

Rapport

05 / 2021

PA00509323H0001
29 SEP. 2023

Propositions d'aménagements contre les crues du ravin de la Ruine

Avant-Projet

Commune de Névache

OFFICE NATIONAL DES FORETS

*Service de Restauration des Terrains en
Montagne des Hautes-Alpes*

5, rue des Silos – BP 96 – 05003 GAP cedex

Tél. : 04.92.53.61.12 - Fax : 04.92.53.19.87

E.mail : rtm.gap@onf.fr - Web : www.onf.fr



Historique de la diffusion

Version	Date	Commentaires
1		Version transmise au maître d'ouvrage

Rédacteur et validation

Rédacteur du rapport	
Nom - Prénom : FOUQUET Marc Fonction : Ingénieur spécialisé en hydraulique torrentielle Date :	

Validation	
Nom - Prénom : Marie-Pierre MICHAUD Fonction : Cheffe du Service RTM05 Date : 20/05/2021	

Ont également participé à l'élaboration de cette étude :

- Gilles ASTIER, Responsable territorial RTM,
- Didier MOUGEL (ONF/RTM 05) : appuis Autocad-Covadis.

Cliché page de garde : vue générale de l'emprise des débordements d'août 2018

Table des Matières

0.	CONTEXTE ET OBJECTIF	7
1.	PRÉSENTATION DE L'ÉTAT ACTUEL ET DES ENJEUX	8
1.1.	Localisation générale du projet	8
1.2.	Situation administrative du projet	8
1.3.	Aménagements existants	9
1.4.	Enjeux concernés	9
1.5.	Bilan et synthèse des études menées sur le torrent	10
2.	DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT	11
2.1.	Données topographiques utilisées	11
2.2.	Réalisation de profils en travers et d'un profil en long	11
2.3.	Description succincte de la partie supérieure du bassin versant	12
2.4.	Analyse du profil en long	18
2.5.	Analyse des lignes de plus grande pente : conséquences en cas de débordement	19
3.	ANALYSE HYDRAULIQUE	20
3.1.	Synthèse de l'étude hydraulique ETRM	20
3.1.1.	Historique des crues	20
3.1.2.	Synthèse de l'étude des conditions d'écoulement	20
3.2.	Compléments hydrauliques	23
3.2.1.	Contexte et Etudes passées	23
3.2.2.	Outils et Conditions initiales de simulation	23
3.2.3.	Résultats des modélisations	26
4.	DESCRIPTION DES TRAVAUX	29
4.1.	Objectif des travaux et aléa de référence	29
4.2.	Principe d'aménagement	29
4.3.	Description détaillée des travaux	30
4.3.1.	Travaux de chenalisation : PT1 à PT12-1	30
4.3.2.	Remodelage amont	32
4.3.3.	Gestion des eaux résiduelles de ruissellement	33
5.	VÉRIFICATION DE L'EFFICACITÉ DES TRAVAUX	34
5.1.	hypothèses	34
5.2.	Résultats	34

6.	CONDITIONS DE RÉALISATION DES TRAVAUX	36
6.1.	Accès à la zone de travaux	36
6.2.	Enlèvement de la végétation	36
6.3.	Dérivation des eaux	36
7.	ESTIMATION DES TRAVAUX	37
8.	PHASAGE DES TRAVAUX	38
9.	DÉMARCHES ADMINISTRATIVES PRÉALABLES	39
9.1.	Autorisation environnementale unique	39
9.1.1.	Procédures relatives à la loi sur l'Eau	39
9.1.2.	Procédures relatives aux études d'impact	39
9.1.3.	Procédures relatives à la protection de l'environnement	39
9.1.4.	Procédures relatives au défrichage	39
9.2.	Procédures relatives au document d'urbanisme	39
9.3.	Procédure relative au site classe	39
9.4.	Déclaration d'Intérêt Général	39
	ANNEXES	40

0. CONTEXTE ET OBJECTIF

Le 5 août 2018, le ravin de la Ruine à Névache a produit une lave torrentielle importante touchant une partie du hameau du Sallé situé sur son cône de déjection.

Des travaux d'urgence post crue (consistant en un curage du lit et la mise en place d'un merlon en rive droite) ont été effectués en août 2018 par la commune de Névache. Bien que sommaires, ces travaux ont permis de diminuer rapidement le risque de débordement au regard de la situation précédent la crue du 5 août 2018.

Le bureau d'études ETRM a réalisé en 2018-2019 une étude préliminaire contenant :

- Une description détaillée du bassin versant et du cône de déjection ;
- Un retour d'expérience post-crue (crue du 5 août 2018 d'occurrence supérieure ou égale à 100 ans) ;
- Une caractérisation de l'aléa torrentiel de ce ravin (production de laves torrentielles boueuses et probabilité non négligeable que celles-ci touchent le hameau du Sallé, cartographie de l'aléa torrentiel sur le cône de déjection, volume de lave estimé à 18 000 m³) ;
- Des propositions sommaires d'aménagements en vue de diminuer les risques liés à ce torrent. Celles-ci passent par la réalisation d'un merlon en rive droite du torrent permettant de renvoyer les écoulements en rive gauche de la piste de ski (éloignée des premiers enjeux) et par un recalibrage du lit (élargissement et léger approfondissement).

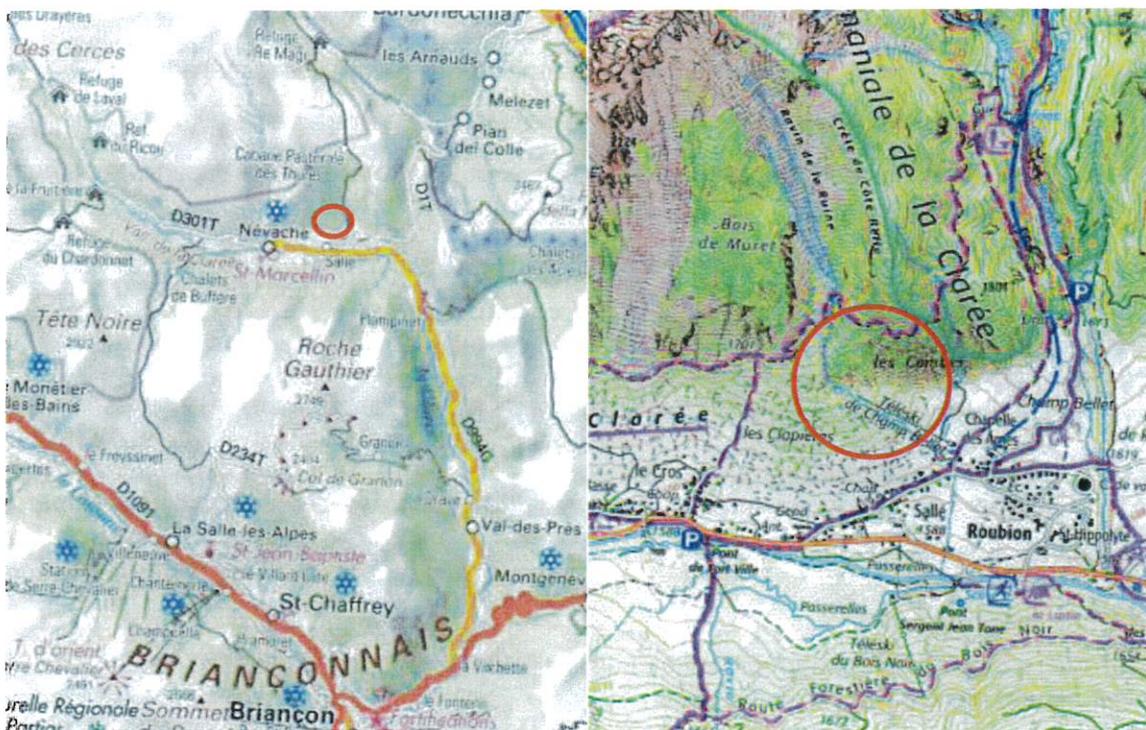
La commune de Névache a ainsi confié au service RTM de l'ONF des Hautes-Alpes la réalisation d'une étude d'Avant-Projet afin de préciser ces aménagements tant sur les plans technique, financier que réglementaire.

Cet AVP se base sur la topographie issue du levé LIDAR réalisé par l'Etat le 19/07/2019 suite aux crues de nombreux affluents de la Clarée.

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTAT ACTUEL ET DES ENJEUX

1.1. LOCALISATION GÉNÉRALE DU PROJET

Le projet d'aménagement se situe à l'apex du cône et dans le chenal d'écoulement du ravin de la Ruine situé au hameau du Sallé sur le territoire communal de Névache.



Localisation générale du projet
(carte IGN – source : Géoportail)

Localisation plus précise du projet
(carte topographique IGN – source : Géoportail)

1.2. SITUATION ADMINISTRATIVE DU PROJET

Le tableau présenté en page suivante récapitule les parcelles cadastrales et les noms des propriétaires concernés par les travaux.

Les parcelles concernées sont sises sur le territoire communal de Névache et appartiennent à la commune et à des propriétaires privées.

L'accord de ces derniers devra ainsi être recherché. Une Déclaration d'Intérêt Général sera établie en amont de la réalisation des travaux.

LISTE DES PARCELLES CADASTRALES CONCERNEES PAR LES TRAVAUX

COMMUNES	Feuille	Parcelle	Commune Privé	Nom	Prénom	Adresse	Indiv. O/N
NEVACHE	OC	0035	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	0976		LAGAIN ROUX	DENISE CORINNE	LE CADRAN SOLAIRE - 26 AV BALDENBERGER - 05100 BRIANCON	O
NEVACHE	OC	0977	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	1000	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	1001	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	1002	Privé	ALLONETTO	MAURICE	05100 NEVACHE	N
NEVACHE	OC	1003	Privé	PAILLER	CLAUDE	STE MARGUERITE - 05100 NEVACHE	N
NEVACHE	OC	1004	Privé	ROCHAS ROCHAS ROCHAS	JEAN-CLAUDE BERTRAND MARIE-CLAIRE	HLM LES CLAPIERES - SALE - 05100 NEVACHE SALE - 05100 NEVACHE SALE - 05100 NEVACHE	O
NEVACHE	OC	1005	Privé	VACHET	ANDRE	13 RUE DE LA FREYRIE - 05100 VAL-DES-PRES	N
NEVACHE	OC	1006	Privé	PRAT VACHER	BERNARD NATHALIE	LE CLOT DE SAIGNE - 05400 MANTEYER 17 RUE MASARYK - 69009 LYON	O
NEVACHE	OC	1007	Privé	POULIN	CLAUDE	LES LAVANDES - 13 BD DE GABES - 13008 MARSEILLE	N
NEVACHE	OC	1008	Privé	SOCIETE AMENAGEMENT FONCIER ET ETABLISSEMENT RURAL PROVENCE		116 RTE DE LA DURANCE - 04100 MANOSQUE	O
NEVACHE	OC	1009	Privé	HILAIRE	LAURENT	CHEZ M PERRET JEAN - SALE - 05100 NEVACHE	N
NEVACHE	OC	1010	Privé	CARAIL	CLAUDE	15 RUE DU MURET - SAINT-EGREVE - 38120 ST-EGREVE	N
NEVACHE	OC	1011	Privé	LAGAIN ROUX	DENISE CORINNE	LE CADRAN SOLAIRE - 26 AV BALDENBERGER - 05100 BRIANCON	O
NEVACHE	OC	1012	Privé	CARAIL	JEAN	10 RUE DES LILAS - 38240 MEYLAN	N
NEVACHE	OC	1015	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	1605	Privé	FOURNIER	MAGDELEINE	24 RUE HENRY LE CHATELIER - 84000 AVIGNON	N
NEVACHE	OC	1606	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	1684	Commune			Commune de Névache	N

LISTE DES PARCELLES CADASTRALES CONCERNEES PAR L'OUVERTURE DE L'ACCES A LA PARTIE AMONT

COMMUNES	Feuille	Parcelle	Commune Privé	Nom	Prénom	Adresse	Indiv. O/N
NEVACHE	OC	1679	Commune			Commune de Névache	N
NEVACHE	OC	1680	Privé	ROCHAS ROCHAS ROCHAS	JEAN-CLAUDE BERTRAND MARIE-CLAIRE	HLM LES CLAPIERES - SALE - 05100 NEVACHE SALE - 05100 NEVACHE SALE - 05100 NEVACHE	O
NEVACHE	OC	1682	Privé	POULIN	HENRI	32 RUE DU BACCHU BER - 05100 BRIANCON	N
NEVACHE	OC	1688	Privé	LAGAIN ROUX	DENISE CORINNE	LE CADRAN SOLAIRE - 26 AV BALDENBERGER - 05100 BRIANCON	
NEVACHE	OC	1689	Privé	TOMASSONE	OLIVIANA	52 BORGATA SARETTE - MEANA DI SUSANA - Italie	N
NEVACHE	OC	1690	Privé	PASCALLON	ANDREE	315 CHE DE ROCHE PLAGE - 38510 MORESTEL	N
NEVACHE	OC	1691		JULLIARD	ANNE	8 PL VICTOR HUGO - 38000 GRENOBLE	N

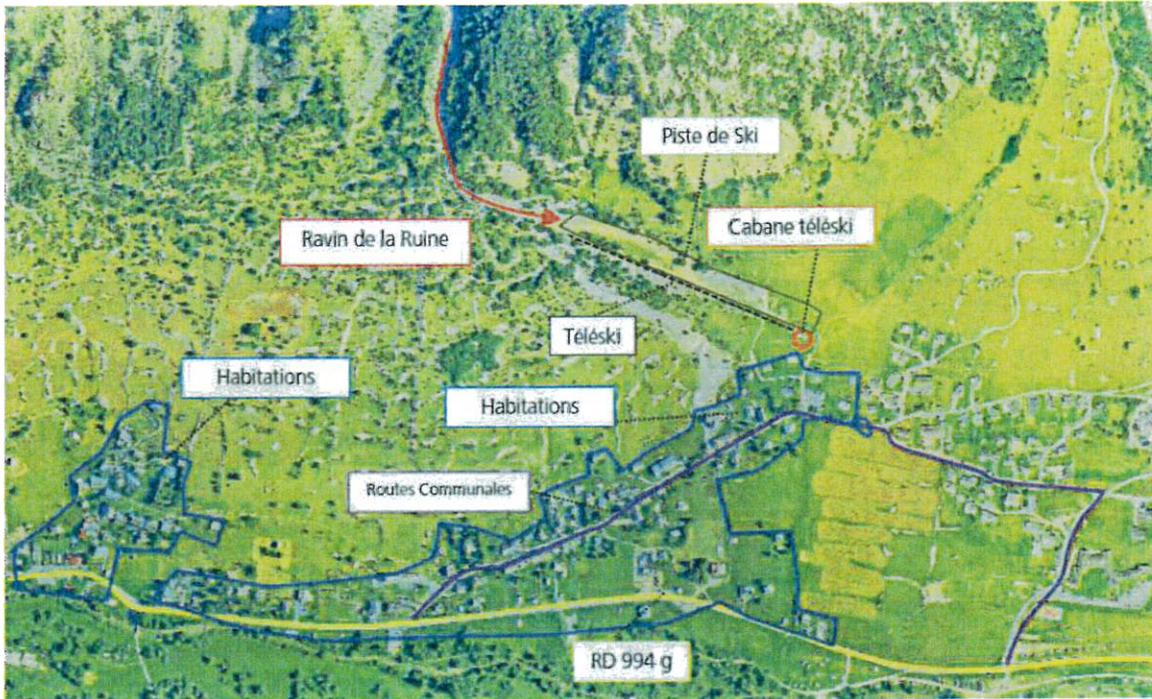
1.3. AMENAGEMENTS EXISTANTS

Le seul aménagement destiné à réduire les risques de débordement du ravin de la Ruine est un merlon en tout-venant issu du curage réalisé en urgence suite à la crue de 5 août 2018. Nous reviendrons sur la description de celui-ci dans la partie « analyse topographique » de cette étude.

1.4. ENJEUX CONCERNES

Les enjeux présents sur le cône de déjection du ravin de la Ruine sont les suivants :

- Le hameau du Sallé et ses habitations dispersées ;
- Les installations de ski de piste (piste, télésiège de Champ-Bellet, cabane de départ du télésiège) ;
- Une route communale traversant le hameau et la route départementale (D994g) le long de la Clarée ;
- Des champs ;



Localisation des principaux enjeux

1.5. BILAN ET SYNTHÈSE DES ÉTUDES MENEES SUR LE TORRENT

La seule étude menée sur le torrent de la Ruine est celle d'ETRM réalisé en 2018-2019 suite à la crue du 5 août 2018.

Cette étude aborde de manière détaillée :

- L'analyse descriptive détaillée du bassin versant (bassin versant de 0,5 km², très raide avec plusieurs bras supérieurs taillant leurs chenaux dans des éboulis fins très érodables).
- Un historique des crues (cf. chapitre suivant).
- Une retour d'expérience de la crue du 5 août 2018 (crue de période de retour estimée supérieure ou égale à 100 ans).
- L'analyse hydrologique et hydraulique (contexte d'écoulement en crue de laves torrentielles, volumes de laves de 12 000 m³, estimation des hauteurs d'écoulement et des zones de propagation : risque de débordement important en direction du hameau du Sallé).
- Des propositions d'aménagement. Celles-ci passent par la réalisation d'un merlon en rive droite du torrent permettant de renvoyer les écoulements en rive gauche de la piste de ski (éloignée des premiers enjeux) et par un recalibrage du lit (élargissement et léger approfondissement).

Cette étude se basait sur une topographie ancienne issue du MNT-LIDAR de 2011 réalisé dans le cadre du plan de gestion de la Clarée.

L'obtention de données topographiques plus récentes (LIDAR 2019) va permettre d'effectuer quelques analyses et vérifications préalables au bon dimensionnement des aménagements.

2. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

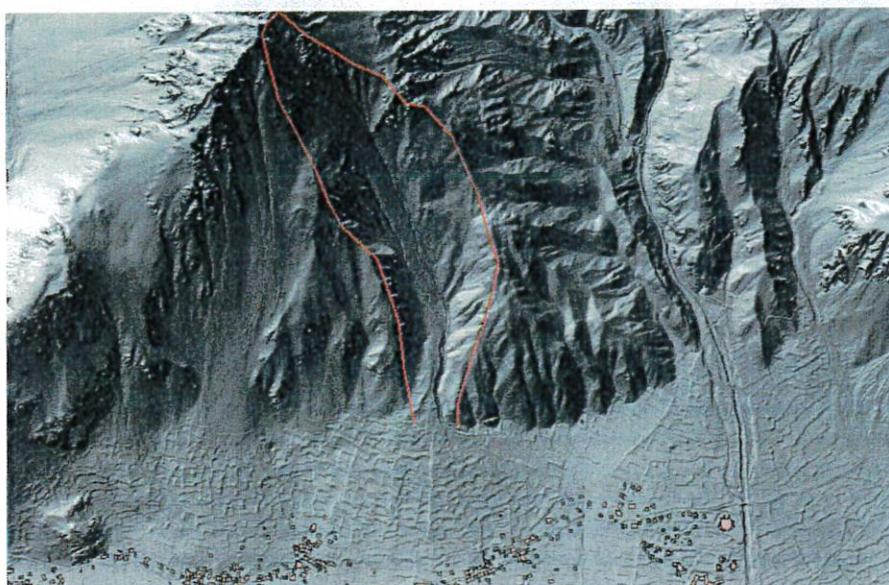
L'étude ETRM de 2019 avait déjà décrit de manière détaillée les spécificités topographiques du bassin versant étudié même si elle ne disposait pas de données topographiques précises (analyse terrain et reconnaissance par drone uniquement).

2.1. DONNEES TOPOGRAPHIQUES UTILISEES

Cette partie se base sur l'exploitation des données topographiques issues du LIDAR réalisé par HELIMAP le 19/07/2019 suite aux crues de nombreux affluents de la Clarée.

Ces données sont donc postérieures à la crue de juillet 2018 du ravin de la Ruine et à la réalisation des travaux de curage et de création d'un merlon en rive droite.

L'emprise du levé LIDAR est très vaste et couvre notamment tout le bassin versant du ravin de la Ruine. Un **modèle numérique de terrain** d'1m x1m a été réalisé à partir de ce levé. Il sert de base à la présente analyse topographique.



Modèle numérique de terrain utilisé dans la présente étude – délimitation du bassin versant du ravin de la Ruine représentée en rouge

Des photographies aériennes de très bonne qualité ont également été réalisées durant cette campagne et seront utilisées dans la présente étude.

2.2. REALISATION DE PROFILS EN TRAVERS ET D'UN PROFIL EN LONG

21 profils en travers, numérotés de l'amont vers l'aval, et un profil en long ont été réalisés à partir de ce MNT. La position de ces profils est représentée sur fond orthophotographique et sur fond d'ombrage MNT en pages suivantes.

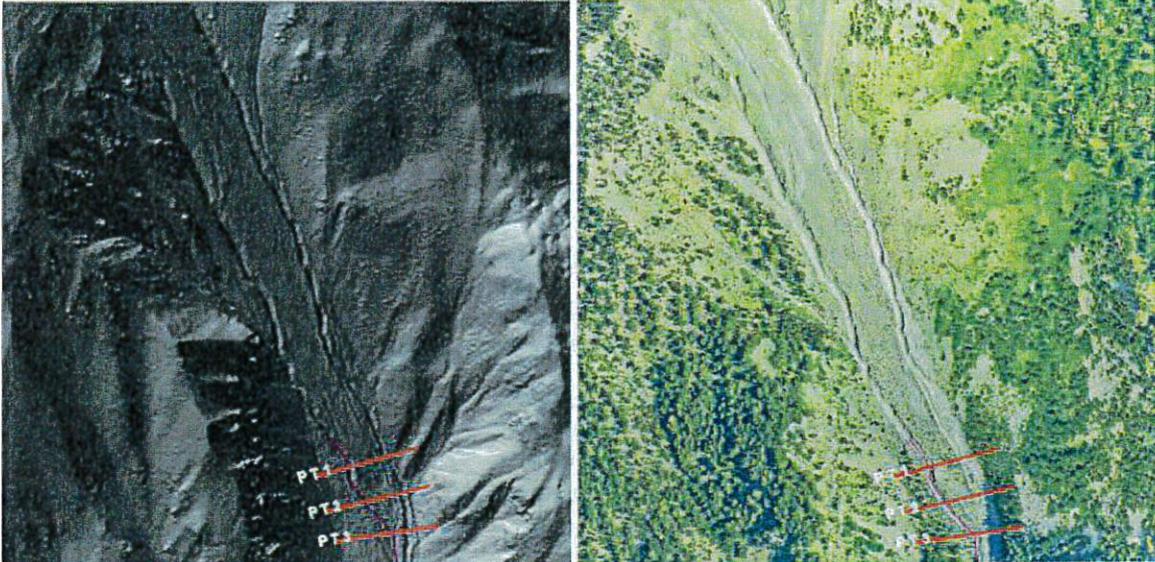
Le profil PT1 est situé à 1812 m NGF dans une zone où le chenal d'écoulement s'écoule encore essentiellement en 2 sous ravines. Le profil PT21 est situé à 1637 m NGF en bordure Est du cône de déjection et de la piste de ski.

Les profils en travers sont globalement perpendiculaires à l'axe général du profil en long. Sur la partie basse, ce dernier a été créé selon la direction souhaitée du futur lit.

29 SEP. 2023

2.3. DESCRIPTION SUCCINCTE DE LA PARTIE SUPERIEURE DU BASSIN VERSANT

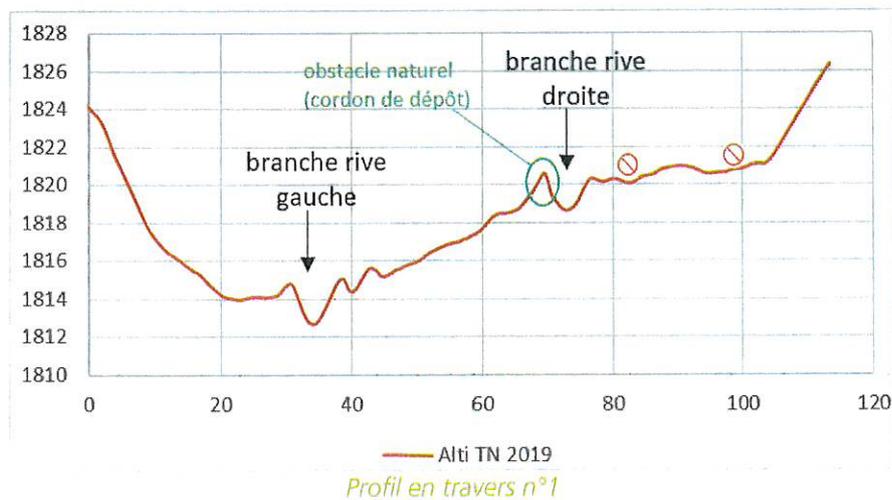
La partie supérieure se compose de vastes tabliers d'éboulis fins à pente raide creusés par de multiples chenaux. En dessous de 2150 m d'altitude, les écoulements des parties supérieures sont drainés par deux ravines principales espacées d'environ 50 m.



Partie située entre 2150 m et 1800 m d'altitude : les écoulements sont drainés par deux ravines principales

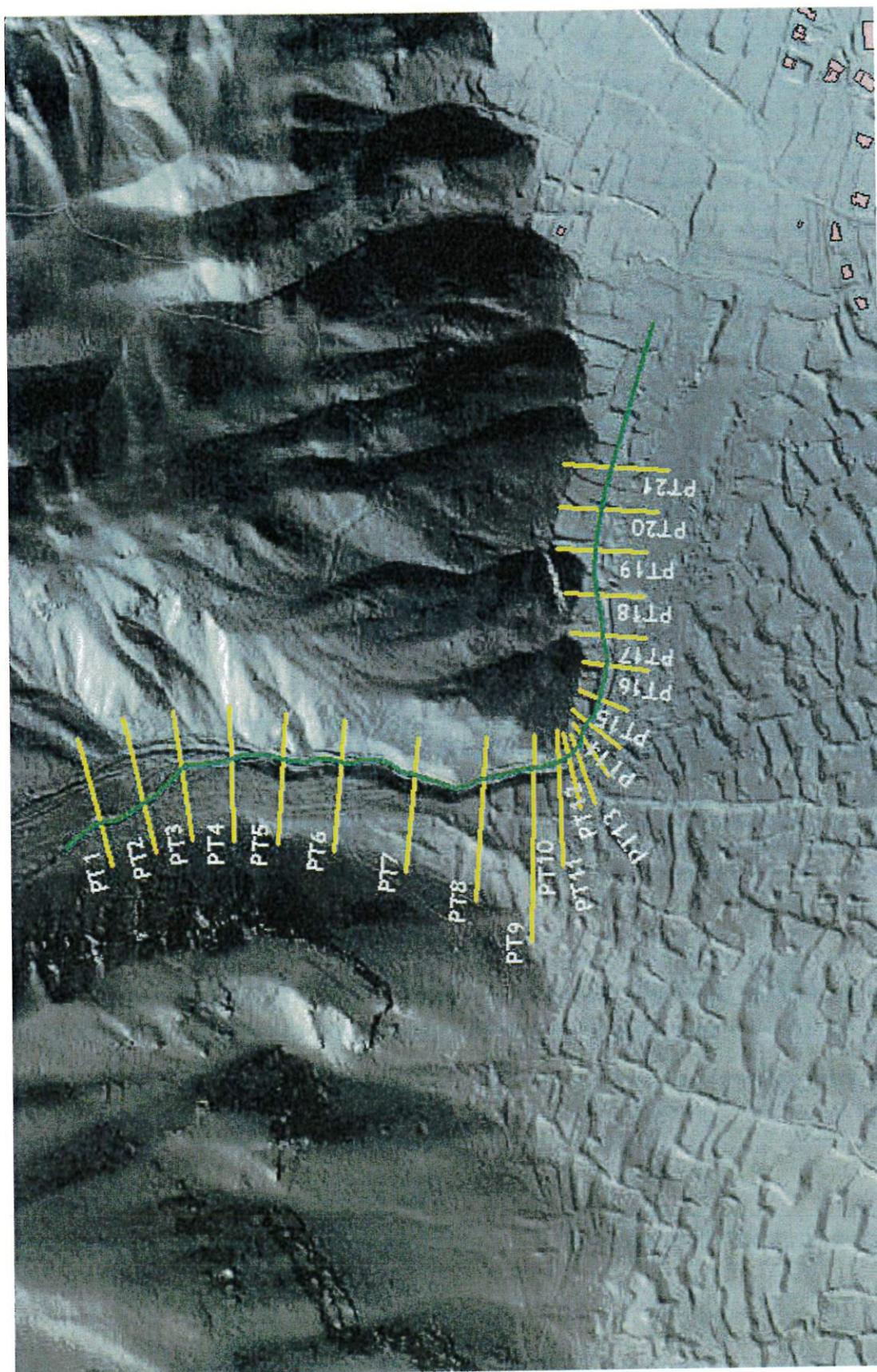
Jusqu'à 1800 m d'altitude, la ravine rive droite est celle qui semble concentrer le plus d'écoulements en période de crue. Sa position - bien plus basse que la ravine rive gauche - et le pendage du versant concentrent les écoulements dans la ravine rive droite et engendrent des phénomènes de surcreusement très importants. Ceux-ci peuvent atteindre près de 6 m dans cette ravine tandis qu'ils ne sont que d'1 mètre à 2 mètres en moyenne dans la ravine gauche.

A proximité amont de PT1 (à partir de 1840 m NGF), la tendance s'inverse franchement avec une ravine rive gauche située bien plus bas que la ravine rive droite. Cette dernière reste cependant bien incisée et assez peu de matériaux rejoignent la ravine rive gauche.



Le profil en travers n°1 est intéressant puisqu'il permet d'observer :

- La présence d'un merlon en rive gauche de la ravine rive droite empêchant les écoulements de rejoindre la ravine rive gauche (bourrelet de lave).



Localisation des profils en travers (en jaune) et du profil en long (en vert) sur fond MNT

PA00509323H0001

29 SEP. 2023

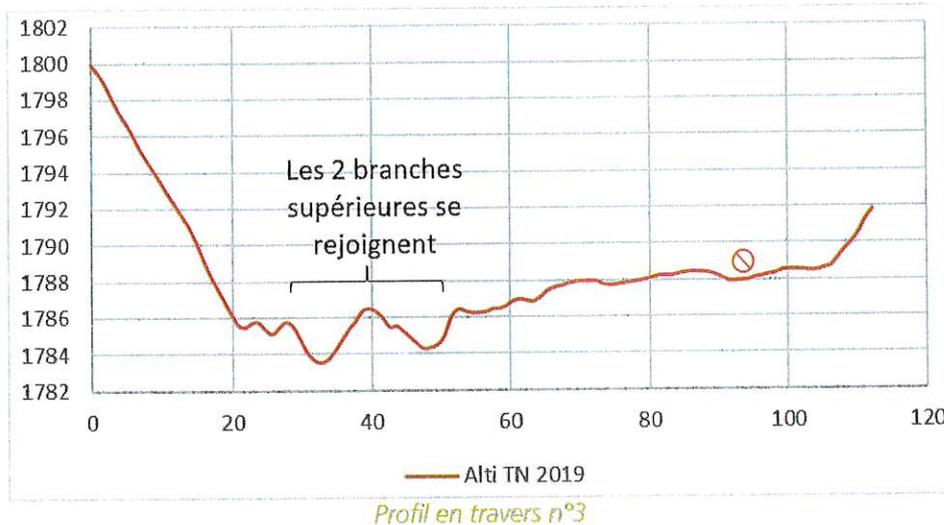


Localisation des profils en travers (en jaune) et du profil en long (en vert) sur fond orthophotographique

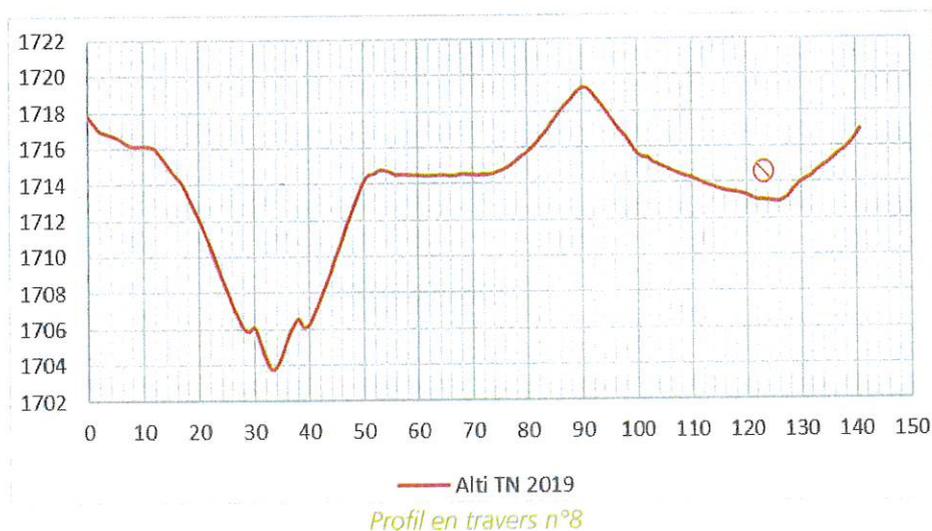
29 SEP. 2023

- La présence d'une ancienne terrasse perchée de débordements en rive droite matérialisée par les pictogrammes « sens interdit » sur les schémas suivants et matérialisant les écoulements à éviter car il serait alors possible que le lit actuel « bascule » vers les quartiers de Sallé et Forville, voir du Cros.
- La dénivelée importante séparant les deux ravines (près de 5 m).

Ces deux ravines supérieures se rejoignent à l'aval immédiat du PT3 à 1780 m d'altitude environ pour créer un seul chenal de transit se concentrant au pied du versant rive gauche. Une grande terrasse comprenant un ancien chenal légèrement surcreusé est également présente contre le versant rive droite. Cette terrasse s'inscrit dans la continuité de celle observée sur les profils précédents et pourrait drainer des débordements venant de l'amont.



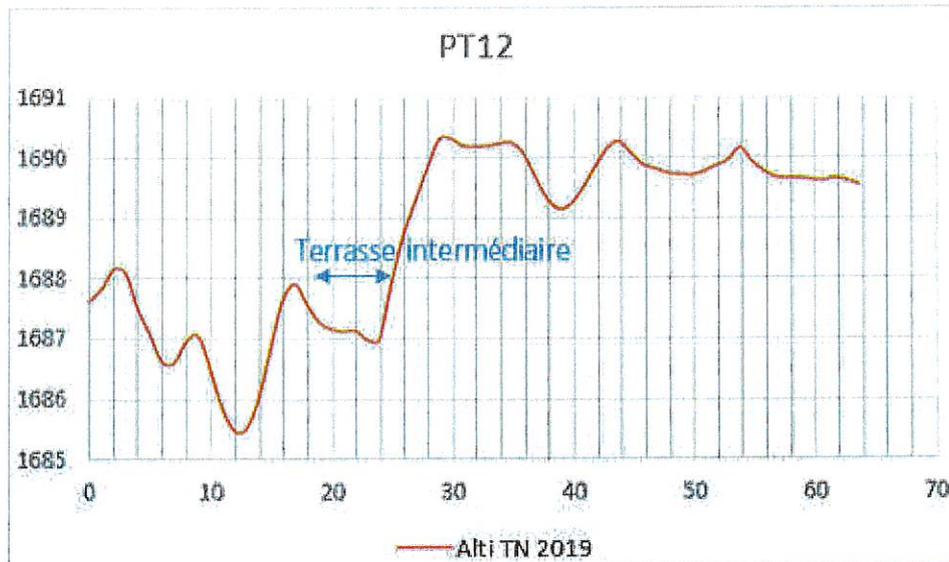
Ce chenal de transit d'orientation nord-sud présente un lit très marqué et étroit jusqu'au PT8, à 1704 m d'altitude. La revanche disponible avant que des débordements n'interviennent en rive droite atteint 10 m en moyenne. La terrasse perchée en rive droite est toujours présente et un merlon issu d'un ancien dépôt la divise en deux parties. Nous verrons par la suite que si d'éventuels écoulements débordants se concentrent au pied du versant rive droite, les présences cumulées de cet ancien chenal et du merlon central les dirigent à l'opposé du lit actuel, au centre et en rive droite du cône de déjection en direction de nombreux enjeux.



Du PT8 à PT10 le lit du ravin se concentre toujours au pied du versant rive gauche et commence à s'élargir progressivement. Une petite terrasse intermédiaire peu surélevée (de l'ordre de 2 m)

29 SEP. 2023

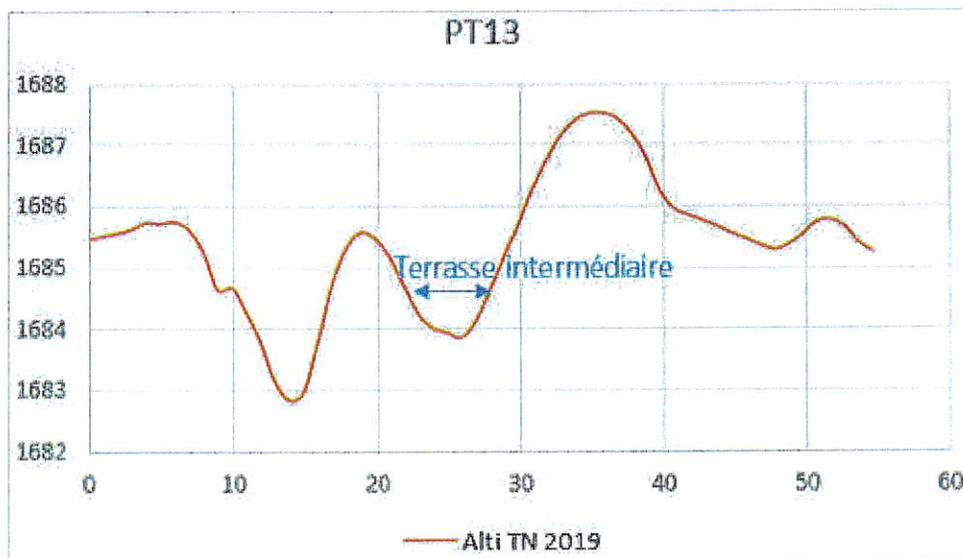
commence à prendre forme aux alentours de PT9, entre le lit surcreusé et la terrasse supérieure perchée, puis s'élargit progressivement à mesure que le torrent emprunte un virage marqué vers la gauche (PT11-PT12-PT13).



Profil en travers n°12 : terrasse intermédiaire bien visible en rive droite à l'altitude 1687 m NGF

Cette terrasse intermédiaire est située dans l'extrados du virage et se transforme au PT13 en un second chenal bien marqué. Il est alors pratiquement impossible que d'éventuels écoulements débordants parviennent à revenir dans le lit principal. Nous verrons que ceux-ci contourneraient la piste de ski et se dirigeraient droit vers les habitations du hameau du Sallé.

Ces profils en travers 11, 12 et 13 semblent ainsi très critiques vis-à-vis du risque de débordement.

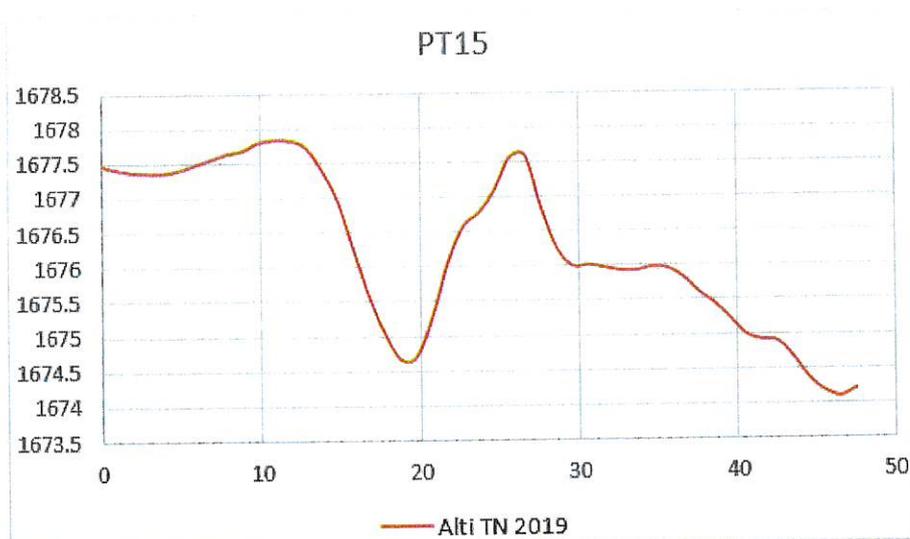


Profil en travers n°13 : terrasse intermédiaire bien visible en rive droite à l'altitude 1684 m NGF

C'est le cas également du profil en travers 14 qui présente une hauteur de berge rive droite de 2 m par rapport au fond du lit.

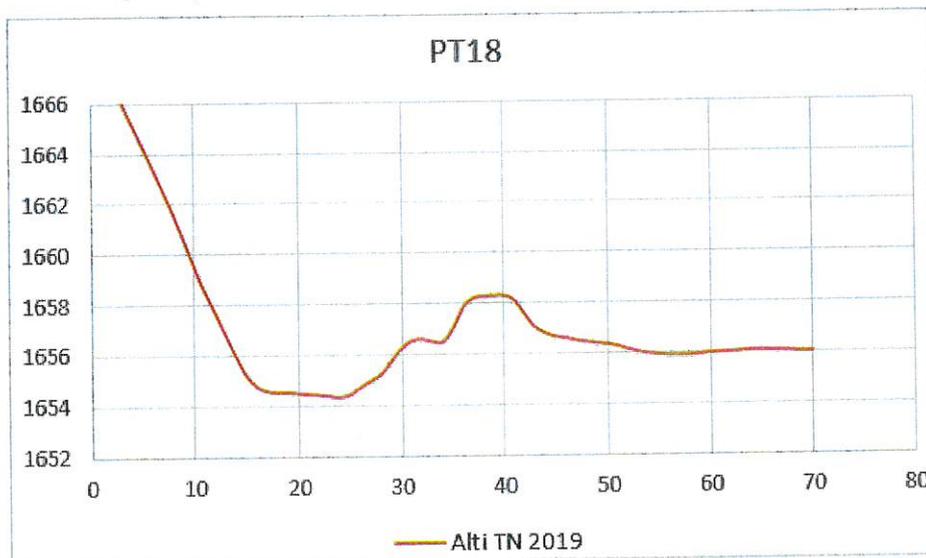
Le merlon de curage post-crue 2018 est bien visible en rive droite sur les profils PT14 à PT18 avec une hauteur de surélévation par rapport au TN comprise entre 1,5 m et 2,5 m et une crête très étroite d'à peine 1 m. La partie haute de cet ouvrage d'environ 120 ml semble ainsi fortement exposée aux phénomènes d'érosion.

29 SEP. 2023



Profil en travers n°15 : le merlon rive droite créé post-crue 2018 est bien visible

Au niveau de PT17, un ancien lit perché peu marqué est encore visible puis s'efface progressivement à l'aval. Aucun lit n'est clairement visible sur les profils suivants. L'un des aspects particulièrement intéressant sur ce secteur est la présence d'une vaste dépression naturelle située entre la piste de ski et le pied de versant rive gauche. **Il s'agit d'un secteur vers lequel il serait particulièrement intéressant de renvoyer les écoulements du ravin de la Ruine en période de crue puisque les laves auraient la place pour s'étaler et se déposer dans une zone éloignée des premiers enjeux.** Notons que c'était bien l'objectif du merlon créé en urgence post-crue 2018.



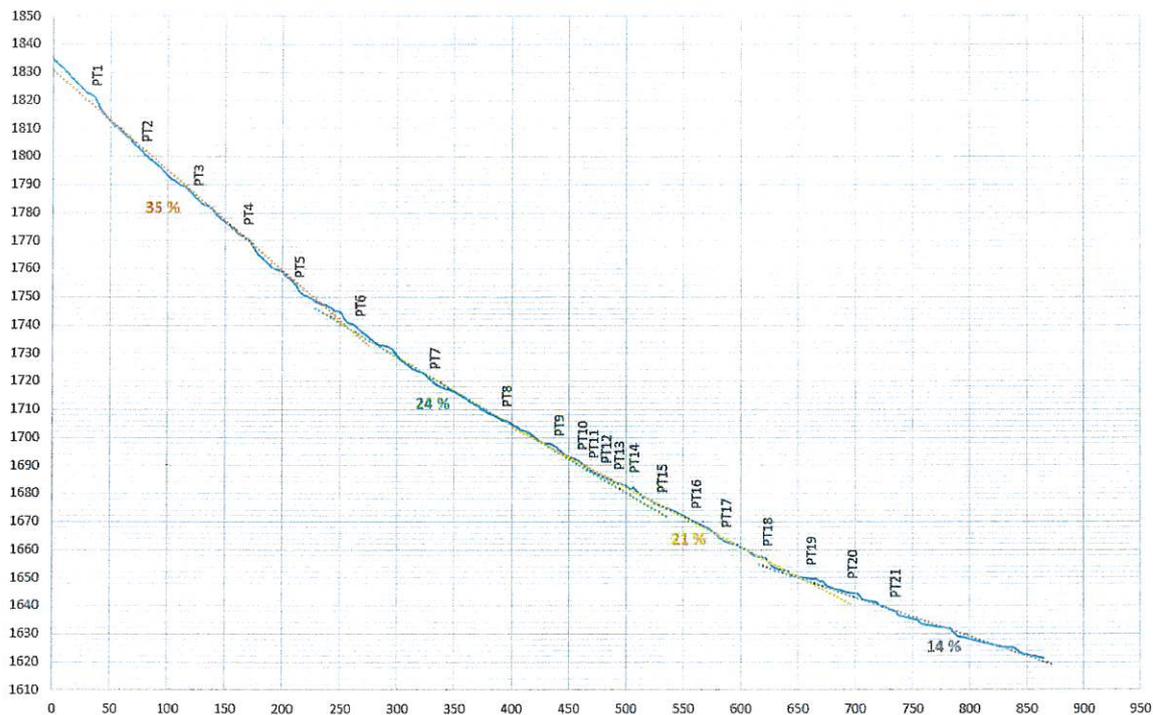
Profil en travers n°18 : présence d'une vaste zone en rive gauche permettant de chenaliser les écoulements de lave vers une zone à moindres enjeux. Le merlon post-crue 2018 est encore visible sur ce profil

A l'aval, du PT17 au PT21, plus aucun merlon permettant de concentrer les écoulements n'est présent. La pente du terrain naturel renvoie d'éventuels écoulements du ravin de la Ruine en direction de la piste de ski.

→ **SYNTHESE** : L'aménagement proposé devra tenir compte des points faibles relevés dans cette analyse : risque de contournement amont (PT1 à PT3), faible revanche de certains profils en travers (PT11 à PT14), faible dimension du merlon l'exposant au risque d'érosion.

2.4. ANALYSE DU PROFIL EN LONG

Le profil en long du ravin de la Ruine issu du levé LIDAR 2019 est représentée ci-dessous. Il a été tracé de l'amont vers l'aval en suivant d'abord la ravine rive droite à partir de 1835 m d'altitude, puis le chenal principal et enfin la direction vers laquelle il convient d'orienter les écoulements (entre la piste de ski et le versant rive gauche).



Profil en long du torrent de la Ruine issu du traitement du levé LIDAR réalisé en 2019

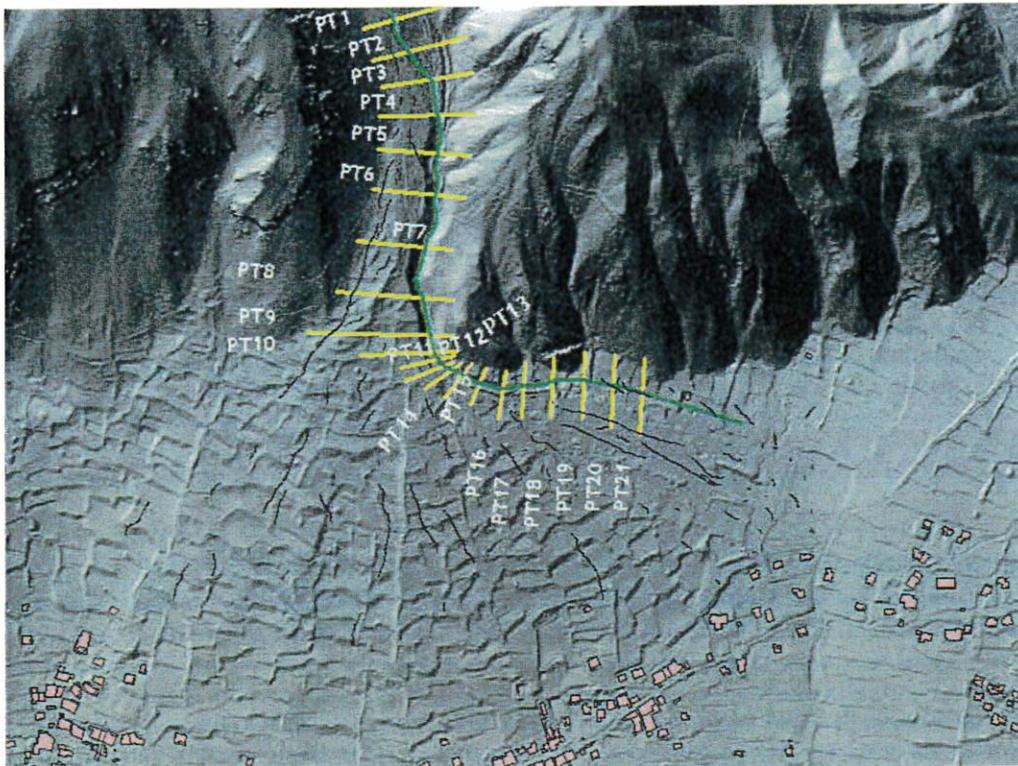
Principales remarques :

- Sur la partie amont du profil en long, la pente est soutenue et relativement constante autour de 35%. Il s'agit de la partie aval de la ravine rive droite avant la confluence avec la ravine rive gauche qui s'opère entre les PT3 et PT5.
- Une première rupture de pente marquée est observée aux alentours de 1740 m d'altitude (aux environs du PT6) avec un passage de 35% à 24%. D'importants dépôts sont susceptibles de se produire dans ce secteur. Celui-ci n'est pas particulièrement sujet aux débordements puisque la hauteur de la crête de berge rive droite est située entre 8 m et 10 m au-dessus du lit.
- Une autre rupture de pente est constatée vers 1710 m d'altitude (pente passant de 24% à 21%), entre les profils PT8 et PT9. Là encore il ne s'agit pas d'un problème particulier car cette rupture intervient dans une zone très encaissée et très étroite avec, pour les écoulements, une quasi-impossibilité de déborder en rive droite.
- La pente est ensuite remarquablement constante sur pratiquement 200 ml dans cette portion en virage pris par le torrent et ce jusqu'aux PT18-PT19. Aucune rupture de pente n'est présente dans la zone qui semble particulièrement sensible aux débordements (PT11 à PT14).
- Une dernière rupture de pente marquée a lieu aux alentours de 1650 m d'altitude (PT18-PT19) avec un passage de 21% à 14% à proximité immédiate de la zone d'arrivée du télési, dans un secteur où la largeur disponible est conséquente et la hauteur du merlon diminue franchement. L'analyse des lignes de plus grande pente montre cependant que d'éventuels écoulements débordants prendraient alors une direction à moindres enjeux.

→ L'aménagement pourra donc conserver la position actuelle des ruptures de pente du chenal, celles-ci s'effectuant dans des zones hydrauliquement plutôt propices.

2.5. ANALYSE DES LIGNES DE PLUS GRANDE PENTE : CONSEQUENCES EN CAS DE DEBORDEMENT

La figure suivante représente avec des traits noirs les lignes de plus grande pente tracées aléatoirement à proximité du chenal d'écoulement et sur le cône de déjection. Cette information est particulièrement intéressante car elle permet de visualiser quels pourraient être les trajectoires d'éventuels écoulements débordants.



Représentation de lignes de plus grande pente (traits noirs)

Principales remarques :

- Cette figure confirme l'analyse menée sur les profils en long et les risques de contournement du chenal principal en cas de débordement massif à proximité des PT1, PT2 et PT3. Si des écoulements parviennent à utiliser la terrasse située au pied du versant rive droite, ceux-ci suivraient un chemin de plus grande pente situé au pied du versant en direction des hameaux du Cros et de FortVille.
- D'éventuels écoulements débordants au niveau des PT11 à PT18 passeraient à l'amont et en rive droite de la piste de ski en direction du hameau du Sallé.
- A l'aval de PT19, les écoulements débordants seraient repris par la piste de ski et seraient envoyés dans une zone à moindres enjeux, à proximité de la cabane de départ du télési.

→ L'aménagement proposé devra donc favoriser autant que possible le maintien des écoulements du ravin de la Ruine dans son lit au moins jusqu'au PT19 et éviter son contournement amont.

3. ANALYSE HYDRAULIQUE

Cette partie a d'ores et déjà fait l'objet d'une analyse détaillée dans l'étude ETRM de 2019. De nombreux éléments seront donc repris de cette étude. **Compte-tenu des nouvelles données topographiques disponibles, de nouvelles simulations hydrauliques en l'état actuel ont été réalisés pour les besoins de la présente étude.**

3.1. SYNTHESE DE L'ETUDE HYDRAULIQUE ETRM

3.1.1. Historique des crues

Aucune crue historique n'a été recensée dans les archives.

D'après l'étude ETRM, plusieurs crues de très faible ampleur se sont cependant produites avant celle de début août 2018., notamment le 13 juillet 2011 et en 2011/2013.

D'après un riverain impacté, 3 crues se seraient succédées à l'été 2018 :

- Le mercredi 25 juillet
- Le mercredi 1^{er} août
- Et surtout le dimanche 5 août : c'est cet évènement qui a pris la forme d'une lave torrentielle et qui a engendré un engravement important au niveau d'une partie du hameau du Sallé.

La carte suivante récapitule l'emprise des engravements qui se sont produits lors de la crue du 5 août 2018. La description détaillée de cet évènement est présente dans l'étude ETRM.



Emprise des zones impactées par la crue du 5 août 2018 – fond orthophotographie LIDAR - 2011

3.1.2. Synthèse de l'étude des conditions d'écoulement

Le ravin de la Ruine produit en période de crue des laves torrentielles boueuses répondant au modèle d'Herschell-Buclkey dont la loi de comportement est donnée ci-dessous.

$$\tau = \tau_c + K \frac{\partial v}{\partial y}$$

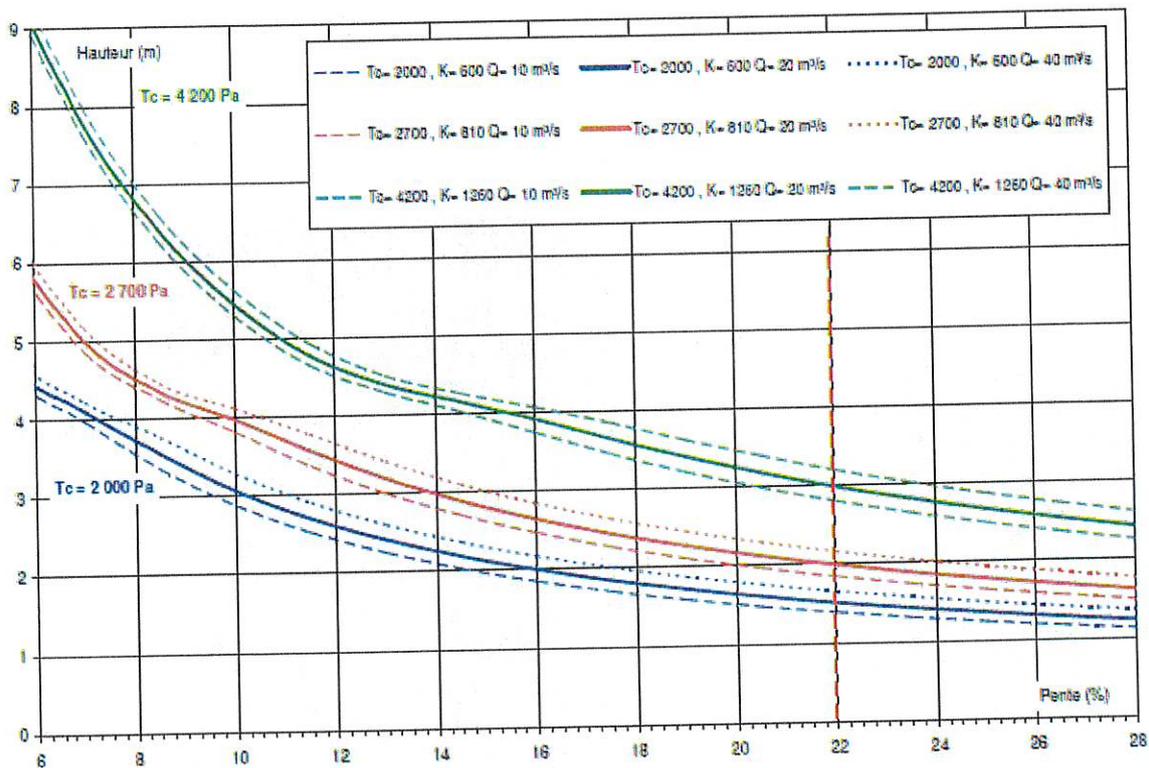
Avec

τ Contrainte de cisaillement	K Coefficient caractéristique du matériau
τ_c Seuil de contrainte dépendant du matériau	v Vitesse de lave à la cote y
	y Distance depuis le fond

Le débit et le volume associés à une lave torrentielle de période de retour d'ordre centennale s'élevaient respectivement à 12 m³/s et 18 000 m³.

L'analyse de la crue de 2018 a permis d'estimer des seuils de contrainte de cisaillement entre 2000 Pa et 4200 Pa.

A partir de ces hypothèses, des calculs simples ont été menés permettant d'estimer les hauteurs d'écoulements pour différentes gammes de pentes rencontrées dans le bassin versant et le cône de déjection du ravin de la Ruine (cf. graphique suivant).

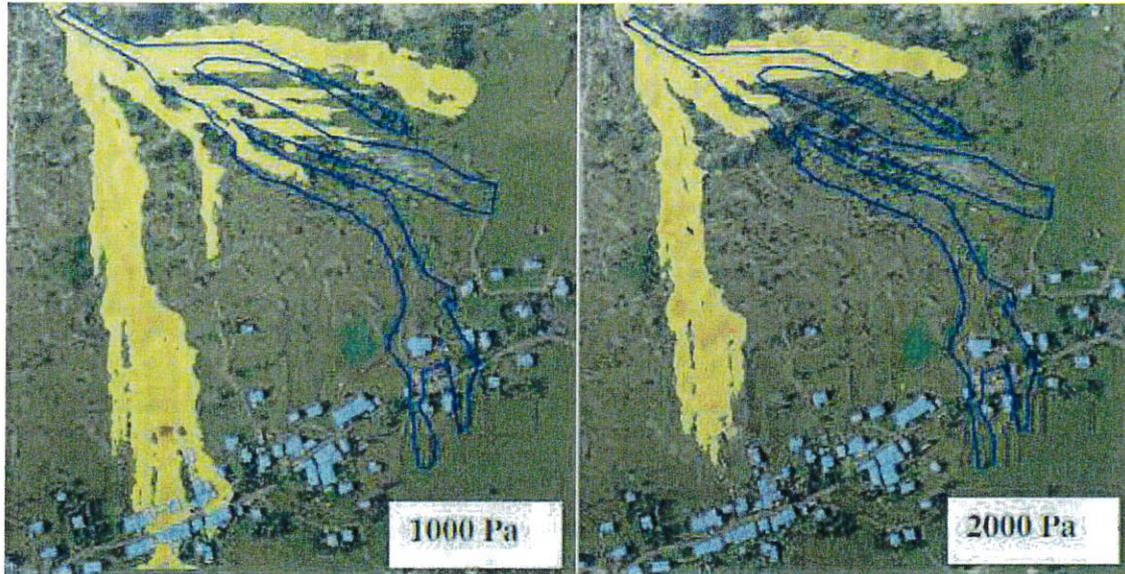


Calcul des hauteurs de laves pour différentes rhéologies et différentes gammes de pentes du bassin versant et du cône de déjection dans un lit de 1,7 m de large (extrait de l'étude ETRM)

Pour des pentes de 14% et de 22% que l'on rencontre en partie basse du chenal d'écoulement, les hauteurs d'écoulement peuvent atteindre des valeurs respectivement de 4 m et 3 m. Ces valeurs sont localement supérieures aux hauteurs de la berge rive droite.

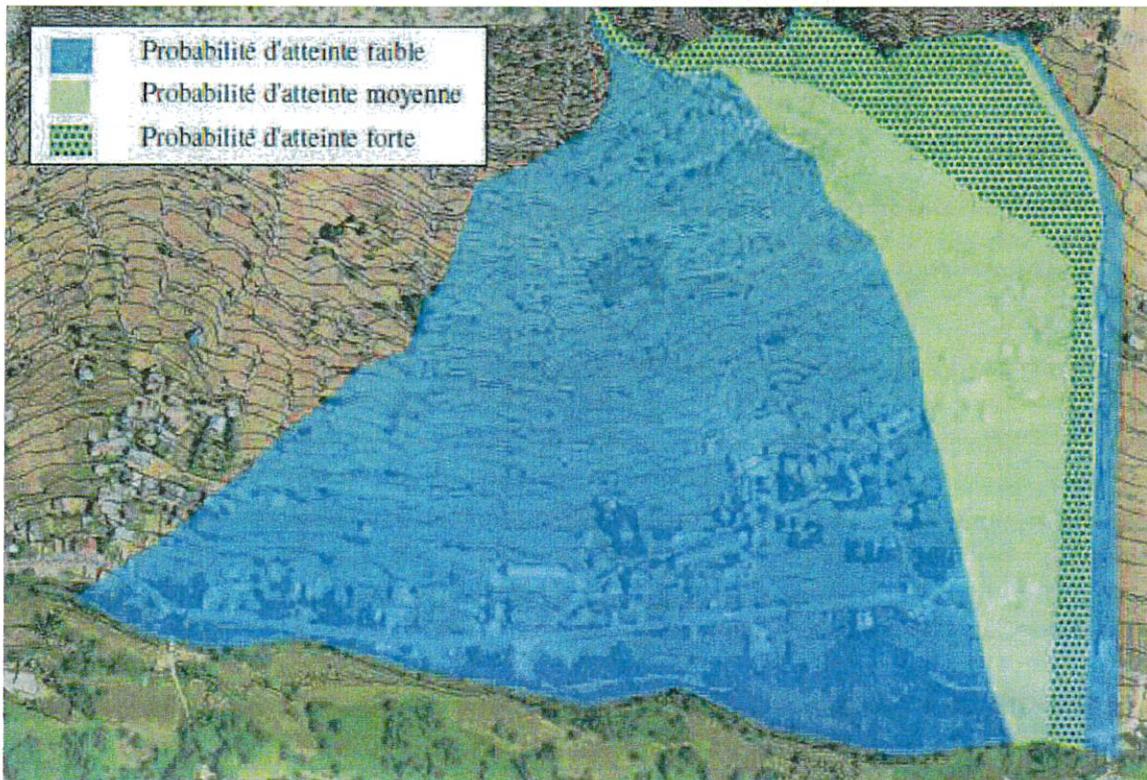
Une série de simulations avait également été effectuée sur la base des hypothèses précédentes et sur la seule topographie disponible (LIDAR datant de 2011). Elle confirmait les risques de débordements en partie haute du cône de déjection et la possibilité pour le torrent d'atteindre le hameau de Sallé.

29 SEP. 2023



Résultat des modélisations réalisées par le service RTM de l'ONF dans le cadre de l'étude ETRM – simulations réalisées avec le logiciel « lave 2D »

Le bureau d'étude ETRM a réalisé une cartographie prévisible du risque inondation en situation non aménagée. On s'aperçoit que le risque concerne la totalité du cône de déjection et que de nombreuses habitations sont situées en « probabilité d'atteinte moyenne ».



Zone inondable prévisible pour une crue centennale dans l'état actuel (étude ETRM)

3.2. COMPLEMENTS HYDRAULIQUES

3.2.1. Contexte et Etudes passées

Faute de données topographiques actualisées, les modélisations réalisées en janvier 2019 se basaient sur les données LIDAR du plan de gestion de la Clarée datant de 2011.

La topographie de 2011 ne reflète ainsi pas du tout celle actuelle compte-tenu :

- De la modification topographique engendrée par les apports massifs de diverses crues (dont celle d'août 2018),
- De quelques travaux d'urgence réalisés post crue 2018 afin consistant en un curage du lit et la création d'un merlon rudimentaire en rive droite.

L'objet de cette partie est de présenter les résultats de nouvelles simulations d'écoulements de laves torrentielles en situation actuelle (avec présence du merlon de déviation).

3.2.2. Outils et Conditions initiales de simulation

3.2.2.1. Logiciel

Le modèle LAVE 2D a été utilisé dans le cadre de cette étude. Il a été développé par IRSTEA pour simuler les écoulements de lave torrentielle boueuse. Les informations complètes sur les équations mises en jeu dans ce modèle sont celles présentées dans les travaux de Laigle (1998) et Laigle et al. (2003, 2010).

Ce modèle est fondé sur les équations de Saint Venant associées à une loi de frottement déduite des travaux de Coussot (1996) et ne s'appliquant qu'aux écoulements de laves torrentielles boueuses décrites par une loi de comportement de type Herschel-Bulkley.

De manière opérationnelle, le modèle calcule pour chaque maille, et pour chaque pas de temps de calcul, la hauteur de matériaux et la vitesse dans les deux composantes du plan. A l'issue de chaque simulation, il est donc possible d'établir une carte représentant les hauteurs maximales de matériaux atteintes dans chaque maille.

Ce modèle est applicable aux écoulements se produisant sur des cônes de déjection, lors de la phase d'étalement de la coulée. Il n'est normalement pas applicable aux canaux étroits.

3.2.2.2. Topographie utilisée

Les données topographiques sont issues du levé LIDAR de 2019 réalisé par HELIMAP et commandé par la DDT05 suite aux crues qui se sont produites en juillet 2019 au niveau de nombreux affluents de la Clarée.

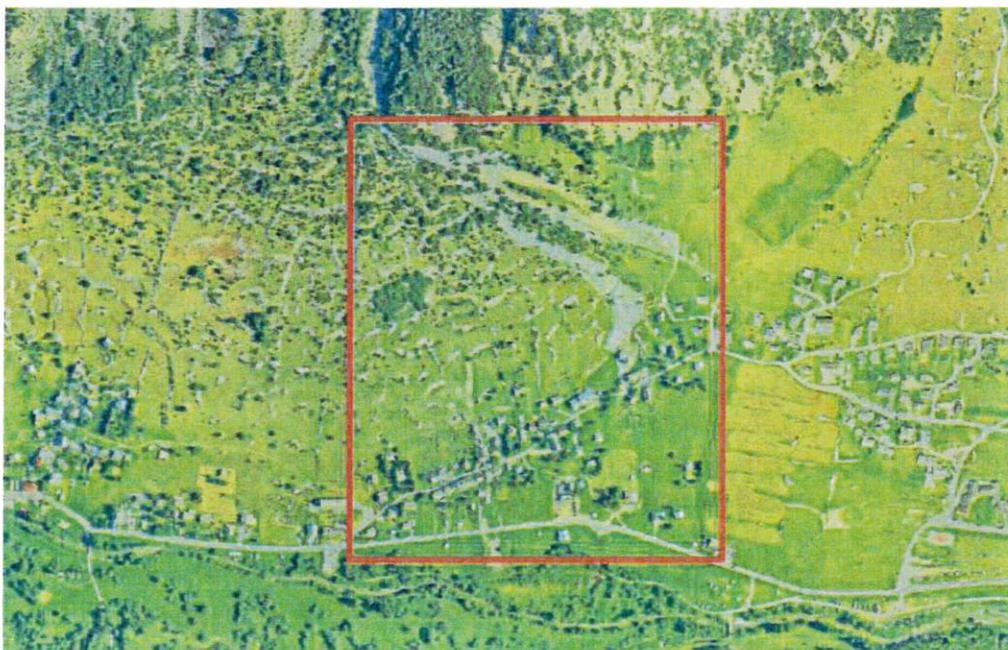
Le MNT au pas de 50 cm a été simplifiée à une précision d'1,5 m pour les besoins de cette modélisation. Nous avons vérifié que la dégradation résultante de la topographie était très légère et suffisante pour mener à bien nos calculs.



Aperçu du MNT utilisé dans le modèle Lave_2D - zoom sur la partie supérieure (le terrassement et le merion réalisés post-crue 2018 sont bien visibles)

3.2.2.3. Emprise du modèle

Le secteur modélisé s'étend dans un rectangle faisant environ 617 m nord-sud et 525 m Ouest-Est.



Emprise du modèle : carré rouge (fond orthophotographie LIDAR 2019)

Ce choix est le résultat d'un compromis entre les points suivants :

- Maillage : il permet de ne pas dégrader la qualité des données topographiques en adoptant des mailles carrées de 1,5 m x 1,5 m, tout en restant dans la limite du nombre de mailles acceptables par le modèle (450 000 mailles maximum).
- Emprise de l'étalement : elle permet de contenir l'étalement de toutes les simulations effectuées.

Le schéma suivant représente le modèle numérique de terrain finalement utilisé pour réaliser les simulations (précision d'1,5 m).



MNT utilisé dans le modèle (MNT de 2019 au pas de 50 cm ramené à un pas d'1,5 m)

3.2.2.4. Hypothèses

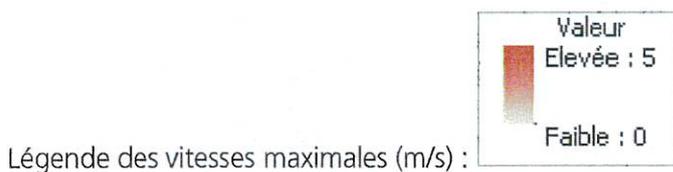
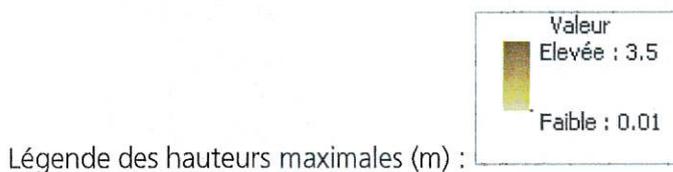
Les principales hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- Laves boueuses - Equations d'Herschel-Bulkley
- Débit injecté : $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (hydrogramme plat, temps de simulation de 2000 secondes)
- Volume de lave = $18\,000 \text{ m}^3$
- Vitesse d'injection à l'amont du modèle : environ 4 à 5 m/s.
- Densité des laves : $2\,200 \text{ kg/m}^3$
- 5 rhéologies différentes :

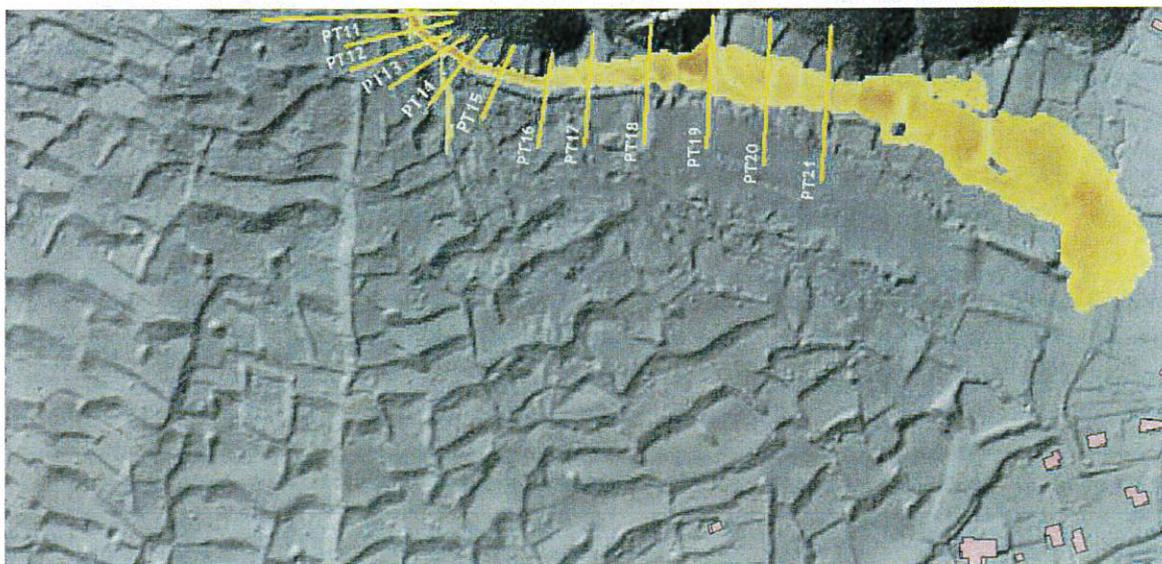
Tc	K
1000 Pa	300 Pa/s ^{1/3}
1500 Pa	450 Pa/s ^{1/3}
2000 Pa	600 Pa/s ^{1/3}
2700 Pa	810 Pa/s ^{1/3}
4200 Pa	1260 Pa/s ^{1/3}

3.2.3. Résultats des modélisations

Les résultats détaillés des simulations sont présentés en *annexe* du rapport. Ceux-ci permettent de visualiser cartographiquement les hauteurs et les vitesses maximales obtenues pour les différentes configurations rhéologiques retenues. Certaines de ces cartographies sont également présentées dans la suite du rapport.



Au bilan, les travaux d'urgence (curage du lit et réalisation d'un merlon rive droite) post crue 2018 ont permis d'améliorer significativement la situation par rapport à la situation topographique de 2011 (testée dans le précédent rapport et tentant d'expliquer ce qu'il s'est passé lors de la crue d'août 2018).



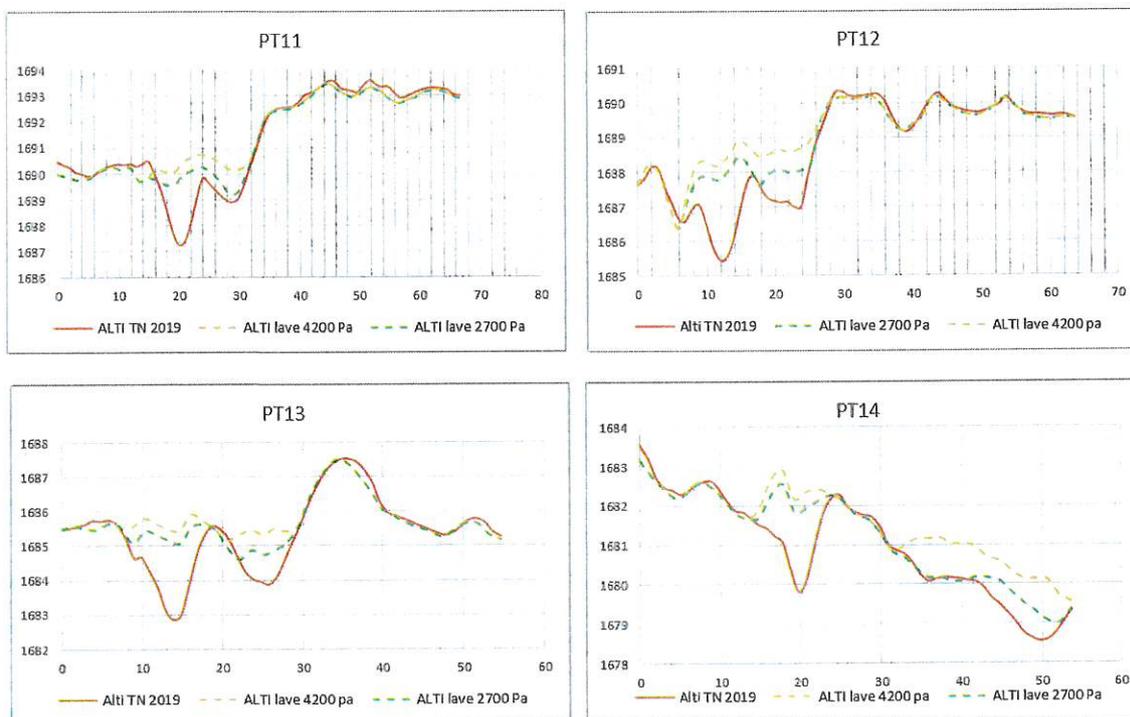
Résultats de modélisation dans le cas d'une lave très fluide (1000 Pa)

Pour toutes les rhéologies testées, la déviation de la majeure partie des laves s'opère efficacement en rive gauche de la piste de ski dans un secteur sans enjeu. L'objectif initial de ce merlon est ainsi

29 SEP. 2023

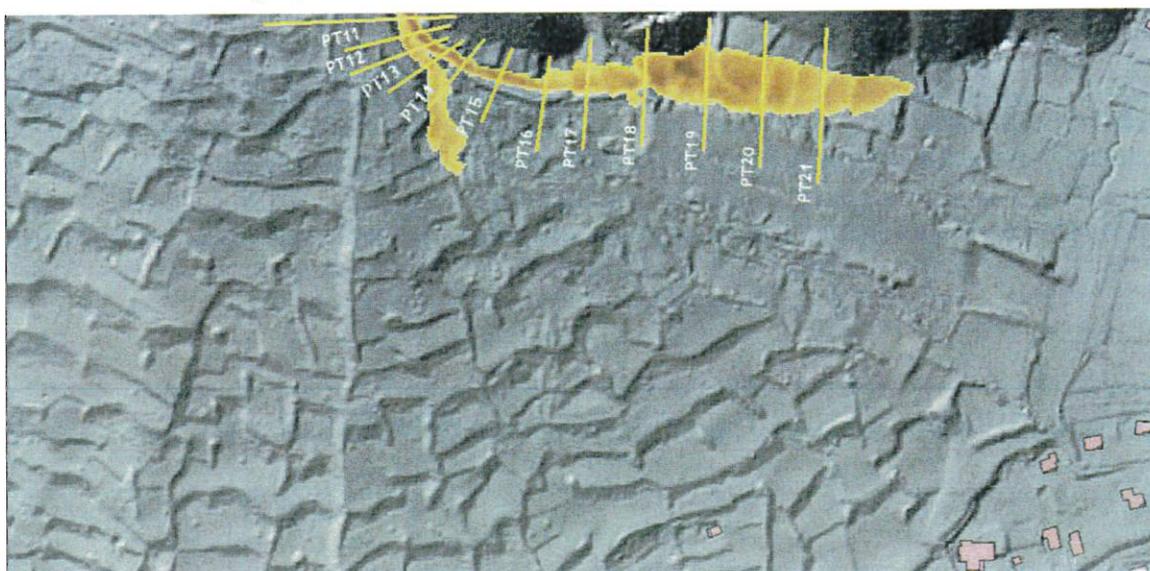
théoriquement rempli. La piste de ski n'est également pas touchée et les écoulements se concentrent bien dans la dépression topographique identifiée dans les paragraphes précédents.

Les hauteurs maximales d'écoulement sont obtenues logiquement pour les rhéologies très visqueuses. Elles atteignent près de 3,5 m dans le cas d'une lave de 4200 Pa et sont plutôt de l'ordre de 2,5 m à 3,0 m pour les rhéologies plus classiquement rencontrées sur ce type d'appareil torrentiel (2000 Pa).



Résultats des modélisations au niveau des profils en travers PT11 à PT14 : débordements calculés pour des rhéologies de laves de 2700 Pa et 4200 Pa

Notons néanmoins la présence d'un rétrécissement à l'amont immédiat du merlon qui engendre de légers débordements résiduels en rive droite du chenal (PT11 à PT14) principalement pour les écoulements les plus visqueux. Les volumes débordants sont cependant très faibles et n'ont pas suffisamment d'énergie pour atteindre les premiers enjeux.



Résultats de modélisation dans le cas d'une lave très visqueuse (4200 Pa)

PA00509323H0001

29 SEP. 2023

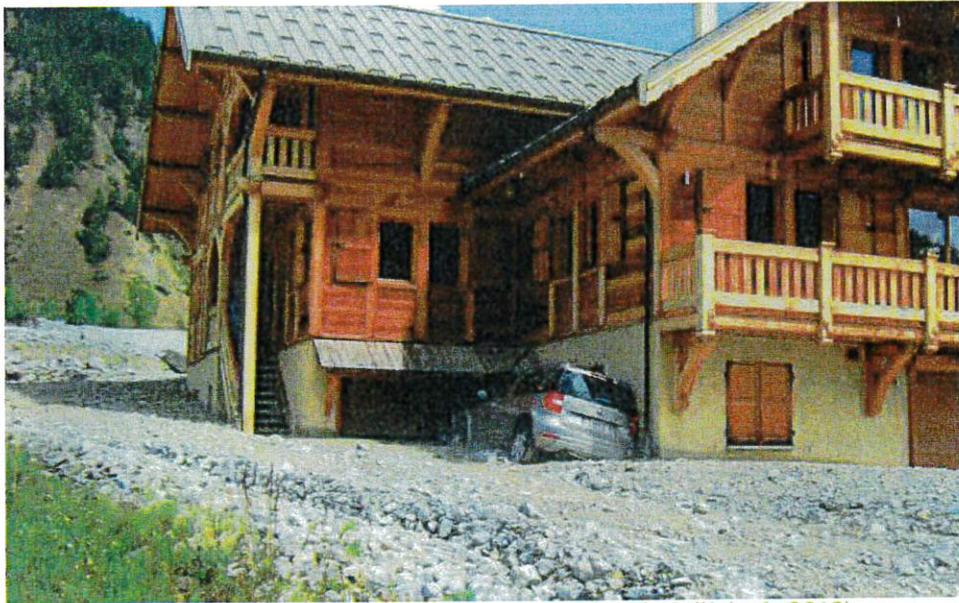
Ces résultats valident l'intérêt d'un merlon déviateur des écoulements du ravin de la Ruine. Ils ne tiennent cependant pas compte de la résistance interne du merlon aux sollicitations de la lave.

Il est en effet probable, au vu de sa largeur en crête relativement faible et de son absence de compactage, que des phénomènes d'érosion se produisent et engendrent des dégâts potentiellement rédhibitoires pour la stabilité de cet ouvrage. La résistance d'un tel ouvrage réalisé en urgence n'est ainsi pas assurée pour les prochaines crues.

4. DESCRIPTION DES TRAVAUX

4.1. OBJECTIF DES TRAVAUX ET ALEA DE REFERENCE

Objectif principal : réduire les risques de débordements de laves torrentielles du torrent de la Ruine le long du chenal principal par création d'un merlon avec les matériaux du site et par recalibrage du lit.



Débordement lave torrentielle dans le hameau du Sallé (août 2018)

Aléa de dimensionnement du projet : lave de type centennal (rhéologies comprises entre 1000 Pa et 4200 Pa et volumes de lave de l'ordre de 15 000 m³ à 20 000 m³).

4.2. PRINCIPE D'AMENAGEMENT

Les grands principes des travaux consistent à :

- Eviter tout risque de contournement amont du futur lit par la **mise en place d'un merlon déviateur en bordure de versant rive droite** et la réalisation de curage des merlons de crue dans la partie amont de la ravine. De ce fait les écoulements de la ravine rive droite seront orientés pour s'écouler vers la ravine rive gauche puis le chenal principal d'écoulement.
- Favoriser le transit des laves torrentielles jusqu'au PT12-1 (zone de dépression naturelle en rive gauche de la piste de ski) par :
 - **Approfondissement du lit** (1,5 m maximum) et **élargissement du lit** (3,5 m à 4 m à la base),
 - **Création d'un merlon déviateur non protégé en rive droite** de 4,5 m de haut et 6 m de largeur en crête (permettant de résister aux phénomènes d'érosion et de surverse et d'éviter que des débordements prennent la direction du hameau du Sallé).

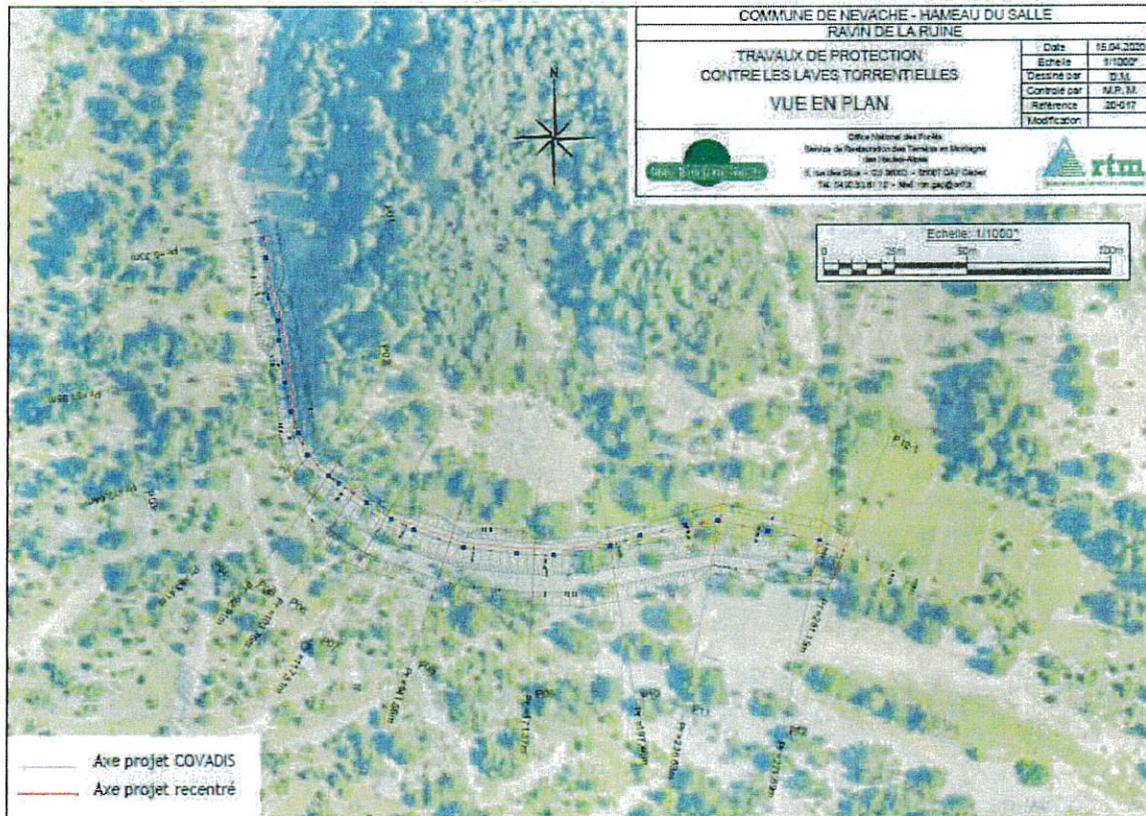
Aucune modification des pentes constatée actuellement ne sera opérée.

L'équilibre déblai/remblai est maintenu pour l'ensemble de ces opérations.

4.3. DESCRIPTION DETAILLEE DES TRAVAUX

Les plans des aménagements (vue en plan, profil en long et profils en travers) sont joints en annexe du présent rapport.

N.B : les plans réalisés utilisent une numérotation et un nombre de profil différents de ceux présentés dans la partie diagnostic du présent rapport. Ils se cantonnent uniquement à la zone qui va être remodelée.



Localisation des nouveaux profils en travers et emprise du projet proposé

4.3.1. Travaux de chenalisation : PT1 à PT12-1

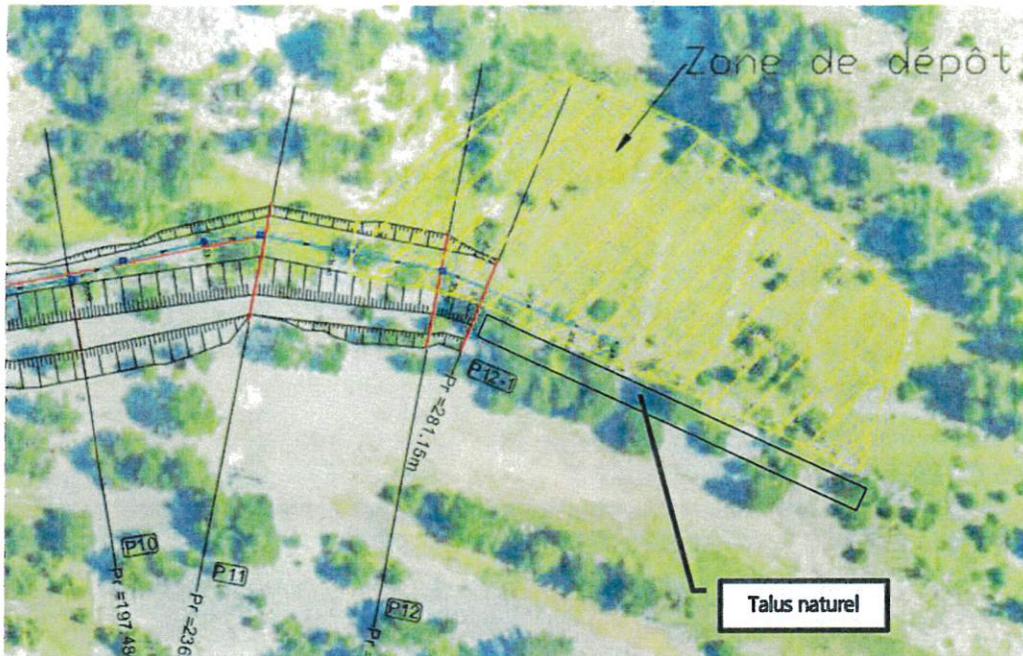
Approfondissement du lit et pentes projets

Le projet est conçu de manière à ne pas modifier les pentes constatées et les zones de ruptures de pentes existantes (celles-ci s'effectuant dans des secteurs plutôt propices).

Afin d'augmenter la capacité du lit avant débordement et minimiser les volumes de remblais, il est prévu d'approfondir le lit du torrent entre les profils PT1 et PT12.1. Pour ce faire l'aménagement prévoit d'appliquer une pente de :

- 24 %, entre PT1 et PT2 ;
- 21 %, entre PT2 et PT11 ;
- 12% de raccordement entre PT11 et PT12-1.

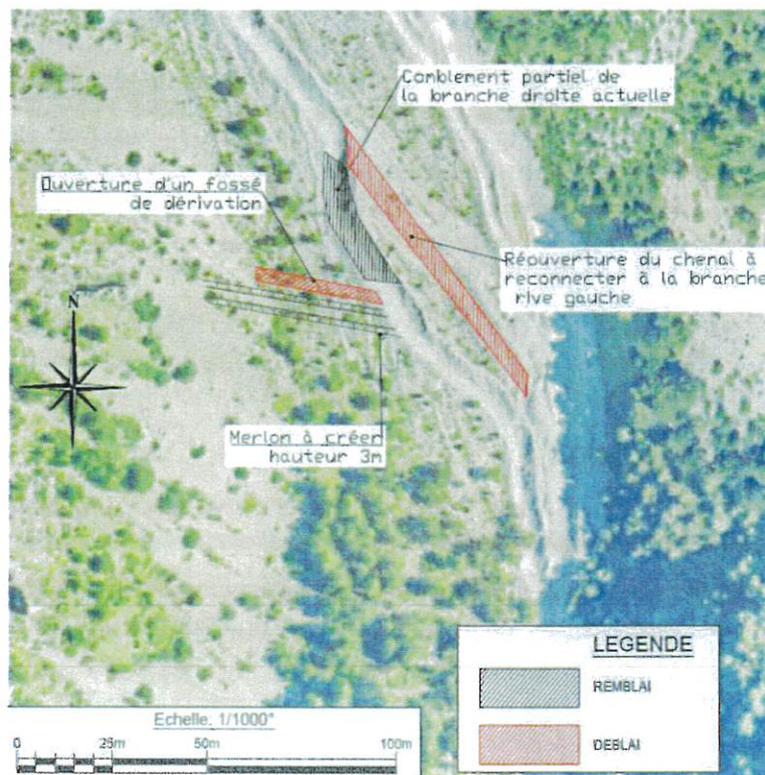
L'application de ces pentes engendre des approfondissements maximums d'environ 1,5 m par rapport au niveau fond de lit actuel.



Matérialisation de la zone de dépôt recherchée

4.3.2. Remodelage amont

Cette opération s'effectuera uniquement par déblai/remblai de matériaux mobilisés dans cette zone. L'objectif est de procéder à un remodelage de la partie amont du chenal afin d'éviter qu'en cas d'épisode exceptionnel le torrent n'emprunte un autre cheminement que son lit actuel. En effet, la topographie des lieux laisse à craindre un risque sérieux d'ouverture de chenal en rive droite qui en cas de crue impacterait directement les hameaux en contrebas.



Schemas de principes des aménagements prévus dans la zone amont

4.3.3. Gestion des eaux résiduelles de ruissellement

En situation actuelle, aucun exutoire au ravin de la Ruine n'existe. Ce ravin n'est pas connu pour apporter de l'eau claire mais bien par sa quantité importante de matériaux qu'il charrie suite à un orage.

Nous proposons malgré tout que soient créés, sur un linéaire total d'environ 250 m, des fossés de drainage de ces éventuelles eaux superficielles selon le tracé présenté sur le plan suivant.

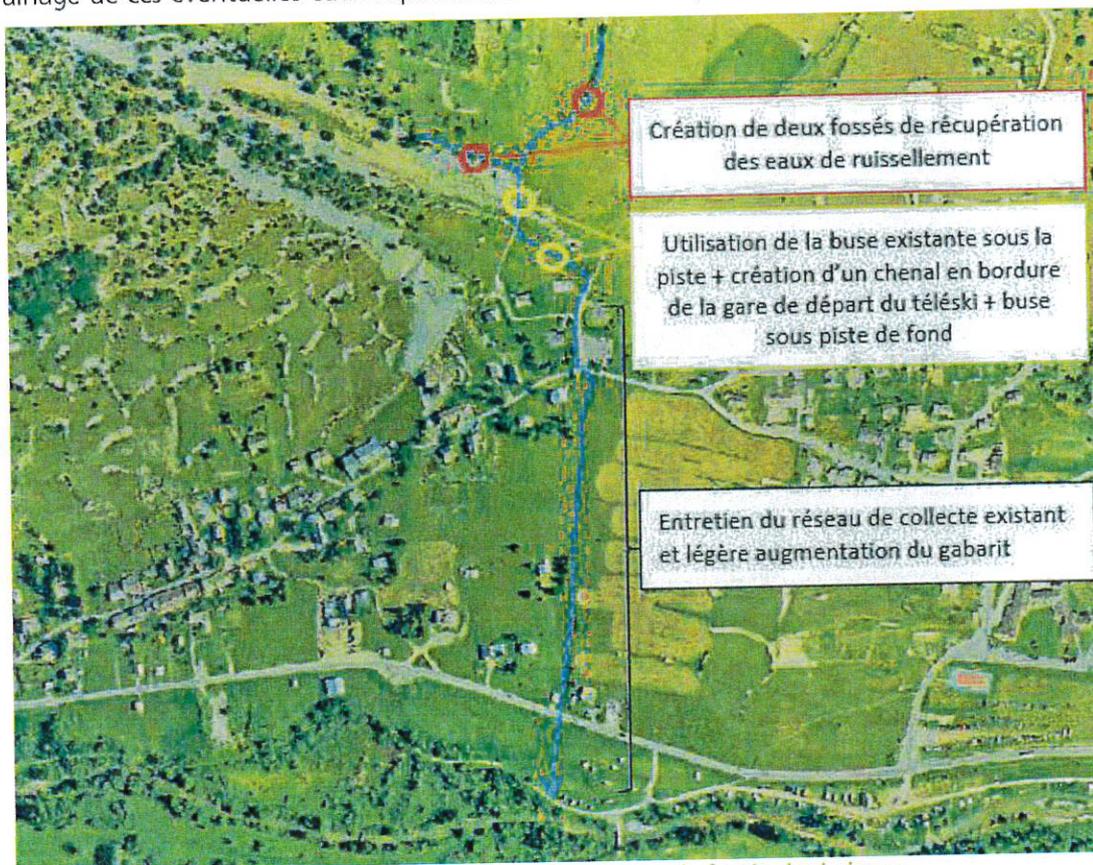
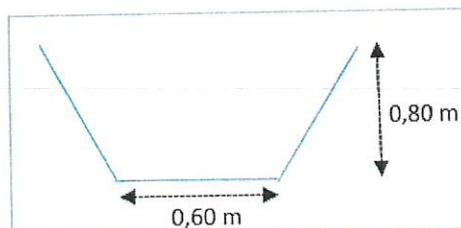


Schéma de principe création et entretien de fossés de drainage

Le tracé perpendiculaire de deux drains amont (ronds rouges) permettra de récupérer les eaux claires résiduelles en provenance du ravin de la Ruine. La buse existante permettant le passage actuel sous la piste de ski de piste sera réutilisée (permettant le passage d'un fossé existant). Afin d'améliorer le transit des eaux et de les éloigner des enjeux, un nouveau tracé de fossé pourra être implanté en bordure immédiate du téléski. La traversée de la piste de ski de fond se fera également à travers une buse de même diamètre que la buse passant sous la piste de ski de piste. Le reste du cheminement sera identique au tracé actuel.

Sur tout le tracé du fossé drainant, il est recommandé d'ouvrir un fossé non protégé (ou de curer le fossé existant) possédant les caractéristiques suivantes.



Caractéristiques géométriques à obtenir du fossé

5. VERIFICATION DE L'EFFICACITE DES TRAVAUX

5.1. HYPOTHESES

Des nouvelles modélisations ont été réalisées sur la base d'un nouveau MNT intégrant toutes les dimensions du projet. L'ombrage MNT servant de base au modèle est présenté sur la figure suivante.

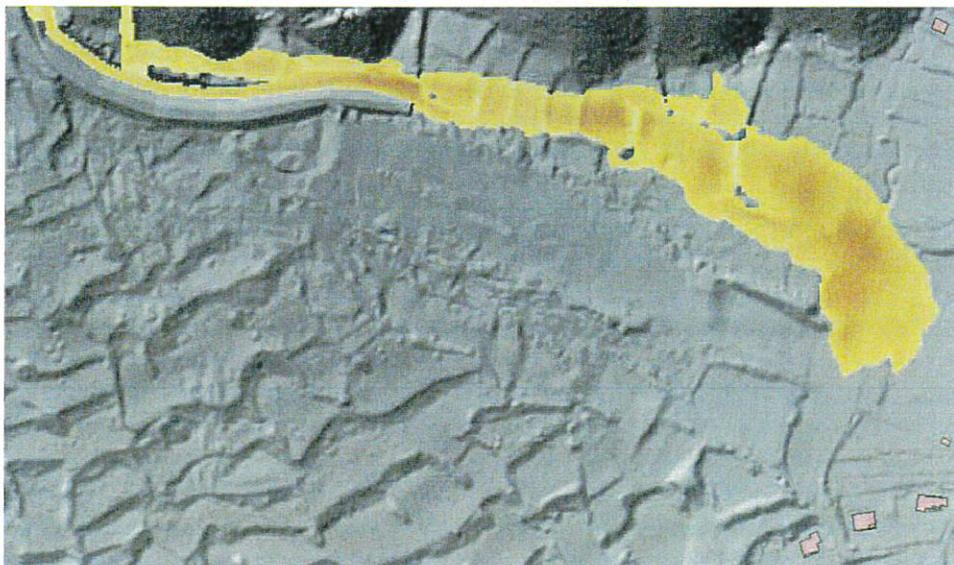


Nouveau MNT utilisé pour vérifier l'efficacité de la solution

L'emprise du modèle et les différentes hypothèses de modélisations sont identiques à celles utilisées précédemment dans cette étude.

5.2. RESULTATS

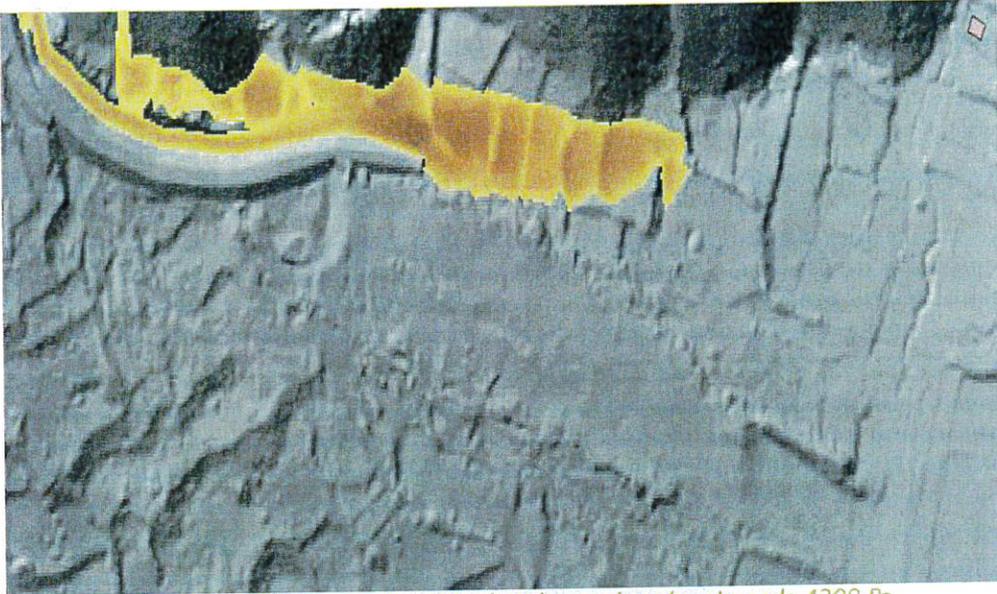
Les simulations réalisées montrent que l'ouvrage prévu permet de contenir efficacement une crue d'ampleur du ravin de la Ruine, quelle que soit la rhéologie testée.



Hauteurs maximales atteintes en situation aménagée – Lave de 1000 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Hauteurs maximales atteintes en situation aménagée – Lave de 4200 Pa

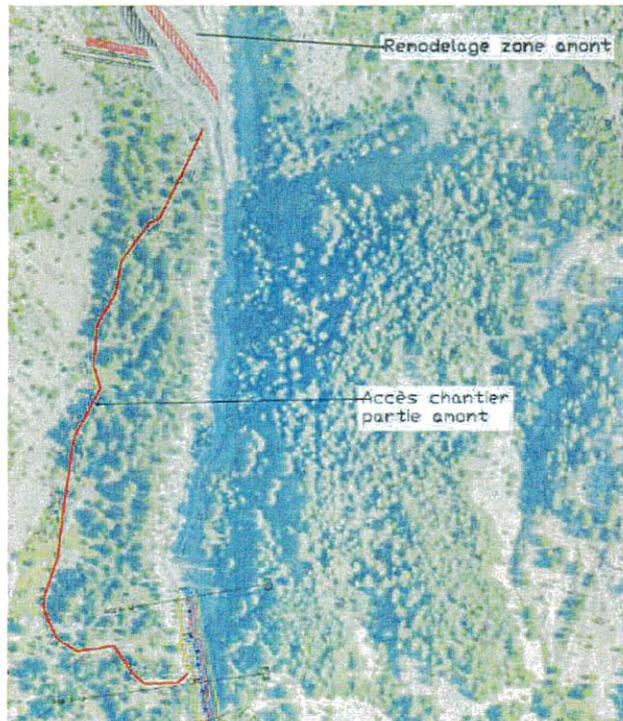
Aucun débordement n'apparaît sur la partie amont du cône de déjection. Les écoulements s'arrêtent comme envisagé dans une zone sans enjeu, même pour les laves les plus fluides.

6. CONDITIONS DE REALISATION DES TRAVAUX

6.1. ACCES A LA ZONE DE TRAVAUX

La zone de travaux aval ne nécessite pas de création d'accès particulier car les engins remonteront progressivement dans le lit du torrent. L'accès principal aval se fera par la piste de ski.

Le remodelage de la zone amont s'effectuera en longeant le pied de versant situé à droite du projet puis en ouvrant un accès dans une forêt clairsemée de pins sylvestre sur un linéaire d'environ 150m.



Accès à créer pour accéder à la zone amont de travaux

6.2. ENLEVEMENT DE LA VEGETATION

Les travaux nécessitent quelques déboisements ponctuels dans les zones suivantes :

- Abords directs du lit du torrent (limités)
- Façonnage du merlon et de la zone de dépôt (limités)
- Accès à la zone amont (limités)

La superficie de déboisement est difficilement chiffrable. On peut estimer à une vingtaine de petits pins sylvestres le nombre d'arbres à abattre ou à élaguer, sans qu'il y ait réellement de surface à défricher.

Aucune autre atteinte ne sera portée à la végétation située hors de l'emprise des travaux et des accès. Seul l'abattage des arbres désignés par le maître d'œuvre est autorisé.

6.3. DERIVATION DES EAUX

Le période de réalisation des travaux couplée à la nature de la ravine ne nécessite aucune dérivation des eaux.

7. ESTIMATION DES TRAVAUX

Le montant des travaux proprement dits et tel qu'il ressort du détail estimatif ci-dessous, s'élève à **94 600 € HT**, hors maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires.

DETAIL ESTIMATIF DU SDRTM05					
Article	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix par article
I	Travaux préparatoires				
1.1	Installation et repli	u	1	5 000.00 €	5 000.00 €
1.2	Accès	u	1	1 000.00 €	1 000.00 €
II	Terrassements				
2.1.1	Terrassement en déblai/remblai	m3	4600	10.00 €	46 000.00 €
2.1.2	Plue-vlaue pour compactage soigné par engin de chantier	m3	4600	2.00 €	9 200.00 €
2.1.3	Remodelage zone amont	forf.	1	20 000.00 €	20 000.00 €
2.1.4	Destruction rocher compact	m3	20	50.00 €	1 000.00 €
2.8	Amenée et repli d'engins supplémentaires	u	1	500.00 €	500.00 €
2.9	Heures d'engin				
	Pelle hydraulique	H	100	10.00 €	1 000.00 €
	Buteur	H	90	10.00 €	900.00 €
3.0	Confection de fossé de 0.8 m de profondeur pour récupération des eaux résiduelles en partie inférieure; enbusage au niveau de la piste de Champ Bellet	forf.	1	10 000.00 €	10 000.00 €
				TOTAL H.T	94 600.00 €
				T.V.A. 20%	18 920.00 €
				TOTAL T.T.C	113 520.00 €

8. PHASAGE DES TRAVAUX

Le chantier se déroulera en plusieurs étapes :

- Marquage et enlèvement de la végétation.
- Zone aval : façonnage du lit sur 80m linéaire amont avec évacuation et stockage des excédents de matériaux en partie aval.
- Zone aval : façonnage du lit aval et du merlon en utilisant les matériaux prélevés et stockés précédemment.
- Ouverture de l'accès vers la zone amont.
- Remodelage de la zone amont par déblai/remblai.

Les travaux d'élimination de la végétation seront réalisés en amont des travaux de terrassement à l'automne de l'année n-1.

Les travaux de terrassement seront effectués entre les mois de mai et octobre de l'année n.

9. DEMARCHES ADMINISTRATIVES PREALABLES

9.1. AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

9.1.1. PROCEDURES RELATIVES A LA LOI SUR L'EAU

Après consultation des services de la Direction Départementale des Territoires – service Police de l'Eau, le ravin de la Ruine n'est pas considéré comme un cours d'eau et n'est donc soumis à aucune procédure relative à la loi sur l'eau.

9.1.2. PROCEDURES RELATIVES AUX ETUDES D'IMPACT

Le projet relève de la rubrique 39 de l'annexe à l'article R122-2 du code de l'environnement.

L'emprise au sol du merlon est de 4400 m², inférieur au seuil de 10 000 m².

Le projet n'est donc pas soumis à étude d'impact.

9.1.3. PROCEDURES RELATIVES A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Le site des travaux est inclus dans le site N2000 FR9301499 – CLAREE. Il doit faire l'objet d'une évaluation des incidences N2000.

9.1.4. PROCEDURES RELATIVES AU DEFRICHEMENT

Le projet ne nécessite pas de défrichement sur des emprises entières. Il nécessite l'abattage ponctuel d'une vingtaine de tiges situées en limite de l'emprise du merlon ou sur le tracé de la piste d'accès à la zone de travaux amont.

La surface correspondante est inférieure à 5000 m².

Le projet n'est soumis à aucune procédure au titre du défrichement.

9.2. PROCEDURES RELATIVES AU DOCUMENT D'URBANISME

Les travaux doivent faire l'objet d'un **permis d'aménager** au titre de l'article R421-20 de code de l'urbanisme, travaux en site classé.

9.3. PROCEDURE RELATIVE AU SITE CLASSE

Les travaux doivent faire l'objet d'une demande d'autorisation pour travaux en site classé.

9.4. DECLARATION D'INTERET GENERAL

Les travaux impactant des parcelles privées, une Déclaration d'Intérêt Général doit être établie.

ANNEXES

Plans d'emprise cadastrale des travaux

Vue en plan du projet

Vue en plan recalibrage de la tête de ravine

Profil en long du projet

Profils en travers du projet

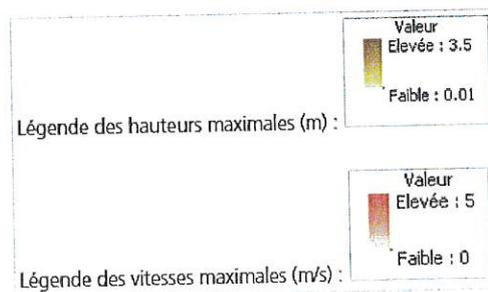
Résultats des modélisations hydrauliques

PA00509323H0001

29 SEP. 2023

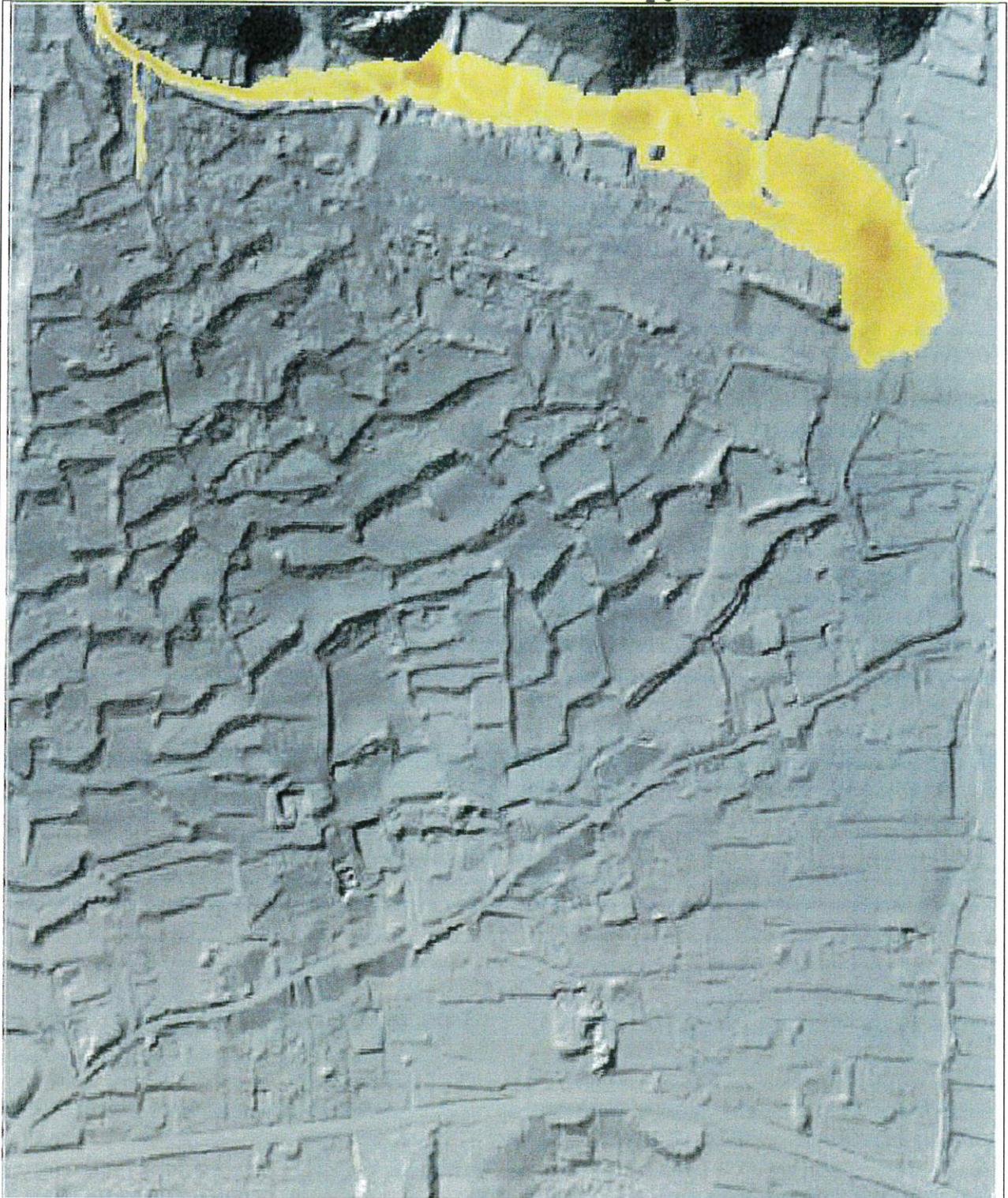
ANNEXE : Résultats des simulations Hydrauliques

Légende :



PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Hauteurs maximales - 1000 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Vitesses maximales - 1000 Pa

PA00509323H0001

20 SEP 2023



Topographie 2019 - Hauteurs maximales - 1500 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Vitesses maximales - 1500 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Hauteurs maximales - 2000 Pa

PA00509323H0001

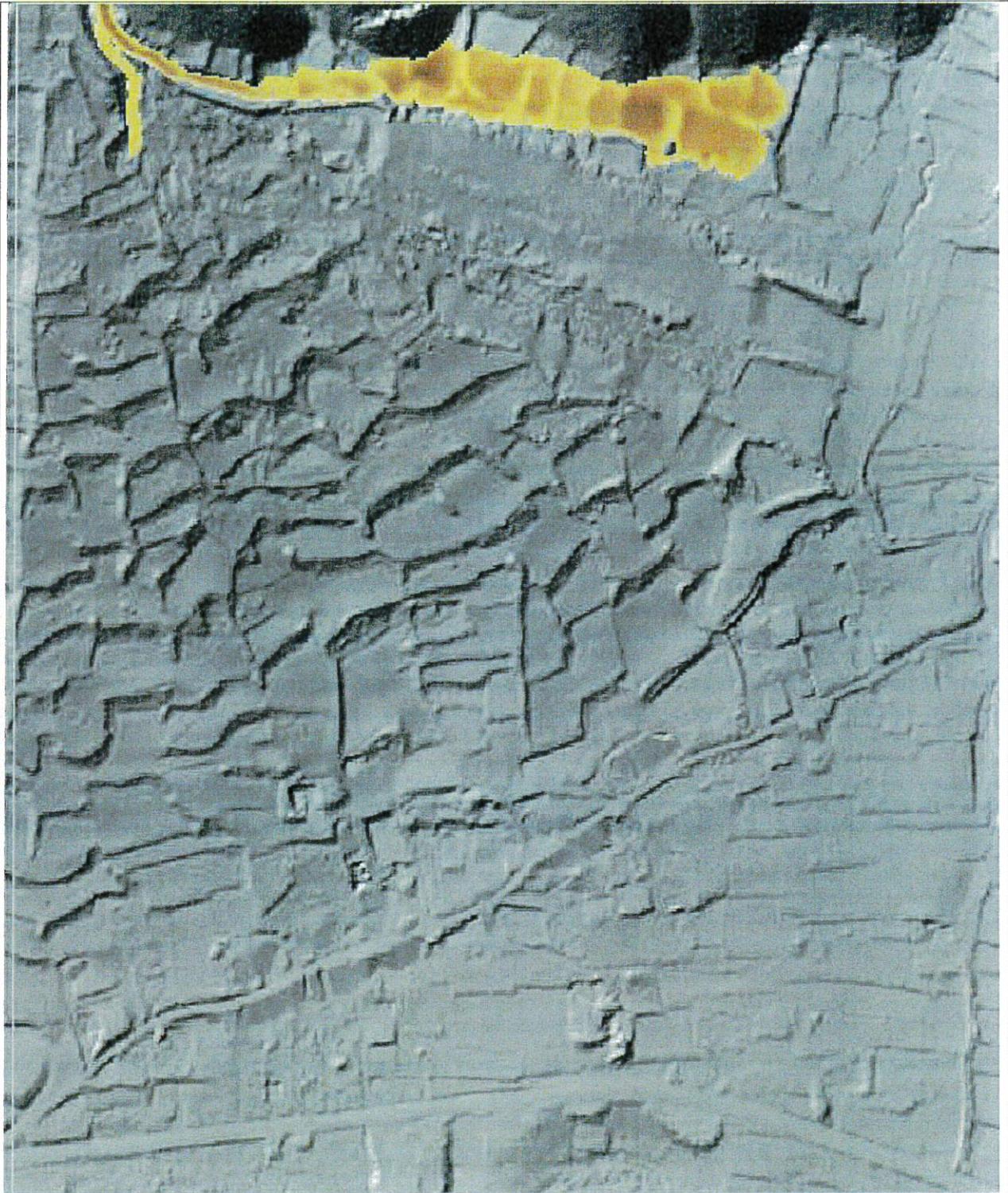
29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Vitesses maximales - 2000 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Hauteurs maximales - 2700 Pa



Topographie 2019 - Vitesses maximales - 2700 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Topographie 2019 - Hauteurs maximales - 4200 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



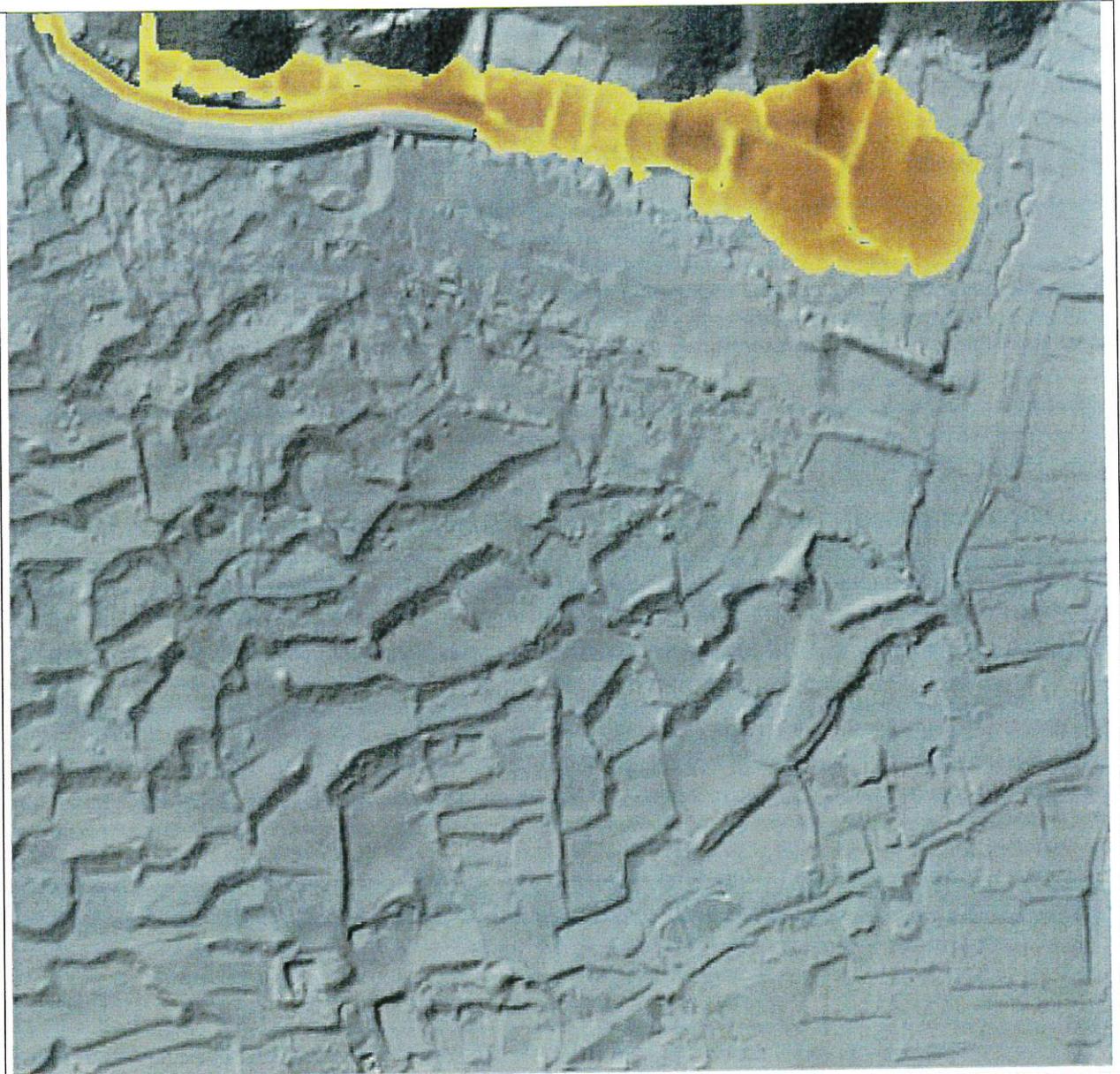
Topographie 2019 - Vitesses maximales - 4200 Pa



Situation aménagée - Hauteurs maximales - 1000 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Situation aménagée - Hauteurs maximales - 2700 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023



Situation aménagée - Hauteurs maximales - 4200 Pa

PA00509323H0001

29 SEP. 2023

Agence RTM des Alpes du Sud

Service RTM des Hautes-Alpes

5, rue des Silos – CS 36003 - 05007 GAP CEDEX

Tél : 04.92.53.61.12

rtm.gap@onf.fr



www.onf.fr

