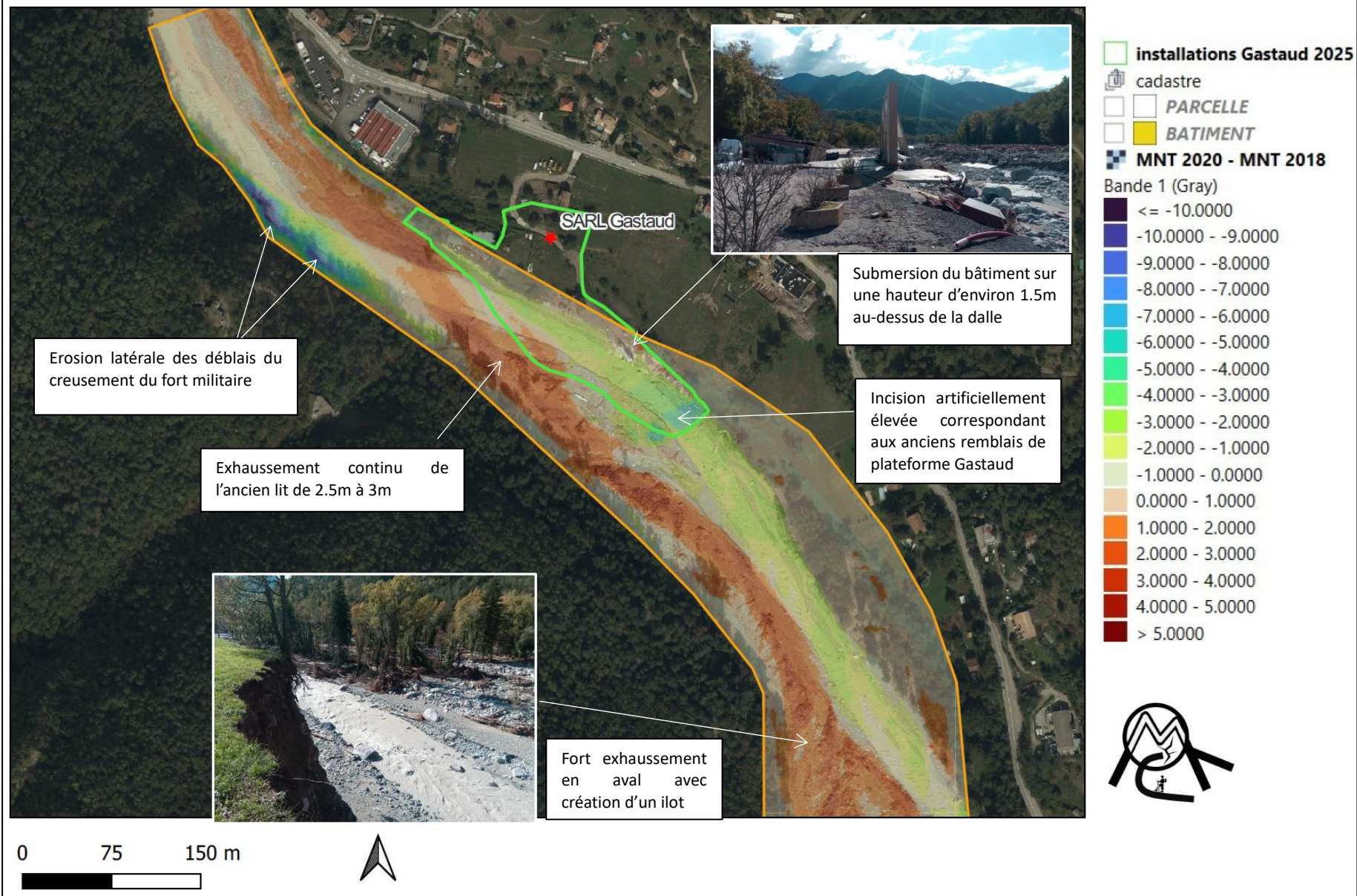
Comparaison des géométries du lit de 2018 à 2024 sur ombrage topographique





Ombrage topo janvier 2025

Variations topographiques pendant la tempête Alex - différence de topographie entre novembre 2020 et 2018 - variations d'altitude en m



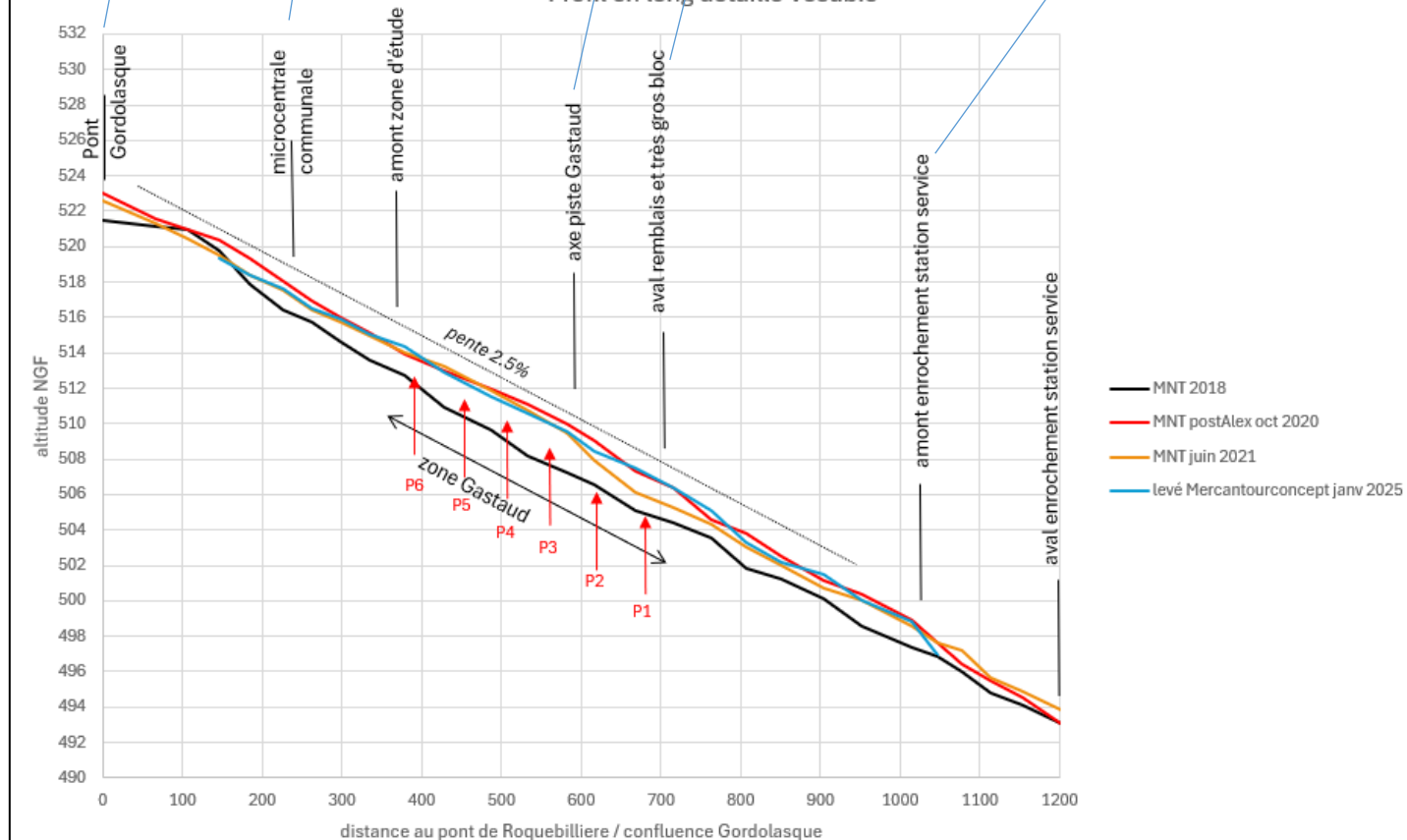


Page 10 of 10





Profil en long détaillé Vésubie



Analyse détaillée de l'évolution du profil en long de la Vésubie au cours des 6 dernières années

5. Projet d'aménagement des berges

5.1 Principe d'aménagement

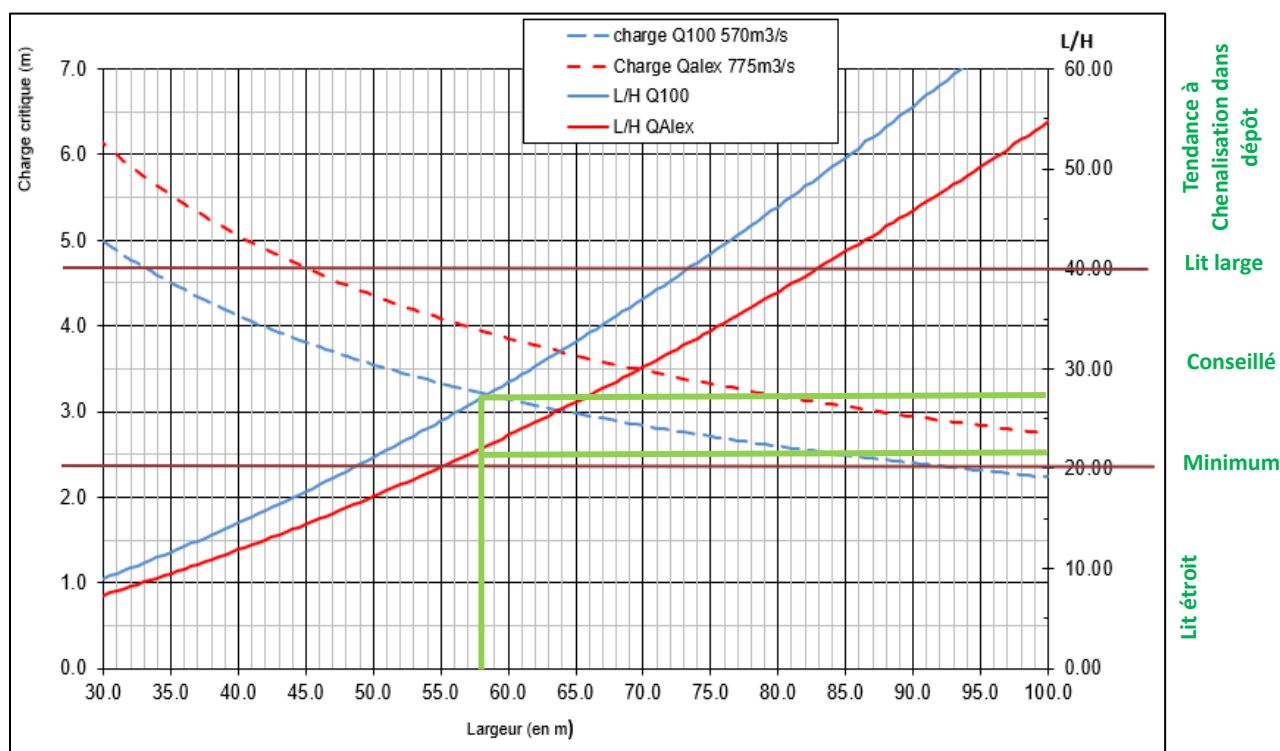
L'aménagement proposé dans cette phase d'avant-projet sommaire répond à 4 objectifs :

- La limitation des risques liés aux crues torrentielles sur les installations de la SARL Gastaud. A ce titre la SARL Gastaud désire protéger ses installations vis-à-vis des crues courantes et limiter les désordres sur ses activités pour les crues exceptionnelles.
- La conservation d'une surface exploitable minimum pour les activités tri et criblage de matériaux de la SARL Gastaud
- La non-aggravation des risques sur le site et pour les avoisinants
- L'absence de perturbation du transit sédimentaire

L'aménagement principal consiste en des terrassements pour rétablir un lit de 67m de largeur en base et de 58m de largeur en tenant compte des protections de berge. Les déblais sont en grande partie réutilisés sur site pour réhausser les terrains, le long de la nouvelle berge, au-dessus de la cote des crues et ainsi mettre hors d'eau les installations de recyclage de matériaux envisagées sur le site.

La largeur de 58 m en base permet d'obtenir un ratio Largeur / charge hydraulique (L/H) de 27.5 pour une crue de référence centennale, se situant dans la moyenne des ratios conseillés pour les sections chenalisées. Le ratio L/H diminue à 22 pour une crue exceptionnelle. Pour la crue exceptionnelle, ce ratio est légèrement au-dessus du minimum conseillé de 20 par le groupe d'expert des services de l'Etat RTM / INRAE dans le rapport « retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Vésubie – volet torrentiel ».

Le talus rétabli correspond à celui formé par la tempête Alex sur la partie amont du site. En aval du profil 4, une partie des remblais mis œuvre à la suite de la tempête Alex est conservée, la largeur du lit plus importante le permettant.



Variations de la charge et du ratio L/H en fonction de largeur du lit en régime critique

5.2 Terrassement – remblais en lit majeur

Les remblais de la SARL Gastaud sont remodelés pour rétablir une largeur de lit en base de 65m en pied de talus sur la moitié amont et 66 m sur la moitié aval du site.

Les déblais sont effectués principalement au centre sur une largeur de 29m environ et sur des bandes le long du lit en extrémité amont et aval de la zone d'étude. Les remblais à retirer sont décaissés à une cote de +1m, vis-à-vis du fond du lit actuel. La zone de lit ainsi dégagée est nivelée avec une légère pente en direction du centre du lit de 1%.

La nouvelle berge est établie avec un fruit de $3H/2V = 66\%$ ou 33° .

Les terres sont remaniées en quasi-totalité sur site pour rehausser les terrains des parcelles : 969, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 944, 945, 946, 947, 945.

Ces terrains sont réhaussés au niveau de la cote de charge de la crue exceptionnelle donnée par la modélisation dans la nouvelle configuration du lit. Cette disposition permet de limiter les désordres pour une nouvelle crue importante, à des risques d'érosion de berge résiduel, mais plus à des risques cumulés de submersion et d'engravement des installations comme c'était le cas précédemment.

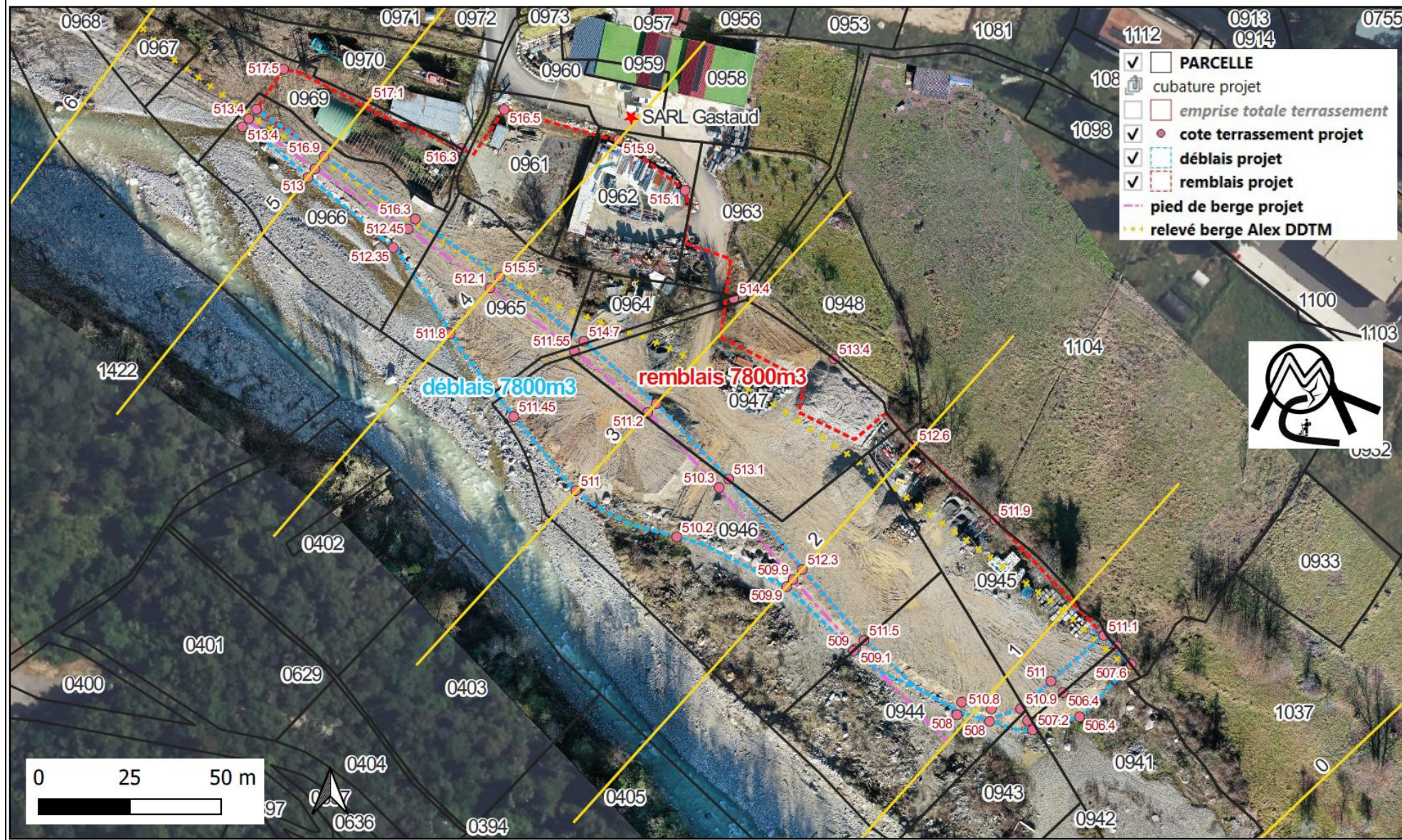
Une pente transversale de 1% vers le centre du lit est donné aux remblais. Les remblais sont prolongés du côté de la zone protégée jusqu'à se raccorder au terrain actuel pour ne pas créer de creux ou point bas et permettre une évacuation des eaux pluviales. Ce remblaiement vient mourir en limite cadastrale des parcelles 969, 961, 962, 964, 947. Ces parcelles sont déjà délimitées sur site par des talus en amont sur lesquels le nouveau profil vient se raccorder.

La hauteur des remblais est d'environ 0.8m en moyenne. Elle atteint des maximums ponctuels de 2.3m sur la parcelle 969 et 944 et de 2.0m au niveau du point bas actuel formé par la voie d'accès aux terrains en bord de rivière (profil 3). Les terrassements à réaliser ont été classés et colorisés par tranches de 0.5m sur la page suivante pour plus de compréhension. Les cotes projets et actuelles sont notées et géoréférencées en RGF93 Lambert 93 sur les plans de détails et les coupes.

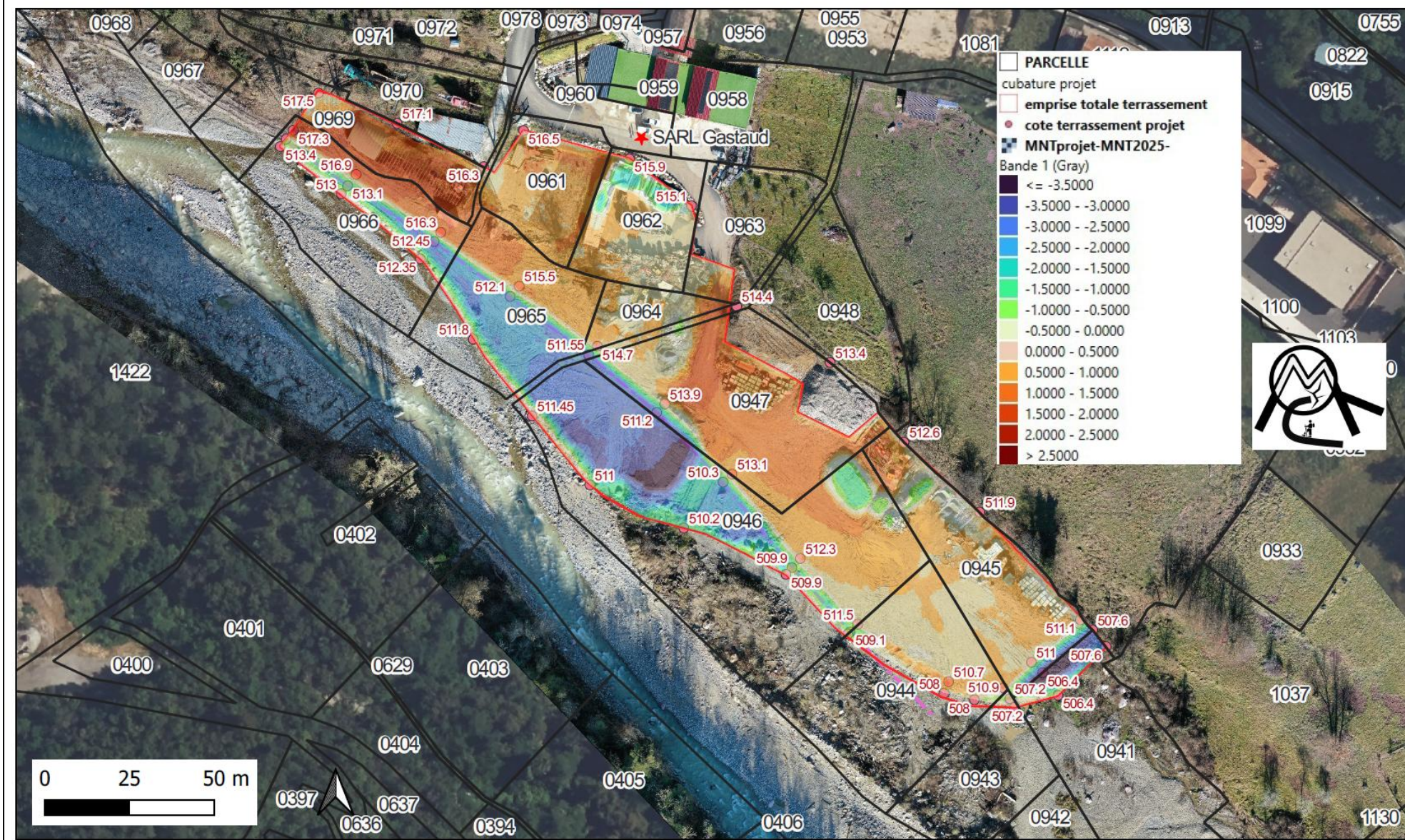
Cubature des déblais / remblais :

	surface	volume
Déblais	4234 m2	7800 m3
Remblais	9980 m2	7800 m3

Terrassements projet - cubature remblais déblais



Terrassements projet - hauteur de remblais / déblais



5.3 Protection de berge par épis

La nouvelle berge est protégée vis-à-vis des risques d'affouillement et d'érosion des crues courantes par la construction d'épi en enrochement libre. Cette protection correspond à une volonté du maître d'ouvrage de protéger ses installations de l'érosion pour les crues courantes à relativement importantes (hors crues exceptionnelles).

Cette protection est moins résistante à l'érosion qu'un enrochement linéaire de toute la berge, mais plus économe en bloc d'enrochement et en béton. C'est un ouvrage à surveiller qui peut nécessiter de rajouter des blocs ou remodeler un épi qui serait trop déformé lors d'une crue.

Les terrains sont protégés de l'érosion par la construction d'épis en enrochement libre. Il s'agit de 9 épis en plus d'un épi déflecteur en amont construit dans le prolongement d'une courte protection de berge en enrochement bétonné.

Ils sont économiques en bloc d'enrochement vis-à-vis d'un enrochement bétonné général de la berge qui nécessiterait environ : 18m^2 de parement en blocs bétonnés + 18 m^2 de souille en bloc libre soit 10080 m^3 de bloc d'enrochements sur l'ensemble des 280m linéaire. Alors que les épis représentent environ $3\,730\text{ m}^3$ de bloc.

Le rôle des épis est de protéger la nouvelle berge de l'érosion pour les crues courantes tout en évitant l'accélération des écoulements le long d'un ouvrage rectiligne.

Les épis permettent également des bénéfices secondaires tels que :

- L'adaptation de la protection à une évolution ultérieure du fond du lit à l'incision ou à l'exhaussement par leur profil plongeant et leur construction en enrochement libre permettant de supporter de légers déplacements tout en gardant leur cohérence et leur fonctionnalité
- La création d'une zone tampon végétalisée entre les terrains de l'ICPE et le lit de la Vesubie. En effet les atterrissements entre les épis sont protégés de l'érosion pour les crues courantes et se végétalisent rapidement.
- L'augmentation de la diversité des faciès d'écoulement du lit favorable à la biodiversité aquatique.

La largeur conséquente du lit de 65m et la nature divagante des écoulements au droit du site sont compatibles avec une protection de berge par épi, vis-à-vis des phénomènes d'érosion sur la berge opposée. Pour les crues courantes à moyenne, qui n'occupent pas toute la largeur du lit, la sinuosité naturelle des écoulements est respectée avec une largeur identique au tronçon amont permettant de ne pas provoquer d'aggravation des phénomènes érosifs sur la rive opposée. Pour les crues plus rares, les épis sont susceptibles d'être submergés et endommagés. L'écoulement se fait sur toute la largeur du lit avec une direction rectiligne, les épis participant juste à augmenter la rugosité de la berge droite et ralentissant les phénomènes érosifs sur les installations de la SARL Gastaud.

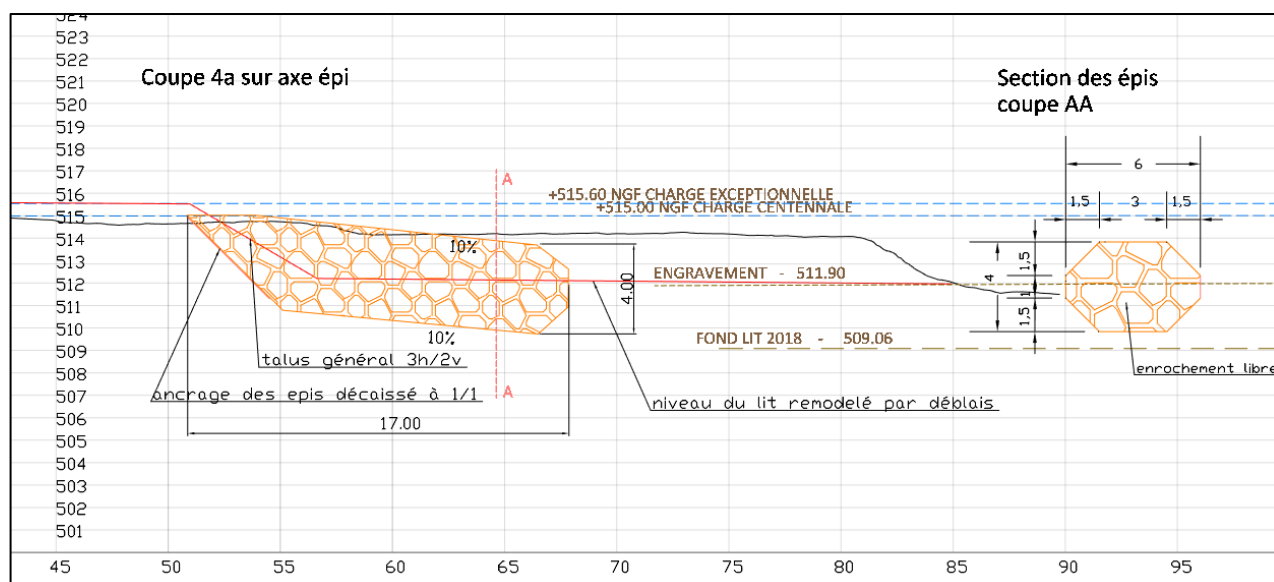
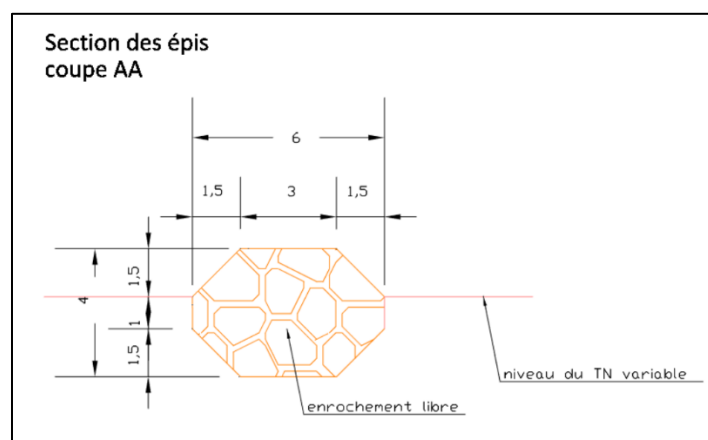
Les épis mesurent 17m de longueur et sont espacés de 25m, axe à axe d'épi. L'axe des épis est adapté à leur position sur l'ouvrage. Les 3 épis amonts sont inclinés de 40° vers l'aval. Les épis aval sont inclinés à 30° car situés dans une zone avec un peu plus de largeur disponible. Les épis sont légèrement enracinés de 1m dans le talus en creusant un encastrément avec un fruit de 1/1 perpendiculaire à l'axe de l'épi. De cette manière, et grâce à leur inclinaison, leur emprise ne dépasse pas la ligne des 58m en base nécessaire à l'écoulement des crues.

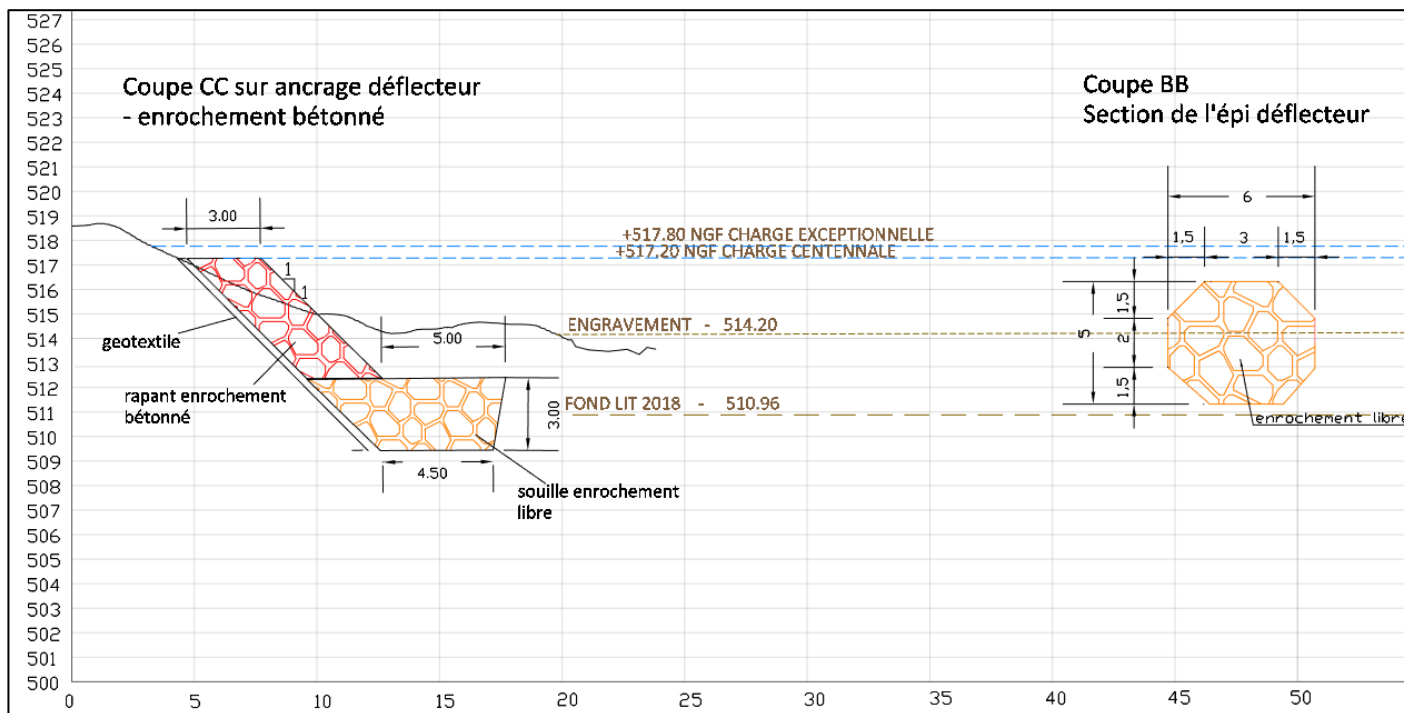
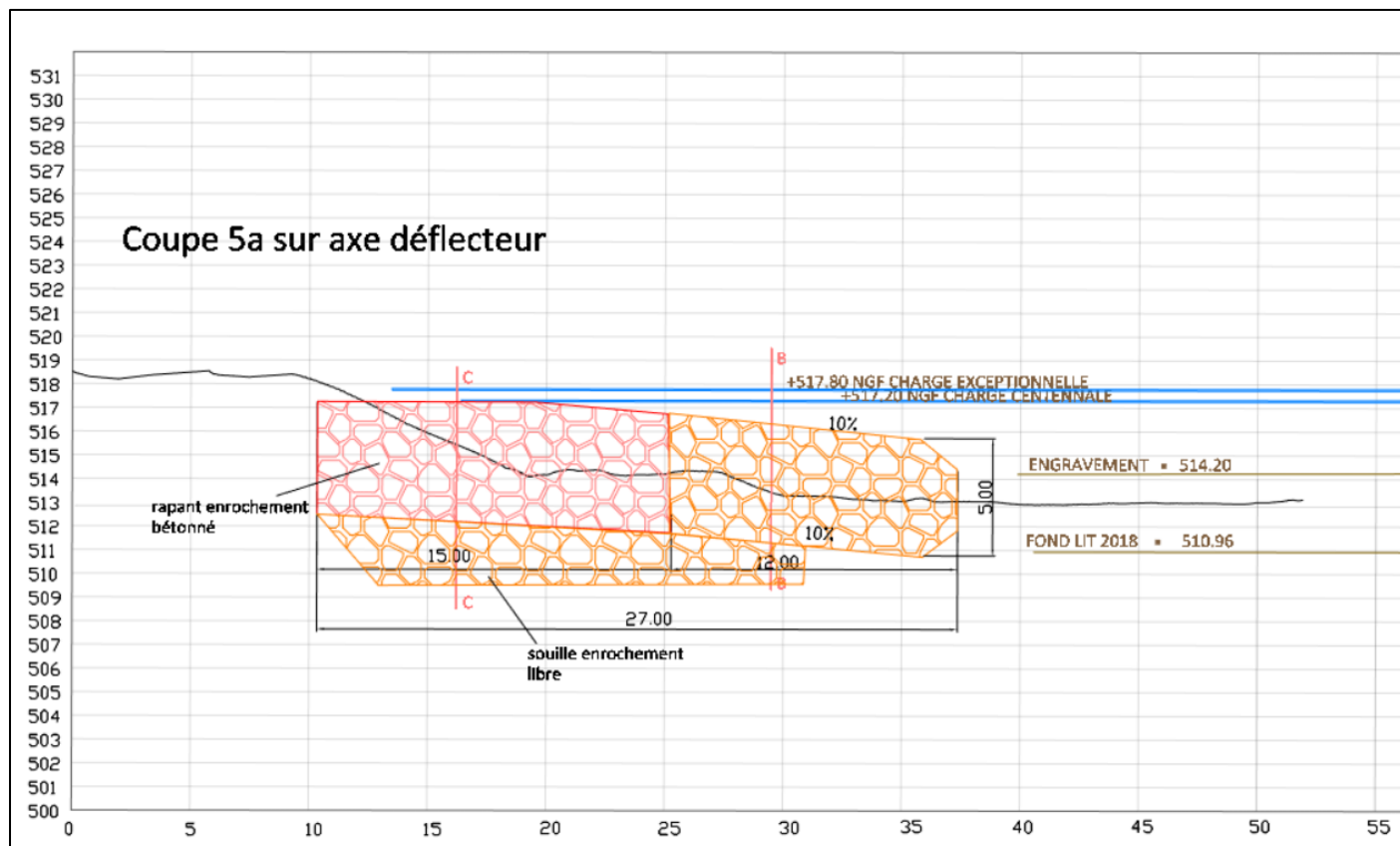
Ils ont un profil plongeant à 10% depuis la cote de la crue centennale, en haut de talus, jusqu'à environ 2m sous le fond du lit projeté.

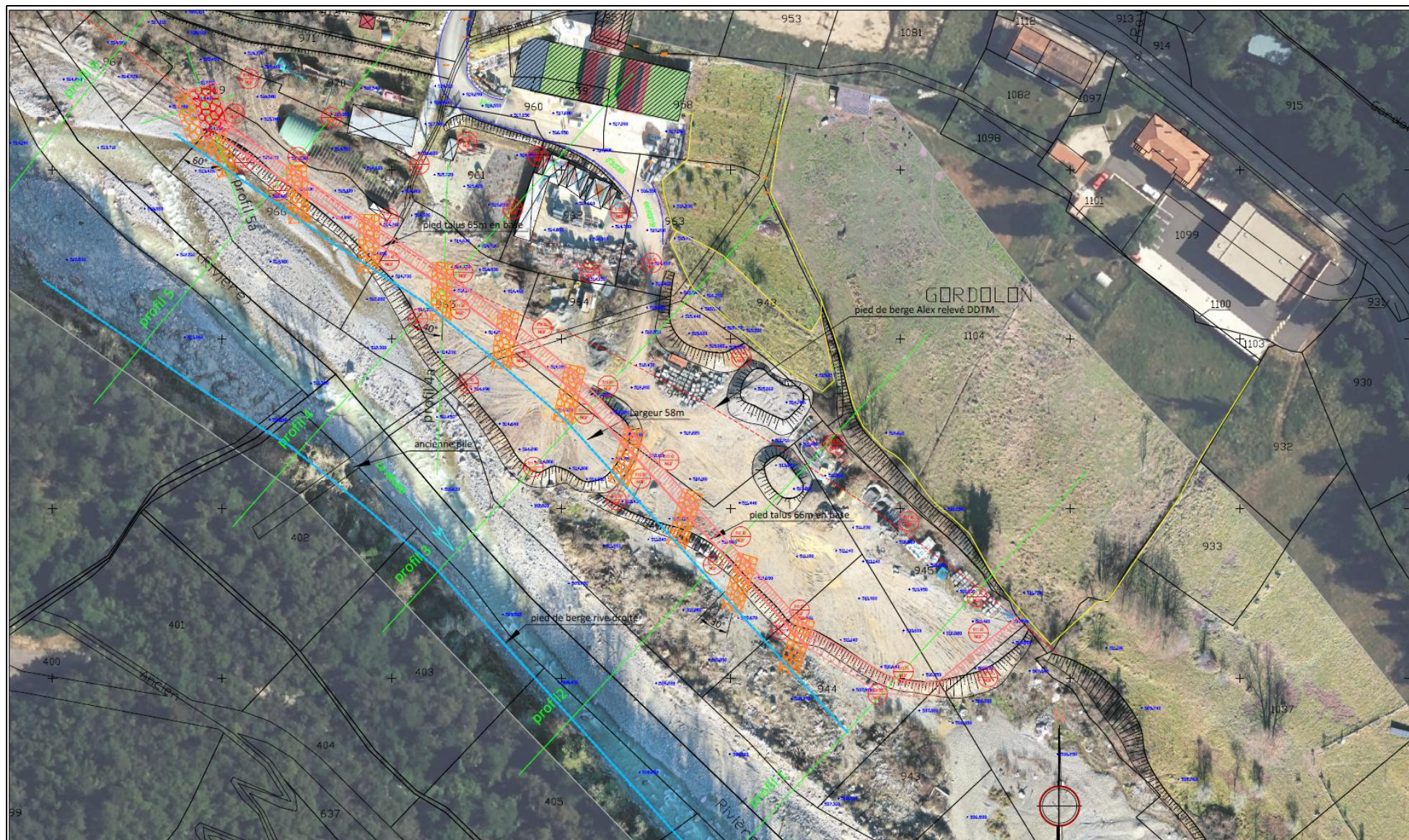
Le premier épi en amont est un épi déflecteur renforcé de 27m de longueur. Il est constitué d'une racine en enrochement bétonné ancré dans la berge sur 15m et prolongé d'un épi en enrochement libre sur 12m. Il est plus incliné que les autres avec un angle de 60° par rapport à la perpendiculaire à l'écoulement de manière à limiter sa sollicitation. Cet épi est plus sollicité que les autres. Il est renforcé avec une hauteur de bloc plus importante de 5m et l'enrochement bétonné en amont est construit sur un parafeuille en bloc libre de 3m de hauteur.

	volume	quantité	Total	
Epi courant	331.5	9	2983.5	m3
Epi déflecteur	755	1	755	m3
		Total	3738.5	m3

Calcul du volume de bloc des Epis







SARL
Gastaud

Projet d'aménagement des
berges
Commune de Roquebillière
LIEU-DIT : GORDOLON
Cadastré section OD feuille 4

Plan de masse
Phase : AVP

Indice : 03
date : 12/03/2025

Echelle : 1/1000 en A3

Orthophoto et relevé
photogrammétrique:
janvier 2025
Mercantour Concept
473 ch du pt des colles 06610 LA
GAUDE

géoréférencement :
RGF 93 lambert 93

LEGENDE

HAUT TALUS ACTUEL
PIED TALUS ACTUEL

CLOTURE

BATI DUR
BATI LEGER

HAUT TALUS Projet

PIED TALUS Projet

PIED DE BERGE POST ALEX - levé DDTM

EMPRISE UT 58m EN BASE

+ 689 cote terrain janvier 2025

Profil en travers

+ 111.82 cote terrassement projet

ENROCHEMENT LIBRE EPI

ENROCHEMENT BETONNE

Dimensionnement des blocs pour épi

Les enrochements libres des épis sont dimensionnés sur la base des vitesses d'une crue centennale en termes de blocométrie. Leur fonctionnement pour parer à l'affouillement potentiel maximum nécessite qu'ils puissent se déformer sans être charriés par le courant. Les enrochements sont donc dimensionnés en blocométrie pour ne pas être transportés par les vitesses de crue et ainsi conserver leur rôle de déflecteur avec de faible déformation. Il s'agit d'ouvrage souple dont la géométrie devra être contrôlée après chaque crue implorante pour envisager les entretiens nécessaires le cas échéant comme la recharge en bloc ou le réagencement d'épis destructurés.

Les recommandations du CFBR et du guide de l'enrochement proposent d'utiliser la formule d'Isbach adapté aux conditions de sinuosité de la berge et à la densité des blocs utilisés. Nous partons sur l'hypothèse de blocs calcaires qui sont les blocs les moins denses et les plus classiques en fourniture de carrière. (densité d'environ 2.4). En fonction du diamètre moyen des blocs préconisés pour résister au courant, le Rock Manuel est appliqué pour les enrochements libres en termes de fuseau granulométrique des blocs et de qualité et forme géométrique des blocs. Les blocs à mettre en œuvre sont des gros blocs entre les classes granulaire 6T à 8T. Le diamètre moyen sera de 1.70 m soit 7 Tonnes.

Dimensionnement de la taille des Blocs				
	Débit	570	m ³ /s	
	Hauteur d'eau	2.1	m	
	Largeur mouillée	58	m	
	Vitesse moyenne	4.68	m/s	
	L'enrochement est-il situé dans un coude?	oui		
	Angle Epi / axe écoulement	60	°	
	Vitesse contre l'epi	5.80	m/s	
	Pente de la berge par rapport à l'horizontal	45	°	
	Angle d'équilibre des enrochements	45	°	
	Densité des blocs	2.4		
	Diamètre de référence enrochements			
	Ecoulement turbulent	1.71	m	
	poids moyen	7.25	T	
Granulométrie limite				
Répartition granulométrique				
		D10	D50	D90
	diamètre en m	1.61	1.70	1.77
	poids en T	6.0	7.1	8.0

6. Incidence sur les écoulements

6.1 Hydrogrammes

Les débits de pointe sont issus du chapitre étude hydrologique.

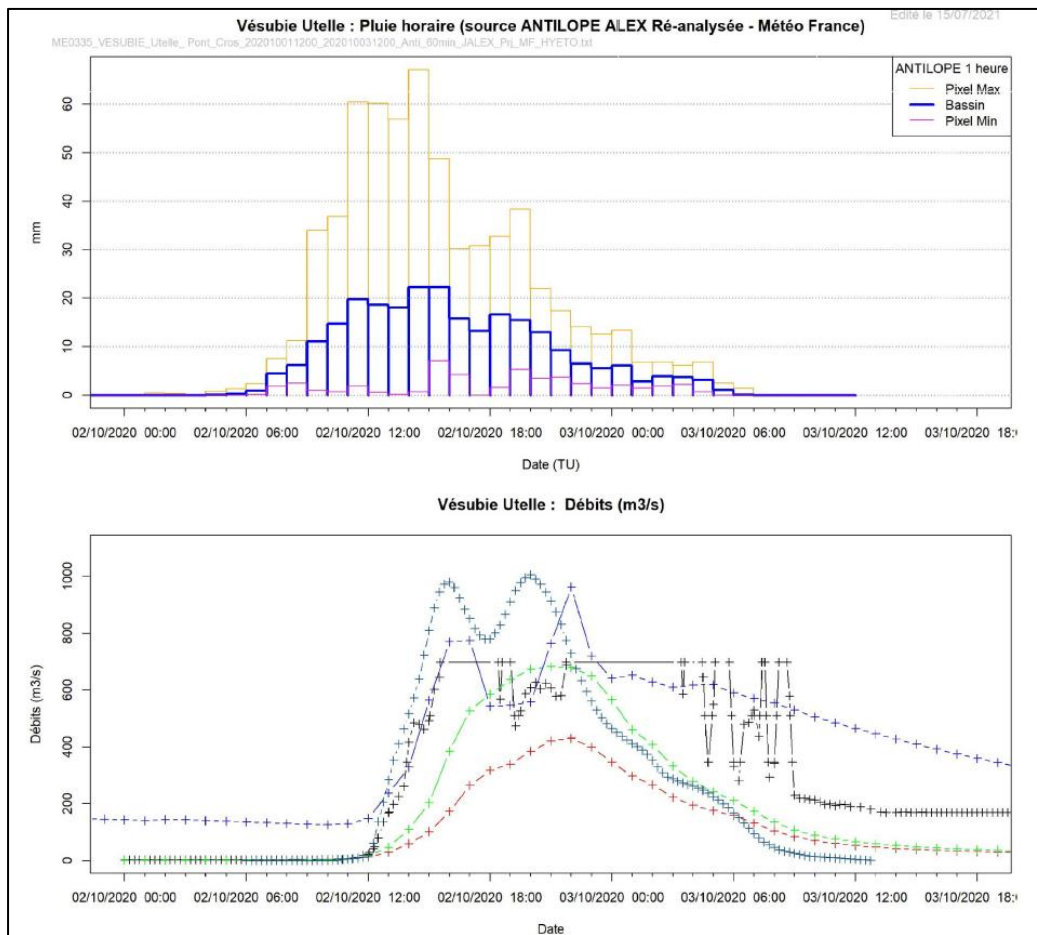
Débits retenus :

Cours d'eau - Exutoire	BV	Altitude moyenne du BV - moyenne ipsométrique	bassin versant spécifique = $\frac{Alt}{S} \times 0.75$	Q50 retenu	Q100 retenu	Q 100 spécifique	Qalex retenu	QAlex spécifique
	km2	m NGF	km ² .5	m3/s	m3/s	m3/s/km ^{1.5}	m3/s	m3/s/km ^{1.5}
Vésubie Zone d'étude GAS-TAUD	228	1776	104.2	422	570	9.71	775	13.21

Les hydrogrammes ont été établis sur la base d'hydrogramme classique CT GREF calé sur la position de la zone d'étude sur le cours de la Vésubie. Le coefficient de forme est de 3, correspondant à la géométrie du bassin versant et représentatif des pluies intenses de 24h sur la Vésubie.

Le temps de montée de la crue a été calculé avec la méthode SOCOSE (formulation nationale).

Pour la crue exceptionnelle, les cohérences de temps de montée et de temps de ressuyage du bassin versant ont été comparé aux hydrogrammes de la tempête Alex reconstitué par différents modèles hydrologiques et synthétisés dans le document « RETEX technique Alex – consensus Hydrologique – CEREMA 2021 ». Pour cette crue le début de pluie vers 4h et le pic vers 19h donne une montée en 15h.



Hydrogramme de la tempête Alex reconstitué sur la Vésubie à Utelle

6.2 Sédigraphes – détermination des apports solides

Pour établir les variations horaires d'entrée de sédiment, nous avons utilisé la formule de Lefort 2015 qui est une équation représentant le transport solide par charriage et suspension dans un large domaine. Cette formule comporte deux régimes de transport :

- Un charriage partiel au-dessus du débit de mise en mouvement qui correspond au charriage des sables et graviers sur lit pavé
- Un charriage généralisé au-delà d'un débit de transition plus important q_0

Au regard des volumes transportés par la crue Alex (relevé dans le RETEX volet torrentielle de la crue) cette formule semble la plus adaptée pour obtenir des volumes transportés importants tout en ayant une large plage de validité.

Les paramètres utilisés dans la formule sont les granulométries moyennes mesurées in-situ, la pente du tronçon amont concernés, la largeur du lit actif.

	Vésubie
Pente	0.025 m/m
Largeur de lit	58m
D16	0.039
D50	0.080
D84	0.19
Dm	0.115
D90/D30	4.5

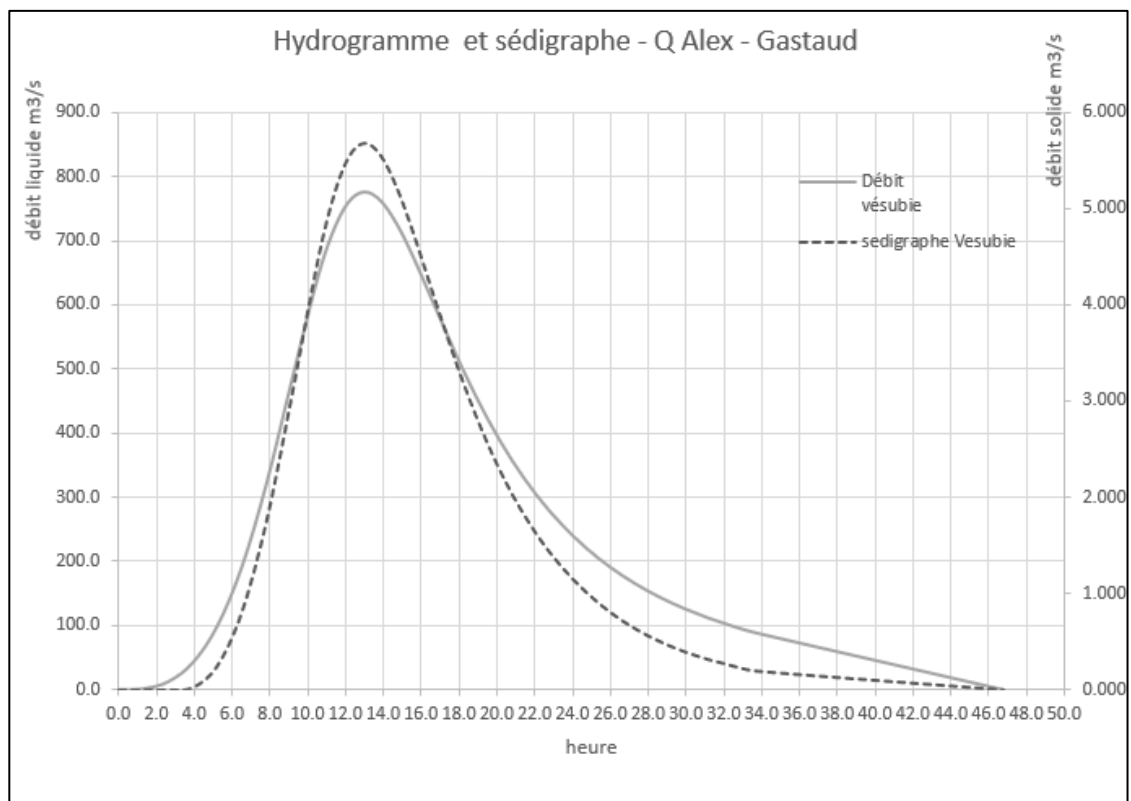
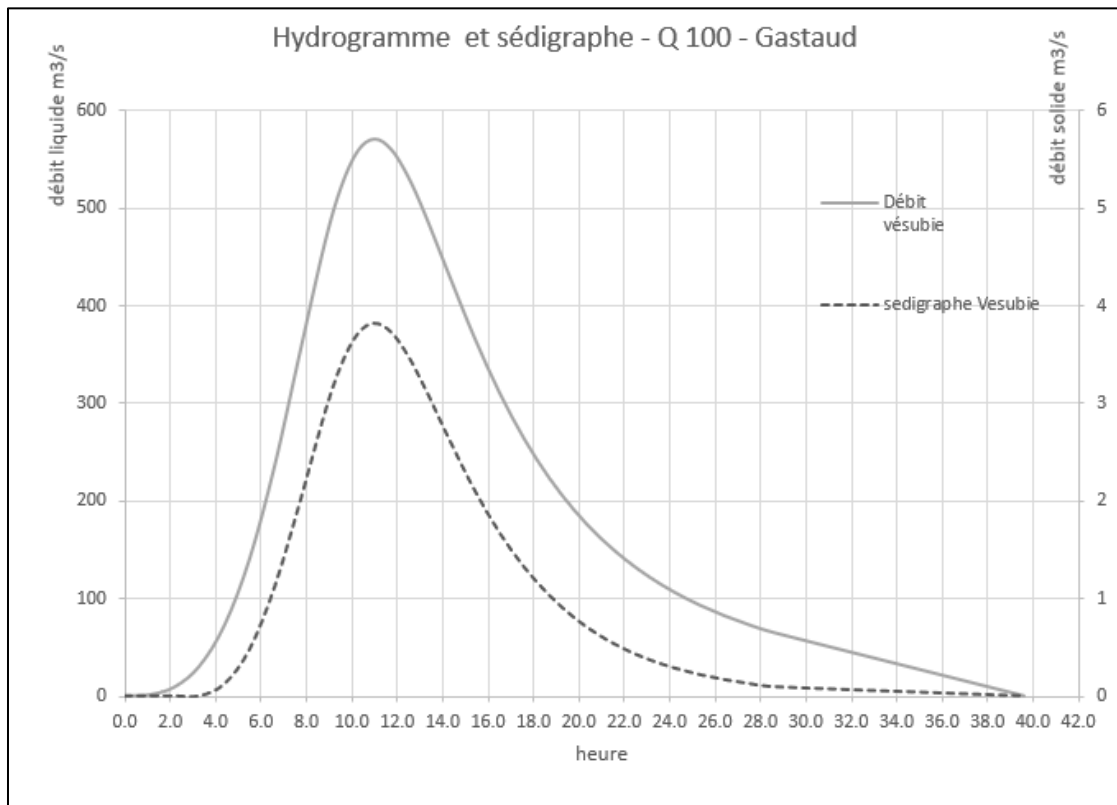
Paramètre de définition des sédigraphes

La charge solide est injectée au droit du profil 9 et le modèle utilise également les matériaux du fond du lit comme source de matériaux en cas de tendance à l'incision.

Les sédigraphes des crues de référence ont été modulés sur les hydrogrammes de référence en tenant compte à chaque fois de la capacité maximale de transport des débits écoulés.

Somme des apports solides au modèle	Total transport sédimentaire injecté -Site Gastaud
Qs 100	133 225 m ³
Qs Alex	243 140 m ³

Chronologie des apports solides – crues de références considérées



6.3 Modélisation du transport solide

Les variations horaires du fond du lit ont été calculées avec le logiciel sedflow, avec les équations de Rickenman basées sur la largeur du lit :

$$q_b = 3.1 \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right)^{-1.5} \cdot \left(\frac{D_{90}}{D_{30}} \right)^{0.2} \cdot (q - q_c) \cdot S^{1.5};$$
$$q_c = 0.065 \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right)^{1.67} \cdot \sqrt{g} \cdot D_{50}^{1.5} \cdot S^{-1.12};$$

Dans ces équations, Fr est le nombre de Froude ; q est le débit par unité de largeur de largeur ; qc est le seuil de débit par unité de largeur pour l'initiation du mouvement du lit.

S est la pente et D50 est le diamètre médian de la distribution granulométrique.

L'équation de perte de charge est calculée avec une ligne d'énergie variable qui met en œuvre l'équation suivante de Ferguson avec les paramètres de Rickenmann et Recking.

$$\sqrt{\frac{8}{f}} = \frac{6.5 \cdot 2.5 \cdot \frac{r_h}{D_{84}}}{\sqrt{6.5^2 + 2.5^2 \cdot \left(\frac{r_h}{D_{84}} \right)^{\frac{5}{3}}}}$$

Avec f qui est le facteur de friction de Darcy-Weisbach, rh est le rayon hydraulique.

Les hauteurs de sédiments mobilisable en fond de lit étant importante sur toute la zone d'étude, aucune limitation d'incision n'a été considérée.

La largeur rentrée dans le modèle par profil en travers correspond à une largeur à mi-hauteur de berge, de 60m sur la zone aménagée pour tenir compte de la projection des épis en rive droite

6.4 Situations modélisées

Les comparaisons réalisées ont été faites vis-à-vis de la situation initiale prises dans la mise en demeure de la DDTM, soit l'état du lit juste après la tempête Alex. Pour pouvoir analyser les effets des aménagements projetés vis-à-vis de cet état initial, 4 modélisations ont été réalisées :

	Géométrie du lit	Hydrogramme et sédigraphe
Modèle 1	Géométrie du lit post tempête Alex	Q100
Modèle 2	Géométrie projetée	Q 100
Modèle 3	Géométrie du lit post tempête Alex	Q Alex
Modèle 4	Géométrie projetée	Q Alex

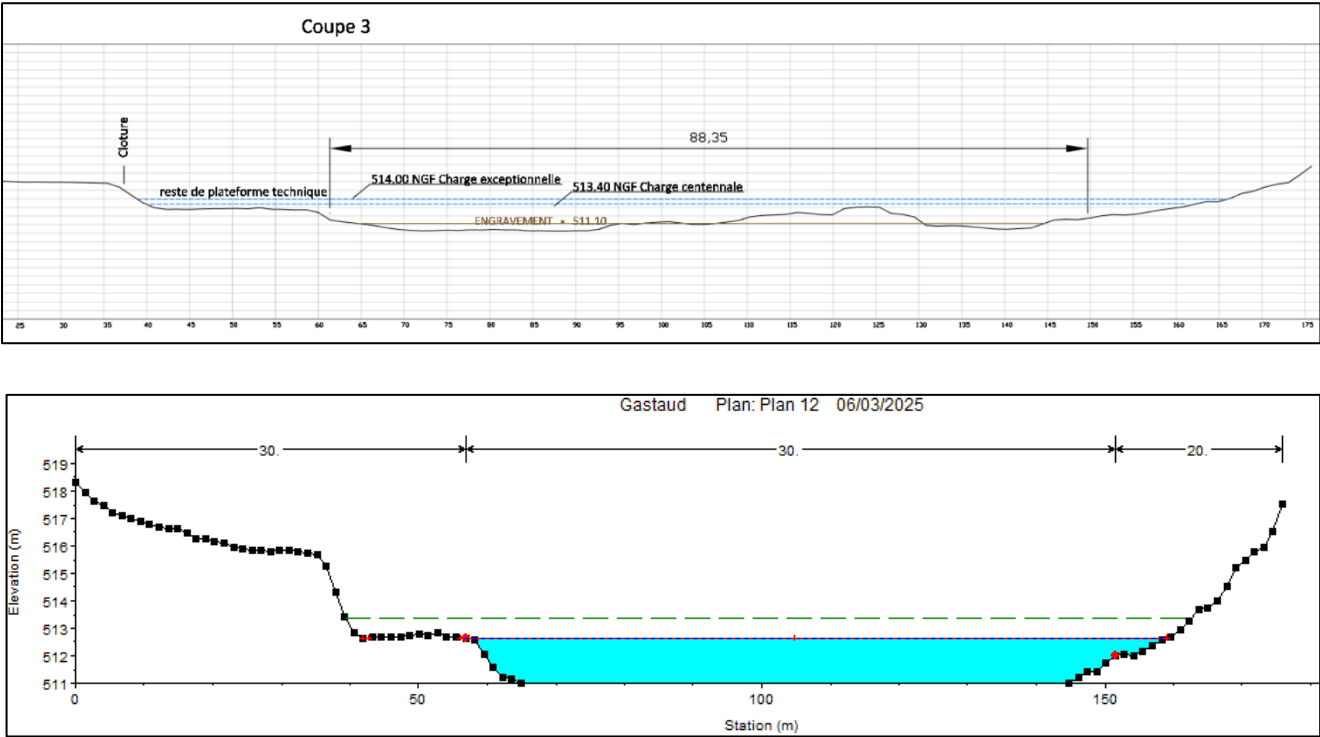
Pour chaque modèle, une fois l'évolution du fond du lit au cours de la crue analysé sur Sed Flow, l'écoulement liquide a été modélisé sur le logiciel Hec Ras, en régime permanent uniforme au pic de crue. Les profils en travers de chaque modélisation ont été adaptés en fonction de la topographie des aménagements projetés et avec l'engravement du pic de crue pour chaque situation.

Les coefficients de Manning $K = 1/n$ sont pris égal à 40 pour les enrochements bétonnés appareillés, à 30 pour les berges naturelles et le fond du lit alluvial et à 20 pour les berges densément boisées et les berges rugueuses avec des épis.

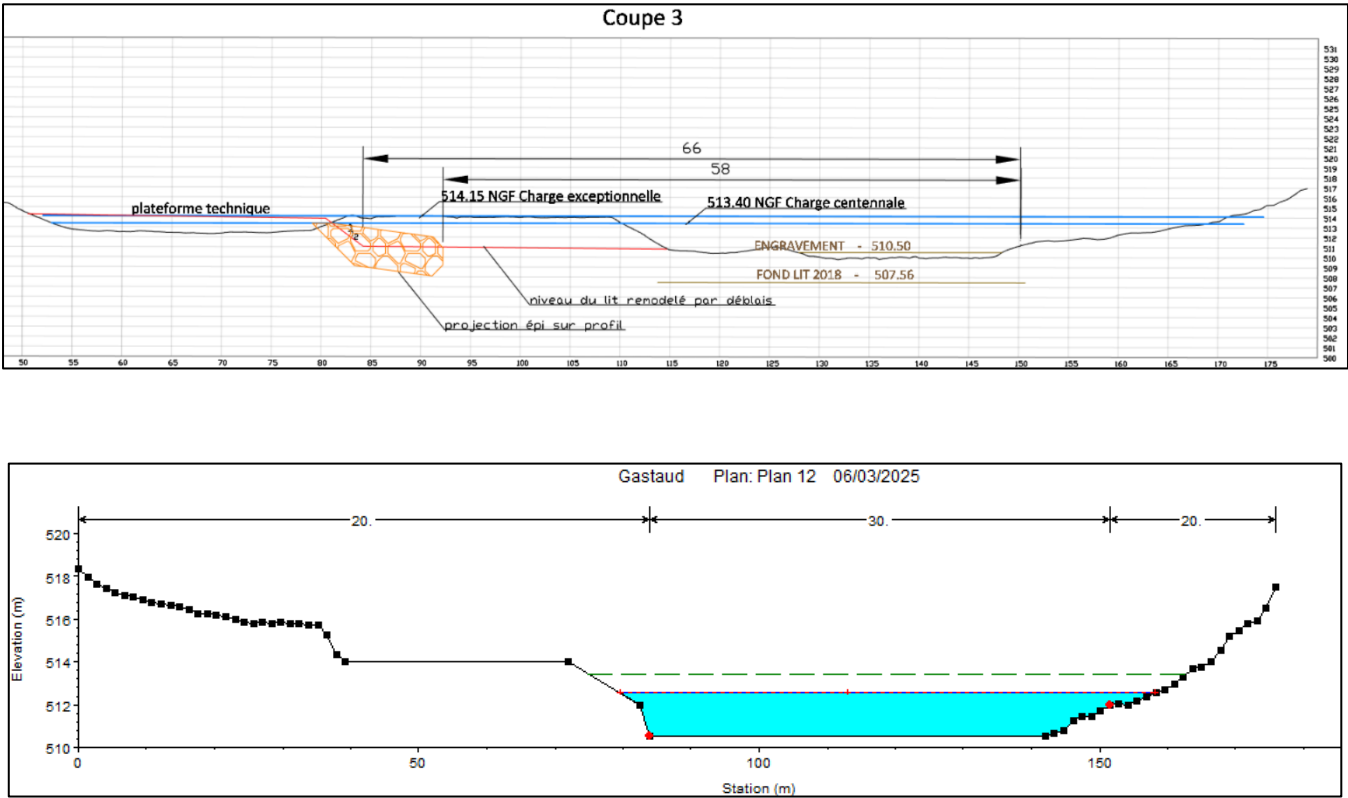
Pour considérer l'emprise hydraulique des protections de berge, l'emprise des épis a été projeté sur chaque profil en travers.

12 profils en travers ont été injecté dans le modèle hydraulique pour couvrir les 900m de la zone d'étude et pouvoir apprécier les incidences sur l'amont ou l'aval de l'aménagement à réaliser.

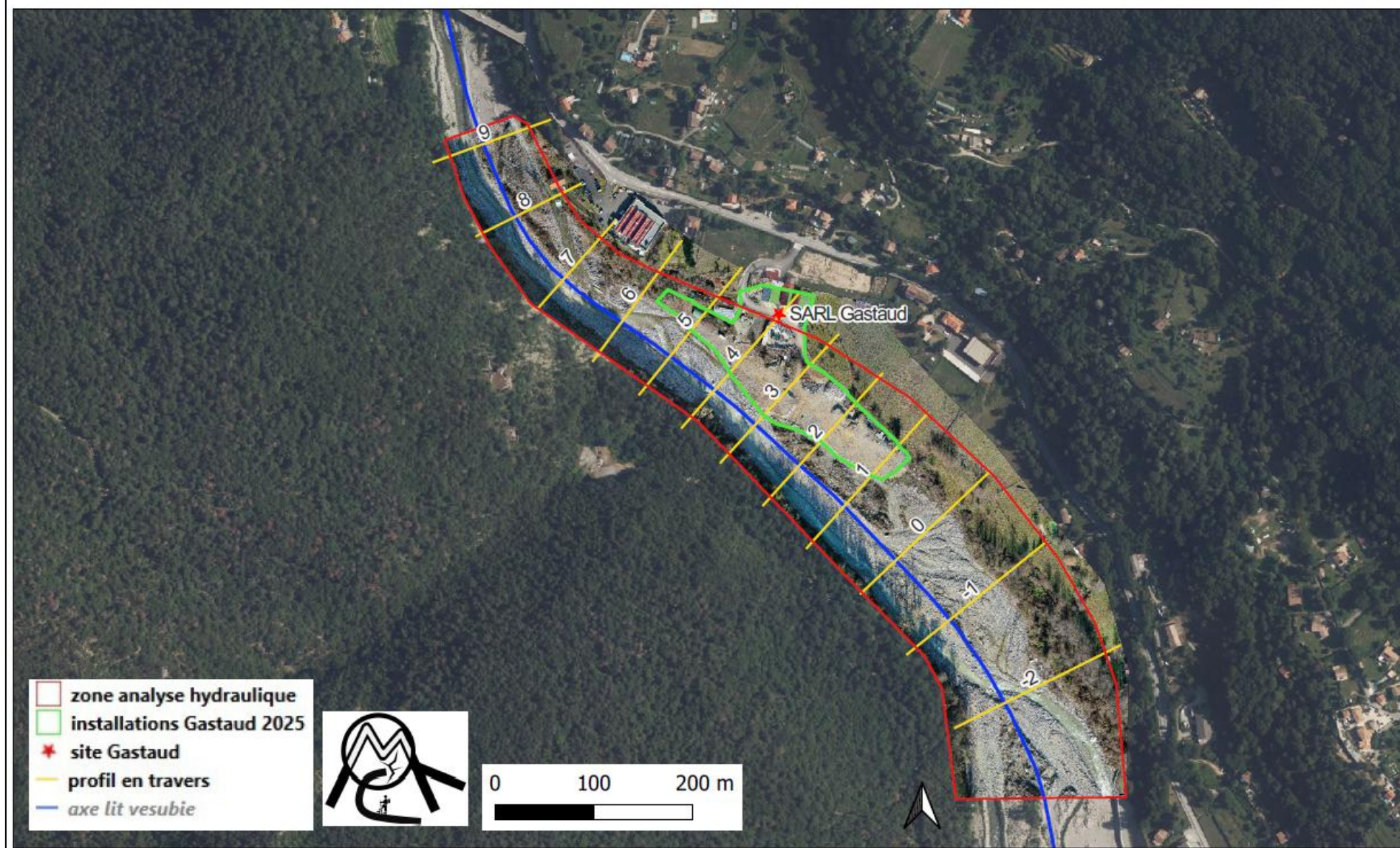
Exemple profil 3 – géométrie initial : modèle topo et modèle hydraulique



Exemple profil 3 – géométrie projet : modèle topo et modèle hydraulique



Zone d'étude Gastaud - Implantation des profils en travers



6.5 Résultats des modélisations

Les modélisations permettent d'approcher l'effet du rétrécissement de largeur du lit sur le transport solide et sur les hauteurs d'eau. En effet l'engravement et les dépôts sont fortement liés aux vitesses d'écoulement et il diminue lorsque les vitesses augmentent, engendrant des effets combinés difficile à anticiper sans modélisation.

Pour les 2 types de crues modélisées, la réduction de largeur au niveau des profils 1, 2, 3 a pour effet de limiter les dépôts, à la fois au pic de crue et en fin de crue. Cet effet n'engendre pas pour autant d'incision du lit, car le lit a bien tendance à s'engraver en cours de crue quel que soit l'événement modélisé. Il s'agit juste d'une limitation du phénomène d'engravement qui est de l'ordre de 70cm pour la crue centennale et 90cm pour la crue Alex. Cet effet reste limité dans l'espace à la zone rétrécie du P1 au P3.

Au niveau des hauteurs d'écoulement (charge et hauteur d'eau), l'effet d'abaissement du fond du lit est compensé par une augmentation de la charge hydraulique, le rayon hydraulique diminuant dans la situation projet. La charge hydraulique est donc très proche avant et après aménagement.

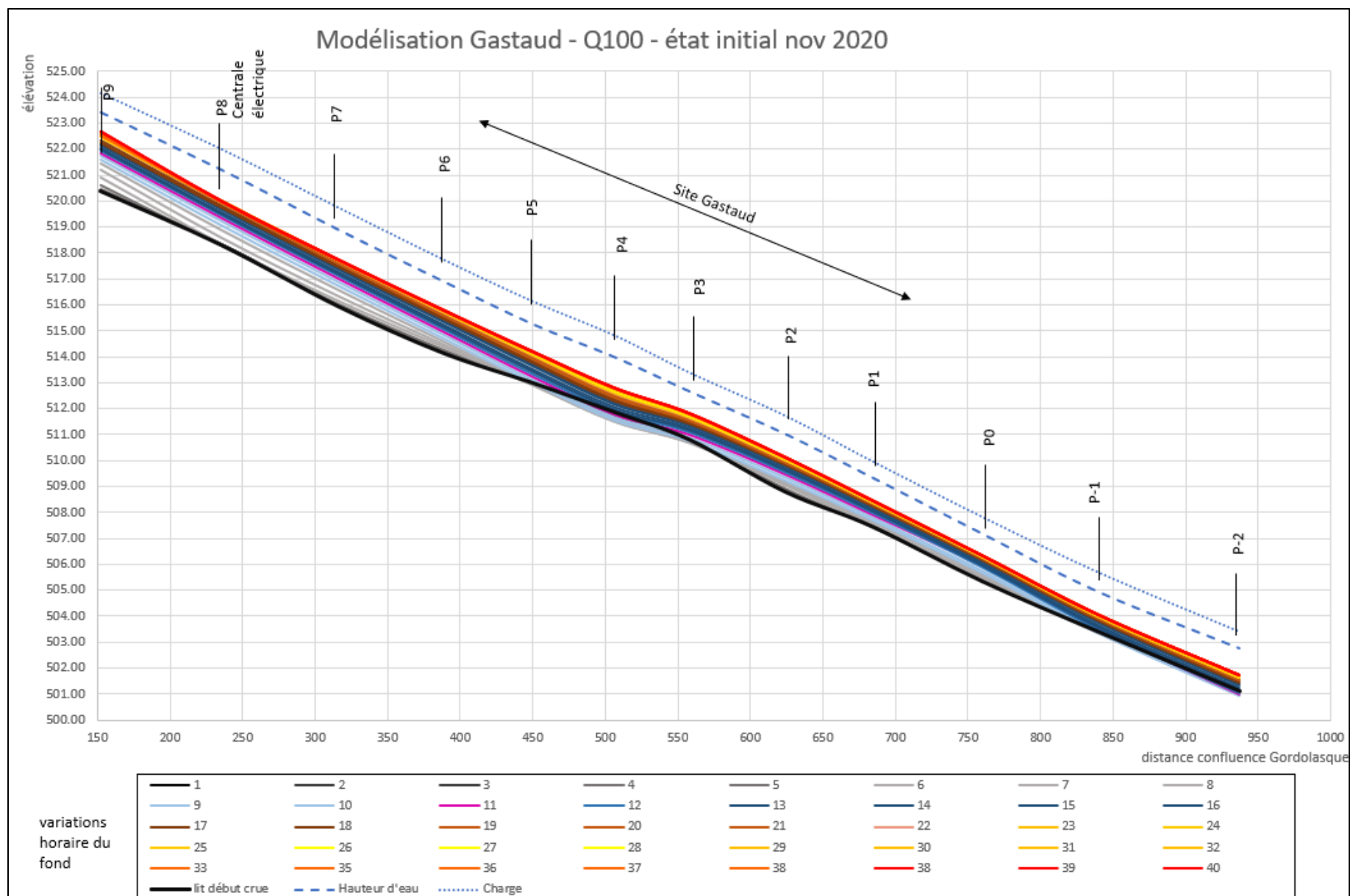
La charge hydraulique augmente légèrement de 20cm au maximum pour une crue centennale et de 25cm au maximum pour une crue exceptionnelle. Vis-à-vis des phénomènes étudiés et des incertitudes de ce type de modèle de crue torrentielle, cet effet n'est pas significatif. Cependant il est intéressant de remarquer que l'effet sur les hauteurs d'écoulement devient quasiment nul dès que l'on remonte en amont ou en aval de la zone aménagée. Tout au plus, il est possible de remarquer que pour le débit exceptionnel de type tempête Alex, une faible tendance à l'exhaussement du lit et à l'exhaussement des lignes d'eau commence à se dessiner en aval de la zone aménagée sur une dizaine de centimètre. Il s'agit de la très large zone d'expansion et de régulation du transport solide où les dépôts compensent ceux qui n'ont pas pu se faire le long de la zone aménagée du fait de l'accélération des vitesses.

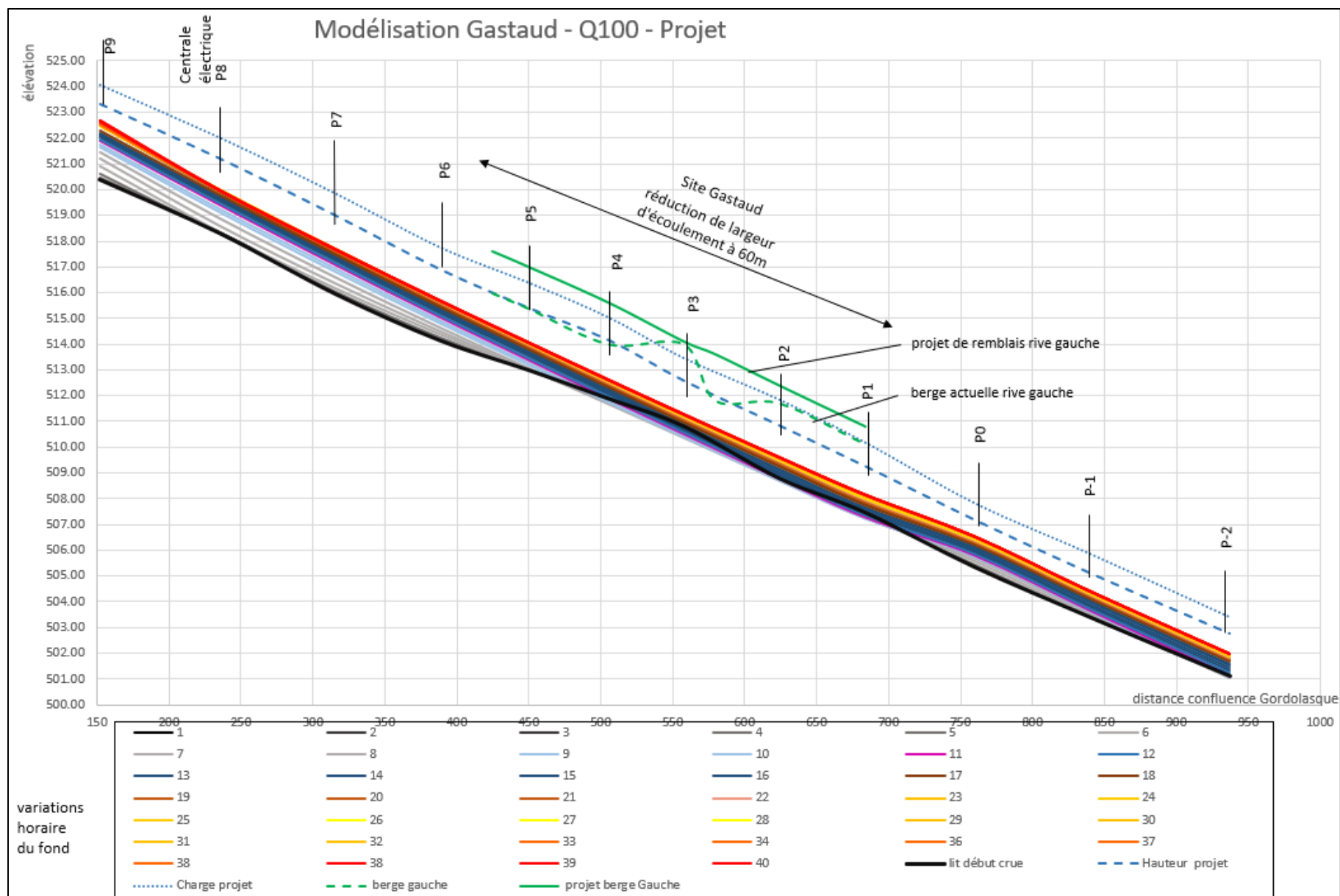
Cette analyse permet de conclure sur une absence d'incidence des travaux sur les écoulements des crues, que ce soit en termes de hauteur d'écoulement ou en termes de transit sédimentaire.

La modélisation montre également une insuffisance de hauteur de la berge rive gauche le long des installations Gastaud, ce qui justifie de remonter les niveaux sur la zone de remblais conservés.

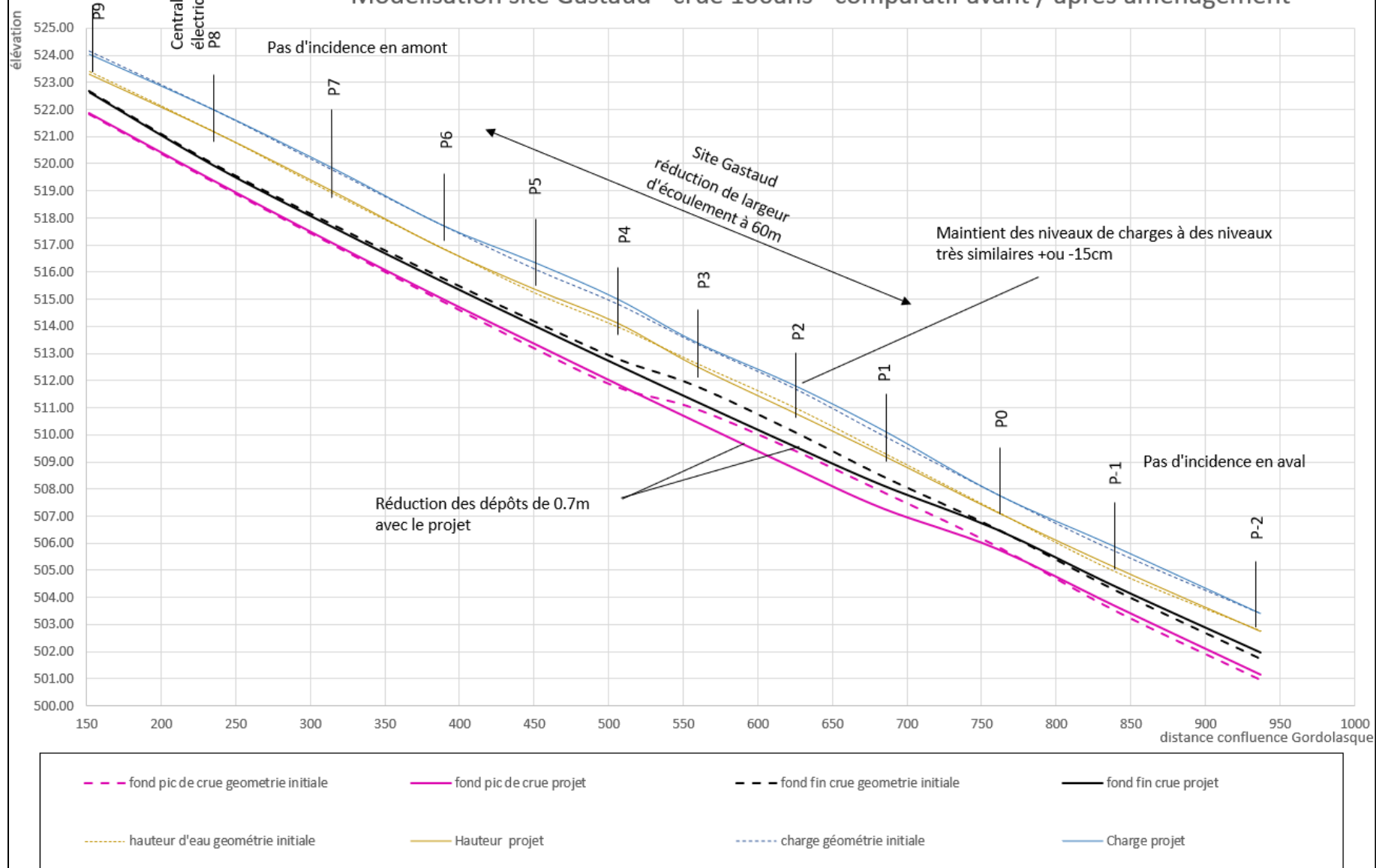
Pour éviter les débordements il est nécessaire de remonter les terrains à protéger à la cote de la charge hydraulique qui correspond à des phénomènes transitoires de vague ou d'écoulement non uniforme dans une même section, phénomène assez courant en régime torrentiel.

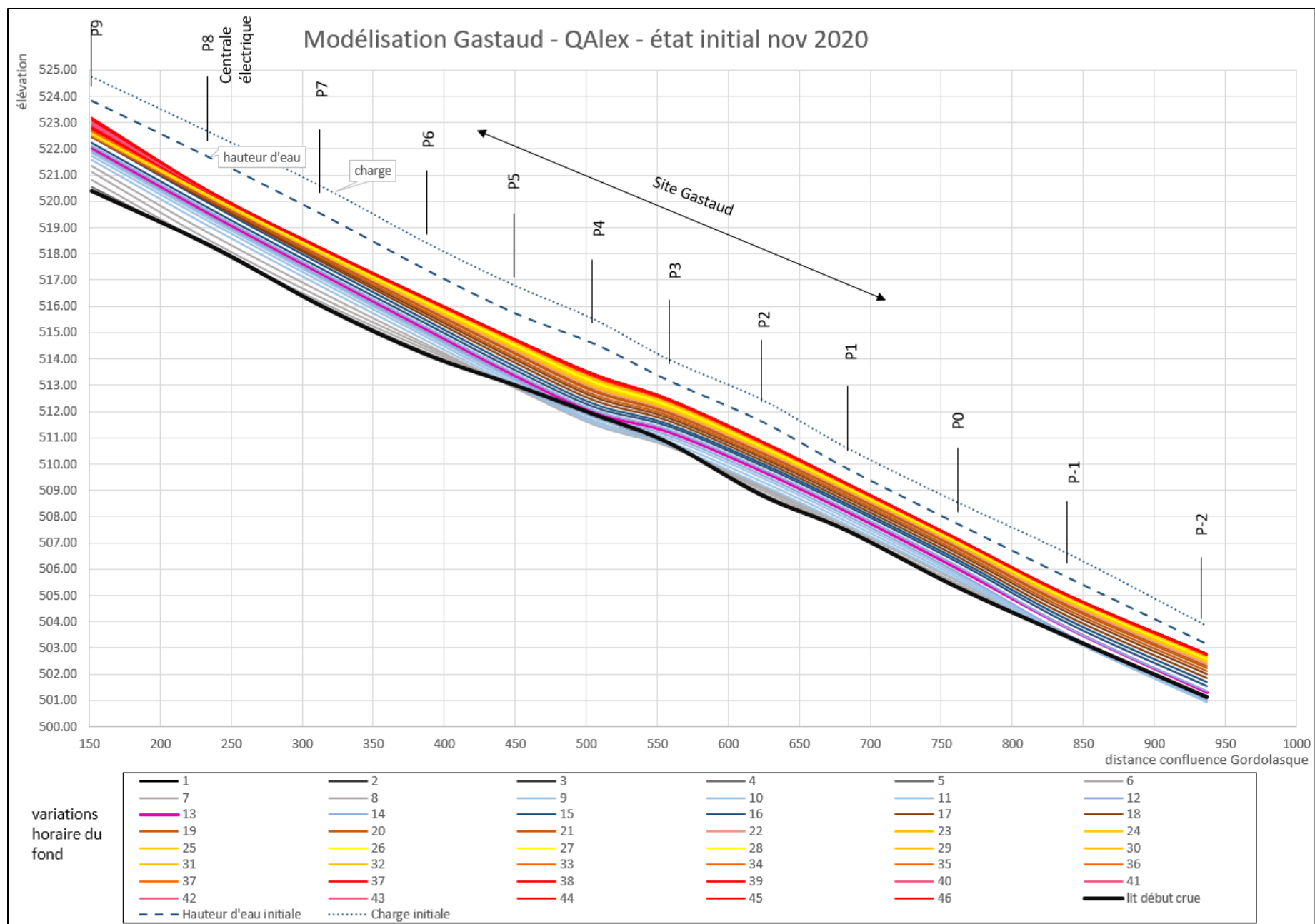
L'effet le plus notoire des travaux est une augmentation des vitesses d'écoulement au centre de la zone rétrécie passant de 3,78 m/s à 4,47 m/s au profil P2 en crue centennale. Cependant ces vitesses restent très courantes en crue torrentielle à charriage. Il ne s'agit pas de vitesse susceptible de créer des désordres sur les ouvrages. Les seuls ouvrages de la zone aménagée seront les épis qui sont dimensionnés en conséquence. Aucun aménagement n'est présent sur la zone d'étude dans le lit ou sur les berges.

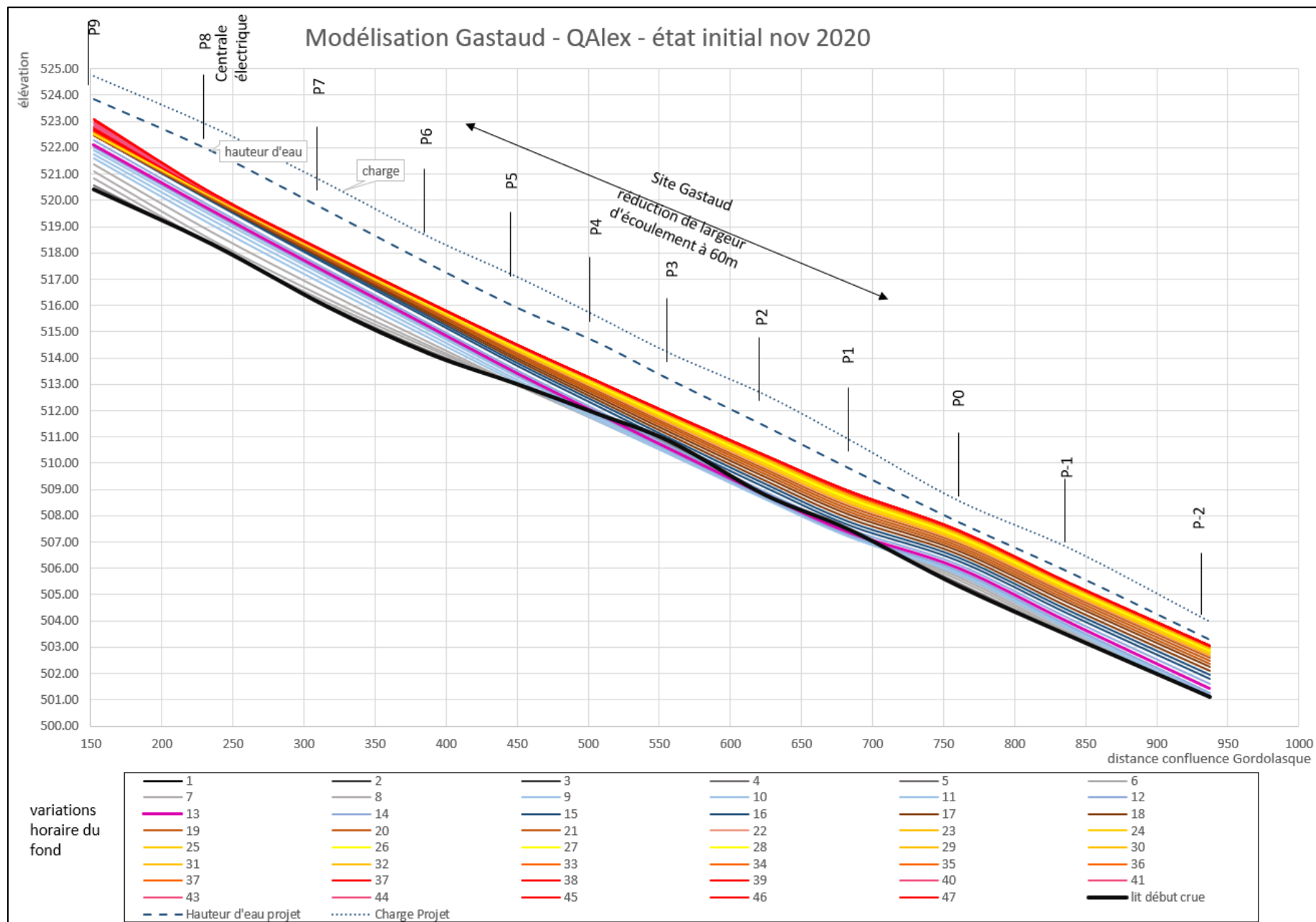


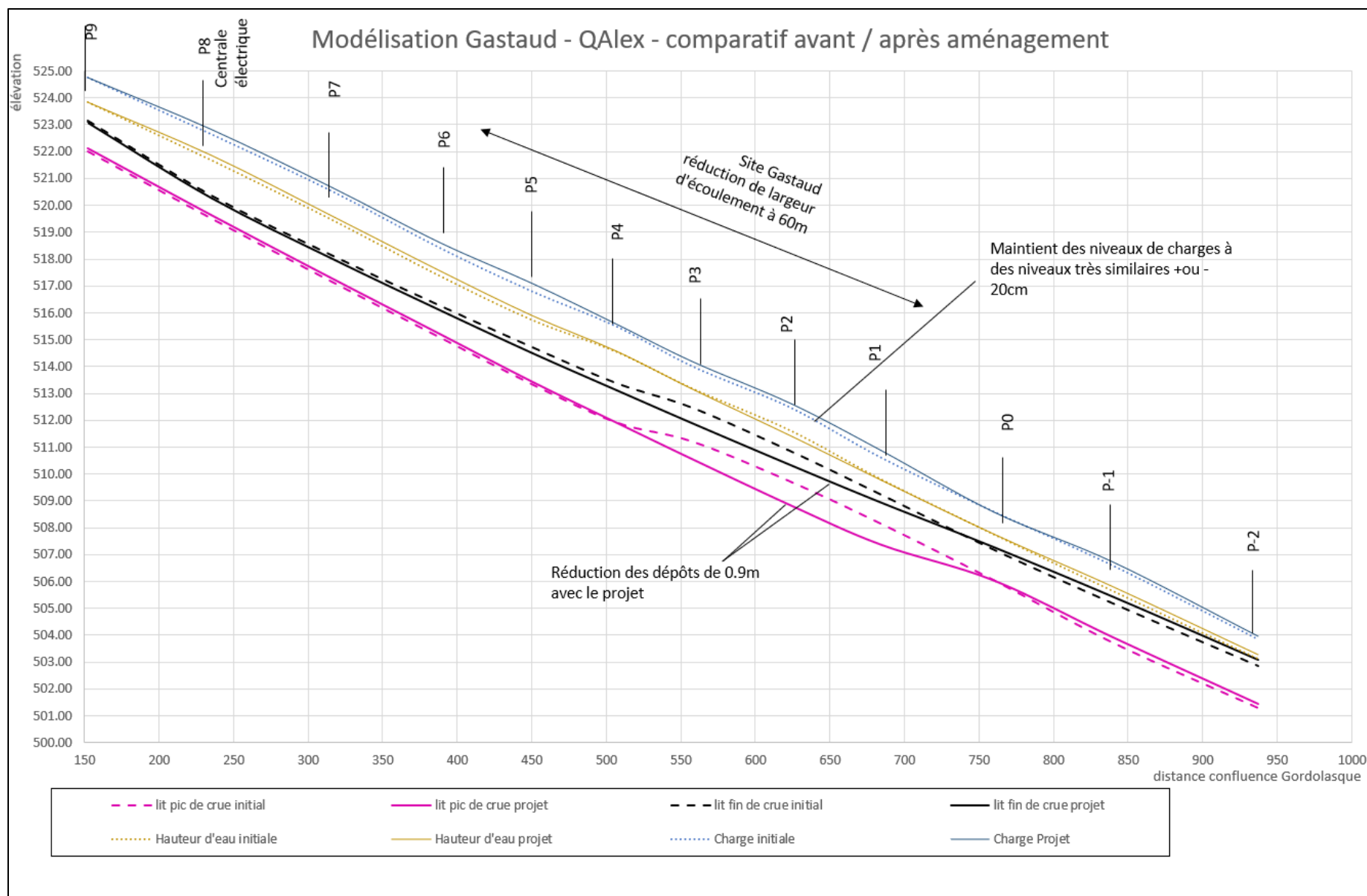


Modélisation site Gastaud - crue 100ans - comparatif avant / après aménagement









HEC-RAS Plan: Q100 initial River: Vesubie Reach: 1 Profile: PF 1											
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	PF 1	570.00	521.90	523.41	523.41	524.15	23.655000	3.82	149.46	101.60	0.99
8	PF 1	570.00	519.50	521.20	521.20	522.00	43.045000	3.98	145.81	92.42	0.97
7	PF 1	570.00	517.10	518.88	518.88	519.74	70.228000	4.12	138.74	80.49	0.99
6	PF 1	570.00	515.10	516.90	516.90	517.75	10.916000	4.09	140.24	82.94	0.98
5	PF 1	570.00	513.30	515.24	515.24	516.13	16.437000	4.18	138.20	79.61	0.98
4	PF 1	570.00	511.90	513.98	513.98	514.83	46.991000	4.12	142.44	88.86	0.93
3	PF 1	570.00	511.00	512.65	512.65	513.39	33.186000	3.83	150.11	103.74	0.98
2	PF 1	570.00	509.50	511.01	511.01	511.73	47.278000	3.78	153.50	110.35	0.99
1	PF 1	570.00	508.00	509.33	509.33	509.98	32.037000	3.58	159.21	123.07	1.01
0	PF 1	570.00	505.66	507.16	507.16	507.83	38.951000	3.64	156.54	117.01	1.01
-1	PF 1	570.00	503.30	504.92	504.92	505.70	14.908000	3.92	145.35	93.70	1.01
-2	PF 1	570.00	501.20	502.75	502.75	503.42	12.938000	3.66	159.05	122.69	0.94

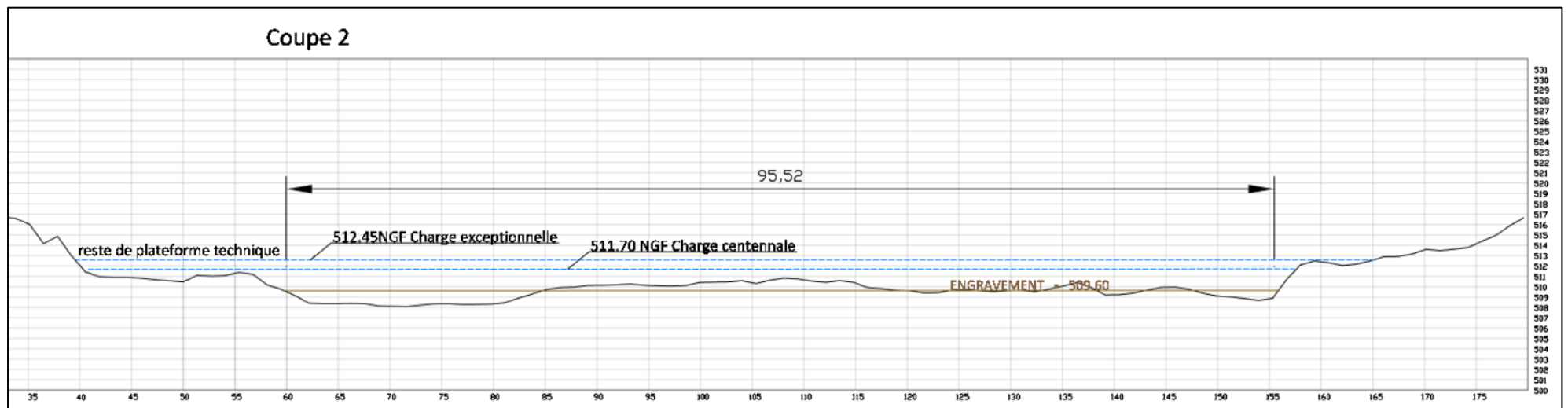
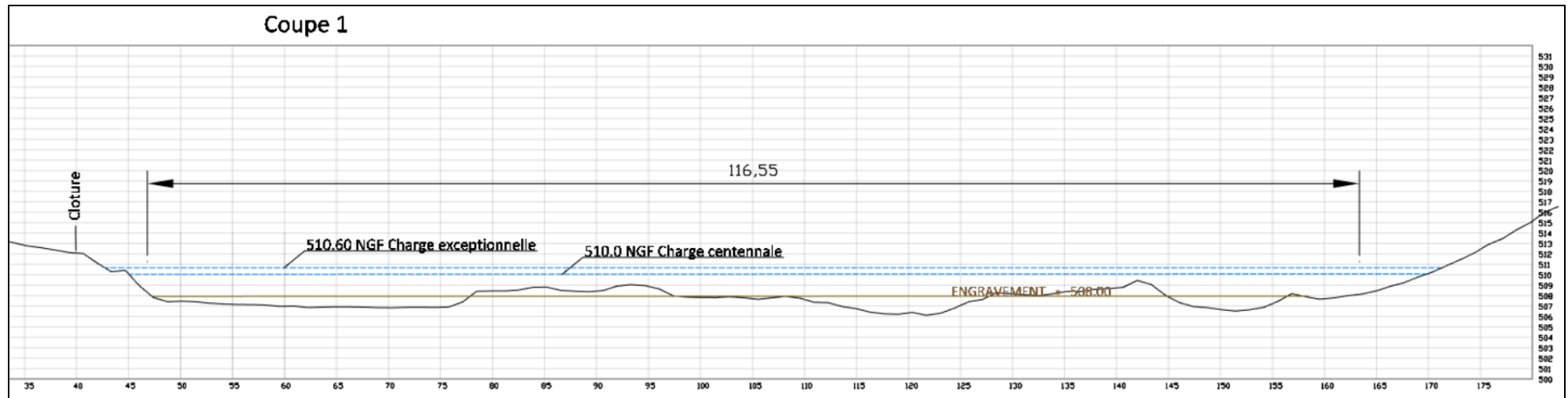
HEC-RAS Plan: Q100 projet River: Vesubie Reach: 1 Profile: PF 1											
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	PF 1	570.00	521.80	523.31	523.31	524.05	39.763000	3.81	149.75	101.34	0.99
8	PF 1	570.00	519.50	521.20	521.20	522.01	34.353000	4.00	145.29	92.41	0.98
7	PF 1	570.00	517.20	518.97	518.97	519.83	71.729000	4.12	138.80	80.66	0.99
6	PF 1	570.00	515.10	516.90	516.90	517.76	27.343000	4.11	139.70	82.94	0.99
5	PF 1	570.00	513.30	515.39	515.39	516.38	32.558000	4.43	129.72	66.08	0.99
4	PF 1	570.00	512.00	514.13	514.13	515.02	73.636000	4.24	138.36	80.93	0.94
3	PF 1	570.00	510.50	512.56	512.56	513.45	50.988000	4.22	137.47	78.58	0.96
2	PF 1	570.00	508.70	510.83	510.83	511.85	35.232000	4.47	128.49	64.09	0.99
1	PF 1	570.00	507.20	509.24	509.24	510.18	76.680000	4.29	133.13	72.42	0.99
0	PF 1	570.00	505.66	507.16	507.16	507.83	39.712000	3.64	156.48	117.01	1.01
-1	PF 1	570.00	503.50	505.10	505.10	505.87	45.076000	3.90	146.22	94.49	1.00
-2	PF 1	570.00	501.20	502.75	502.75	503.42	38.730000	3.66	159.08	122.64	0.94

HEC-RAS Plan: QAlex initial River: Vesubie Reach: 1 Profile: PF 1											
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	PF 1	775.00	522.00	523.84	523.84	524.74	26.645000	4.22	184.23	103.71	0.99
8	PF 1	775.00	519.60	521.68	521.68	522.63	46.705000	4.35	182.70	96.62	0.96
7	PF 1	775.00	517.30	519.46	519.46	520.51	32.597000	4.55	170.85	81.47	0.99
6	PF 1	775.00	515.20	517.38	517.38	518.41	52.167000	4.51	172.90	83.73	0.98
5	PF 1	775.00	513.39	515.74	515.74	516.79	70.170000	4.58	173.91	87.93	0.97
4	PF 1	775.00	512.08	514.57	514.57	515.50	39.627000	4.38	187.19	102.47	0.90
3	PF 1	775.00	510.89	513.18	513.18	513.99	45.894000	4.05	197.38	122.06	0.94
2	PF 1	775.00	509.80	511.61	511.61	512.45	37.867000	4.10	193.63	117.30	0.99
1	PF 1	775.00	508.20	509.82	509.82	510.61	24.130000	3.95	196.36	124.83	1.00
0	PF 1	775.00	506.10	507.76	507.76	508.59	37.869000	4.02	193.00	118.41	1.00
-1	PF 1	775.00	503.70	505.65	505.65	506.58	33.323000	4.28	181.01	97.94	1.00
-2	PF 1	775.00	501.20	503.14	503.14	503.85	48.495000	3.81	211.69	146.56	0.88

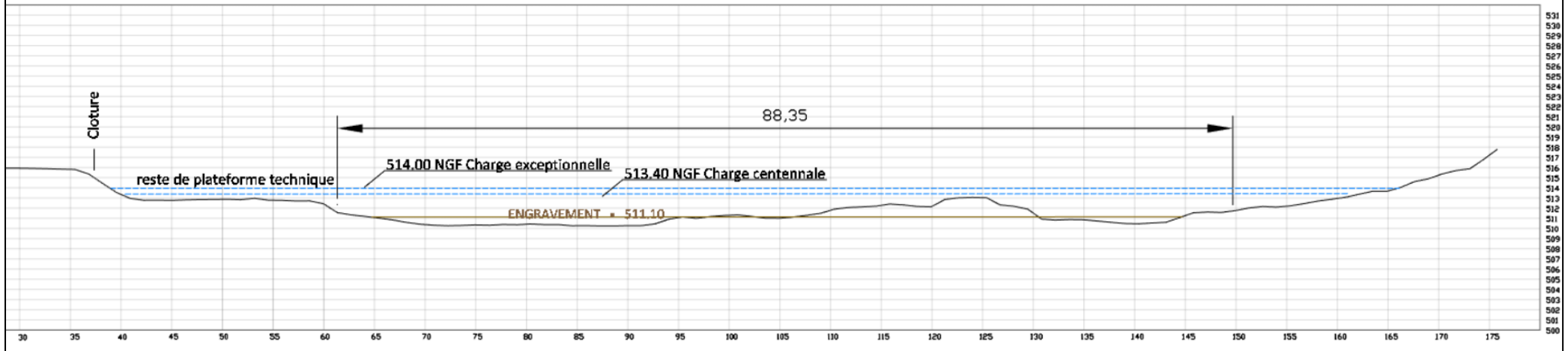
HEC-RAS Plan: QAlex projet River: Vesubie Reach: 1 Profile: PF 1											
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
9	PF 1	775.00	522.00	523.84	523.84	524.74	26.644000	4.22	184.23	103.71	0.99
8	PF 1	775.00	519.80	521.86	521.86	522.81	37.403000	4.38	183.34	97.07	0.98
7	PF 1	775.00	517.45	519.60	519.60	520.65	77.481000	4.54	170.94	81.68	0.99
6	PF 1	775.00	515.40	517.57	517.57	518.61	50.148000	4.54	173.37	84.04	0.99
5	PF 1	775.00	513.35	515.90	515.90	517.09	73.807000	4.85	161.52	69.05	0.98
4	PF 1	775.00	512.00	514.59	514.59	515.59	40.534000	4.51	178.60	88.10	0.90
3	PF 1	775.00	510.64	513.15	513.15	514.17	15.058000	4.56	174.30	85.30	0.94
2	PF 1	775.00	508.80	511.41	511.41	512.61	14.291000	4.89	160.34	67.49	0.98
1	PF 1	775.00	507.30	509.78	509.78	510.88	25.774000	4.67	167.48	77.22	0.98
0	PF 1	775.00	506.10	507.76	507.76	508.58	14.285000	4.02	192.99	118.39	1.00
-1	PF 1	775.00	503.85	505.80	505.80	506.72	33.121000	4.24	182.90	103.21	0.99
-2	PF 1	775.00	501.37	503.28	503.28	503.97	53.222000	3.74	214.18	148.48	0.87

7. Plans et profils en travers avec résultat des modélisations

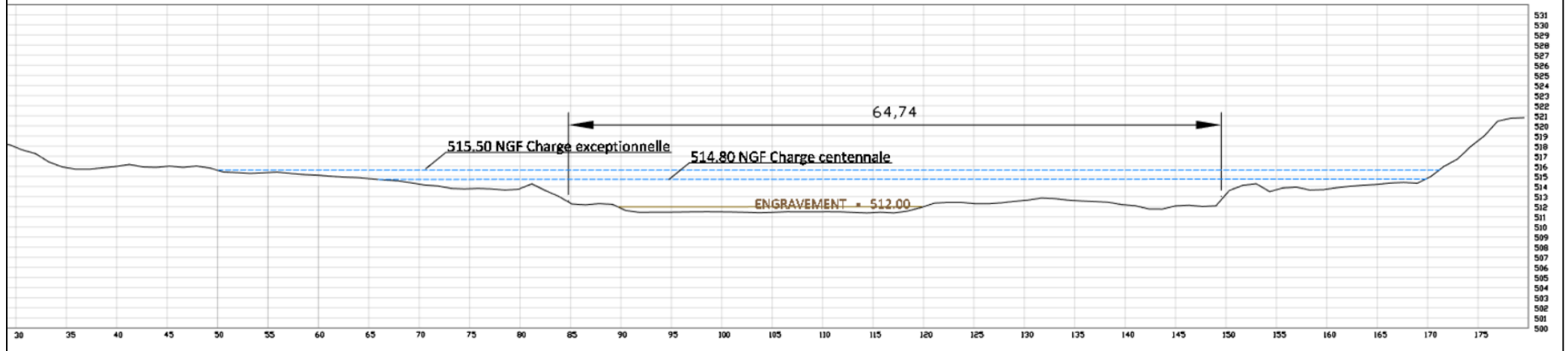
Etat initial octobre 2020

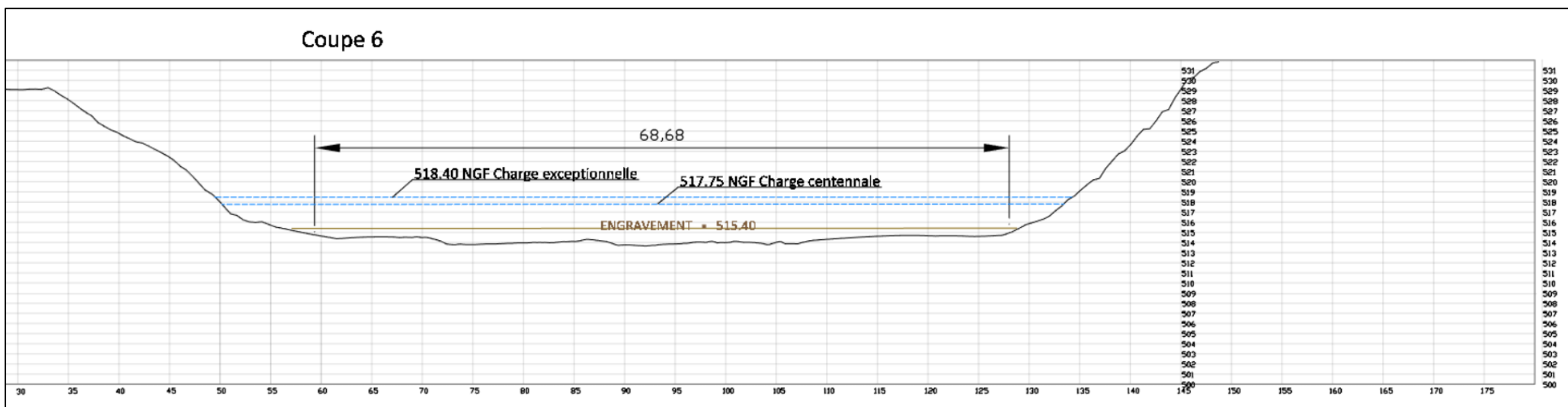
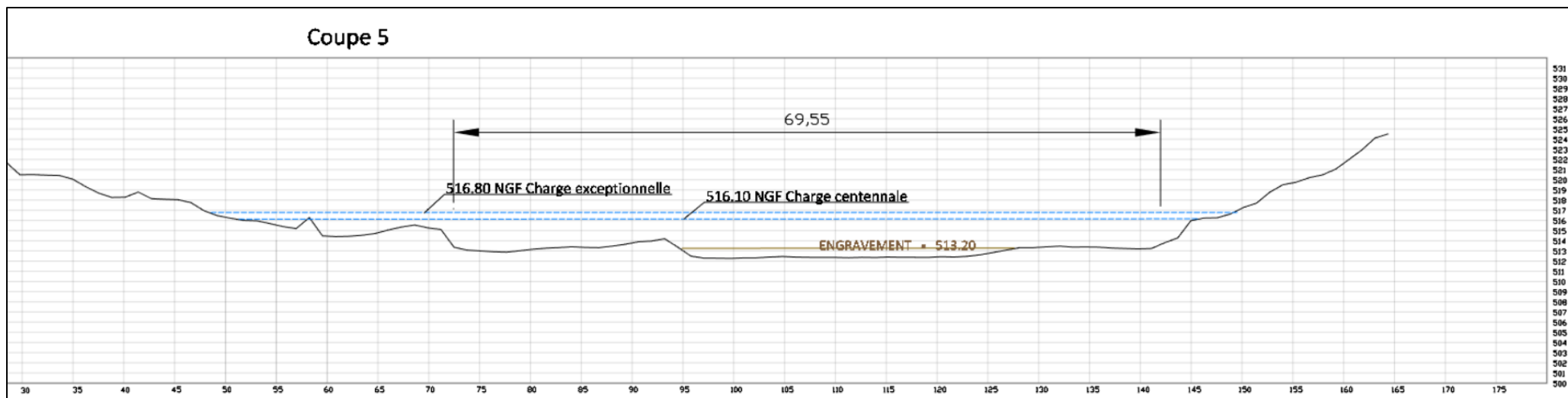


Coupe 3



Coupe 4

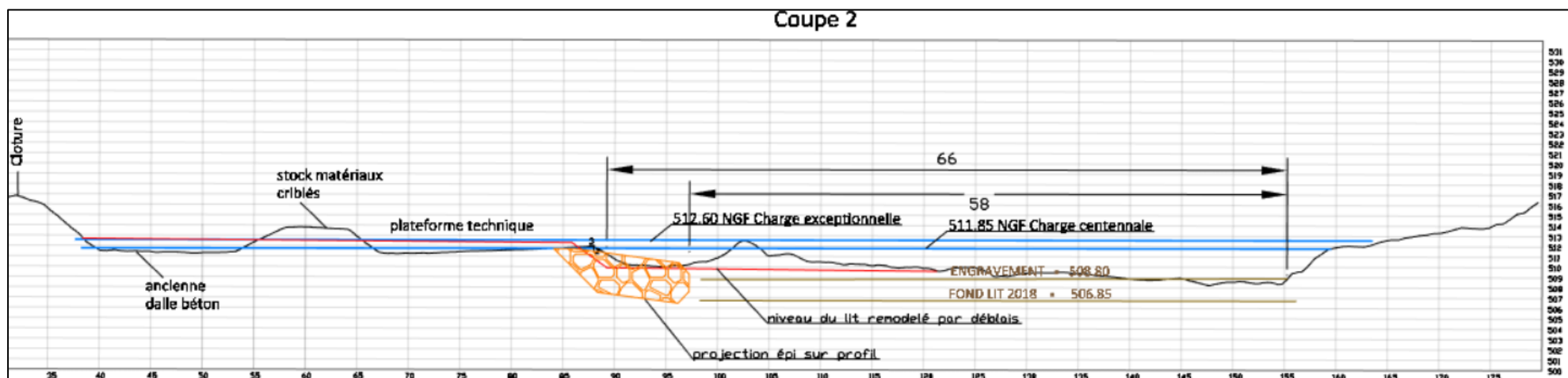
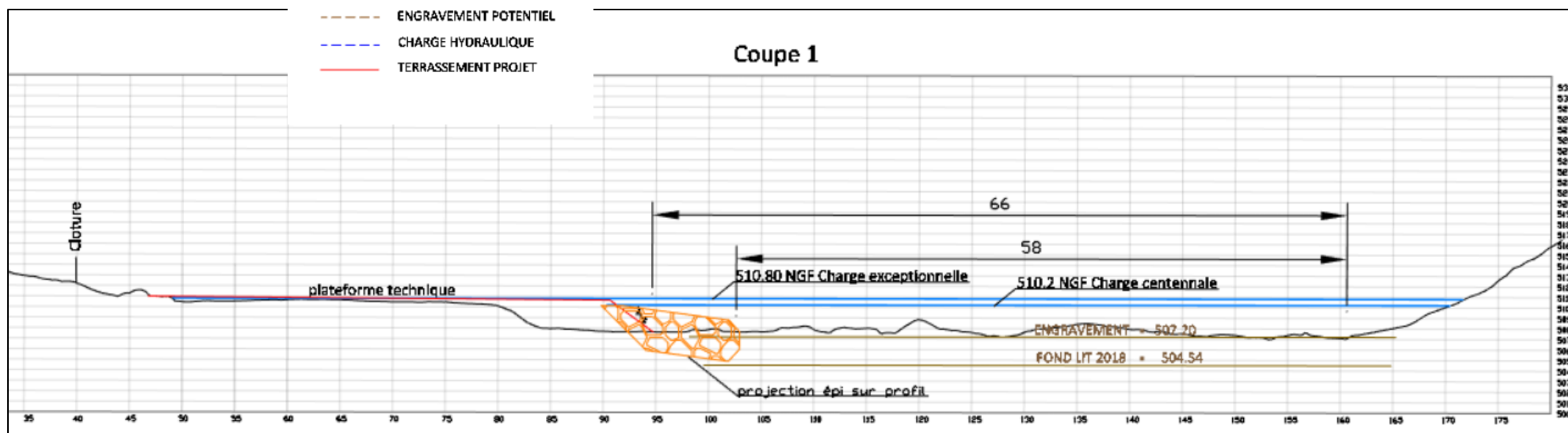




LEGENDE

-  ENROCHEMENT BETONNE
-  ENROCHEMENT LIBRE
-  TERRAIN ACTUEL
-  ENGRAVEMENT POTENTIEL
-  CHARGE HYDRAULIQUE
-  TERRASSEMENT PROJET

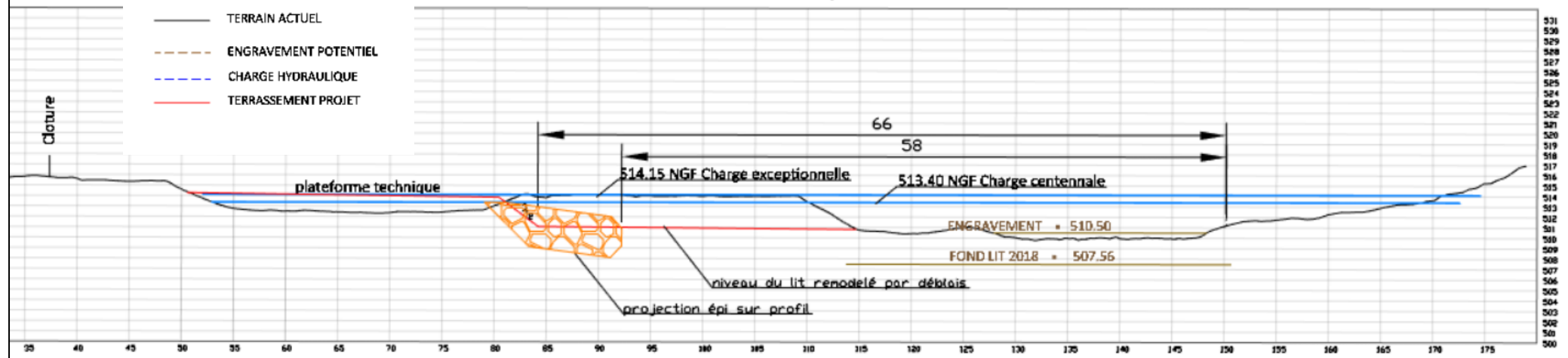
Géométrie projet



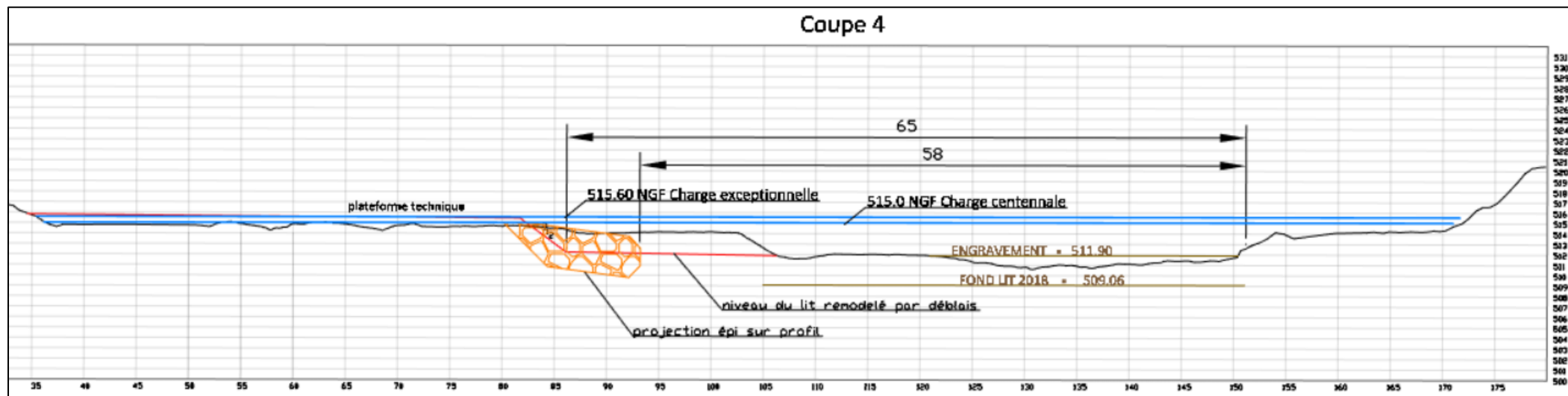
LEGENDE

-  ENROCHEMENT BETONNE
-  ENROCHEMENT LIBRE
-  TERRAIN ACTUEL
-  ENGRAVEMENT POTENTIEL
-  CHARGE HYDRAULIQUE
-  TERRASSEMENT PROJET

Coupe 3

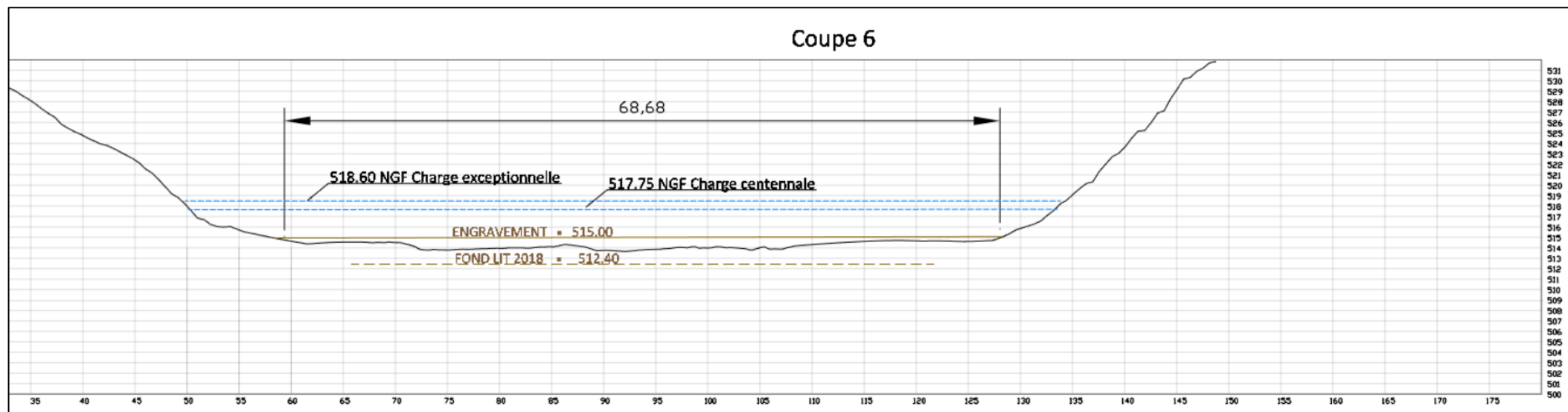
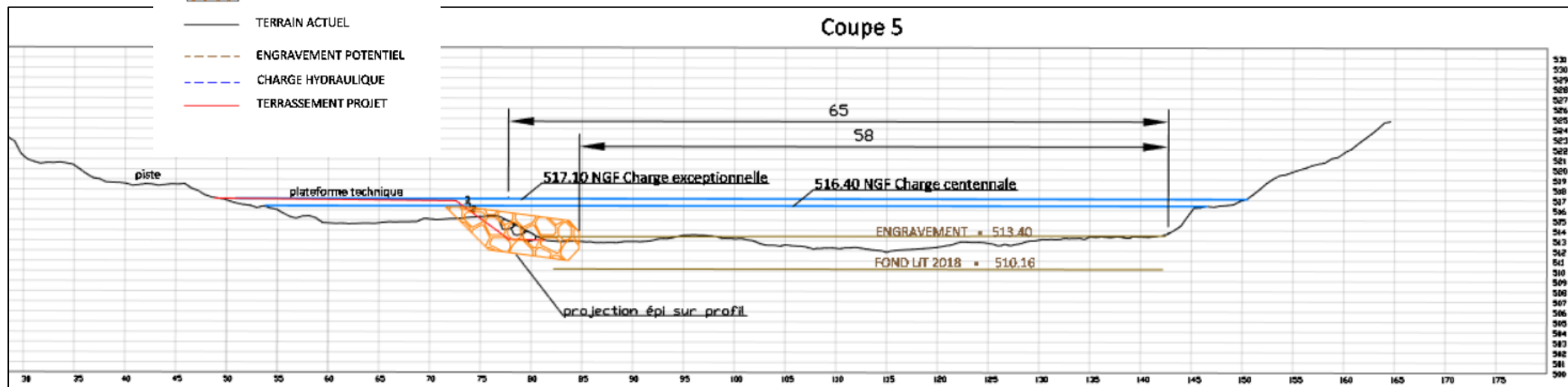


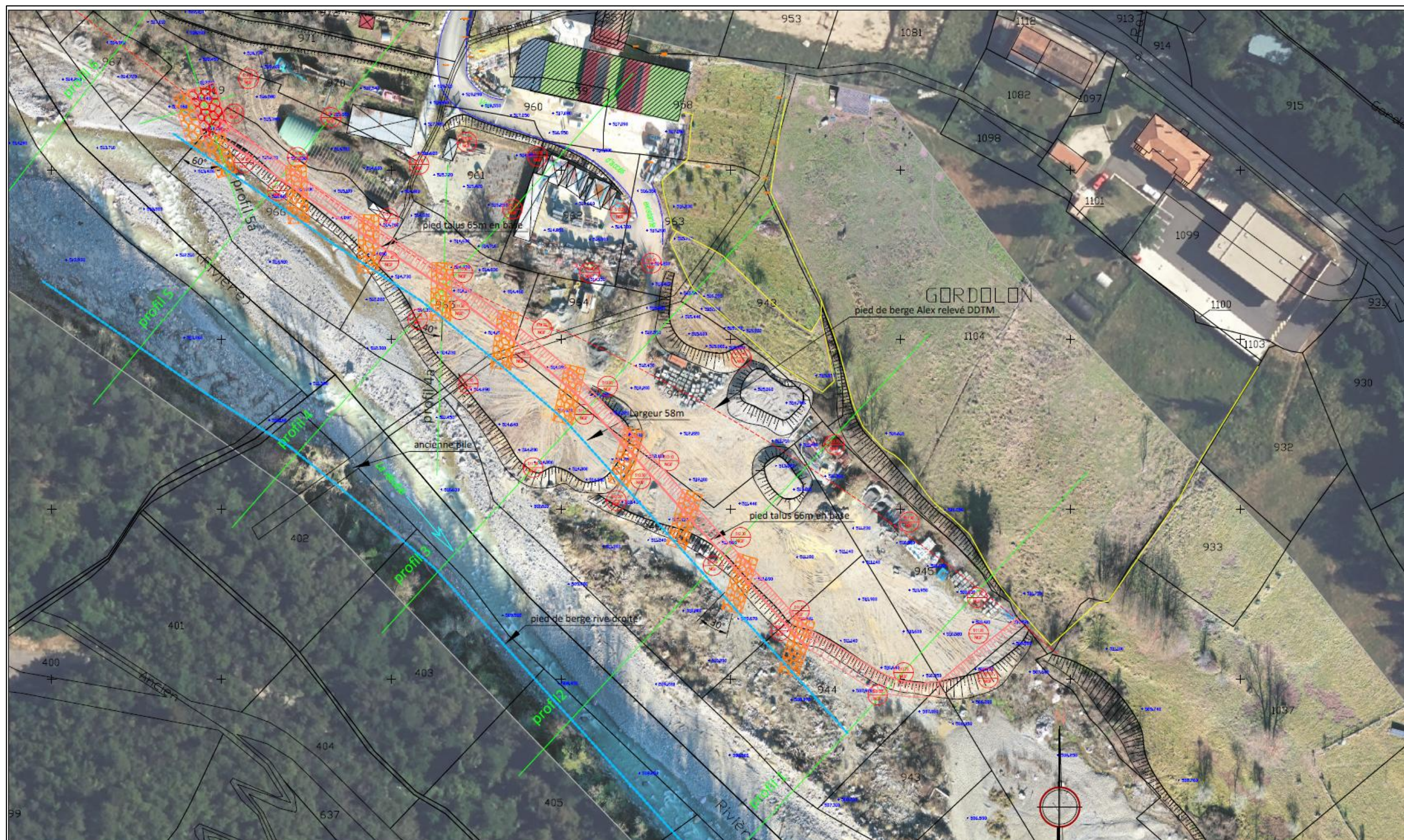
Coupe 4



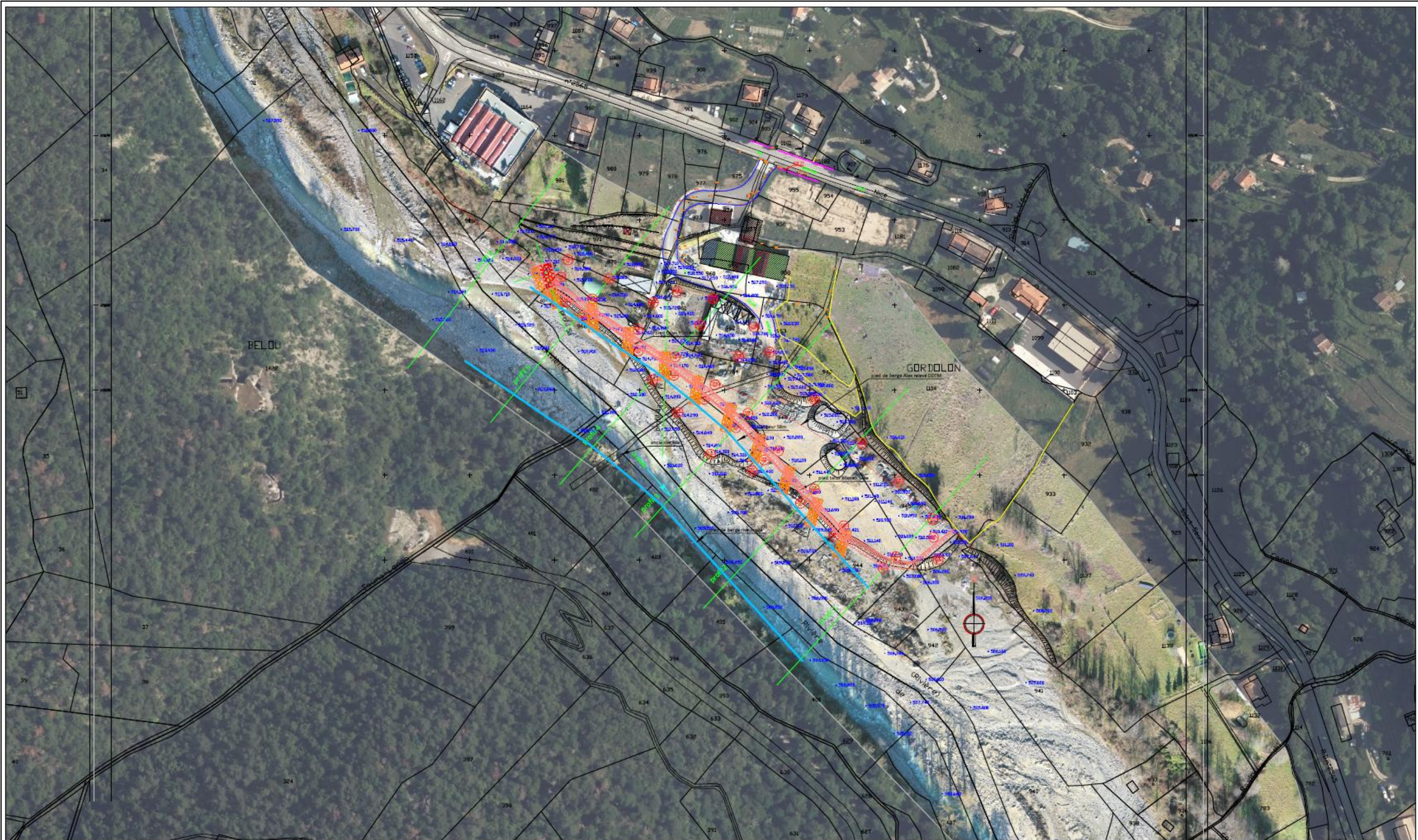
LEGENDE

-  ENROCHEMENT BETONNE
-  ENROCHEMENT LIBRE
-  TERRAIN ACTUEL
-  ENGRAVEMENT POTENTIEL
-  CHARGE HYDRAULIQUE
-  TERRASSEMENT PROJET

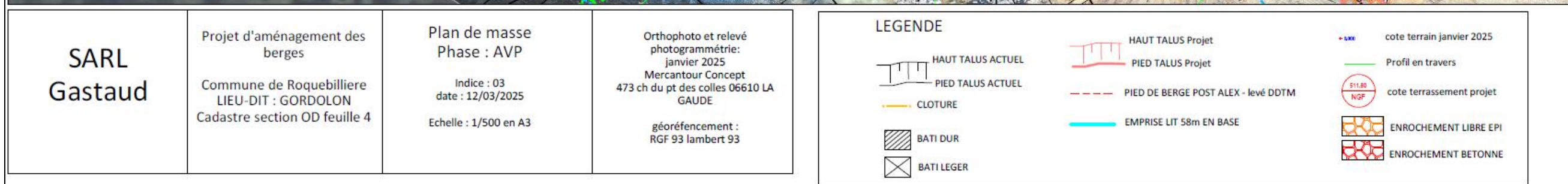


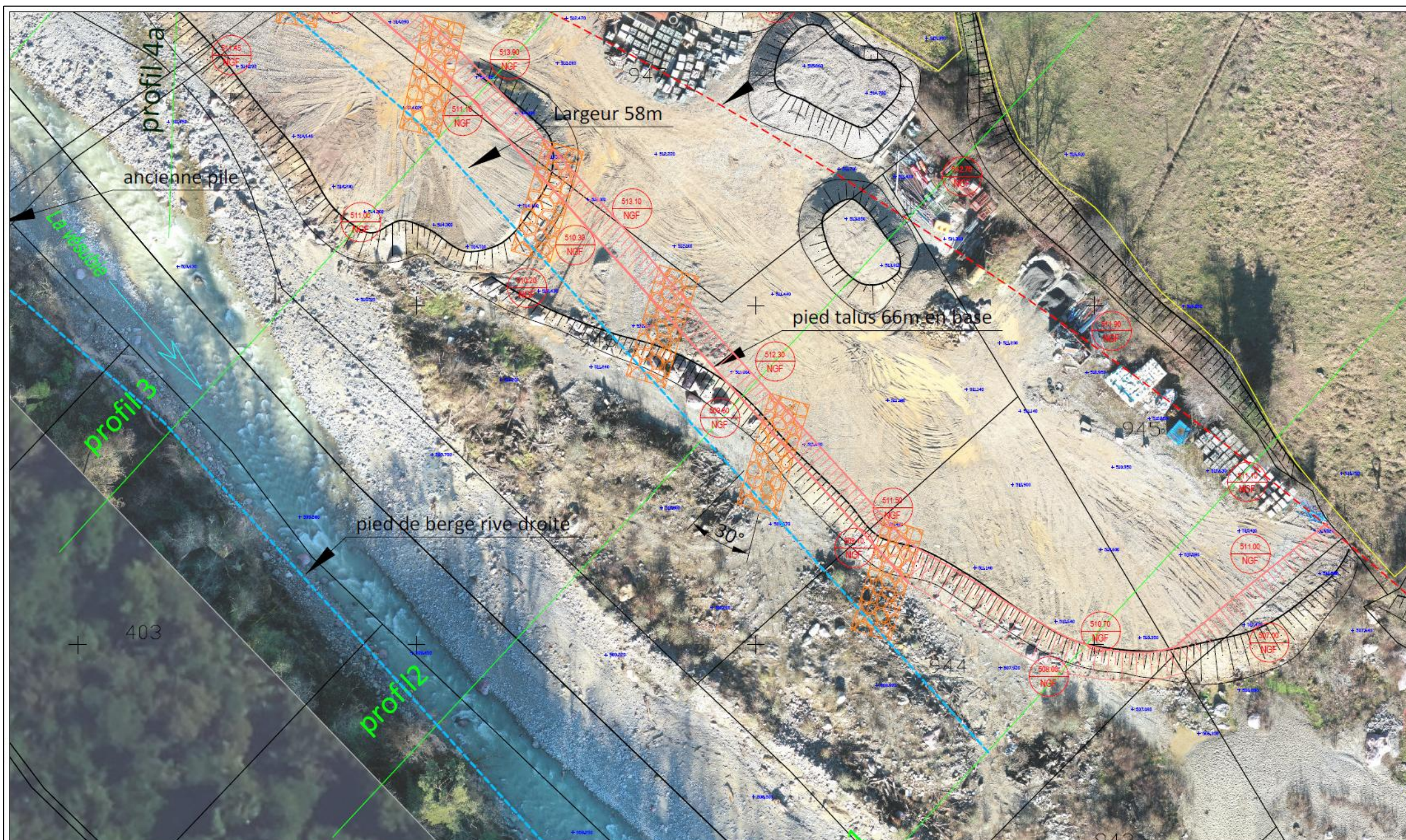


SARL Gastaud	Projet d'aménagement des berges Commune de Roquebillière LIEU-DIT : GORDOLON Cadastre section OD feuille 4	Plan de masse Phase : AVP Indice : 03 date : 12/03/2025 Echelle : 1/1000 en A3	Orthophoto et relevé photogrammétrique: janvier 2025 Mercantour Concept 473 ch du pt des colles 06610 LA GAUDE géoréférencement : RGF 93 lambert 93	LEGENDE HAUT TALUS ACTUEL PIÉD TALUS ACTUEL CLOTURE BATI DUR BATI LEGER HAUT TALUS Projet PIÉD TALUS Projet PIÉD DE BERGE POST ALEX - levé DDTM EMPRISE LIT 58m EN BASE cote terrain janvier 2025 Profil en travers cote terrassement projet ENROCHEMENT LIBRE EPI ENROCHEMENT BETONNE
--------------------------------	--	---	---	---



SARL Gastaud	Projet d'aménagement des berges Commune de Roquebillière LIEU-DIT : GORDOLON Cadastre section OD feuille 4	Plan de masse Phase : AVP Indice : 03 date : 12/03/2025 Echelle : 1/2000 en A3	Orthophoto et relevé photogrammétrique: janvier 2025 Mercantour Concept 473 ch du pt des colles 06610 LA GAUDE géoréférencement : RGF 93 lambert 93	LEGENDE HAUT TALUS ACTUEL PIED TALUS ACTUEL CLOTURE BATI DUR BATI LEGER HAUT TALUS Projet PIED TALUS Projet PIED DE BERGE POST ALEX - levé DDTM EMPRISE LIT 58m EN BASE cote terrain janvier 2025 Profil en travers cote terrassement projet ENROCHEMENT LIBRE EPI ENROCHEMENT BETONNE
--------------------------------	--	---	---	---





SARL Gastaud	Projet d'aménagement des berges Commune de Roquebilliere LIEU-DIT : GORDOLON Cadastre section OD feuille 4	Plan de masse Phase : AVP Indice : 03 date : 12/03/2025 Echelle : 1/500 en A3	Orthophoto et relevé photogrammétrie: janvier 2025 Mercantour Concept 473 ch du pt des colles 06610 LA GAUDE géoréférencement : RGF 93 lambert 93	LEGENDE HAUT TALUS ACTUEL PIED TALUS ACTUEL CLOTURE BATI DUR BATI LEGER HAUT TALUS Projet PIED TALUS Projet PIED DE BERGE POST ALEX - levé DDTM EMPRISE LIT 58m EN BASE cote terrain janvier 2025 Profil en travers cote terrassement projet ENROCHEMENT LIBRE EPI ENROCHEMENT BETONNE
--------------------------------	--	--	---	--

8. Phasage

Les travaux seront réalisés en 3 phases :

Phase 1 :

Phase de reprofilage des remblais. Cette phase est réalisée totalement hors d'eau. Les déblais sont décaissés conformément aux plans des travaux, jusqu'à une cote de +1m du fond du lit de la Vésubie de manière à ne pas avoir de remontée de nappe dans les zones de travail.

Phase 2 :

Phase de construction de la protection de berge. Cette phase nécessite une déviation des écoulements de la Vésubie qui sera à adapter en fonction du cheminement exact de la Vésubie au démarrage des travaux. A ce jour, seuls les 3 premiers épis nécessiteraient une déviation des eaux sur 30m de longueur pour fermer un des bras de la Vésubie venant couler en rive gauche en pied des protections à construire.

Une pêche de sauvetage piscicole est réalisée préalablement sur le tronçon à court circuiter.

Le bras existant, rive droite de la Vésubie à ce niveau, sera approfondi sur 1m maximum pour dévier les écoulements dans ce chenal. Une fois le bras rive gauche asséché, un merlon sera érigé de 1.5 m de hauteur environ sur 60m de longueur pour éviter un retour des écoulements en pied de berge le temps des travaux. Ce merlon sera érigé à sec avec les matériaux des atterrissements situés au-dessus de la ligne d'eau.

Les fouilles de fondations des épis se font ensuite totalement en dehors du chenal d'écoulement dans une zone isolée du lit vif. En fonction des niveaux de nappe, des pompages d'eau pourraient être nécessaires pour assécher temporairement les fouilles. Les eaux d'exhaures seront dirigées dans des bassins de décantation en série, suffisamment dimensionnés pour atteindre les objectifs de décantation souhaitée. Les bassins sont implantés sur des zones d'atterrissements rive gauche en dehors de tout écoulement.



Exemple de bassin de décantation en série sur la Vésubie

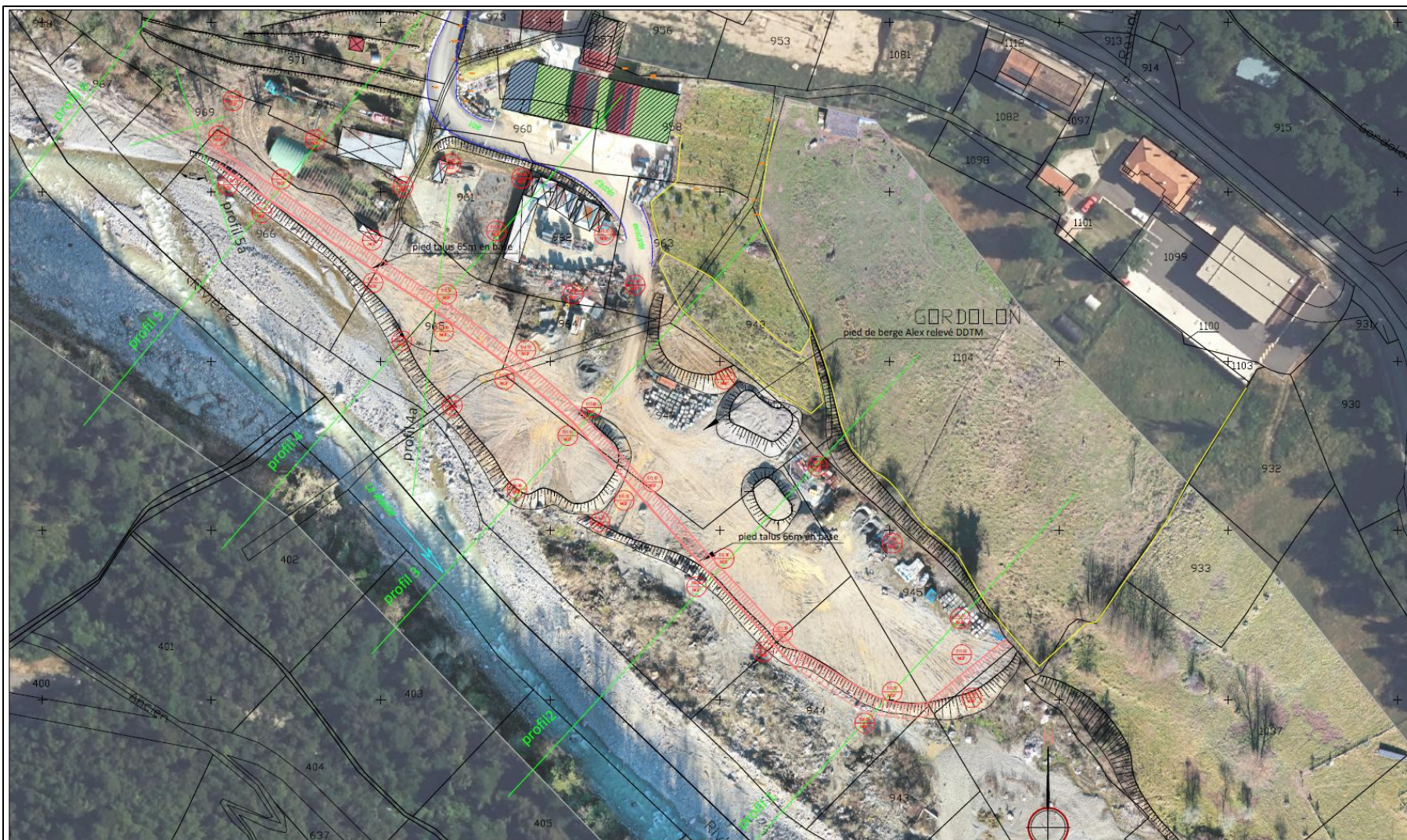
L'ensemble des terrassements dans le lit, pour la réalisation du merlon et des bassins de décantation sera effectué avec les matériaux des atterrissements, sans aucun prélèvement ni apport exogène de matériaux.

Phase 3 :

Phase de remise en état du lit.

En fin de chantier, le merlon est arrasé en régulant les matériaux sur une fine épaisseur sur les atterrissements à sec en bordure du lit. Le chenal en eau n'est pas modifié.

La zone de terrassement des épis est reprofilée avec une légère pente vers le lit de 1% comme prévu aux plans du projet.



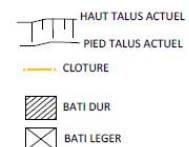
**SARL
Gastaud**

Projet d'aménagement des
berges
Commune de Roquebillière
LIEU-DIT : GORDOLON
Cadastré section OD feuille 4

Plan de phasage
Phase 1
Indice : 03
date : 12/03/2025
Echelle : 1/1000 en A3

Orthophoto et relevé
photogrammétrie:
janvier 2025
Mercantour Concept
473 ch du pt des colles 06610 LA
GAUDE
géoréférencement :
RGF 93 lambert 93

LEGENDE



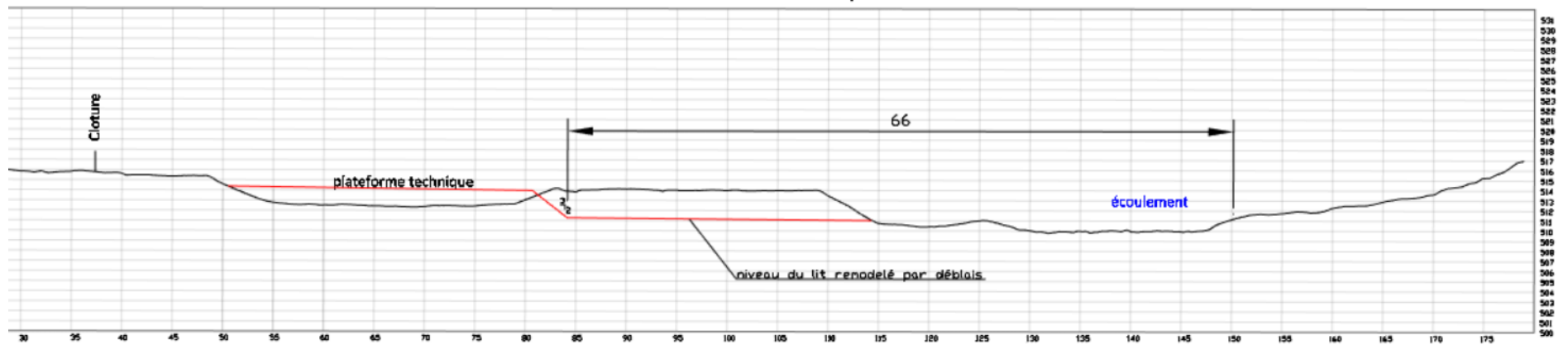
Coupe 1 - Phase 1



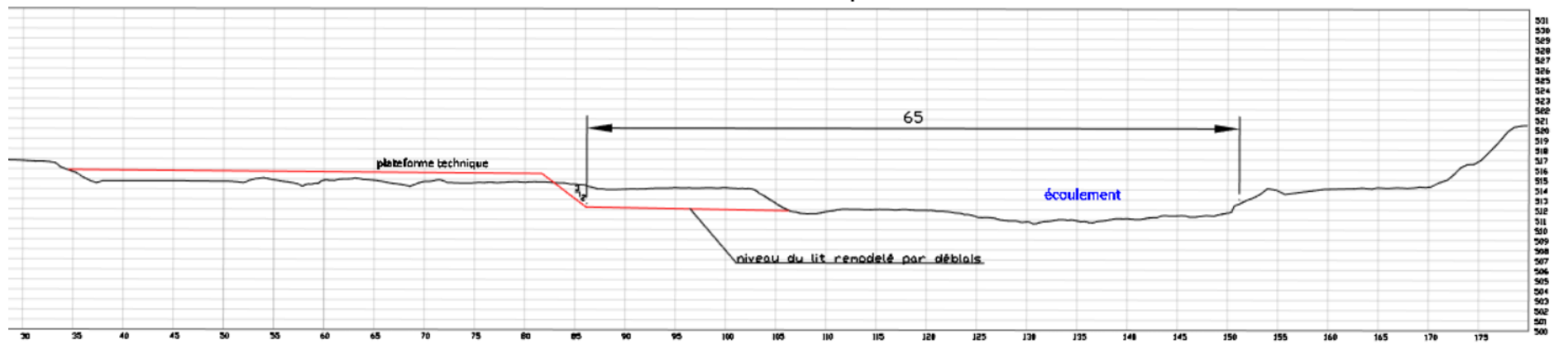
Coupe 2 - Phase 1



Coupe 3- Phase 1



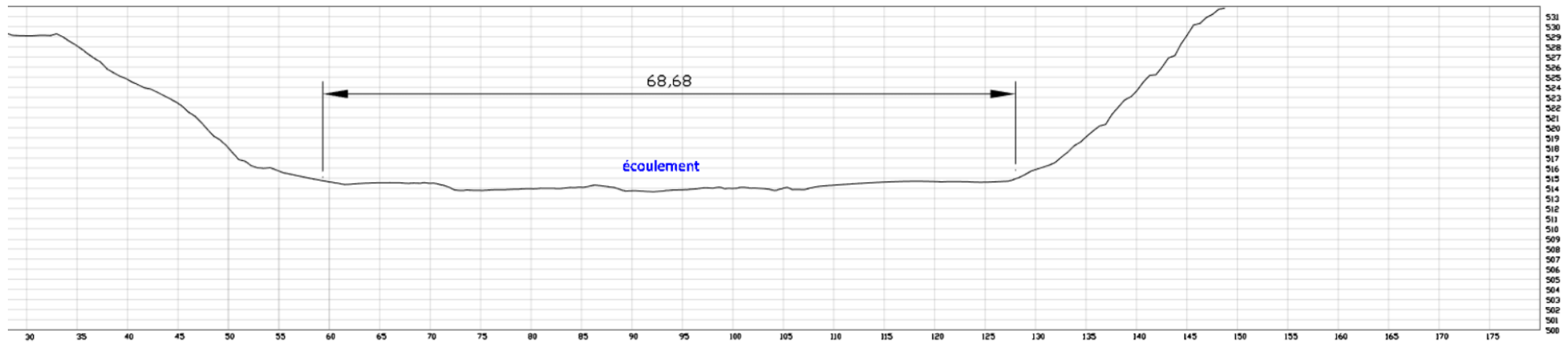
Coupe 4- Phase 1

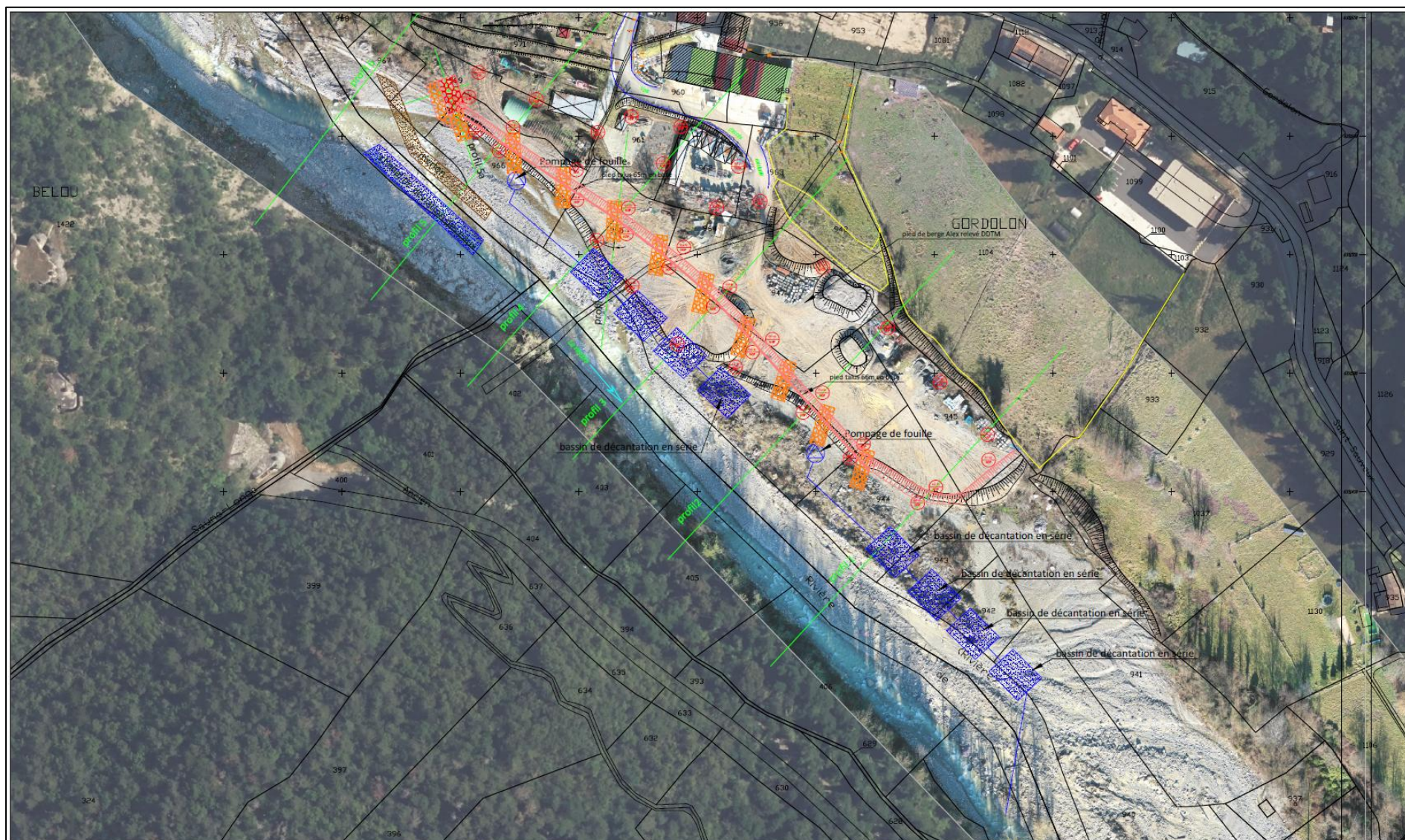


Coupe 5- Phase 1



Coupe 6 - Phase 1





**SARL
Gastaud**

Projet d'aménagement des
berges

Commune de Roquebilliere
LIEU-DIT : GORDOLON
Cadastre section OD feuille 4

**Plan de phasage
Phase 2**

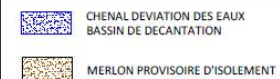
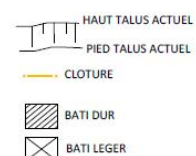
Indice : 03
date : 12/03/2025

Echelle : 1/1000 en A3

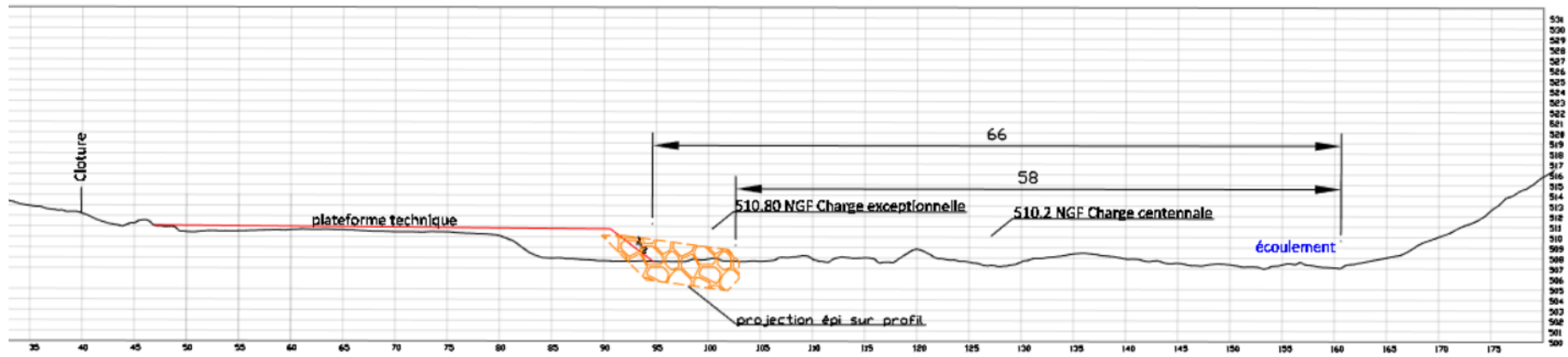
Orthophoto et relevé
photogrammétrie:
janvier 2025
Mercantour Concept
473 ch du pt des colles 06610 LA
GAUDE

géoréférencement :
RGF 93 lambert 93

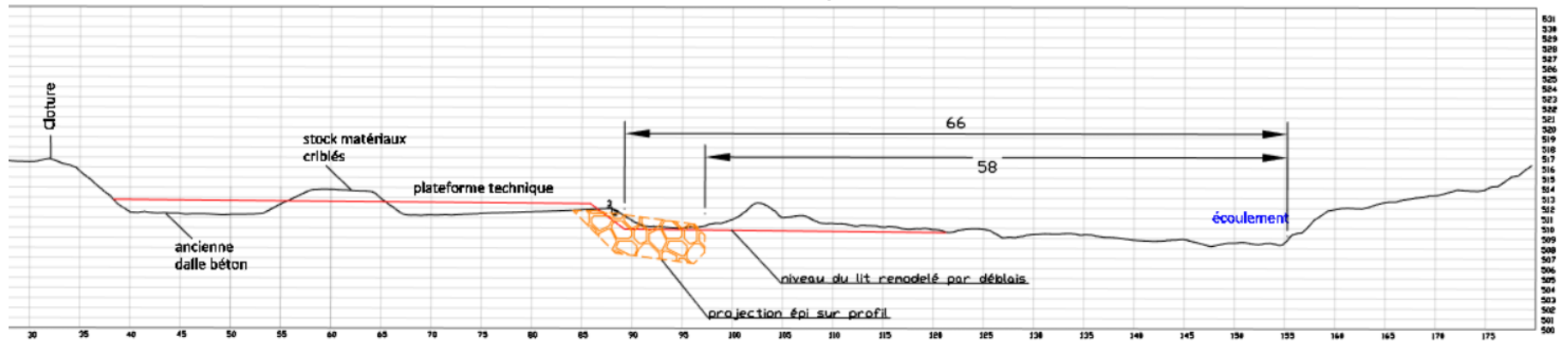
LEGENDE



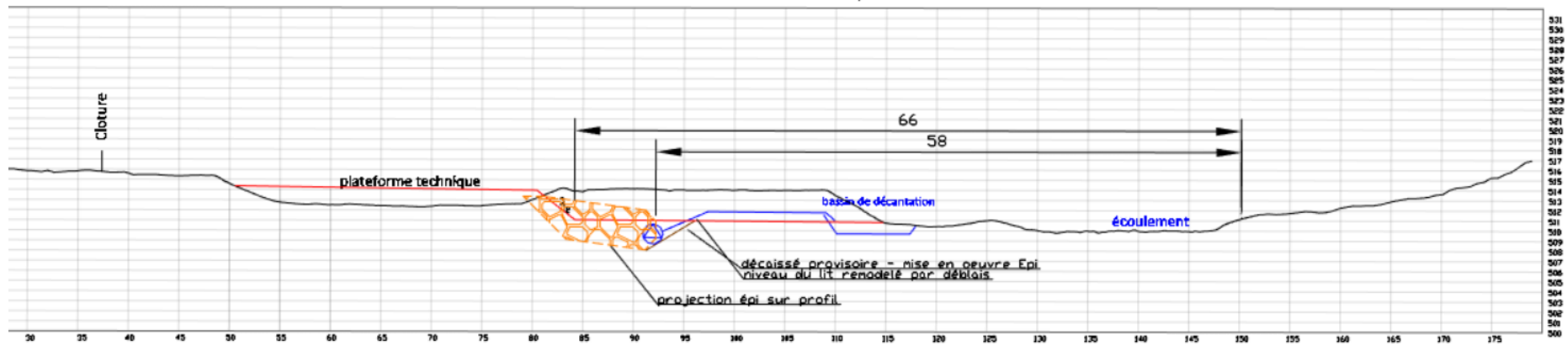
Coupe 1 - Phase 2



Coupe 2 - Phase 2



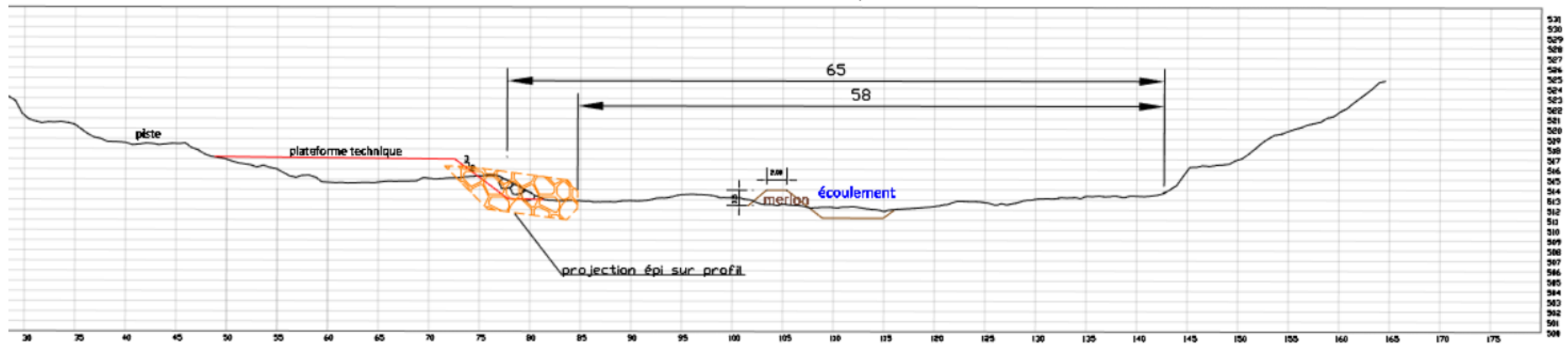
Coupe 3- Phase 2



Coupe 4- Phase 2



Coupe 5- Phase 2



Coupe 6

