Maître d'Ouvrage
Commune de Saint-Crépin

Plan de gestion et d'entretien pluriannuel du torrent du Merdanel sur son cône de déjection- Commune de Saint-Crépin

hydrétudes
Groupe altereo

N° de référence : GA24-008
Version 2

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Maitre d'ouvrage

Commune de Saint-Crépin
Mairie
60, rue du Tour de Ville
05600 Saint-Crépin
04.92.455.955
nadege.bonnardel@saintcrepin.com

Opération

Plan de gestion sédimentaire du Torrent du Merdanel à Saint-Crépin
GA24-008
Clémence Rolin

Emetteur

HYDRETUDES - Alpes du Sud
19A avenue Bernard Givaudan
05000 GAP
Tél : 04.92.21.97.26
Mail : contact-gap@hydretudes.com

Document

Plan de Gestion du Merdanel

Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	22/07/2024		C.ROLIN	J.BLANPIED
2	08/08/2024	Intégration des remarques sur rapport v1.	C.ROLIN	J.BLANPIED
3				
4				
5				

SOMMAIRE

1. CONTEXTE 7
1.1. Présentation 7
1.2. Situation globale 7
1.3. Rappel des enjeux 9
1.4. Enjeux environnementaux 12
1.5. Foncier 13
1.6. Activités et projets d'aménagements sur le secteur 13
2. DONNEES DE BASE – RECUEIL DES DONNEES 14
3. ETAT DES LIEUX 15
3.1. Identification des risques en présence - PPRN 15
3.2. Présentation succincte du bassin versant amont 19
3.3. Les ouvrages en présence 21
3.3.1. Passages à gué 21
3.3.2. Pont de la RN94 21
3.3.3. Pont SNCF 23
4. HYDROLOGIE, EVOLUTION DU LIT ET BILAN SEDIMENTAIRE 25
4.1. Hydrologie et Historique des crues 25
4.1.1. Hydrologie 25
4.1.1.1. Pluviométrie 25
4.1.1.2. Crues de référence 25
4.1.2. Recensement des crues historiques 26
4.1.3. Crue du 3 décembre 2023 27
4.2. Evolution du profil en long 29
4.2.1. Méthodologie 29
4.2.2. Analyse des pentes 30
4.2.3. Evolution du profil en long du Merdanel 31
4.2.4. Evolution du profil en long de la Durance 32
4.3. Bilan sédimentaire 34
4.3.1. Granulométrie 34
4.3.2. Transport solide et fourniture sédimentaire 35
4.3.2.1. Processus de transport solide et susceptibilité à former des laves 35
4.3.2.2. Transport par charriage 37
4.3.2.3. Transport par laves torrentielles 39
4.3.3. Hauteur de lave torrentielle 41
4.3.4. Analyse des curages et des extractions 42
4.3.5. Comparaison des Lidar 2021-2024 43
5. DEFINITION DES INTERVENTIONS / PROTOCOLE DE GESTION 45

5.1. Diagnostic et principes de gestions 45
5.1.1. Objectifs 45
5.1.2. Cartographie des propositions du plan de gestion 46
5.1.3. Sectorisation des interventions et profils de principe 48
5.1.4. Gestion et valorisation des matériaux 50
5.1.5. Accès 51
5.2. Définition des profils en long de gestion des matériaux 52
5.2.1. Profil objectifs et profil de curage 52
5.2.2. Profils en travers – cote objectif et cote curage par profil 55
5.2.2.1. Amont RN94 55
5.2.2.2. Aval RN94 57
5.2.2.3. Aval Pont SNCF 58
5.3. Définition interventions de curage 59
5.3.1. Principe de curage 59
5.3.2. Volume à curer 60
5.3.2.1. Intervention initiale 60
5.3.2.2. Curage régulier ou curage post-évènement 60
5.3.3. Fréquence et période d'intervention 61
5.3.4. Cahier de suivi 61
5.3.5. Incidences / Impacts 61
5.4. Modalités de suivi de l'évolution altitudinale 62
5.4.1. Suivi photographique 62
5.4.2. Repères d'engravement 62
5.4.3. Suivi topographique régulier 65
5.5. Synthèse 66
6. ANNEXES 67

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation au 1 :50,000 (Source Géoportail) 7
Figure 2 : Bassin versant du Merdanel à l'amont du cône de déjection (Fond : Google-Earth) 8
Figure 3 : Tronçon concerné par le plan de gestion. 8
Figure 4 : Vue aérienne secteur aval RN94 (VR3D, février 2024) 9
Figure 5 : Vue aérienne secteur pont SNCF (VR3D, février 2024) 9
Figure 6 : identification des enjeux en présence 10
Figure 7 : Localisation des réseaux en présence (Source : Rapport d'AVP du RTM, 2020) 11
Figure 8 : Localisation des zones de protection sur le secteur d'étude 12
Figure 9 : propriété foncière des terrains riverains du Merdanel 13
Figure 10 : Carte d'aléa PPRN (2012) : Affaissement et effondrement 16
Figure 11 : Carte d'aléa PPRN (2012) : Avalanches 16
Figure 12 : Carte d'aléa PPRN (2012) – Eboulement et chute de blocs. 17
Figure 13 : Carte d'aléa PPRN (2012) – -Glissements de terrains 17
Figure 14 : Carte d'aléa PPRN (2012) – Inondation et crues torrentielles 18
Figure 15 : Carte d'aléa PPRN (2012) – Ravinements 18
Figure 16 : Zones de production sédimentaire dans la bassin amont (photos ETRM, 2020) 19
Figure 17 : Ouvrages RTM dans la zone d'érosion amont (photos ETRM, 2020) 20
Figure 18 : Gabarit du pont actuel – face amont (Source RTM 2020) 21
Figure 19 : Ouvrage de la RN94 en février 2024 (face amont) 22
Figure 20 : Ouvrage de la RN94 en février 2024 (face aval) 22
Figure 21 : Photos du pont SNCF en 2011, avant et après curage (Source : étude ETRM 2020) 23
Figure 22 : pont SNCF en Février 2024 24
Figure 23 : hydrogramme de crue Q10-Q100 (Source : ETRM 2020) 26
Figure 24 : Pluie horaire à St-Crépin entre le 30 novembre et le 2 décembre - Source : Météo-France. 27
Figure 25 : Niveau d'engravement de la RN94 (Photo HYDRETUDES, Août 2023) 28
Figure 26 : Pont de la RN94 lors de la crue du 2 décembre 2023 (Photo CCGQ) 28
Figure 27 : Dégâts occasionnés au pont le 2 décembre 2023 (Photo CCGQ) 28
Figure 28 : Exemple du décalage entre le Lidar 2011 (Rouge), 2021 (Noir) et 2024 (Vert) selon l'axe de la RN94. 29
Figure 29 : Exemple du décalage entre le Lidar 2011 (Noir), 2021 (Rouge) et 2024 (Vert) selon l'axe de la voie ferrée. 29
Figure 30 : Profils en long du Merdanel sur l'ensemble de son cône de déjection (Source : ETRM, 2013) 30
Figure 31 : Profils en long du Merdanel sur l'ensemble de son cône de déjection (base : LIDAR 2024) 30
Figure 32 : Ecart de niveau entre 2013 et 2019 (source ETRM 2020) 31
Figure 33 : Ecart de niveau entre 2011 et 2021, et entre 2021 et 2024 32
Figure 34 : Evolution du lit du la Durance au droit du secteur d'étude 33

Figure 35 : Mesures granulométriques ETRM 2020 34
Figure 36 : Mesures granulométriques réalisée dans la présente étude 34
Figure 37 : Caractéristiques morphométriques du Merdanel au sein de 44 bassins versants alpins 36
Figure 38 : Transport par charriage pour la crue décennale estimé avec l'outil BEDLOADWEB 38
Figure 39 : Estimation des volumes de laves (ETRM 2020) 39
Figure 40 : Identification des zones actives pour la fourniture sédimentaire 40
Figure 41 : Evolution de la hauteur de lave en fonction de la pente (Source : ETRM 2020) 41
Figure 42 : Identification des PT retenus pour le calcul de hauteur de laves 41
Figure 43 : Comparaison des valeurs du terrain naturel entre les données LIDAR 2021 et LIDAR 2024 44
Figure 44 : Schéma récapitulatif des actions du plan de gestion 47
Figure 45 : Localisation des aires de stockage temporaire de matériaux (photos VR3D, février 2024) 51
Figure 46 : Schéma des cotes de curage associés aux différents profils en long. 52
Figure 47 : Profil objectif du plan de gestion. 53
Figure 48 : Localisation des profils en travers de référence 54
Figure 49 : Cotes de gestion des matériaux par profils en travers (Secteur amont RN94) 56
Figure 50 : Cotes de gestion des matériaux par profils en travers (secteur aval RN94) 57
Figure 51 : Cotes de gestion des matériaux par profils en travers (secteur aval pont SNCF) 58
Figure 52 : Proposition de la localisation des points de vue de suivi photographique 62
Figure 53 : Types de repères d'engravement. 63
Figure 54 : Localisation des repères préconisés – face amont du pont de la RN94 63
Figure 55 : Relevés photographique et mesure tirant d'air sur la face aval du pont de la RN94 64
Figure 56 : Localisation des repères préconisés – face amont du pont SNCF 65
Figure 57 : Marquage sur blocs à envisager 65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : estimation des volumes transportés lors des crues d'octobre et décembre 2023 43
Tableau 2 : Volumes à extraire – intervention initiale (base topo : LIDAR 2024) 60
Tableau 3 : Estimation des volumes à extraire – intervention d'entretien ultérieur 60
Tableau 4 : Synthèse des préconisations 66
Tableau 5 : Synthèse des suivis préconisés 66

1. CONTEXTE

1.1. PRESENTATION

Ce document est un Plan de gestion et d'entretien pluriannuel du torrent du Merdanel sur son cône de déjection

Durée de validité : **20 ans**

Maitre d'ouvrage :

Commune de Saint-Crépin

Mairie

60, rue du Tour de Ville

05600 Saint-Crépin

On note que la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Protection contre les Inondations) du secteur d'étude est assurée par la Communauté de Commune du Guillestrois Queyras (CCGQ). Toutefois, la commune de Saint-Crépin a souhaité se porter maître d'ouvrage pour l'élaboration du présent plan de gestion. Ceci a fait l'objet de discussion en amont avec la CCGQ et les services de la DDT05.

1.2. SITUATION GLOBALE

Le torrent du Merdanel est un affluent rive gauche de la Durance, situé sur la commune de Saint-Crépin (05).

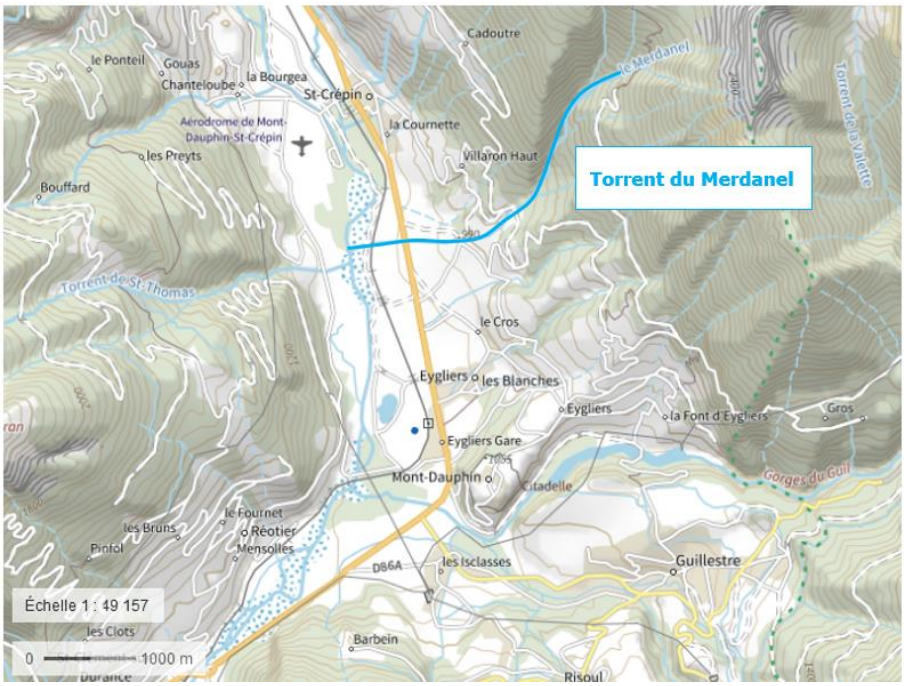


Figure 1 : Plan de situation au 1 :50,000 (Source Géoportail)

Le bassin versant du Merdanel a une superficie de 5.5km² à la sortie des gorges (amont du cône de déjection). La carte du bassin versant est proposée sur la Figure 2 ci-après.

Figure 2 : Bassin versant du Merdanel à l'amont du cône de déjection (Fond : Google-Earth)

Le tronçon concerné par le plan de gestion correspond au torrent du Merdanel depuis le passage à gué des Combes (passage à gué 'amont') jusqu'à la confluence dans la Durance, soit un tronçon de près de 2km.

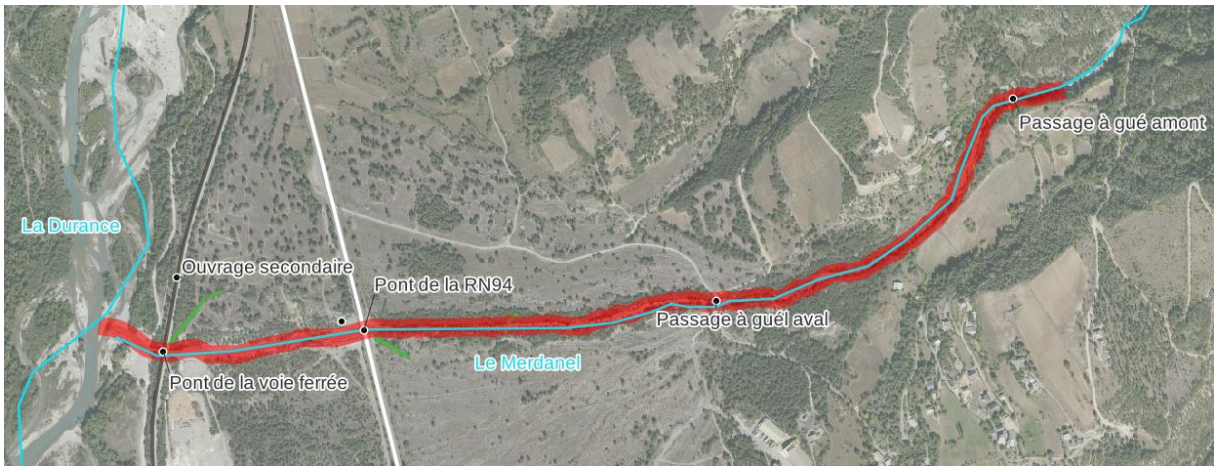


Figure 3 : Tronçon concerné par le plan de gestion.

Des photographies aériennes récentes de haute résolution ont été capturées lors des relevés LIDAR en février 2024, elles permettent d'illustrer l'état actuel du secteur d'étude tronçon par tronçon :

Figure 4 : Vue aérienne secteur aval RN94 (VR3D, février 2024)

Figure 5 : Vue aérienne secteur pont SNCF (VR3D, février 2024)

1.3. RAPPEL DES ENJEUX

Le tronçon se situe sur la commune de Saint-Crépin dans le département des Hautes-Alpes.

Le cône de déjection étant peu urbanisé, les enjeux principaux concernent essentiellement :

- **les voies de circulation** :
  - RN94
  - Ligne ferroviaire Veynes-Briançon
- l**es réseaux** : des demandes de renseignement (D.R.) ont été lancés auprès des gestionnaires de réseaux. Les réseaux suivants franchissant le Merdanel (leur implantation est indiquées sur la Figure 7 ci-après):
  - Conduite d'eau usées diamètre 100mm en encorbellement côté amont du pont de la RN94 (gestionnaire : CCGQ)
  - Lignes HTA aériennes (gestionnaire : ENEDIS)
  - 1 traversée environ 30m en amont de la RN94
  - 1 traversée au droit du hameau de la Combe plus en amont

- Télécom : 2 artères pleine terre longent la RN94 et franchissent le Merdanel au droit du pont de la RN94 (gestionnaire : ORANGE)
- Un réseau RTE souterrain HTB 63000 V franchit le Merdanel quelques mètres à l'aval du pont de la RN94
- Deux traversées du réseau d'eau potable entre les deux passages à gué (*selon la bibliographie, non confirmé par les DR à ce stade*)

- En cas de débordement très en amont du cône, des **habitations** pourraient potentiellement être impactées. Leur localisation est indiquée sur la Figure 6 ci-après.

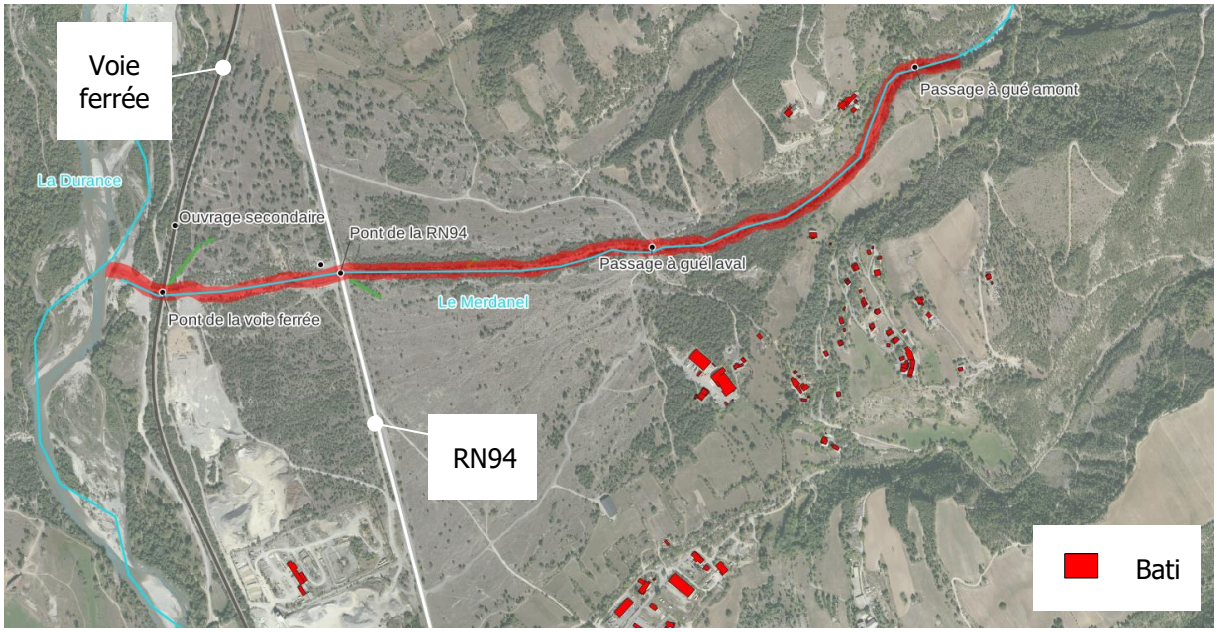


Figure 6 : identification des enjeux en présence

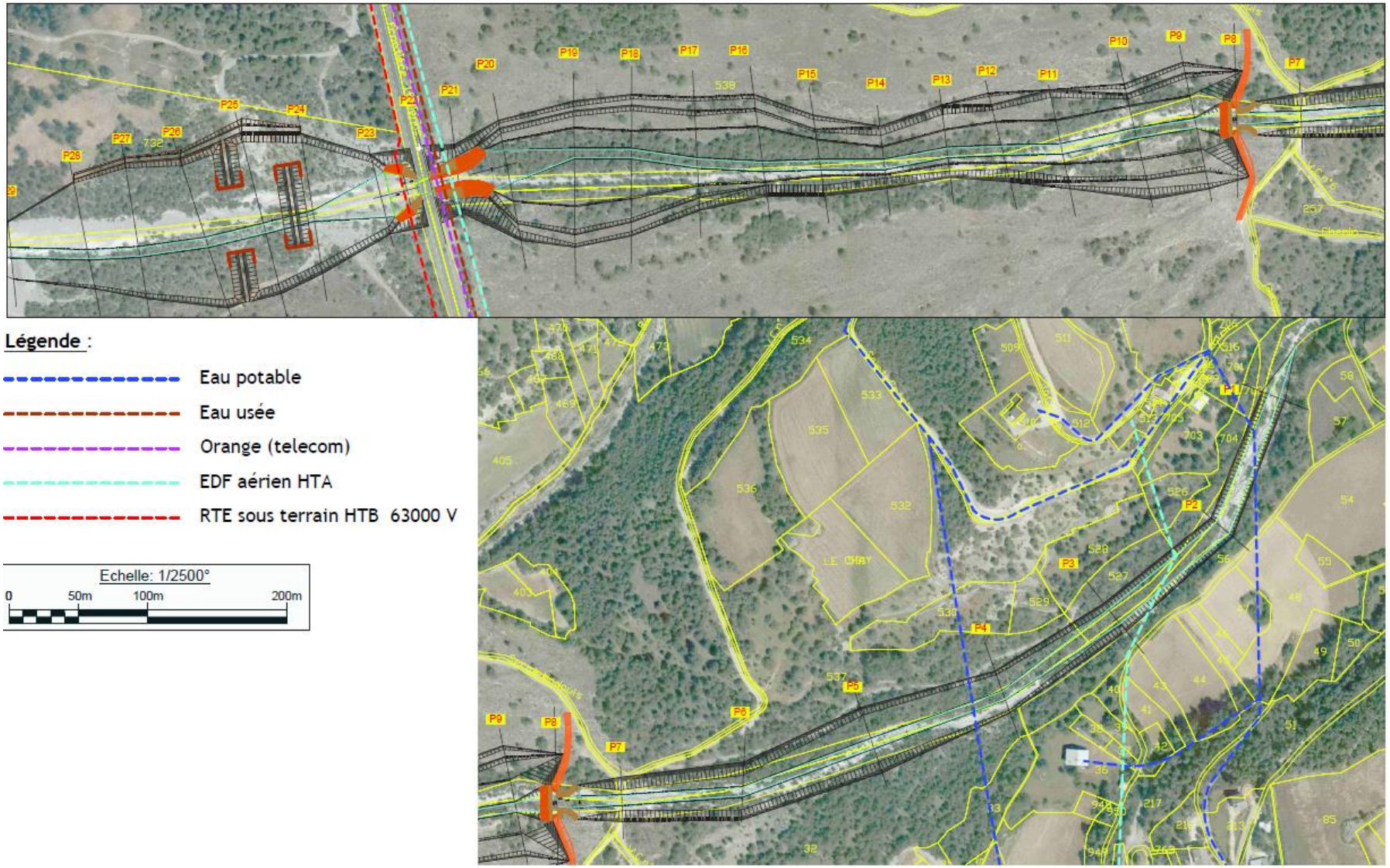


Figure 7 : Localisation des réseaux en présence (Source : Rapport d'AVP du RTM, 2020)

1.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Le linéaire est situé au sein ou à proximité des zones de protection suivantes :

- ZNIEFF de type I « Haute-Durance » (N° 930012772) - confluence Merdanel
- ZNIEFF de type II : « Façade ouest du massif du Béal traversier » (N°930012777) - bassin versant amont
- Le site Natura 2000 « Steppique Durancien et Queyrassin» (N°FR9301502) avec des espèces et des habitats d'intérêt communautaire – secteur d'étude.

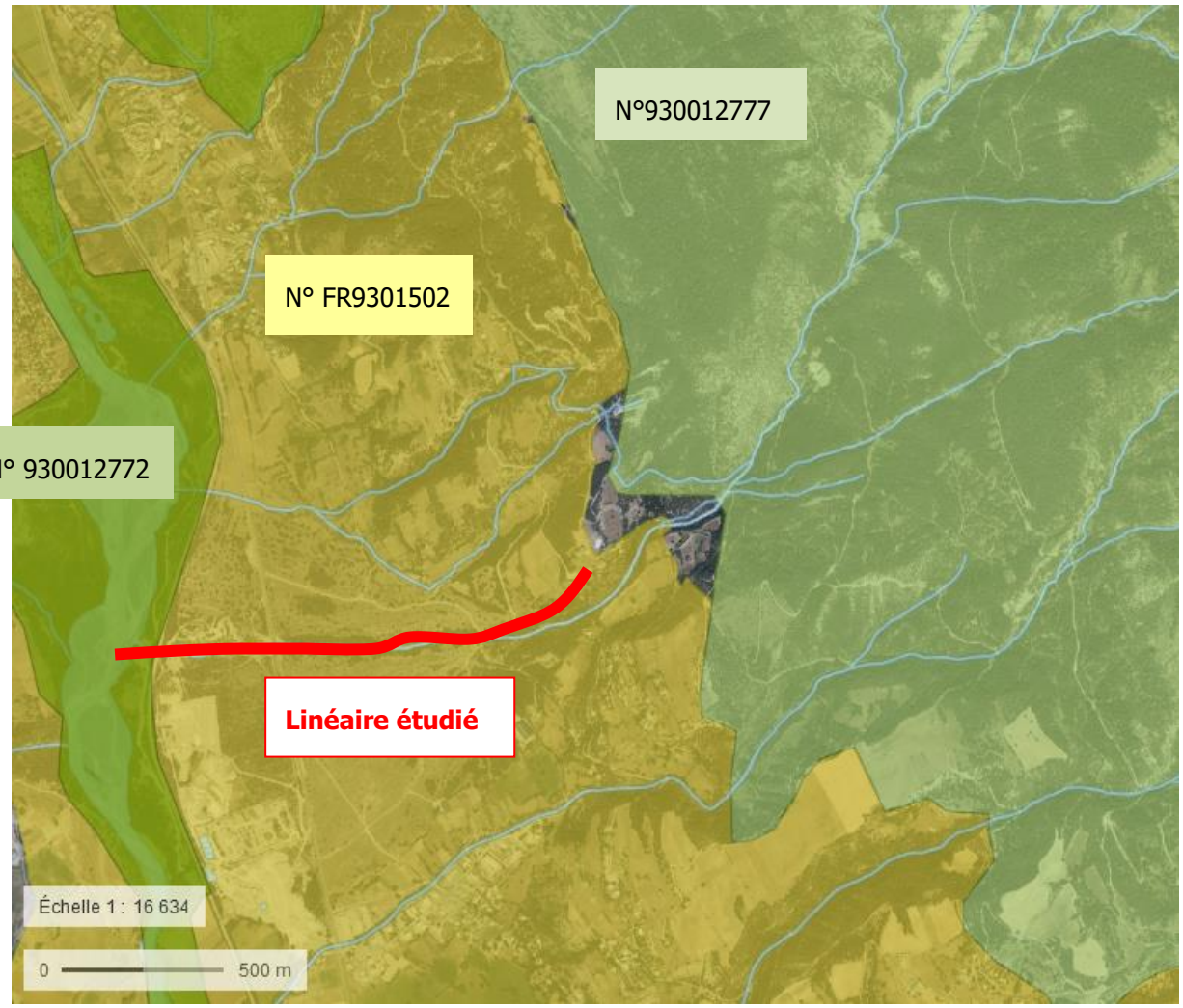


Figure 8 : Localisation des zones de protection sur le secteur d'étude

1.5. FONCIER

Les terrains bordant le Merdanel sur le secteur d'étude sont essentiellement détenus par la commune de Saint-Crépin (voir Figure 9), à l'exception :

- A l'amont du passage à gué amont, les terrains sont propriété de l'Etat (sous gestion ONF),
- En rive droite à l'aval du passage à gué amont, certaines parcelles sont privées
- La voie ferrée, propriété de la SNCF

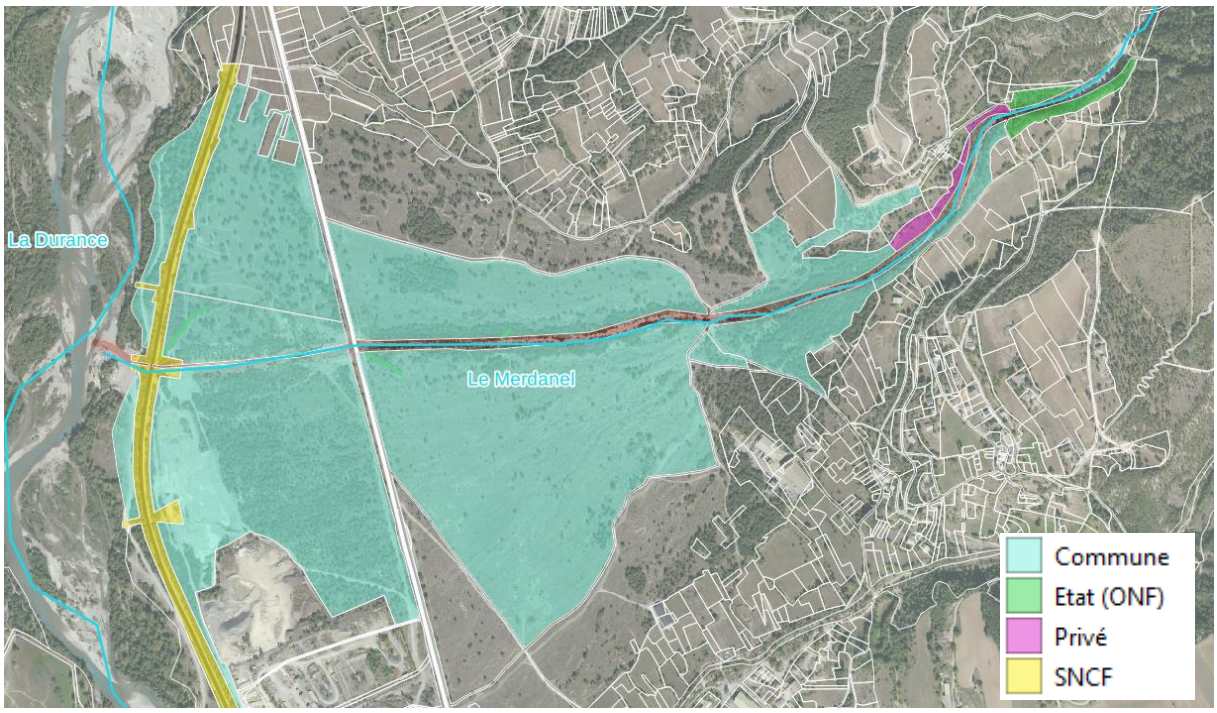


Figure 9 : propriété foncière des terrains riverains du Merdanel

1.6. ACTIVITES ET PROJETS D'AMENAGEMENTS SUR LE SECTEUR

2020 Avant-Projet pour le réaménagement du lit du Merdanel

L'AVP pour l'aménagement d'un nouveau lit du torrent du Merdanel à Saint-Crépin, réalisé par l'ONF-RTM à la demande de la CCGQ en 2020 avait pour objectif de prévoir la gestion des apports solides très importants (60,000 à 80,000 m³ de laves) et d'éviter les débordements jusqu'à la crue centennale au droit des principaux enjeux que sont les infrastructures : RN 94 et voie ferrée. Ce projet d'envergure prévoyait de restaurer un chenal bien large et fortement encaissé dans le cône de déjection, il nécessitait le déplacement de près de 300,000m³ de matériaux, et le remplacement du pont de la RN94 (géré par la DIRMED). Le budget total au stade AVP était d'a minima 3.5M€.

Ce projet n'est pas allé au-delà du stade AVP. L'une des raisons évoquées était la position de la DIRMED qui n'envisage pas le remplacement de l'ouvrage en place sur la RN94.

2025 Voie verte le long de la Durance

La commune de Saint-Crépin a évoqué le projet de voie verte le long de la voie ferrée, côté Durance. Une passerelle légère serait mise en place pour franchir le Merdanel à l'aval du pont SNCF.

2. DONNEES DE BASE – RECUEIL DES DONNEES

Les données de base concernant le tronçon étudié et le bassin versant amont ont été extraites des études citées ci-dessous.

Etudes

[1]. Définition d'un plan de gestion et d'entretien du cours d'eau Haute Durance – Phase 1 Etude Diagnostic (ARTELIA, 2013).
[2]. Définition d'un plan de gestion et d'entretien du cours d'eau Haute Durance – Phase 2 Plan de Gestion (ARTELIA, 2013).
[3]. Plan de Gestion de la Durance - Gestion des torrents – Merdanel (ETRM, Décembre 2013)
[4]. Charles Queyras TP - Étude hydraulique d'une carrière alluvionnaire sur le cône de déjection du torrent du Merdanel (ETRM Décembre 2013)
[5]. Etude d'avant-projet pour l'aménagement d'un nouveau lit du torrent du Merdanel à Saint-Crépin (05) - Partie Etude hydraulique (ETRM, mars 2020).
[6]. Etude d'avant-projet pour l'aménagement d'un nouveau lit du torrent du Merdanel à Saint-Crépin – Modélisation et travaux de protection (RTM, Avril 2020).
[7]. Aménagement d'un nouveau lit du torrent du Merdanel à Saint-Crépin – Etat initial de l'environnement – relevés faunistiques complémentaires (ALP'AGES Environnement et ECOSCIM Environnement, 2020).
[8]. Aménagement d'un nouveau lit du torrent du Merdanel à Saint-Crépin – Diagnostic faune-flore et définition des enjeux environnementaux (ALP'AGES Environnement et ECOSCIM Environnement, 2020).
[9]. Etude pour le prélèvement de matériaux sur le torrent du Merdanel, commune de Saint-Crépin - Dossier de déclaration au titre des articles L214-1 et suivants du code de l'environnement (HYDRETUDES, Septembre 2023)

Réglementaire

[10]. Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation d'une éventuelle évaluation environnementale (Communauté de Communes du Guillestrois et du Queyras, 2020).
[11]. Cadrage réglementaire – compte-rendu de réunion GEMAPI – Services de l'état.
[12]. PPRN de la Commune de Saint-Crépin - 2012.

Topographie

- LIDAR 2011 (Haute Durance)
- LIDAR 2013 ou(?) Levés topographiques du fil d'eau d'étiage réalisé en 2013 dans le cadre des études ETRM – *les données brutes n'ont pas été obtenues dans le cadre de la présente étude d'où l'absence de certitude sur l'origine des données car les études ETRM de 2013 et 2020 se contredisent sur la source des données (mais le profil en long est toutefois identique).*
- Levées topographiques du torrent du Merdanel depuis le passage à gué aval jusqu'à la confluence dans la Durance (Cabinet POTIN, 2019).
- LIDAR HD 2021 en accès libre sur le site de l'IGN.
- LIDAR 2024 du torrent du Merdanel depuis le seuil amont jusqu'à la confluence dans la Durance (cabinet VR3D, avril 2024). Ce levé LIDAR a été réalisé en février 2024, soit après la crue de décembre 2023 ayant fait l'objet d'importants dépôts de matériaux dans le lit du Merdanel. L'intervention a eu lieu après les travaux d'urgence post-crue visant à dégager le pont de la RN94 et à rétablir chenal à l'aval de la RN94. Il n'existe donc aucune donnée topographique (et peu de photographies) de l'état du Merdanel immédiatement après la crue de décembre 2023, les travaux d'urgence ayant eu lieu très rapidement suite aux intempéries.

Pluviométrie

- Données de pluies METEO-France des précipitations de Novembre-Décembre 2023 à la station de Saint-Crépin (aérodrome).

3. ETAT DES LIEUX

L'objectif de cette partie est de faire un état des lieux descriptif de la dynamique du cours d'eau (incision, exhaussement, érosion…), d'identifier les ouvrages ou autres formes à proximité du cours d'eau. L'analyse est effectuée à partir du relevé de terrain (visite du site par les deux ingénieurs d'études le mardi 19 février 2024), de l'analyse fine des données LIDAR 2011, 2021 et 2024, des profils en travers et de l'analyse bibliographique.

Les profils en long sont également analysés, ils ont été extraits à partir des données issues des LIDAR disponibles. L'objectif est d'analyser les pentes tronçon par tronçon et d'identifier les ruptures de pentes et de coupler cela avec la morphologie du chenal.

A noter qu'il n'a pas été identifié d'affleurement du substratum sur les différents linéaires.

3.1. IDENTIFICATION DES RISQUES EN PRESENCE - PPRN

La commune de Saint-Crépin fait l'objet d'un PPRN approuvé en 2022. Le bassin versant du Merdanel est affecté par l'ensemble des risques naturels prévisibles envisagés dans le PPRN:

- Avalanches
- Affaissements/effondrements
- Eboulements/Chutes de blocs
- Glissements de terrain
- Crues torrentielles
- Ravinements

Les cartes d'aléa sont illustrées dans les pages suivantes. Le torrent du Merdanel sur son cône de déjection est classé en zone rouge R12.

Le PPRN rappelle par ailleurs qu'en vertu de l'article L 215-14 du Code de l'Environnement, les propriétaires riverains des cours d'eau non domaniaux ont une obligation d'entretien :

"Sans préjudice des articles 556 et 557 du code civil et des dispositions des chapitres I, II, IV, VI et VII du présent titre, le propriétaire riverain est tenu à un curage régulier pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles, à l'entretien de la rive par élagage et recépage de la végétation arborée et à l'enlèvement des embâcles et débris, flottants ou non, afin de maintenir l'écoulement naturel des eaux, d'assurer la bonne tenue des berges et de préserver la faune et la flore dans le respect du bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques".

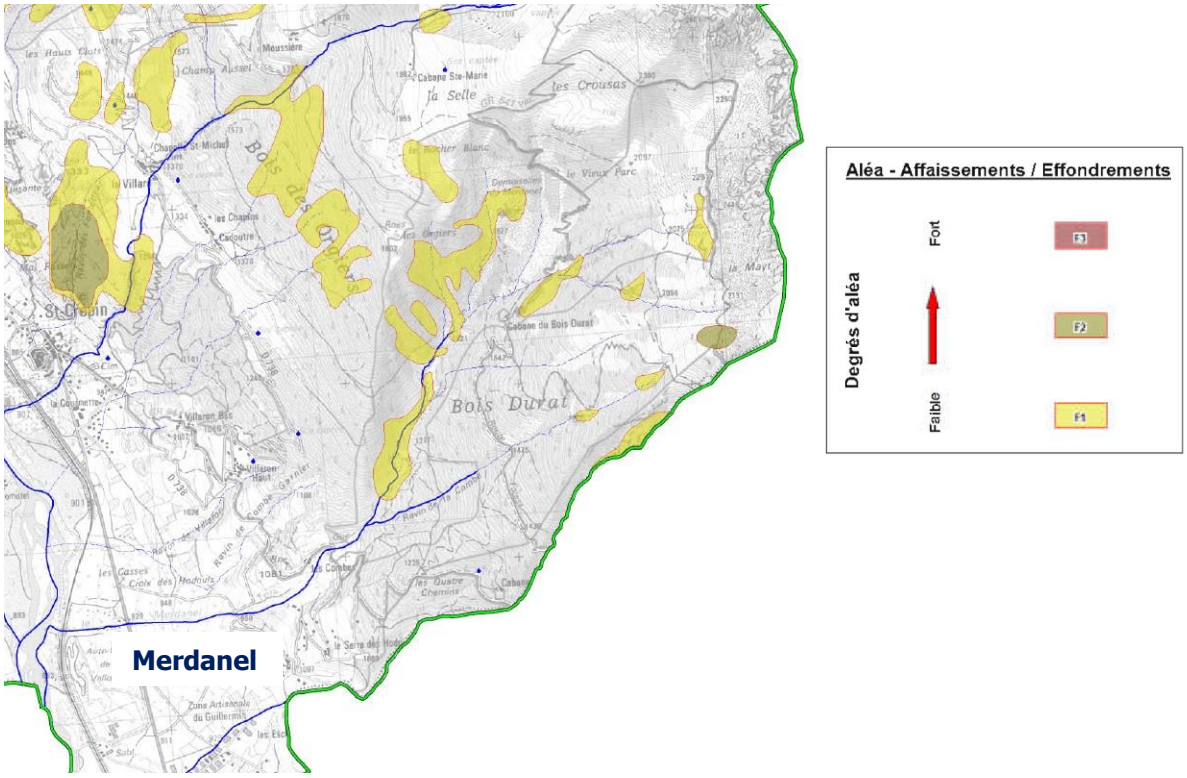


Figure 10 : Carte d'aléa PPRN (2012) : Affaissement et effondrement

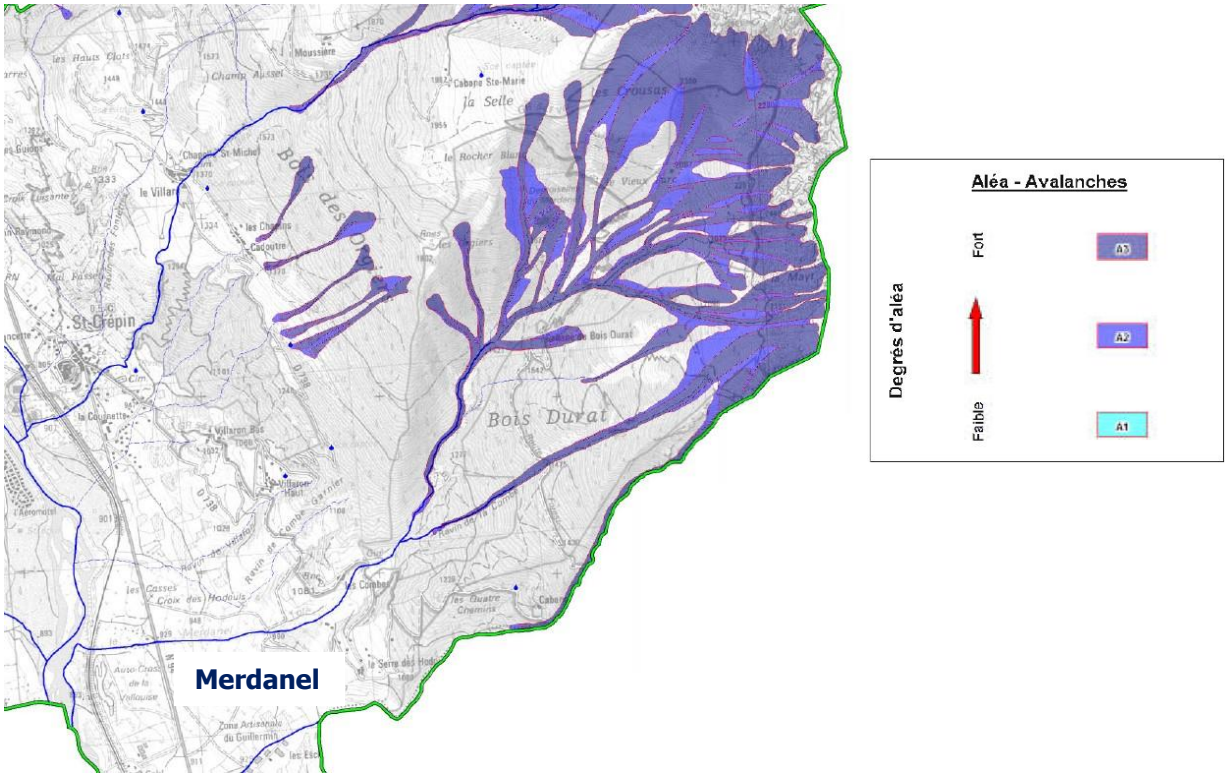


Figure 11 : Carte d'aléa PPRN (2012) : Avalanches

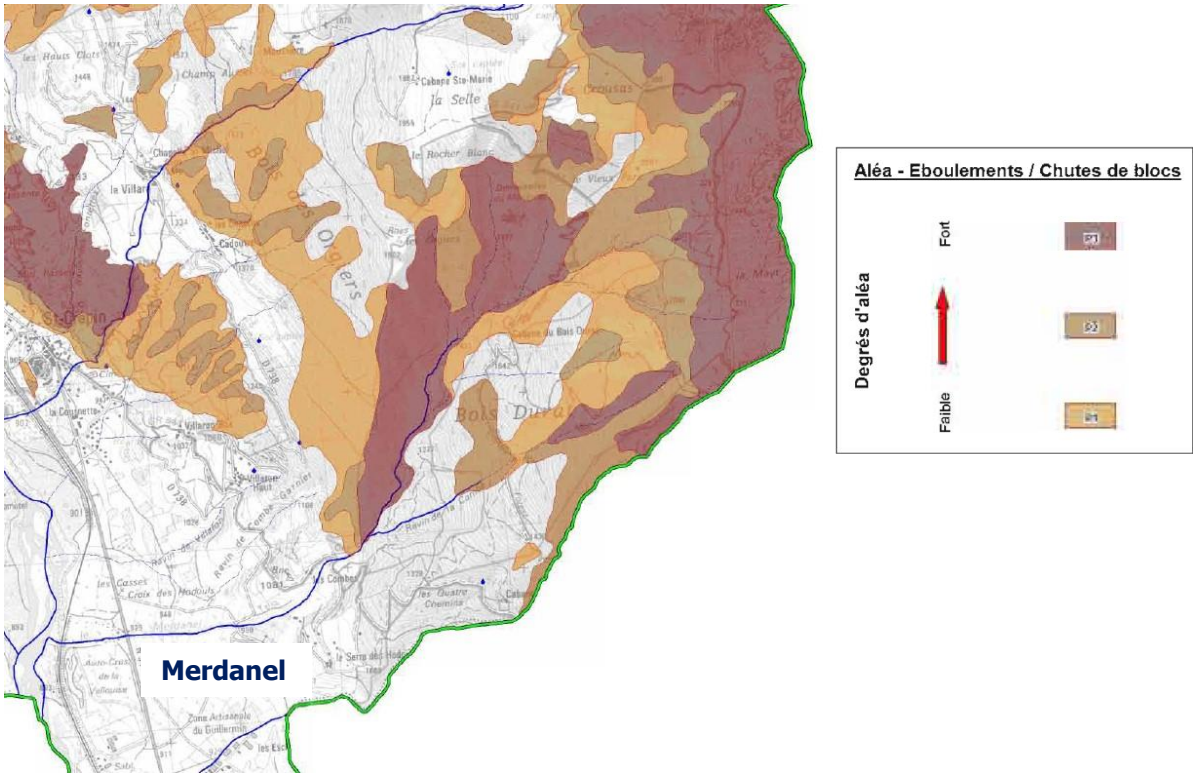


Figure 12 : Carte d'aléa PPRN (2012) – Eboulement et chute de blocs.

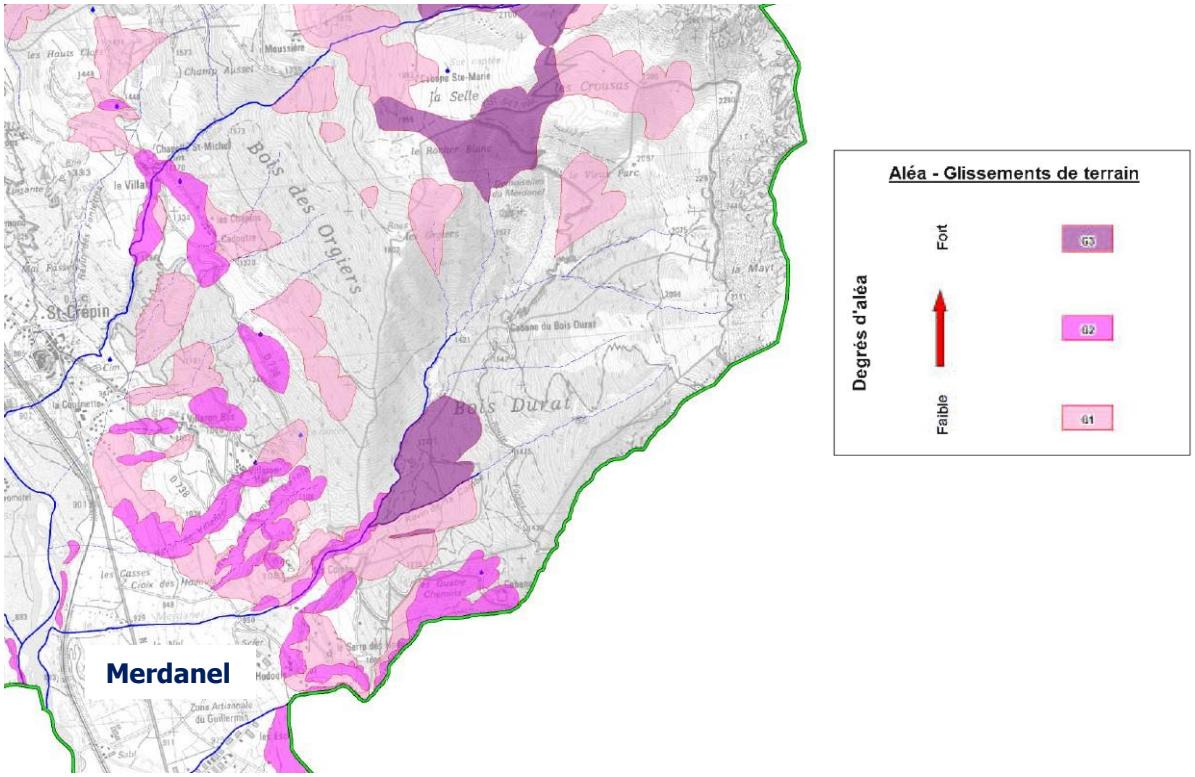


Figure 13 : Carte d'aléa PPRN (2012) – -Glissements de terrains

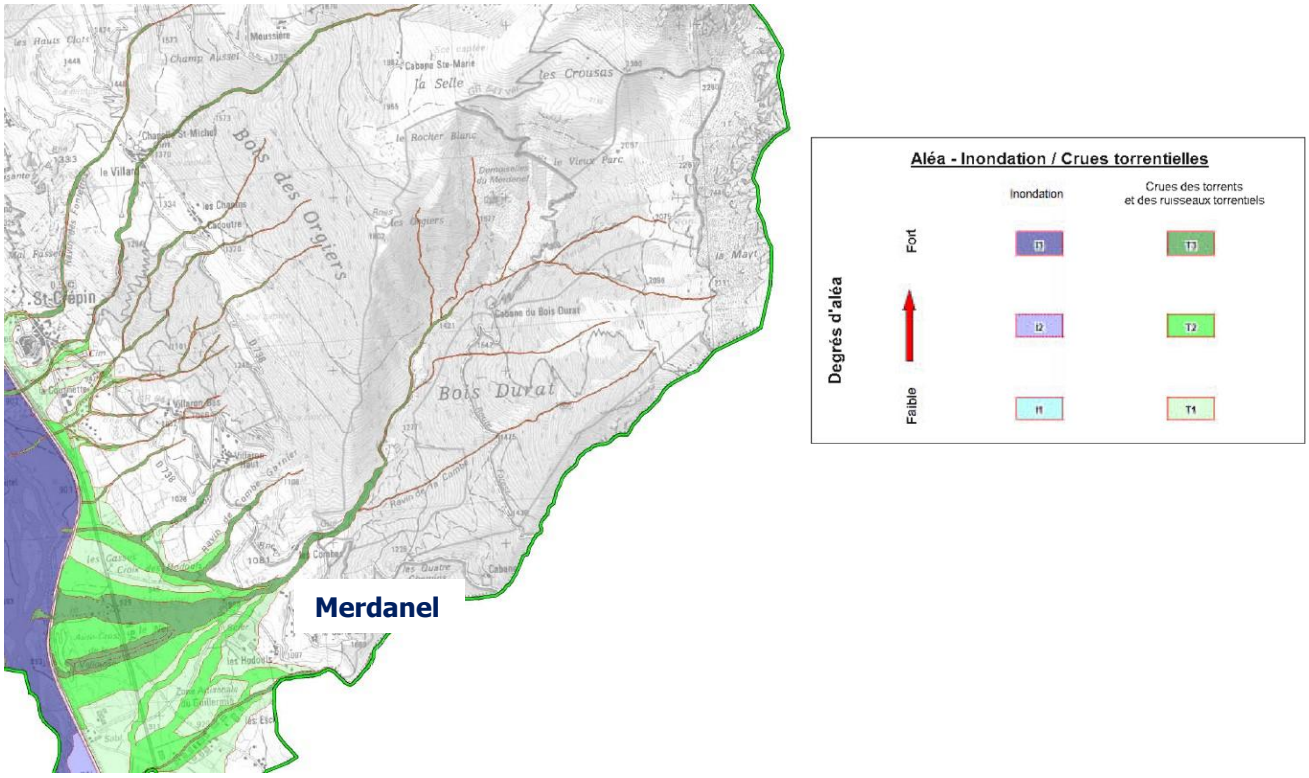


Figure 14 : Carte d'aléa PPRN (2012) – Inondation et crues torrentielles

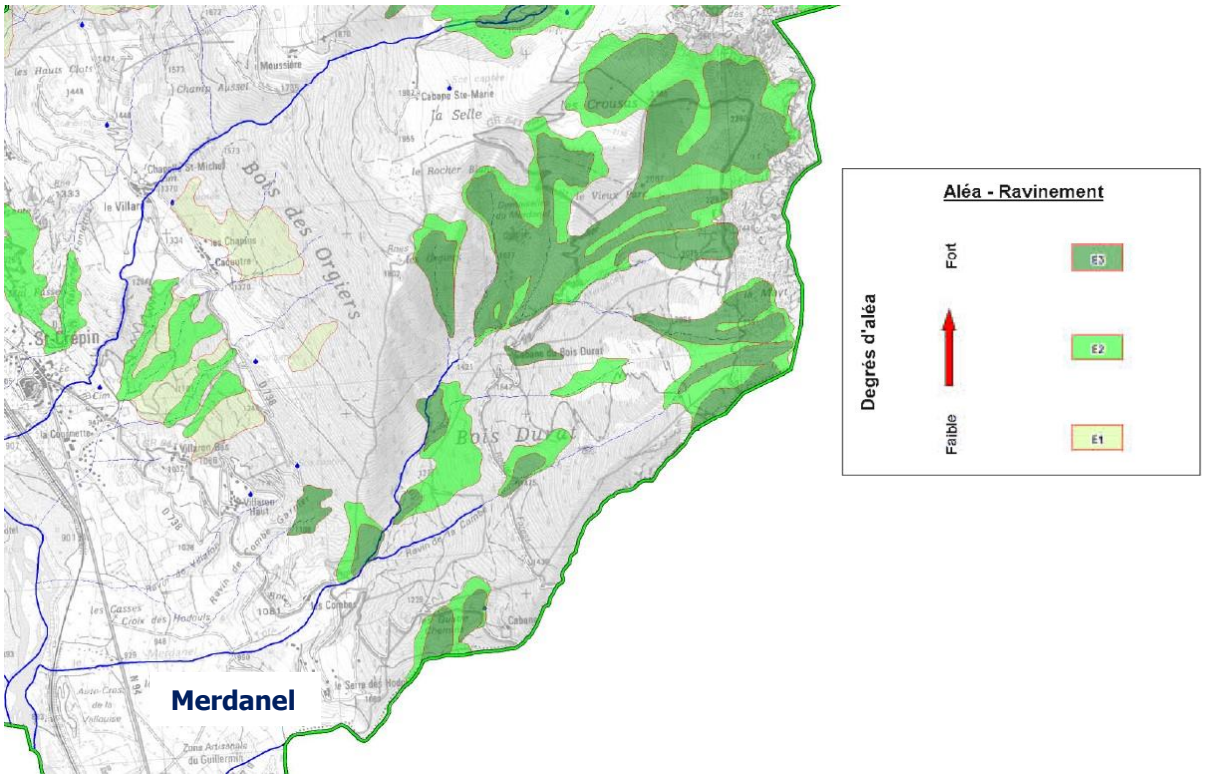


Figure 15 : Carte d'aléa PPRN (2012) – Ravinements

3.2. PRESENTATION SUCCINCTE DU BASSIN VERSANT AMONT

Le bassin versant amont du linéaire à étudier est très actif, produisant des évènements torrentiels qui ont impacté à plusieurs reprises les enjeux et notamment la circulation sur la RN94.

Figure 16 : Zones de production sédimentaire dans la bassin amont (photos ETRM, 2020)

En amont du secteur d'étude se trouvent différents ouvrages de gestion des matériaux (seuils RTM). Ainsi 10 barrages RTM permettent de caler le fond de lit sur 600 ml avant de déboucher sur le cône de déjection.

Figure 17 : Ouvrages RTM dans la zone d'érosion amont (photos ETRM, 2020)

3.3. LES OUVRAGES EN PRESENCE

3.3.1. Passages à gué

Deux passages à gué occupent le lit sur le secteur d'étude : le passage à gué de la Combe à environ 1.3km de la RN94, et le passage à gué aval à environ 650m de la RN94.

3.3.2. Pont de la RN94

Le pont de la RN94 est géré par la DIRMED. Ces dimensions sont indiquées sur la Figure 18 ci-dessous. Le pont est régulièrement engravé en crue et constitue un point noir hydraulique du torrent.

Figure 18 : Gabarit du pont actuel – face amont (Source RTM 2020)

Figure 19 : Ouvrage de la RN94 en février 2024 (face amont)

Figure 20 : Ouvrage de la RN94 en février 2024 (face aval)

3.3.3. Pont SNCF

Le pont SNCF est également très limitant hydrauliquement. Ses dimensions sont indiquées sur la figure ci-après, elles sont à peine supérieures à celles du pont de la RN94. Il est de plus régulièrement engravé.

A la suite d'un sondage réalisé en mars 2020, le sommet de la fondation de la culée du pont a été mesuré à la cote de 897,86 m (Source : RTM, 2020).

Figure 21 : Photos du pont SNCF en 2011, avant et après curage (Source : étude ETRM 2020)

Figure 22 : pont SNCF en Février 2024

4. HYDROLOGIE, EVOLUTION DU LIT ET BILAN SEDIMENTAIRE

4.1. HYDROLOGIE ET HISTORIQUE DES CRUES

4.1.1. Hydrologie

4.1.1.1. *Pluviométrie*

L'étude ETRM de 2020 retenait les pluies caractéristiques suivantes à l'issue d'une analyse régionales de la pluviométrie :

- Pluie journalière décennale = 80mm
- Pluie journalière centennale = 120mm

4.1.1.2. *Crues de référence*

Il n'existe pas de station de mesure des débits sur le torrent du Merdanel, ni sur un torrent directement comparable.

L'étude ETRM de 2020 retenait les débits caractéristiques suivants :

- Q10 = 6m³/s (méthode Crupedix) soit 1.1m³/s/km²
- Q100 = 18 m³/s (méthode du Gradex) soit 3.3 m³/s/km²

Ces débits sont retenus dans la présente étude.

L'hydrogramme de crue suivant issue de l'étude ETRM 2020 sera utilisé pour les analyses de transport par charriage :

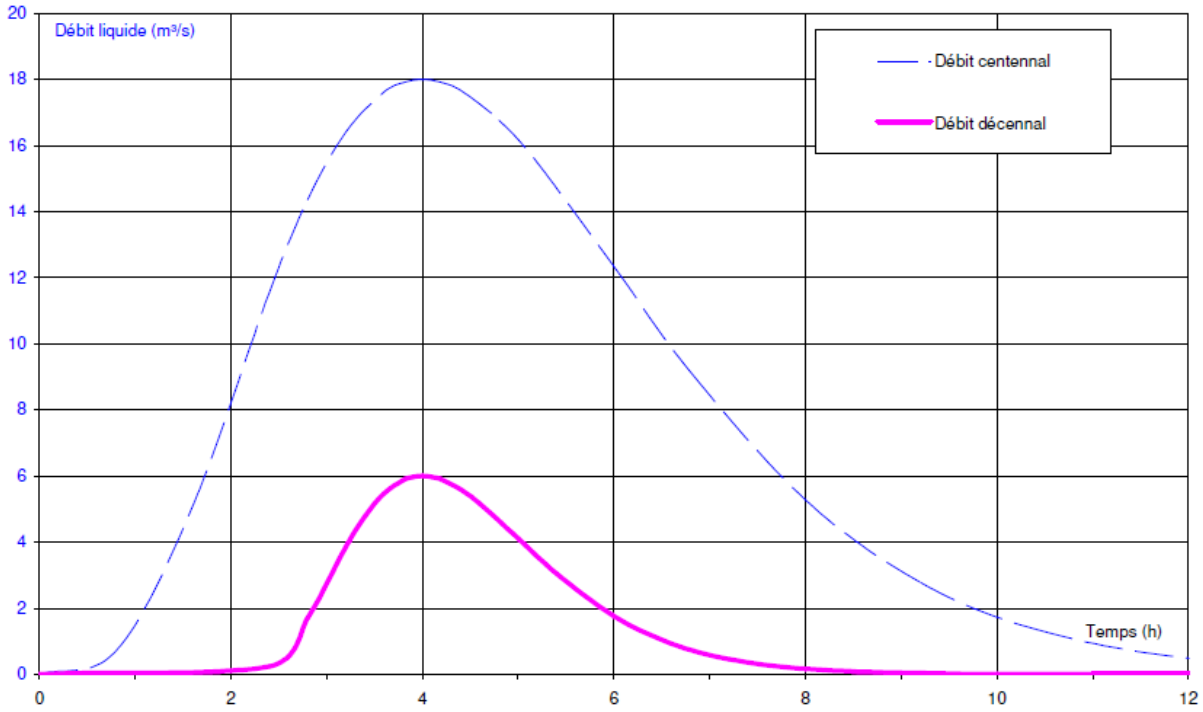


Figure 23 : hydrogramme de crue Q10-Q100 (Source : ETRM 2020)

4.1.2. Recensement des crues historiques

L'historique de crues est extrait de l'étude ETRM de mars 2020. Elle ne fait donc pas état de la récente crue de décembre 2023, qui sera évoqué au chapitre suivant.

L'historique des crues montre la grande vulnérabilité du pont de la RN94, obstrué à de nombreuses occasions, au contraire du pont SNCF qui n'est pas cité dans l'historique des crues. Seuls les principaux éléments sont repris dans le tableau ci-dessous :

1708	Deux ponts emportés.
25/05/1782	Lave torrentielle
1/11/1859	Crue
28/09/1928	RN 94 coupée et chaussée ravinée.
été 1944	Divagations sur le cône de déjection. RN 94 engravé sur 50 à 100 mètres. Pont obstrué.
29/08/1946	Crue à lave - RN 94 coupée. Pont obstrué sur 2 mètres de hauteur.
20/02/1947	RN 94 coupée. Pont obstrué.
5/03/1947	RN 94 coupée. Pont obstrué plusieurs jours.
1/05/1947	RN 94 coupée. Pont obstrué.
26/06/1958	RN 94 coupée.

28/07/1959	Orage extrêmement violent et débordement à 400 m en aval du hameau de la Combe. lit remblayé sur plusieurs milliers de m³ et creusement d'un lit en rive gauche (les Hodouls). L'eau s'écoule par un aqueduc situé à 1 km au sud du pont de la RN 94 (torrent du Guillermin) Route coupée sur 1.5km, dépôt de matériaux. Camp des guides de France emporté.
15/09/1968	Pont RN 94 obstrué.
24/07/2000	Petite crue.
13/07/2011	Lave fluide - Destruction de prises d'eau.

4.1.3. Crue du 3 décembre 2023

Un épisode de forte pluie a eu lieu autour du 30 novembre au 2 décembre et ce particulièrement sur le massif des Ecrins (**177 mm de pluies relevés en 48h à la station pluviométrique de l'aérodrome de St-Crépin**). Cet épisode pluvieux exceptionnel a été concomitant avec une hausse des températures entrainant une fonte prématurée du manteau neigeux en altitude. Les eaux de fonte se sont ajoutées aux eaux pluviales, augmentant notablement les débits des cours d'eau.

On pourra remarquer que la période de cette crue (décembre) se démarque de celle des crues précédentes, ce qui pourrait être relié à des températures remarquablement chaudes pour la saison (l'année 2023 est la deuxième année la plus chaude en France depuis le début des mesures avec +1.4°C par rapport à la période 1991-2020 – le mois de décembre a été particulièrement chaud : +1.9°C par rapport à la période 1991-2020).

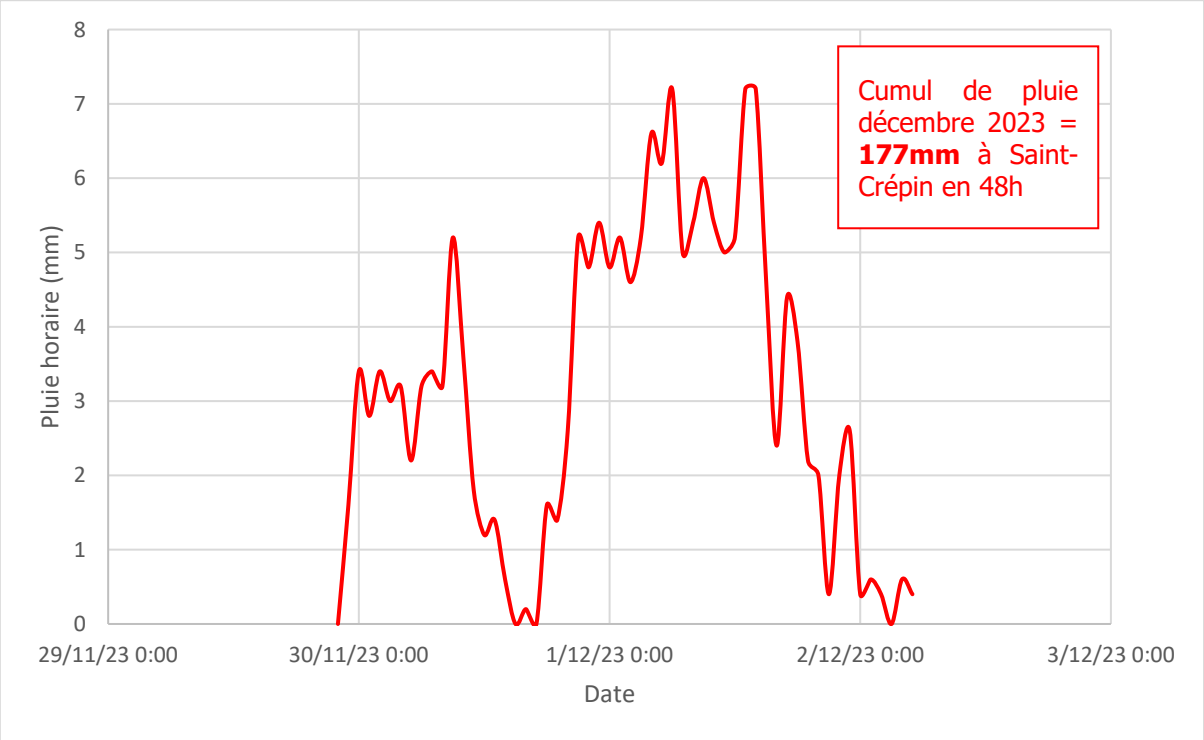


Figure 24 : Pluie horaire à St-Crépin entre le 30 novembre et le 2 décembre - Source : Météo-France.

Figure 25 : Niveau d'engravement de la RN94 (Photo HYDRETUDES, Août 2023)

Figure 26 : Pont de la RN94 lors de la crue du 2 décembre 2023 (Photo CCGQ)

Figure 27 : Dégâts occasionnés au pont le 2 décembre 2023 (Photo CCGQ)

4.2. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG

4.2.1. Méthodologie

Les différentes approches opérées sont présentées dans ce chapitre.

Une comparaison avec les études existantes a d'abord été faite.

Puis l'évolution du fond du lit entre les données LIDAR 2011, 2019 et 2021 a été effectuée :

- En comparant les profils en long ;
- En superposant les 3 Lidars.

Précision des données LIDAR

Dans la comparaison, il est important d'évaluer la précision des données. En superposant les 3 LIDAR en différents point de la RN94 et de la voie ferrée (points durs immobiles), un décalage a été identifié. Le LIDAR 2024 (Vert) se situe entre 5 et 20cm en-dessous des Lidar 2021 et 2011, avec une moyenne de 10cm. Voir Figure 28 et Figure 29.

➢ Ainsi on retiendra une précision décamétrique sur les données issues du LIDAR.

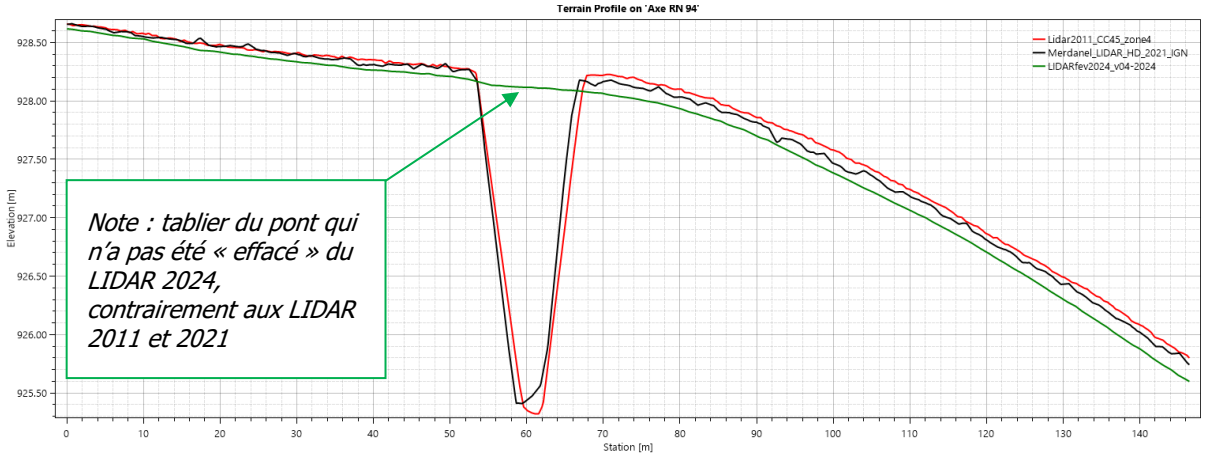


Figure 28 : Exemple du décalage entre le Lidar 2011 (Rouge), 2021 (Noir) et 2024 (Vert) selon l'axe de la RN94.

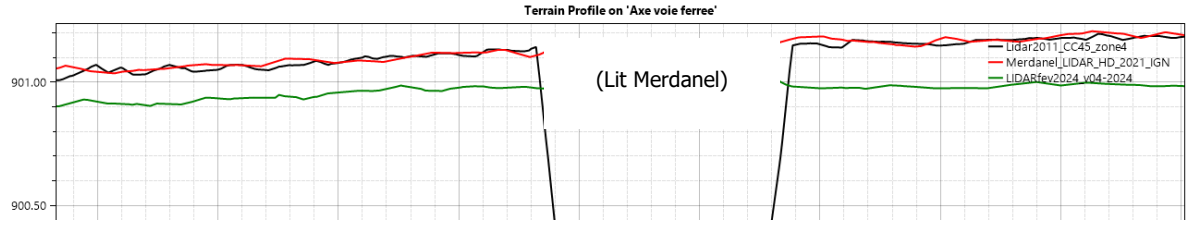


Figure 29 : Exemple du décalage entre le Lidar 2011 (Noir), 2021 (Rouge) et 2024 (Vert) selon l'axe de la voie ferrée.

4.2.2. Analyse des pentes

Le profil en long ci-après est extrait des études ETRM de 2013 et 2020. Le profil en long correspond aux données de 2013.

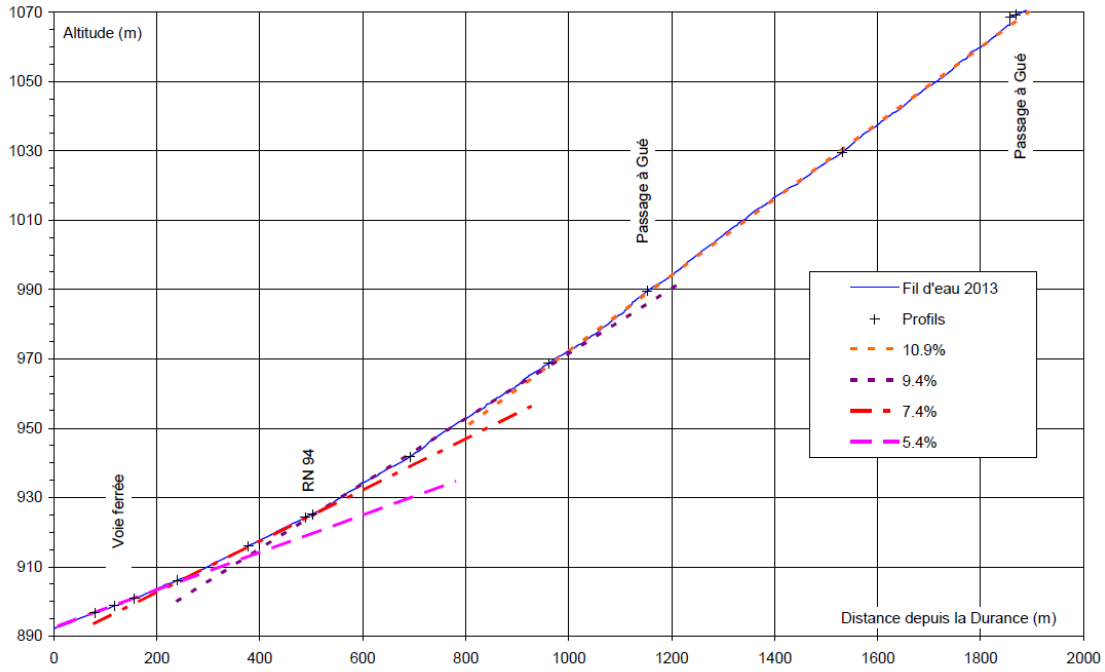


Figure 30 : Profils en long du Merdanel sur l'ensemble de son cône de déjection (Source : ETRM, 2013)

Le profil ci-après est une actualisation du profil précédent, réalisé dans le cadre de la présente étude sur la base des données LIDAR 2024. On constate que les pentes observées sont comparables mais sensiblement plus faibles sur le profil 2024 à l'aval du pont de la RN94, en lien avec les phénomènes de dépôts de matériaux.

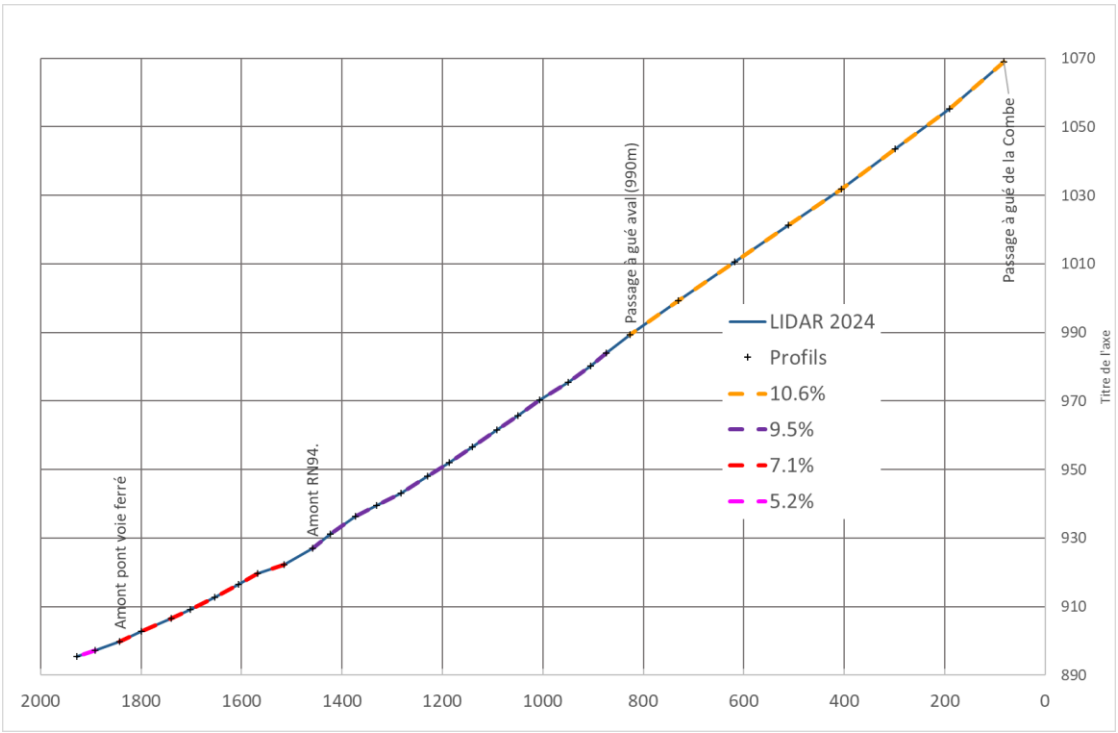


Figure 31 : Profils en long du Merdanel sur l'ensemble de son cône de déjection (base : LIDAR 2024)

4.2.3. Evolution du profil en long du Merdanel

L'étude ETRM de 2020 avait procédé à une analyse de l'évolution des profils en long sur la période 2013-2019 (Figure 32). Le niveau de 2019 était presque toujours supérieur - de 0.5 à 1 mètre - à celui de 2013, témoignant probablement d'une tendance à l'engravement du cône de déjection. On remarque que cet exhaussement affecte l'ensemble du cône de déjection, depuis le passage à gué amont.

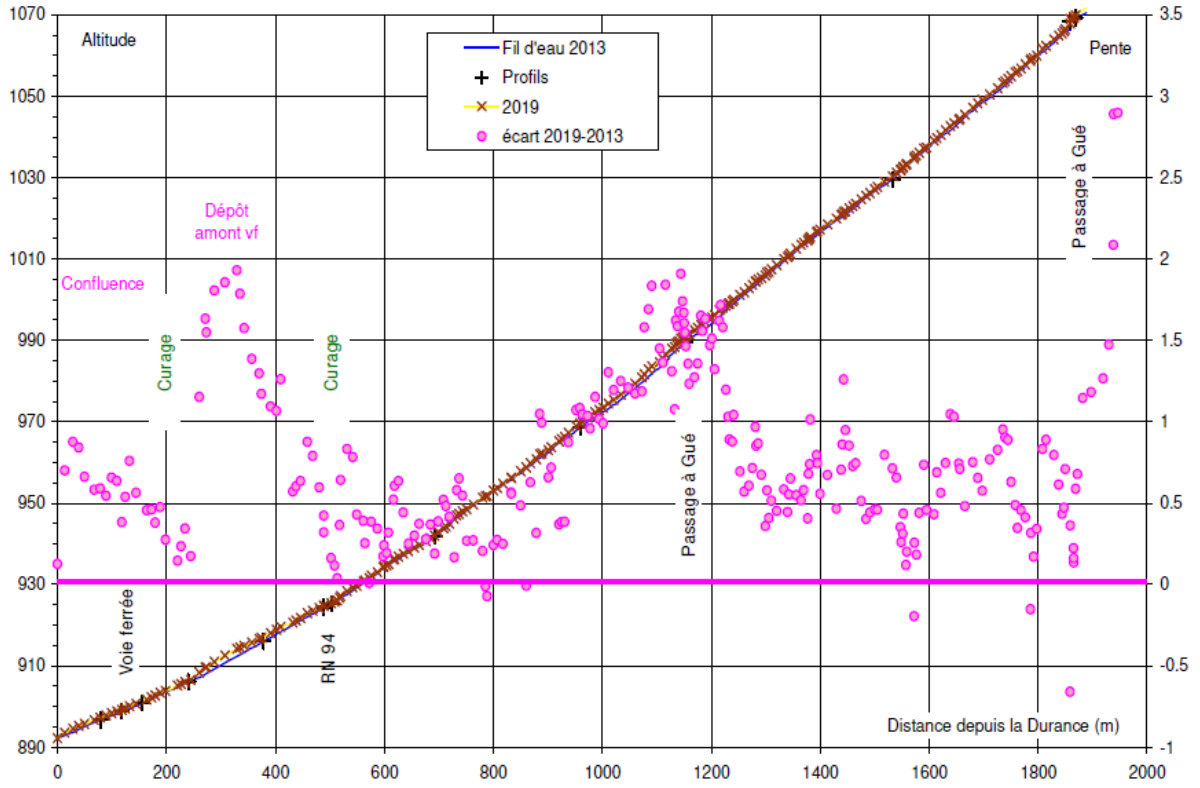


Figure 32 : Ecart de niveau entre 2013 et 2019 (source ETRM 2020)

Un graphique similaire a été réalisé dans le cadre de la présente étude (voir Figure 33) :

- Une première comparaison est faite entre les données LIDAR de 2011 et 2021, et conduit à la même conclusion qu'ETRM sur une période comparable, à savoir une augmentation du niveau du lit du torrent sur la décennie 2011-2021. On indique que l'analyse comparée de la topographie terrestre de 2019 avec les données LIDAR de 2021 (comparaison des profils en travers et des profils en long) indique une bonne corrélation entre les deux jeux de données, ce qui rend la comparaison avec le graphique d'ETRM (période 2013-2019) d'autant plus pertinente.
- Une seconde comparaison est faite sur la période 2021-2024, marqué par l'épisode de crue de décembre 2023. Deux tendances sont constatées :
    - A l'amont du cône de déjection, entre le passage à gué des Combes (amont) et le passage à gué aval, le lit s'est abaissé de 0.2 à 0.7m
    - A l'aval du cône de déjection (aval du passage à gué « aval »), la tendance est très largement au dépôt, puisque les valeurs de 2024 sont quasiment partout supérieures aux valeurs de 2021, et ce malgré les travaux d'urgence post-crue consistant à évacuer des matériaux du torrent afin de reconstituer un lit mineur. Ainsi, malgré les volumes décaissés, le niveau actuel du torrent (base : LIDAR de février 2024) est calé au-dessus du niveau du torrent en 2021.

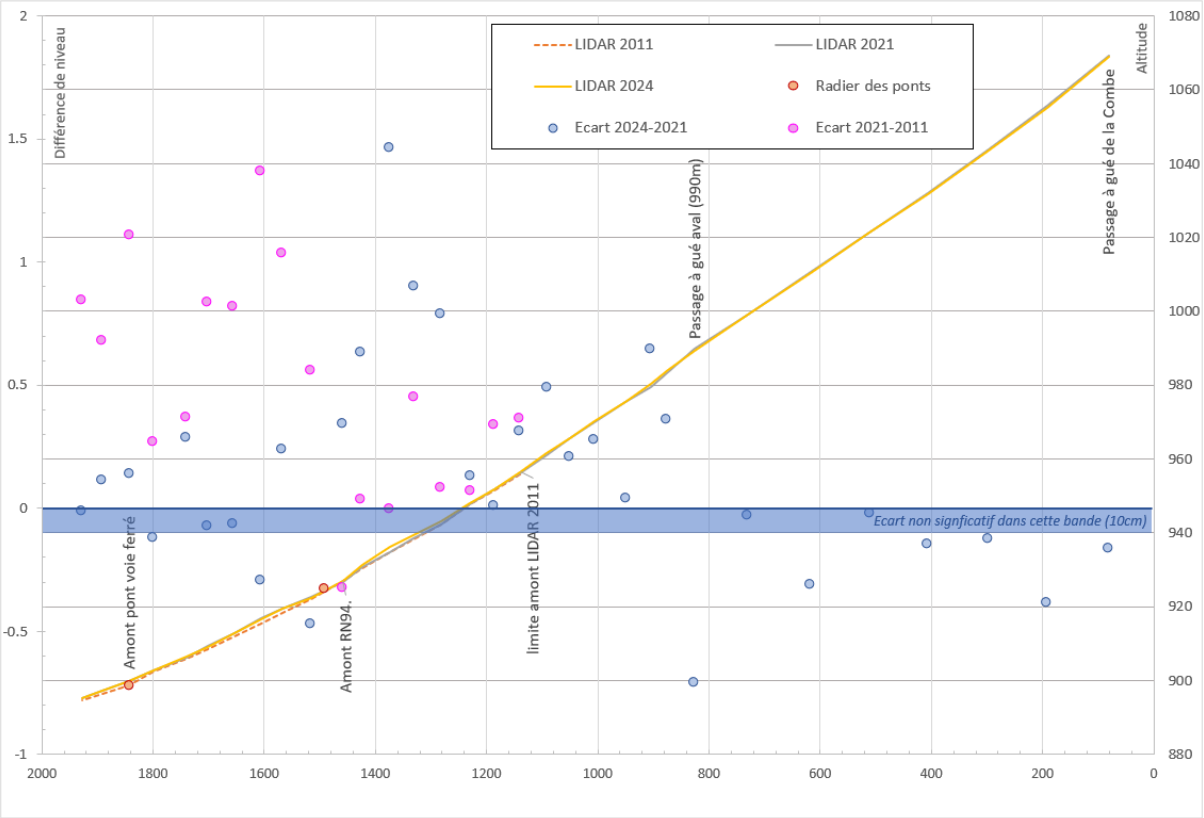


Figure 33 : Ecart de niveau entre 2011 et 2021, et entre 2021 et 2024

Conclusion :
La tendance de la dernière décennie indique un exhaussement du torrent sur l'ensemble du cône de déjection. Toutefois, la crue de décembre 2023 semble avoir creusé l'amont du cône, les matériaux mobilisés étant massivement déplacés et déposés à l'aval du cône, en particulier depuis 500m à l'amont du pont de la RN94 jusqu'à la confluence.

Cette analyse est également illustrée par la comparaison en plan des données LIDAR sur la Figure 43 du paragraphe 4.3.5 .

4.2.4. Evolution du profil en long de la Durance

Ce chapitre s'intéresse à l'évolution de la Durance au droit de la confluence du Merdanel.

Les données sont issues du plan de gestion de la Durance (profil en long 2011, cote profil en long d'objectif et cote de curage minimale), ainsi que du levé topographique du fond de lit de la Durance réalisé par l'Atelier du Géomètre à la demande de la commune de Saint-Crépin – les relevés ont eu lieu le 1er aout 2024.

Les niveaux de 2011 et 2024 demeurent inférieurs au niveau historique de la Durance caractérisé par le relevé des grandes forces hydrauliques de 1906, soit avant le début des extractions en lit mineur. Toutefois les niveaux de 2024 semblent indiquer une tendance au comblement progressif de la « cuvette » située à l'aval du confluent du Merdanel (centrée sur le point métrique 21000 du graphique). Le plan de gestion de la Haute-Durance (2014) prévoit d'ailleurs une remontée du fond de lit important sur le secteur des confluences Merdanel et Saint Thomas : 1.5 à 2 m d'exhaussement du fond du lit en 20 ans et 2.5 m d'exhaussement du fond du lit en 50 ans, correspondant au comblement de la cuvette.

Compte tenu des données existantes, le profil en long d'objectif de la Durance n'étant pas encore atteint sur le secteur, le plan de gestion préconisera des mesures maintenant le transit sédimentaire entre le Merdanel et la Durance.

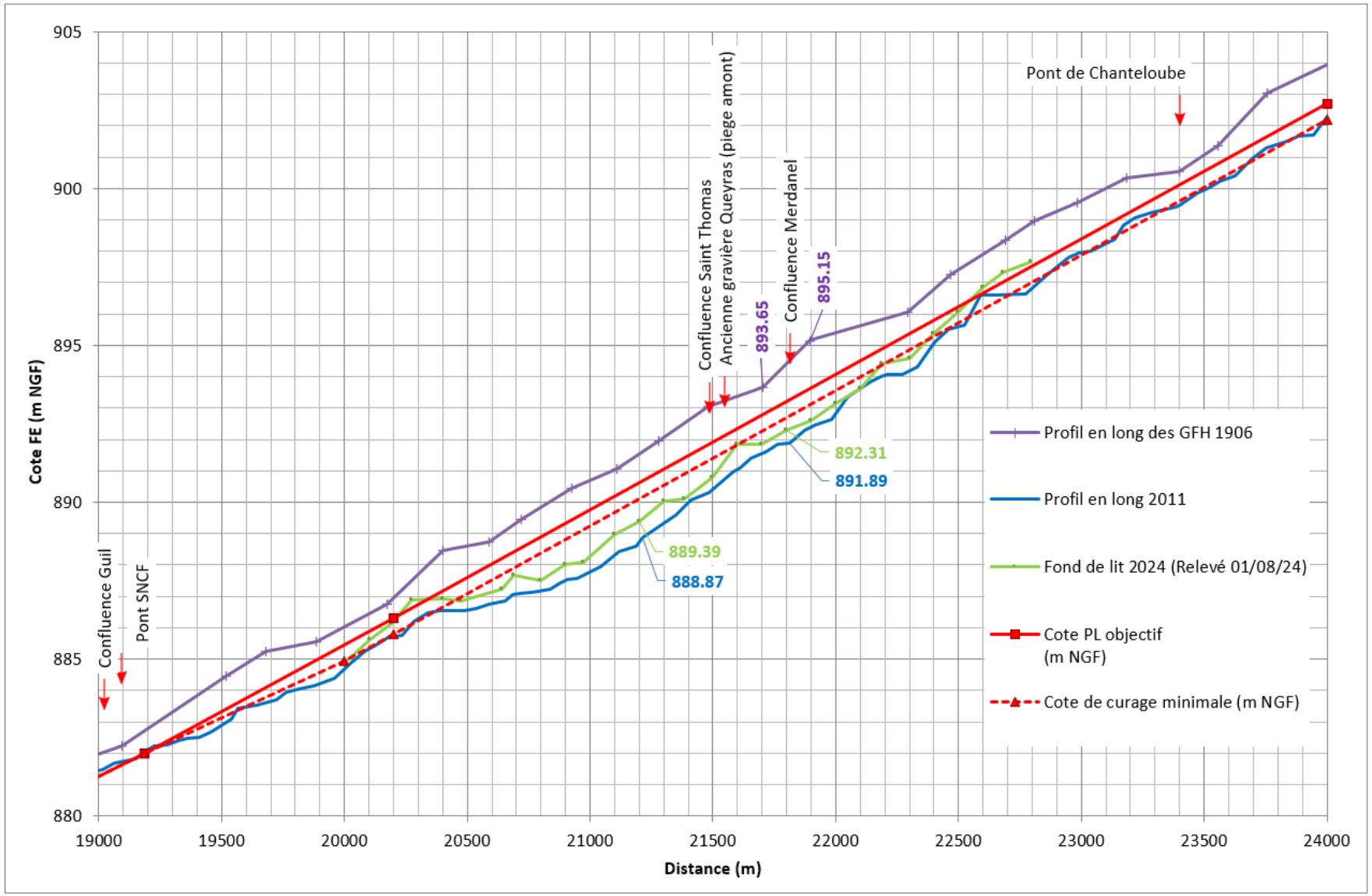


Figure 34 : Evolution du lit du la Durance au droit du secteur d'étude

4.3. BILAN SEDIMENTAIRE

4.3.1. Granulométrie

Les diamètres moyens établis par l'étude ETRM de 2020 sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

Description du site	Dmoyen
Amont RN 94	80
Aval RN94	70
Amont SNCF	40

Figure 35 : Mesures granulométriques ETRM 2020

Les valeurs établies par échantillonnage granulométrique dans le cadre de la présente étude sont du même ordre de grandeur, et ce malgré la crue de fin 2023. Ce tri granulométrique d'amont en aval dépend principalement des pentes caractéristiques.

Ces mesures granulométriques seront utilisées pour la caractérisation et l'évaluation de la fourniture sédimentaire.

Description du site	Localisation précise	Dmoyen (mm)
Amont RN 94	90m Amont RN94	82
Aval RN94	60m Aval RN94	62
Amont SNCF	90m amont voie ferrée	40

Figure 36 : Mesures granulométriques réalisée dans la présente étude

4.3.2. Transport solide et fourniture sédimentaire

4.3.2.1. *Processus de transport solide et susceptibilité à former des laves*

On rappelle ici les deux modes de transport solide existant en contexte torrentiel : le charriage et les laves torrentielles :

- **les laves torrentielles** : mélange boueux qui contient de 50 à 80% de matériaux, les laves torrentielles se déplacent par bouffées homogènes et ont une force destructrice énorme. Elles sont capables de transporter des blocs de plusieurs tonnes en quasi flottaison.
- **le charriage** : c'est le mode de transport solide le plus courant. Les matériaux transportés sont plus petits et roulent dans le fond du lit. Ils ne représentent que 20 à 30% de l'écoulement totale qui a un aspect plus liquide.

Deux critères peuvent être appliqués pour déterminer la probabilité d'appartenance à la catégorie "bassins producteurs de lave" :

1. En tenant compte de la dénivelée spécifique (Bertrand et al., 2013) selon la formule suivante :

$$P = \frac{0.52M^{1.67}\ S^{1.99}}{1 + 0.52M^{1.67}\ S^{1.99}}$$

Où :

P = la probabilité d'appartenance à la catégorie "bassins producteurs de lave". Si P> 0.5 ; la susceptibilité du bassin à former des laves est forte
M = le dénivelé spécifique du bassin définir comme le dénivelé maximal rapport à la racine carré de la surface (indice de rugosité de Melton)

S = la pente du lit à l'exutoire (en degrés) ;
plus P est proche de 1, plus la susceptibilité du bassin à former des laves est forte. Une valeur seuil de 0.5 est utilisée pour discriminer les deux catégories.

Le bassin versant du Merdanel a un indice P = 0.92, ce qui signifie **que la susceptibilité du bassin versant du Merdanel à former des laves est forte**.

2. En tenant compte de la pente du cône de déjection et de la dénivelée spécifique selon la méthode proposée par Bardou (2002) adaptée des données de Marchie et Brochot (2000). Cette méthode permet d'établir le graphique suivant (Figure 37). Le bassin versant du Merdanel correspond au carré violet. Son positionnement sur le graphe le positionne comme un torrent mixte (charriage/laves), et **confirme la forte susceptibilité au transport par lave torrentielle établie par la méthode précédente**.

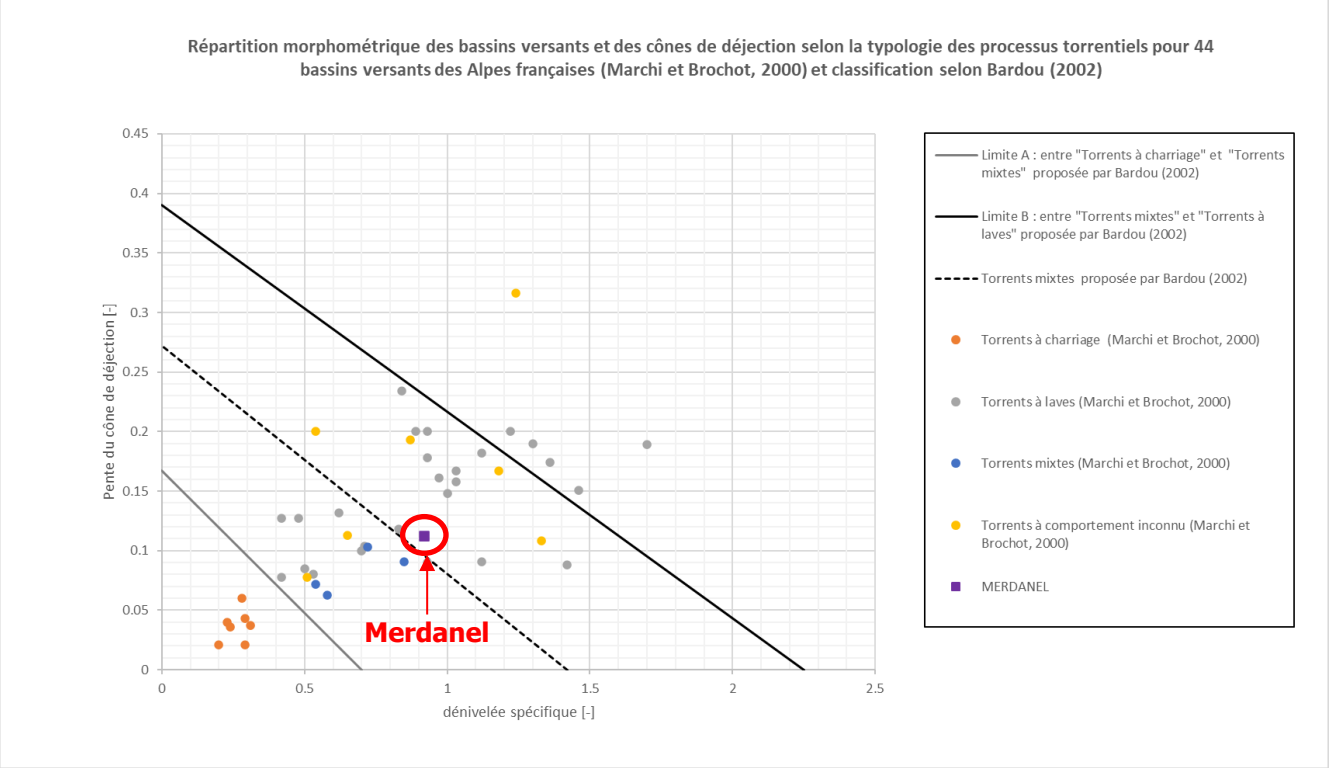


Figure 37 : Caractéristiques morphométriques du Merdanel au sein de 44 bassins versants alpins

Compte tenu des spécificités du bassin versant du Merdanel (géologie, hydromorphologie, pente), le torrent du Merdanel peut fait l'objet de laves torrentielles. Ainsi une estimation des volumes transportés par laves torrentielles sera effectuée, en complément des estimation des volumes transportés par charriage.

4.3.2.2. *Transport par charriage*

Les crues à charriage peuvent se produire sur ce torrent, soit pour des évènements de faible amplitude, soit en tant que deuxième phase de crue suite à un écoulement de lave. Avec sa composante liquide, ce sont les crues à charriage qui vont permettre le transit de matériaux à la Durance au-delà des ouvrages de franchissement limitants.

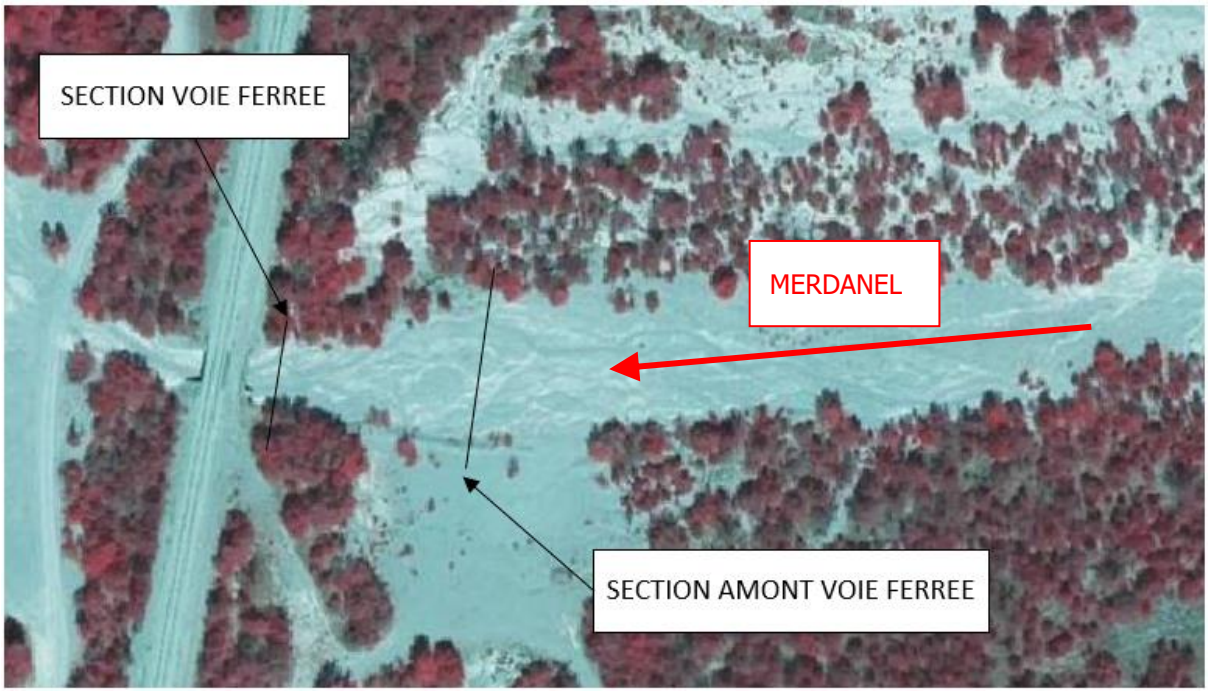
Etudes antérieures :

On rappelle l'estimation des volumes charriés au sommet du cône de déjection pour le Merdanel en Q10 (un phénomène de charriage paraissant trop improbable pour une crue centennale) dans l'étude ETRM de 2020, par la formulation de Lefort (2015):

- Amont pont de la RN94 : V10 par charriage = 1700m³
- Aval pont de la RN94 : V10 par charriage = 1200m³
- Amont pont SNCF : V10 par charriage = 500m³

Estimation de la capacité de charriage avec l'outil BEDLOADWEB

Dans la présente étude, les volumes transportés en crue ont été estimés sous la plateforme BEDLOADWEB développée par l'INRAE, sur la base de profils en travers type et du profil en long. L'hydrogrammes de crues Q10 présenté précédemment a été utilisé. Les calculs ont été fait sur 2 sections types sur la base du LIDAR 2024.



Dans le tableau suivant, les fourchettes indiquées englobent les valeurs obtenues par les formules de Lefort, Meyer-P&M et Rickenmann.

	V10 charriage
Section amont voie ferrée	[3,100-5,800] m^3
Section Voie ferrée	[1,200-3,400] m^3

Figure 38 : Transport par charriage pour la crue décennale estimé avec l'outil BEDLOADWEB

Ces valeurs sont sensiblement supérieures à celles obtenues dans l'étude ETRM, toutefois elles ne sont pas basées sur la même topographie et utilisent d'autres formules.

Le constat est toutefois le même : la capacité de charriage diminue avec la pente, d'amont en aval. Ceci indique que les phénomènes de charriage pour les crues modérées contribuent également à l'engravement du Merdanel entre les deux ponts.

La capacité par charriage n'a pas été estimée pour une crue centennale car pour les évènements extrêmes, la probabilité d'un transport par lave est plus forte.

D'une manière générale, les volumes transportés par charriage demeurent faibles comparé aux volumes transportés par un phénomène de laves torrentielles, ainsi ce dernier phénomène sera dimensionnant pour les préconisations du plan de gestion.

4.3.2.3. *Transport par laves torrentielles*

Etudes antérieures :

On rappelle les volumes estimés par ETRM en 2020 en considérant plusieurs formulations.

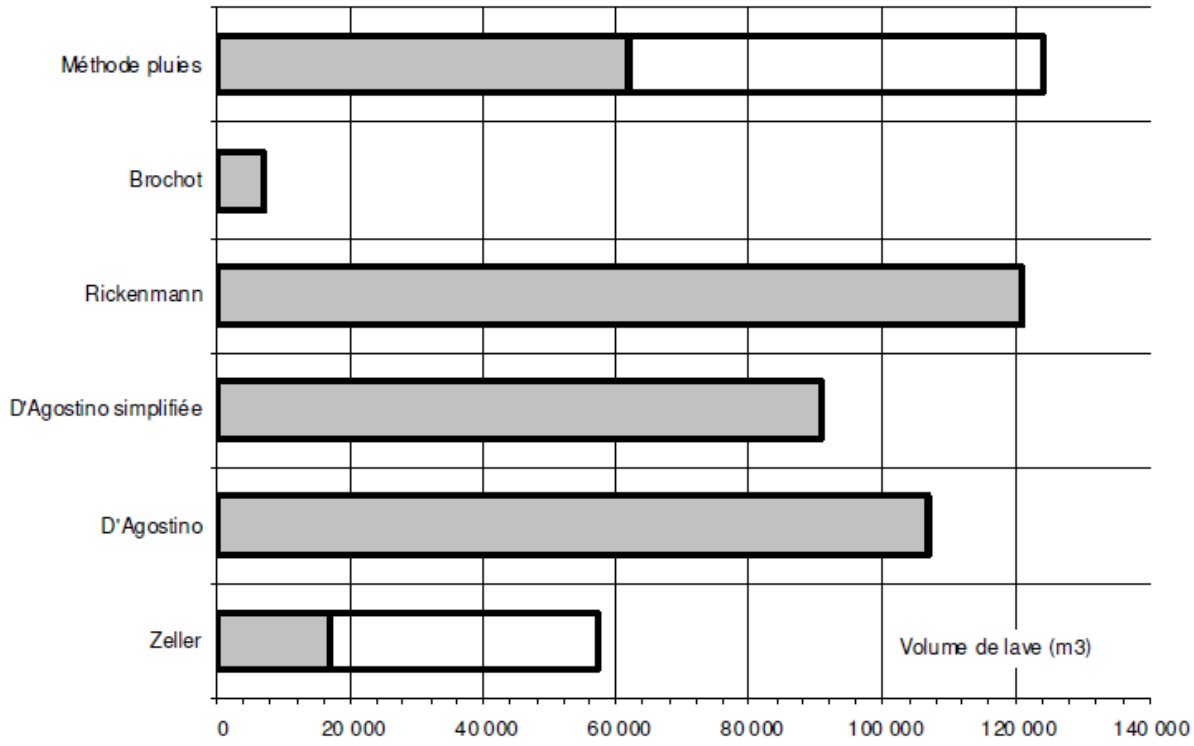


Figure 39 : Estimation des volumes de laves (ETRM 2020)

Les écarts sont importants entre les différentes formulations – les valeurs suivantes avaient été retenus :

- V10 lave torrentielles= 30,000 m³
- V100 lave torrentielles (corrigé)= 60,000 m³

Estimation du volume des laves torrentielles avec la méthode ECSTReM/ HYDRODEMO

Dans la présente étude, l'évaluation de la fourniture sédimentaire a été faite à partir de la méthode ECSTReM (Peteuil et Liebault, 2011) et HYDRODEMO (Morel et al., 2022) développée par l'INRAE. On s'intéresse à la connectivité entre les zones de fourniture sédimentaire et le lit du torrent.

Dans un premier temps, les zones actives, contribuant à la fourniture sédimentaire, ont été identifiées. On souligne que les zones actives ne correspondent pas à l'ensemble des zones à nues du bassin versant amont. Lorsqu'elles ne sont pas connectées par des chenaux actifs, ces zones ne participent pas à la fourniture sédimentaire vers le cône de déjection.

Les zones actives sont illustrées sur la figure suivante :

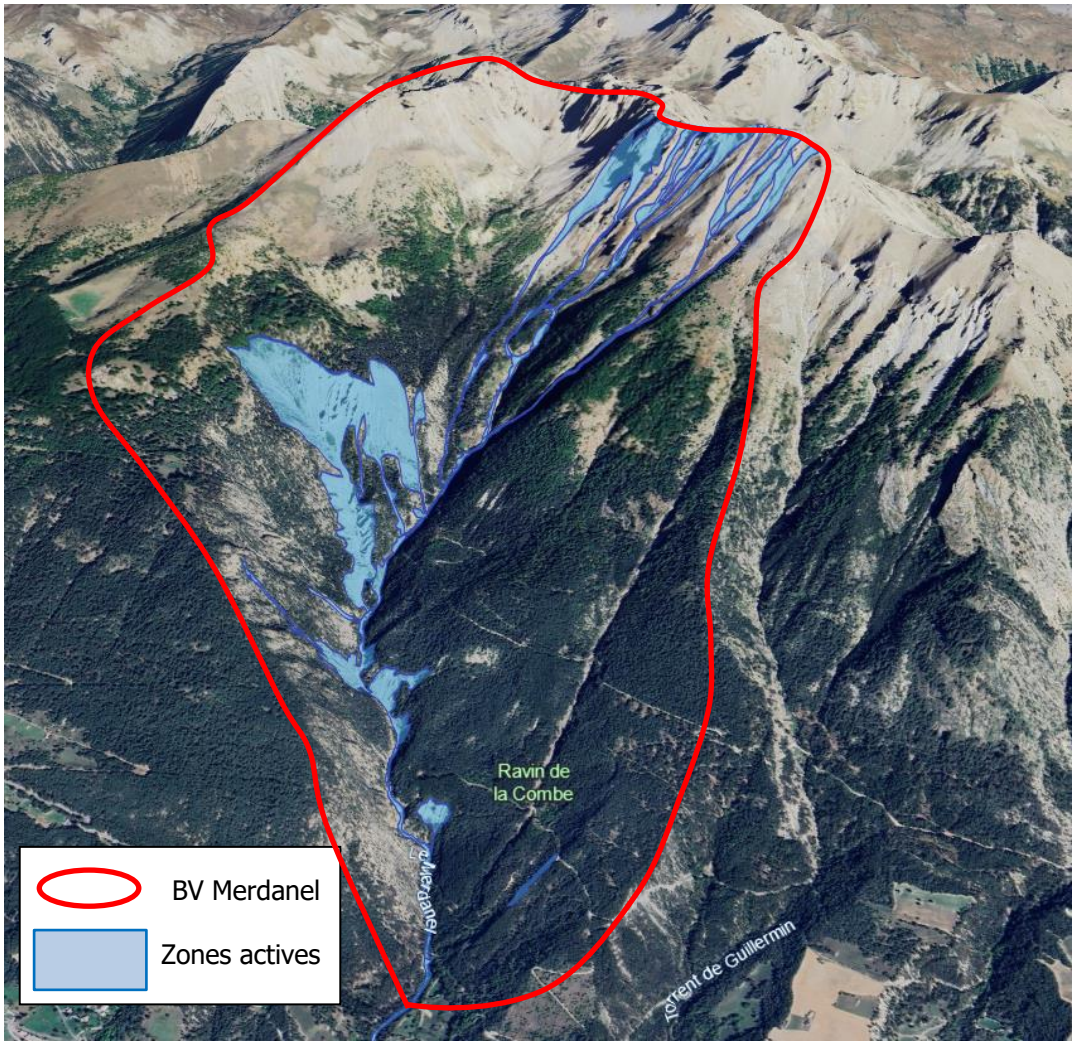


Figure 40 : Identification des zones actives pour la fourniture sédimentaire

Les estimations suivantes ont été obtenues :

- Volume annuel : Va=1200 m³/an
- Volume décennal : V10 = 4,500m³ à 9,500m³
- Volume centennal : V100 = 12,000m³ à 26,000m³
- Volume maximal estimé (scénario d'apport exceptionnel) : V max: 59,000 m³

L'estimation des volumes par la méthode ECSTReM / HYDRODEMO indique des volumes V10 et V100 moins importants que l'évaluation ETRM. Ceci est potentiellement lié à l'utilisation de la surface active dans la formulation, contre la superficie du bassin versant dans l'approche ETRM. L'estimation du volume centennal d'ETRM (60,000m³) est toutefois concordant avec l'estimation du volume maximal par la méthode ECSTReM et HYDRODEMO (59,000m³).

On rappelle que ces formules ne fournissent qu'un ordre de grandeur des volumes en jeu.

Pour une mise en perspective, il est utile de rappeler que l'estimation du volume de matériaux apporté par les évènements de l'automne 2023 (crues d'octobre et décembre 2023) est de l'ordre de 18,000m³. Cette valeur a été obtenue par comparaison des LIDAR 2024 et 2021, et ne prends pas en compte les volumes extraits lors des travaux d'urgence post-crue (cette analyse est détaillée au paragraphe 0).

4.3.3. Hauteur de lave torrentielle

Etudes antérieures :

Les hauteurs de lave avaient été estimées dans l'étude ETRM de 2020 par la méthode de COUSSOT d'après un modèle de HERSCHEL & BULKLEY. Différentes caractéristiques de laves avaient été considérées.

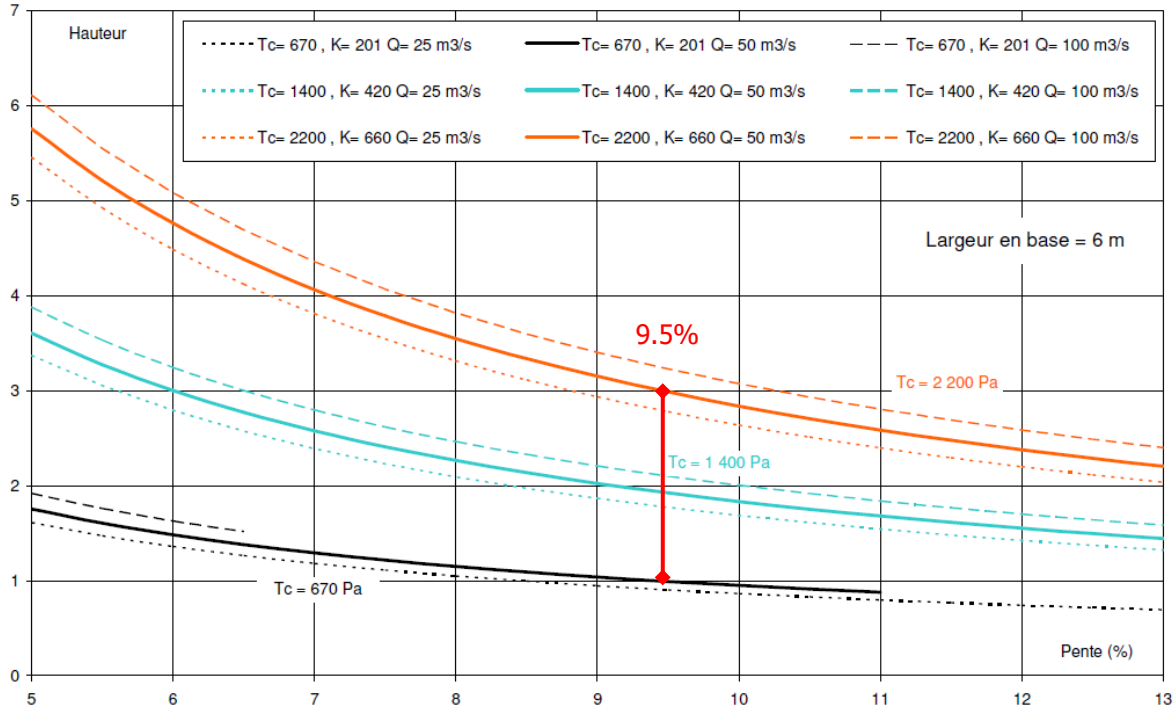


Figure 41 : Evolution de la hauteur de lave en fonction de la pente (Source : ETRM 2020)

Ainsi pour une pente de 9.5% comme à l'amont de la RN94, la hauteur de lave pour une section type de 6m en base avait été estimée de 1 à 3 m selon la typologie des laves (plus ou moins visqueuses). On remarque que la hauteur de lave est relativement peu sensible au débit de lave considéré.

Evaluation des hauteurs de laves par section

Dans le cadre de la présente étude, les estimations de hauteurs de coulée de lave ont été réalisées pour 3 profils en travers situés entre le passage à gué aval et le pont de la RN94 : profils P4, P8, et P14. Les caractéristiques géométriques du chenal et les pentes au droit de chaque profil ont été utilisées. Des gammes de probabilité qualitatives (probables, rares, exceptionnelles) ont été associées aux scénarios considérés.

Figure 42 : Identification des PT retenus pour le calcul de hauteur de laves

Les hypothèses de rhéologie de laves ont été repris de l'étude ETRM et sont rappelées ci-dessous :

Type de lave	t_c (Pa)	K
↓ Lave + fluide	669	201
	1443	433
↓ Lave + visqueuse	2187	656

Les hauteurs de laves estimées dans la présente étude se situent dans une fourchette allant de 0.8m pour les laves les plus fluides à 3.1m pour les laves les plus visqueuses, ce qui est cohérent avec les estimations des études antérieures.

Pour chaque profil, la hauteur de berge d'objectif est compatible avec les laves les plus fréquentes (paramètres rhéologiques médian), mais des laves de hauteur supérieures aux hauteurs de berge sont possibles dans les scénarios les plus pénalisants. Cela conforte les observations de terrain avec des traces de débordements en rive droite ou rive gauche sur ce secteur. Le détail des calculs de hauteurs de lave sont portées en ANNEXE du présent document.

Les laves des scénarios les plus probables sont de l'ordre de 1.5m à 2m (voir scénarios S2 et S5 en ANNEXE).

4.3.4. Analyse des curages et des extractions

Des interventions de curages ont été reportés :

- **Pont de la RN94** : la DIRMED dispose d'un marché à bon de commande pour le désengravement de l'ouvrage pour des évènements courants. Aucune donnée concernant les volumes extrait n'a été obtenue.
- **Pont SNCF** : la SNCF reporte avoir réalisé des curages de l'ouvrage en 2011, 2012,2013 et 2014. Aucune donnée concernant les volumes extrait n'a été obtenue. Face au ré-engravement systématique de l'ouvrage, les curages réguliers n'ont pas été poursuivis après 2014. Selon la SNCF, il est depuis observé une stabilisation du niveau des matériaux à 1.3m de la sous face du tablier métallique avec une fluctuation de $^{+}/_{-}$ 30cm. Lors de la visite de site de février 2024, le tirant d'air à l'amont du pont SNCF était de 0.9m.
- **Extractions dans le lit du Merdanel**: La mairie a indiqué que des extractions avaient lieu dans le lit du Merdanel en amont et en aval du pont SNCF par des entrepreneurs locaux. Ces activités ont pris fin dans les années 1990 après promulgation de la loi sur l'eau (1992).
- **Extractions dans le lit de la Durance**: Le plan de gestion de la Haute-Durance (2014) rappelle que les extractions en Durance ont débuté dans les années 1960 et se sont poursuivies jusqu'en 2009. Le volume total extrait a été estimé à 8 300 000 m³, dont près de 2 000 000 m³ sur les 2 pièges situés entre les confluents du Merdanel et du Guil. Ces extractions ont eu un impact majeur sur les incisions du lit de la Durance.

4.3.5. Comparaison des Lidar 2021-2024

La comparaison des données LIDAR de 2021 et de 2024 a permis d'estimer les volumes mobilisés lors des crues de l'automne 2023.

Sur la Figure 43 ci-après, les plages en nuances de bleus correspondent aux surfaces de dépôts, tandis que les surfaces en rouge correspondent aux surfaces incisées.

Tronçon	Volume de dépôts (m^3)	Volume érodé (m^3)
Merdanel entre le passage à gué aval et la voie SNCF	18 000	5 000

Tableau 1 : estimation des volumes transportés lors des crues d'octobre et décembre 2023

On note sur la partie amont une tendance à l'érosion dans le lit du torrent, comme identifié dans l'analyse du profil en long. A l'aval de la RN94, des chenaux de crues tant côté rive gauche que côté rive droite, ont pu faire l'objet de phénomènes d'érosion/incision, tandis que les matériaux étaient déposés préférentiellement au sein du chenal principal et aux abords immédiats.

A l'aval du passage à gué aval, la tendance générale au dépôt dans le lit mineur est très nette, ainsi que le débordement massif côté rive droite en direction de l'ouvrage secondaire. On note l'aire de stockage des matériaux en aval rive droite de la RN94, constitué lors des travaux d'urgence post-crue.

A l'aval de la voie ferré, le dépôt a été de l'ordre de 1000m³ de matériaux, car la majeure partie des matériaux se dépose à l'amont de la voie ferrée.

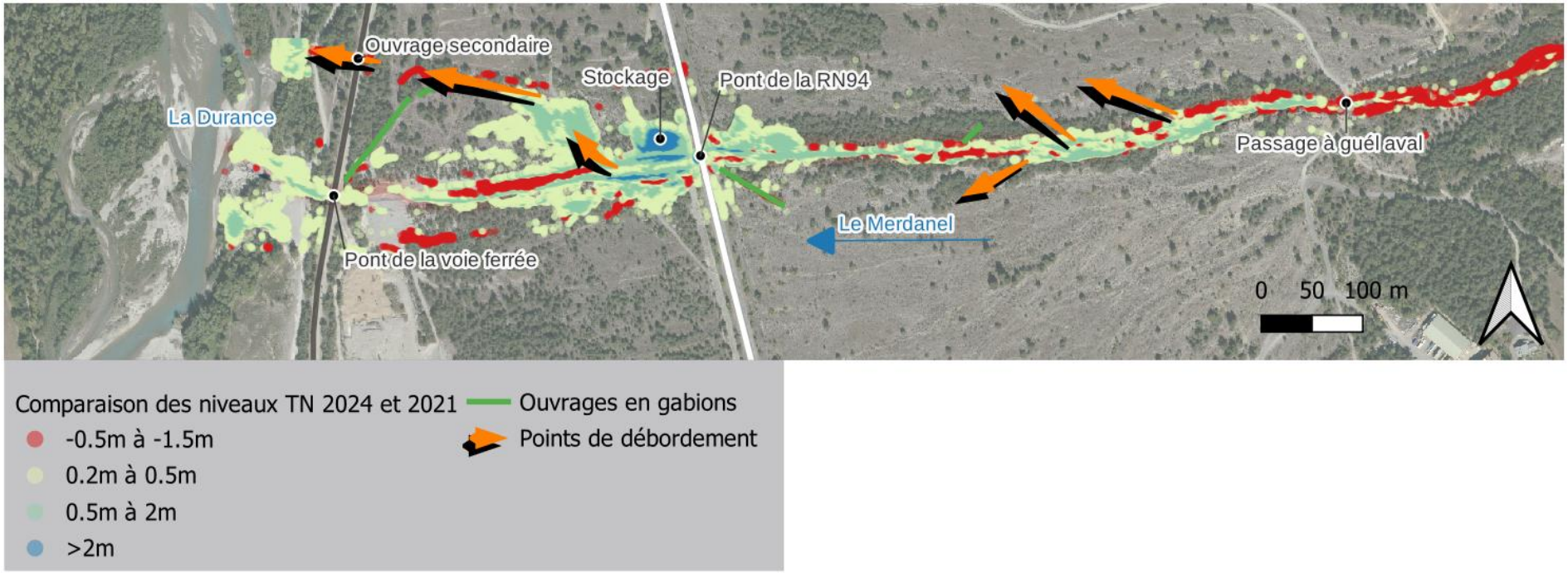


Figure 43 : Comparaison des valeurs du terrain naturel entre les données LIDAR 2021 et LIDAR 2024

L'analyse volumétrique des dépôts sur le secteur entre le passage à gué aval et la confluence de la Durance indique un dépôt de près de **18,000 m³** de matériaux. Cette estimation n'inclue pas les matériaux évacués lors des travaux post-crues.

5. DEFINITION DES INTERVENTIONS / PROTOCOLE DE GESTION

5.1. DIAGNOSTIC ET PRINCIPES DE GESTIONS

Les orientations de gestion ont été élaborés en concertation avec la commune de Saint-Crépin, et des échanges ont eu lieu avec le Gemapien (Communauté de Commune du Guillestrois-Queyras - CCGQ) afin de prendre connaissance du contexte général du site.

Le diagnostic établi dans les chapitres précédents ont permis d'établir les constat suivants :

- Le bassin versant du Merdanel est sujets aux différents aléa naturels résultants en une fourniture sédimentaire abondante (éboulements, ravinement, effondrements, glissement de terrains) ;
- Le torrent du Merdanel présente les caractéristiques morphométriques propres aux torrents à laves, conformément à l'historique de crue ;
- La comparaison des données de terrain issues des LIDAR de 2011, 2021 et 2024 montre une dynamique continue d'exhaussement du lit du Merdanel à l'aval du passage à gué 'aval' sur la période étudiée ;
- Les ouvrages de la RN94 et de la voie SNCF constituent des « points noirs» hydrauliques et sédimentaires. Le pont de la RN94 et connait en particulier un historique de défaillance en cas de crue. Les réseaux traversant le Merdanel au droit du pont constituent des enjeux sensibles (RTE, eaux usées, Telecom) ;
- Un AVP a été réalisé par ETRM/RTM en 2020 pour la CCGQ, avec pour objectif de traiter les risques de débordement du Merdanel jusqu'à la crue centennale. Les préconisations consistaient à élargir le chenal du Merdanel pour favoriser les dépôts en amont et en aval du pont de la RN94 et à reprendre l'ouvrage de la RN94 en augmentant considérablement sa capacité hydraulique. Le gestionnaire de la RN94 (DIRMED) n'envisageant pas le remplacement de l'ouvrage de la RN94, la CCGQ n'a pas donné suite à ce projet. **Pour cette même raison, le présent plan de gestion prendra en compte les ouvrages de franchissement existants qui sont des points noirs hydrauliques et sédimentaires, avec comme objectif de réduire les fréquences de débordements et d'engravement du pont de la RN94**.
- Nécessiter de maintenir et de favoriser un transit sédimentaire vers la Durance, qui est naturellement faible, tant par rapport à la dynamique de lave du torrent qu'à la présence des ouvrages limitants, et qui expliquent la tendance à la divagation et au dépôt sur le cône.

5.1.1. Objectifs

Les objectifs du plan de gestion sont les suivants :

1. Définir un protocole de gestion des matériaux ;
2. Définir des profils en travers et profil en long de gestion des matériaux afin de favoriser la mobilité des sédiments jusqu'à la Durance dans la mesure du possible, tout en diminuant la fréquence d'engravement des ouvrages traversants ;
3. Définir des cotes d'alerte encadrant le déclenchement des opérations de curage ;
4. Définir les zones de curages (curages préventifs), volumes et modalités d'intervention ;
5. Définir le devenir des matériaux extraits, stockage, évacuation, valorisation ;

6. Définir les modalités du suivi de l'évolution altitudinale pour maintenir une capacité de transport notamment au droit des points noirs hydrauliques (pont de la RN94 et pont SNCF) ;
7. Régulariser ce plan de gestion vis-à-vis de la réglementation : réalisation d'un dossier de demande d'autorisation environnementale dans lequel seront définies les modalités techniques des travaux à réaliser et leurs impacts sur les milieux naturels. *Ces démarches réglementaires seront initiées après validation du présent plan de gestion par le comité de pilotage*.

5.1.2. Cartographie des propositions du plan de gestion

La Figure 44 page suivante permet d'illustrer, par secteur, les propositions du plan de gestion.

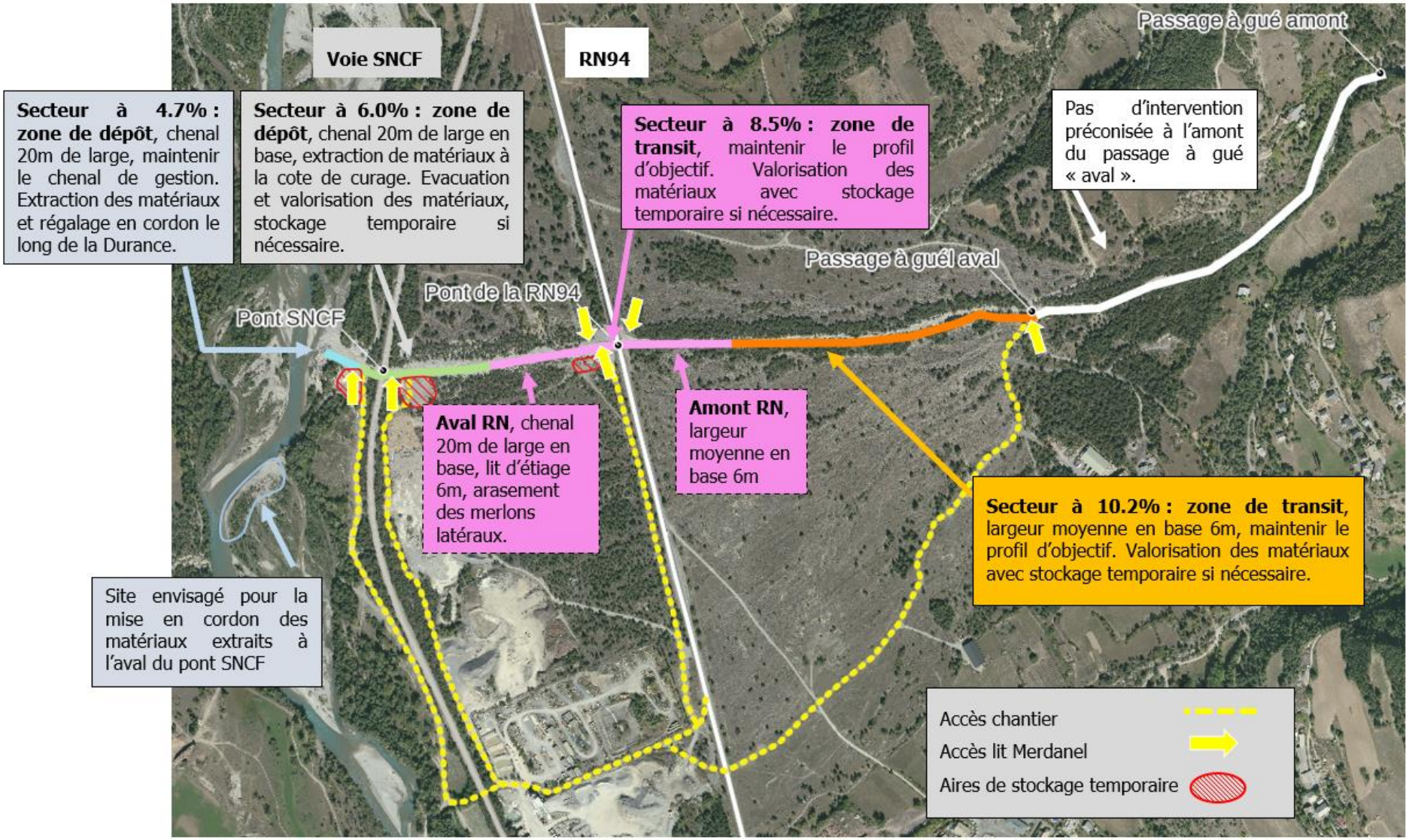
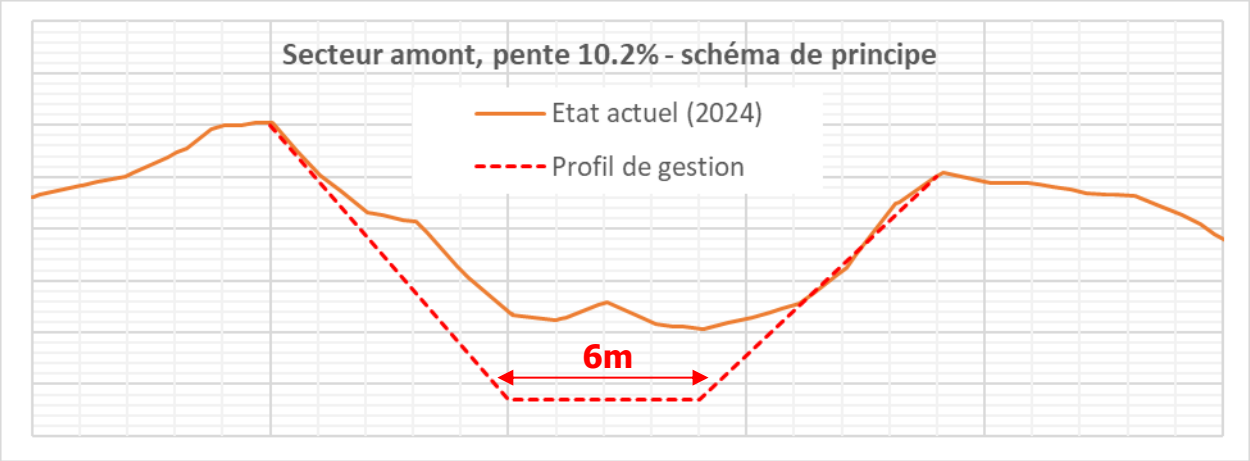


Figure 44 : Schéma récapitulatif des actions du plan de gestion

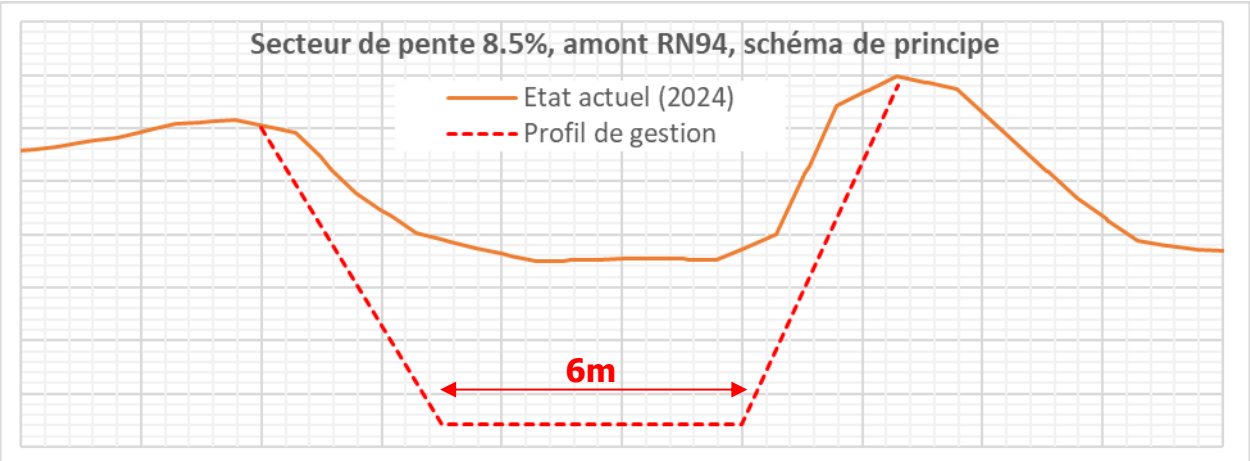
5.1.3. Sectorisation des interventions et profils de principe

Les préconisations du plan de gestion sont les suivantes – se reporter à la Figure 44**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour la localisation des secteurs détaillés ci-après :

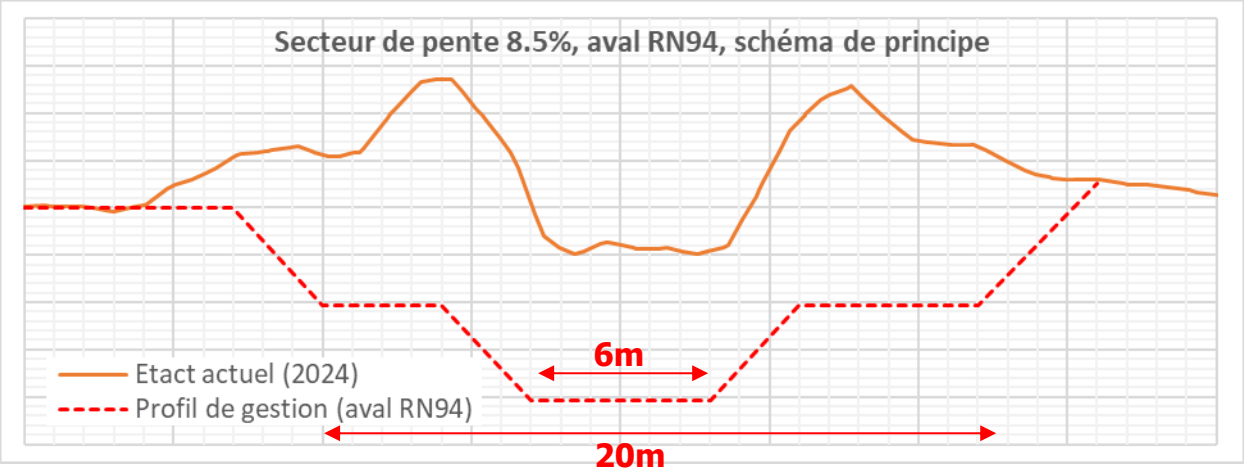
- Pas d'intervention à l'amont du passage à gué 'aval', qui est un secteur de transit des matériaux, avec une probable tendance à l'érosion lors des évènements de fin 2023 ;
- **Secteur de pente 10.2%, du passage à gué à 200m amont pont RN94** : secteur traité comme une zone de **transit de matériaux**, le profil proposé permet le transit de lave dans les scénarios les plus probables ;



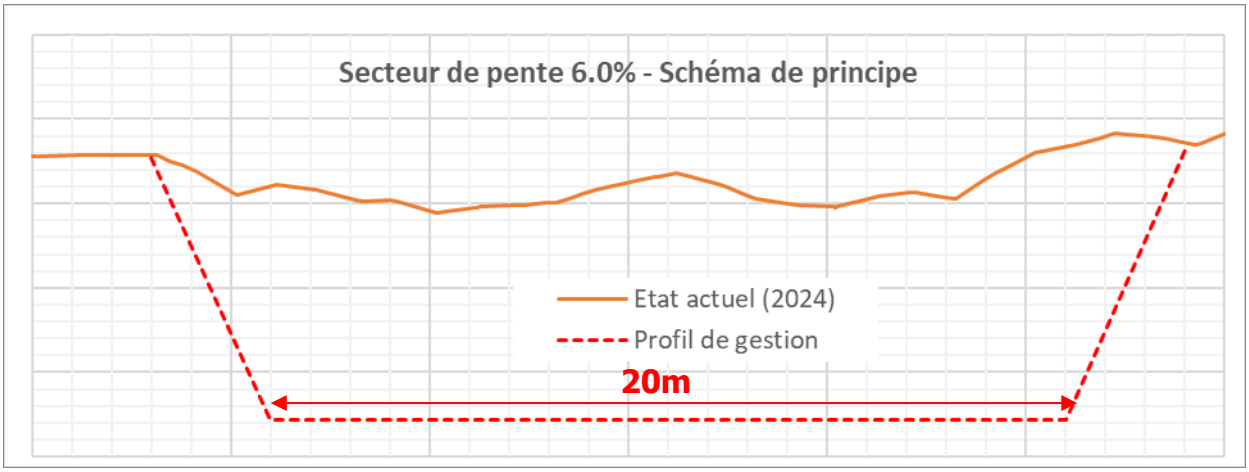
- **Secteur de pente 8.5%, de 200m à l'amont du pont de la RN94 à 200m à l'aval** : secteur traité comme une zone de **transit de matériaux**, le profil proposé permet le transit de lave dans les scénarios les plus probables. L'accentuation de la pente à l'aval du pont de la RN94 permet d'améliorer la capacité sous le pont. Ce secteur, de pente toutefois moindre que le secteur précédent, fera probablement l'objet de dépôt de matériaux en cas de crue. Le pont de la RN94 en est le principal facteur limitant.
    - A l'amont du pont de la RN94, le profil général du torrent est peu modifié : largeur en base 6m (en dehors des secteurs où ceci est limité par les ouvrages latéraux en gabions), maintien du niveau actuel des berges ou des merlons.



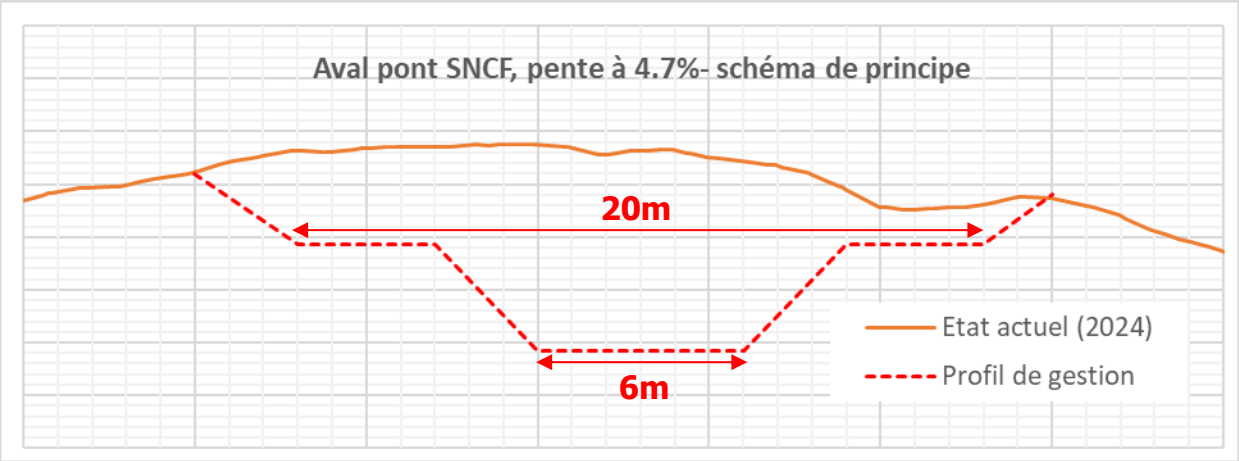
- A l'aval du pont de la RN94, le chenal sera tracé en ligne droite en direction du pont SNCF et sera élargi avec une base de 20m et un chenal d'étiage de 6m correspondant à la largeur de l'ouvrage de la RN94. Les merlons latéraux seront arasés.



- **Secteur de pente 6.0%, de 400m à l'aval du pont de la RN94 à 10m à l'aval du pont SNCF** : ce secteur constituera la principale **zone de dépôt**, rôle qu'il joue déjà naturellement avec une pente moyenne de 7.5% entre les deux ouvrages. Si la pente de 6.0% accentuera le dépôt sur cette zone, le maintien de cette pente à l'aval du pont SNCF par l'ouverture d'un chenal permettra de maintenir un transit de matériaux vers la Durance en comparaison de la situation actuelle où le point pivot (rupture de pente) se situe au droit du pont SNCF. Sur ce secteur, la section du chenal sera élargie avec une base à 20m ; les merlons latéraux devront être arasés. Un entonnement en enrochements sera réalisé à l'amont immédiat du pont de la voie SNCF afin de reconstituer un lit de 6m de large centré sur l'ouvrage.



- **Secteur de pente 4.7% de 10m aval du pont jusqu'au lit vif de la Durance** : ce secteur est et restera une zone de dépôt secondaire compte tenu de la rupture de pente. La volonté d'ouvrir un chenal au sein du cône à l'aval du pont SNCF permettra toutefois d'améliorer la connectivité sédimentaire avec la Durance et devrait contribuer à réduire l'engravement au droit du pont SNCF. Les matériaux seront alors remobilisés par la Durance au gré des crues.



5.1.4. Gestion et valorisation des matériaux

La granulométrie des matériaux en présence est favorable à une valorisation. Les matériaux extrait pourront être traités dans les centres de tri de la région.

Dès obtention des autorisations nécessaires, des travaux de reprofilage du Merdanel permettront d'atteindre les profils d'objectif du Merdanel. **Ces travaux revêtent un caractère d'urgence compte tenu de l'engravement actuel du torrent.** Cette opération pourra être faite en une intervention unique compte tenu des volumes en jeu (34,000 m³, voir chapitre 5.3.2.1)

Par la suite, le curage des matériaux s'effectuera en post-crue selon les profils proposés. Le respect du profil de gestion et des sections types doit permettre d'éviter le curage sous forme de cuvette qui conduirait à une accentuation du dépôt au détriment de la continuité sédimentaire vers la Durance.

Concernant la gestion des matériaux, la commune envisage de faire appel à des entrepreneurs locaux pour leur extraction et leur valorisation. Selon les volumes en jeu, les phases d'extraction et de valorisation pourront être décalées dans le temps et il est proposé d'utiliser si nécessaire, les trois plateformes existantes en rive gauche du Merdanel, comme zones de stockage temporaire (Voir Figure 45). Ces zones représentent une superficie cumulée de près de 4,000m².

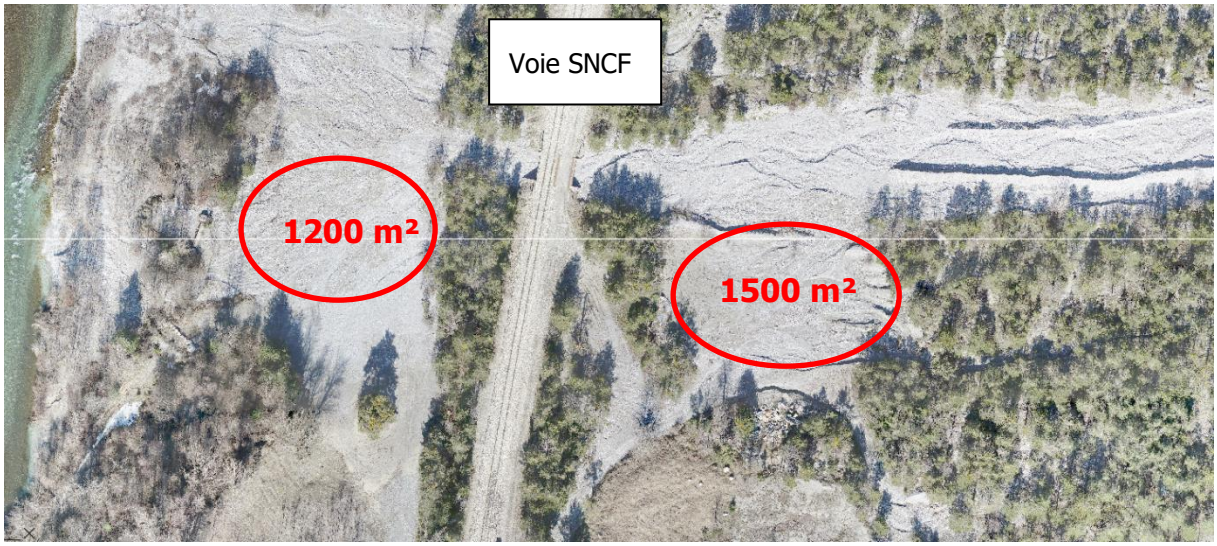


Figure 45 : Localisation des aires de stockage temporaire de matériaux (photos VR3D, février 2024)

Concernant les matériaux extraits à l'aval du pont SNCF, il est proposé qu'ils soient déposés en cordon le long de la Durance à l'aval immédiat du confluent du Merdanel afin de faciliter leur reprise par la Durance. Ceci contribuera à la recharge sédimentaire de la Durance, et d'un point de vue environnemental, limitera le nombre de rotations de camions pour l'évacuation des matériaux déposés à l'aval du pont SNCF.

5.1.5. Accès

Les voies d'accès au chantier envisagées pour les engins de chantier sont illustrées sur la Figure 44. Il s'agit d'accès existants.

Les accès au lit du Merdanel se feront également au niveau d'accès existants, où la ripisylve est absente. Les sites envisagés pour l'accès au lit sont identifiés sur la Figure 44, il s'agit des sites suivants :

- Passage à gué aval
- Amont du pont de la RN 94, par rive droite
- Aval du pont de la RN 94 en rive droite
- Aval du pont de la RN94, par rive gauche
- Amont du pont SNCF, par rive gauche
- Aval du pont SNCF, par rive gauche

5.2. DEFINITION DES PROFILS EN LONG DE GESTION DES MATERIAUX

L'objectif est de définir différentes cotes de gestion des matériaux afin d'en définir des profils de gestion avec :

- **Une cote et un profil objectif** en dessous duquel il ne faut pas descendre en cas de curage ;
- **Une cote et un profil de curage** qui correspond à la côte d'alerte devant déclencher des opérations de curage pour la protection des enjeux.

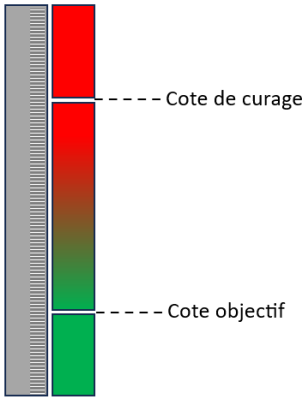


Figure 46 : Schéma des cotes de curage associés aux différents profils en long.

Les cotes seront définies sur les profils en travers et les profils tirés à l'aide de ces cotes par profils.

Les profils proposés correspondent à un équilibre recherché entre un niveau de protection souhaité (la revanche sous berge souhaitée) sans toutefois intervenir trop fréquemment dans le cours d'eau.

5.2.1. Profil objectifs et profil de curage

La définition de ces cotes s'applique au torrent du Merdanel depuis le passage à gué aval jusqu'à la confluence de la Durance.

A noter que ces cotes ne sont pas figées, elles peuvent être modifiées au gré de l'évolution de la divagation, de la mobilité verticale du chenal et des choix du maître d'ouvrage.

Un bilan sera proposé après 5 ans, et les cotes de curage pourront être ajustées en fonction de la fréquence de curage constatée. Ceci sera bien évidemment à analyse au regard des évènements météorologiques survenus durant la période.

Plusieurs facteurs ont été utilisées pour définir les cotes objectifs et les cotes de curage :

- Prise en compte des cotes de radier des ouvrages de la RN94 et de la voie SNCF
- Prise en compte des pentes d'équilibre du torrent
- Prise en compte du terrain naturel en rive droite ou rive gauche auquel on soustrait la hauteur théorique de la coulée de lave (secteur amont RN94).
- Application d'une pente « d'appel » en aval des ouvrages pour faciliter leur capacité (pentes d'objectif légèrement supérieures à la pente d'équilibre)

Le graphique suivant permet d'identifier les tronçons et leur pente objectif correspondante. On note que la cote objectif au droit de chaque profil est déterminée soit par les pentes objectifs, soit par la cote historique si celle-ci est inférieure.

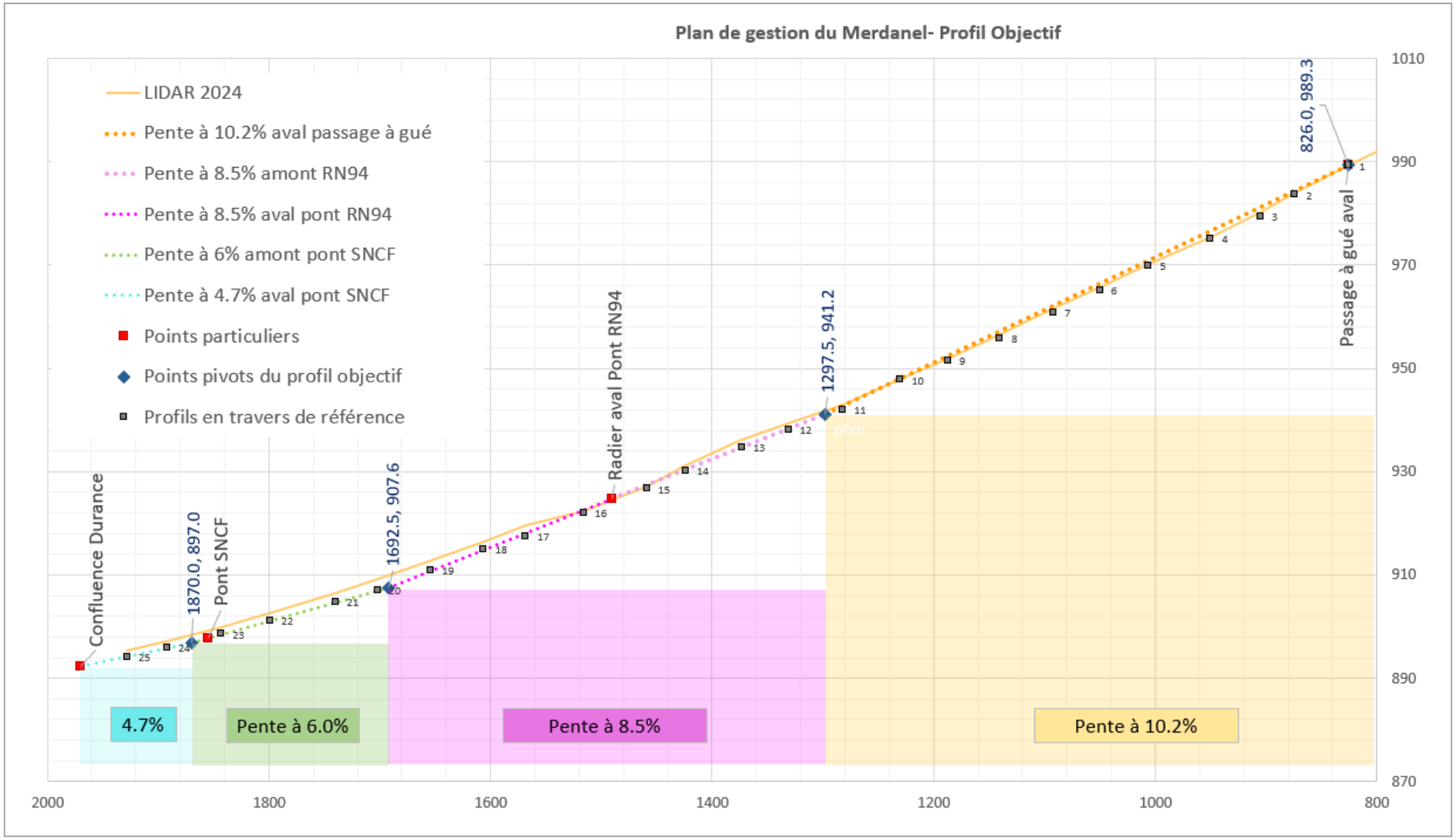


Figure 47 : Profil objectif du plan de gestion.

Figure 48 : Localisation des profils en travers de référence

5.2.2. Profils en travers – cote objectif et cote curage par profil

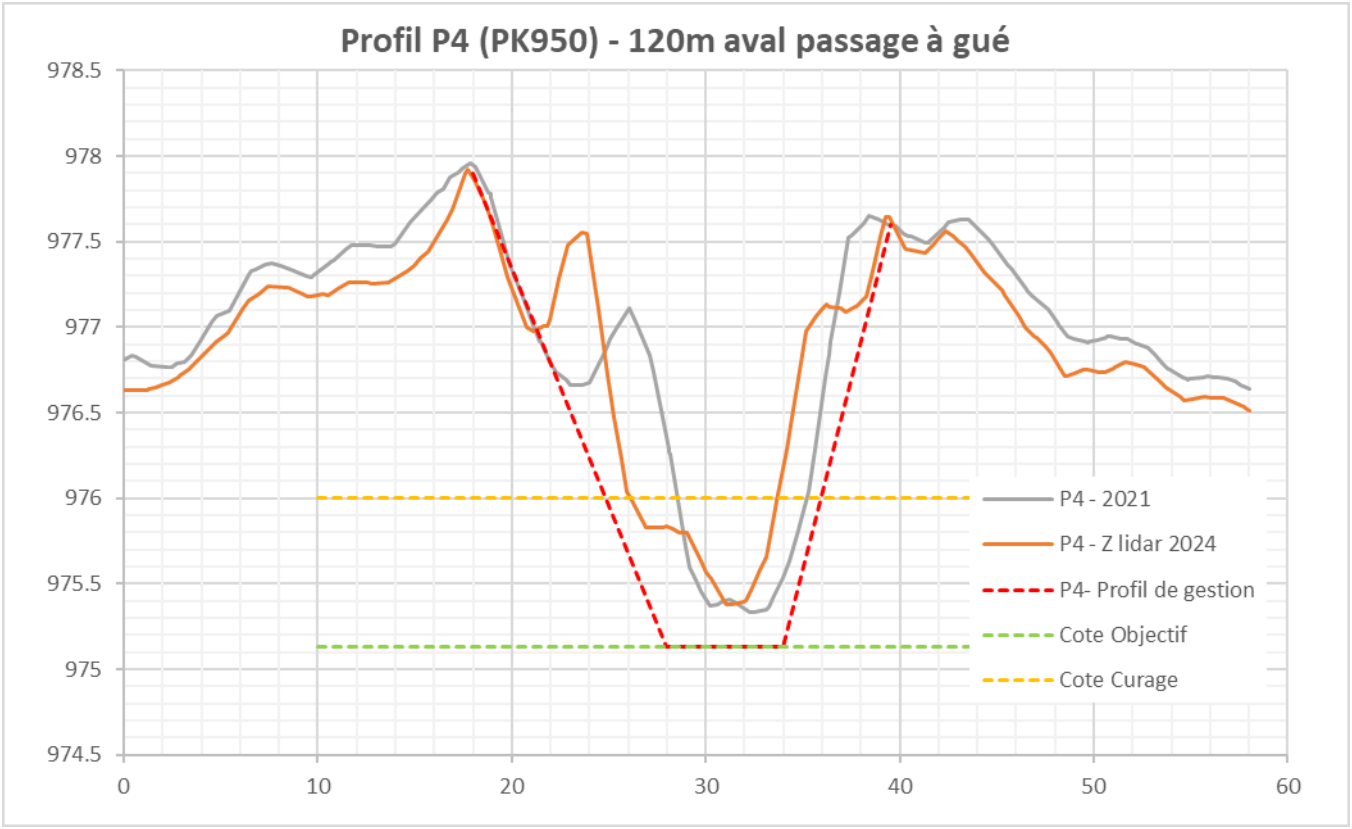
Les cotes de curage sont déterminées :

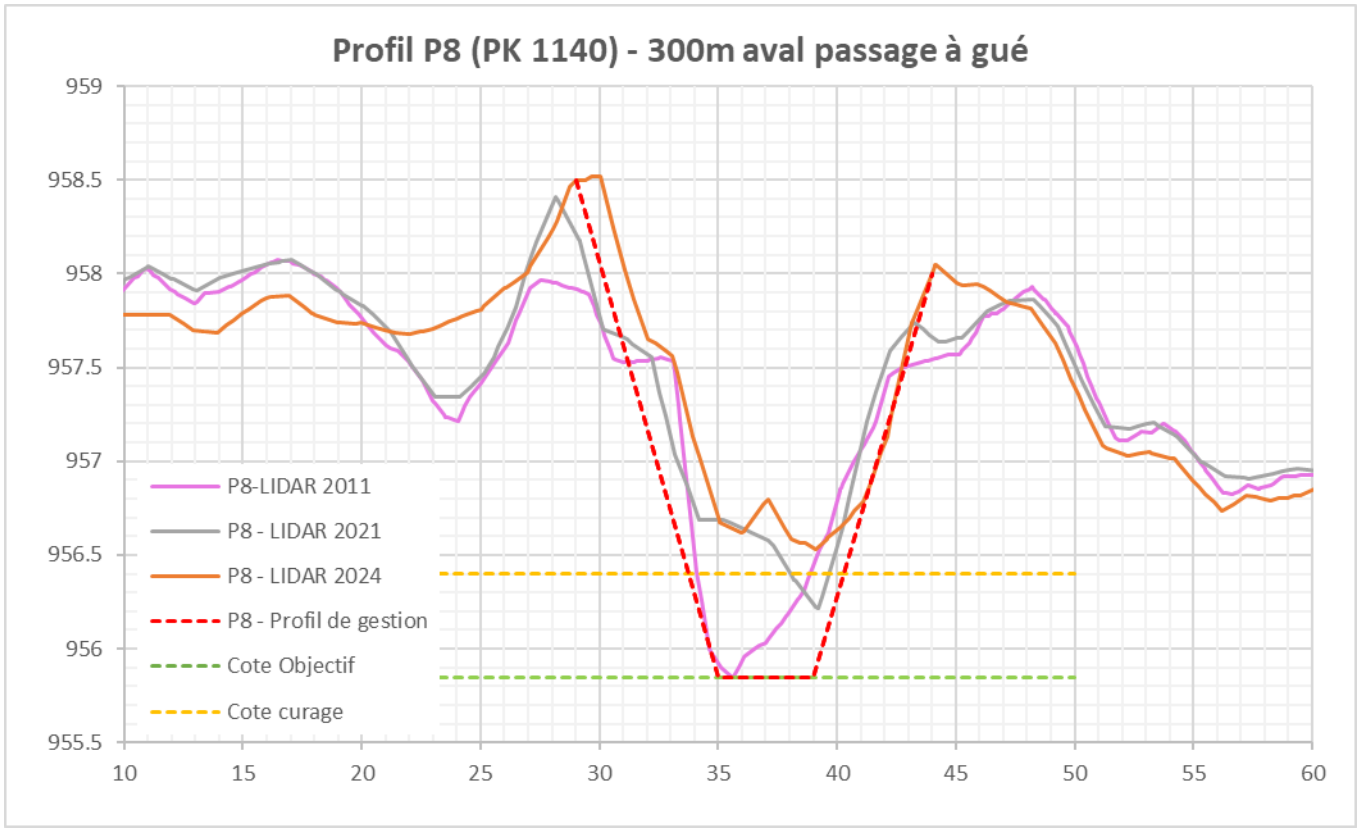
- Sur la partie amont RN94, par la hauteur de lave des scénarios des plus probables, par profils en fonction des calculs de hauteur de lave (voir résultats en annexe)
- Sur la partie aval RN94, pour conserver une revanche minimale de 1m estimée par rapport à l'évaluation du tirant d'eau d'une crue centennale liquide avec charriage.

Les résultats bruts des cotes sont présentés dans le tableau suivant et sur les profils en travers :

N° Profils en travers	**Cote Objectif (m)**	**Cote Curage (m)**	Hauteur d'engravement avant curage (m)
PT_4	975.1	976.0	0.9
PT_8	955.8	956.4	0.6
PT_13	934.7	935.7	1.0
PT_18	915	914.8	1.0
PT_22	901.2	901.8	0.6
PT_24	895.6	896.4	0.8

5.2.2.1. *Amont RN94*





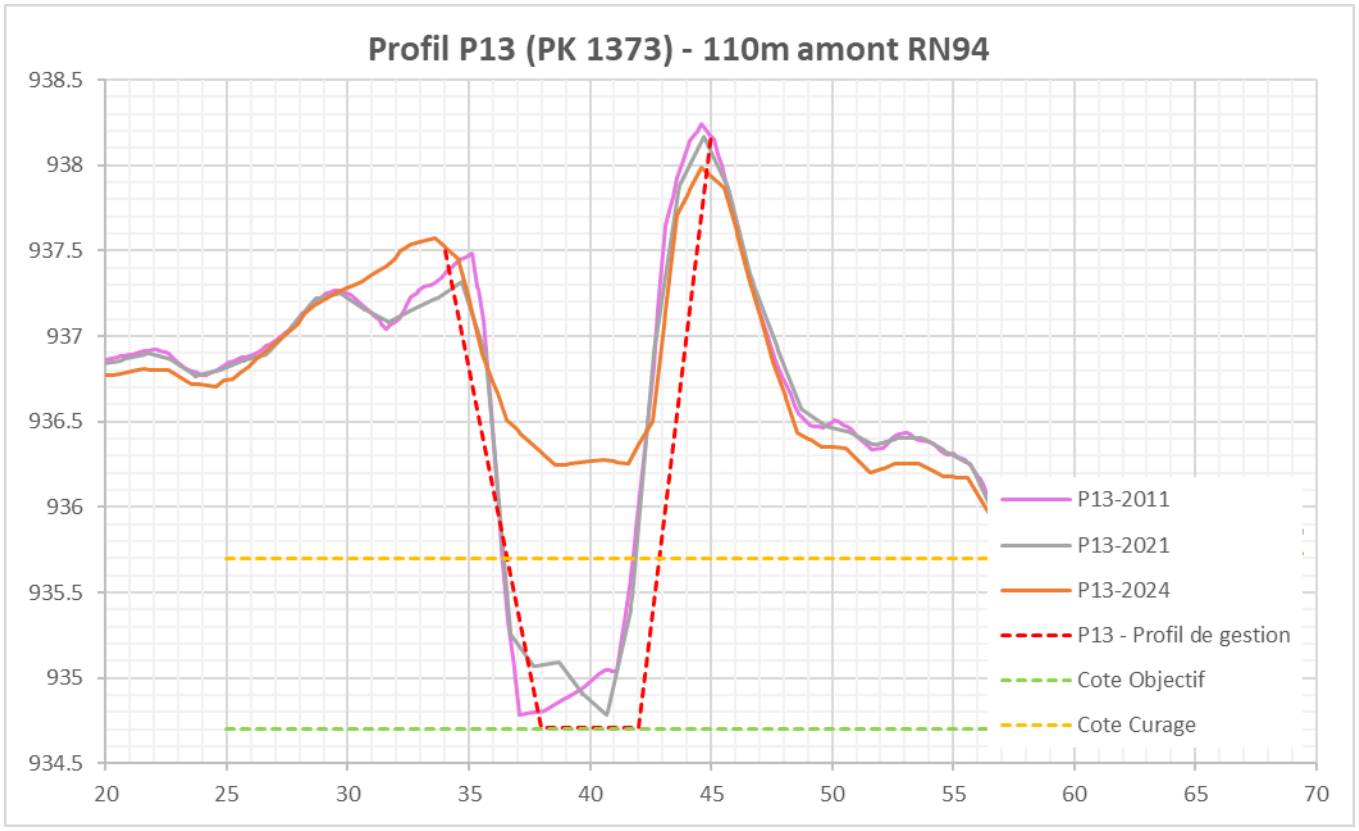
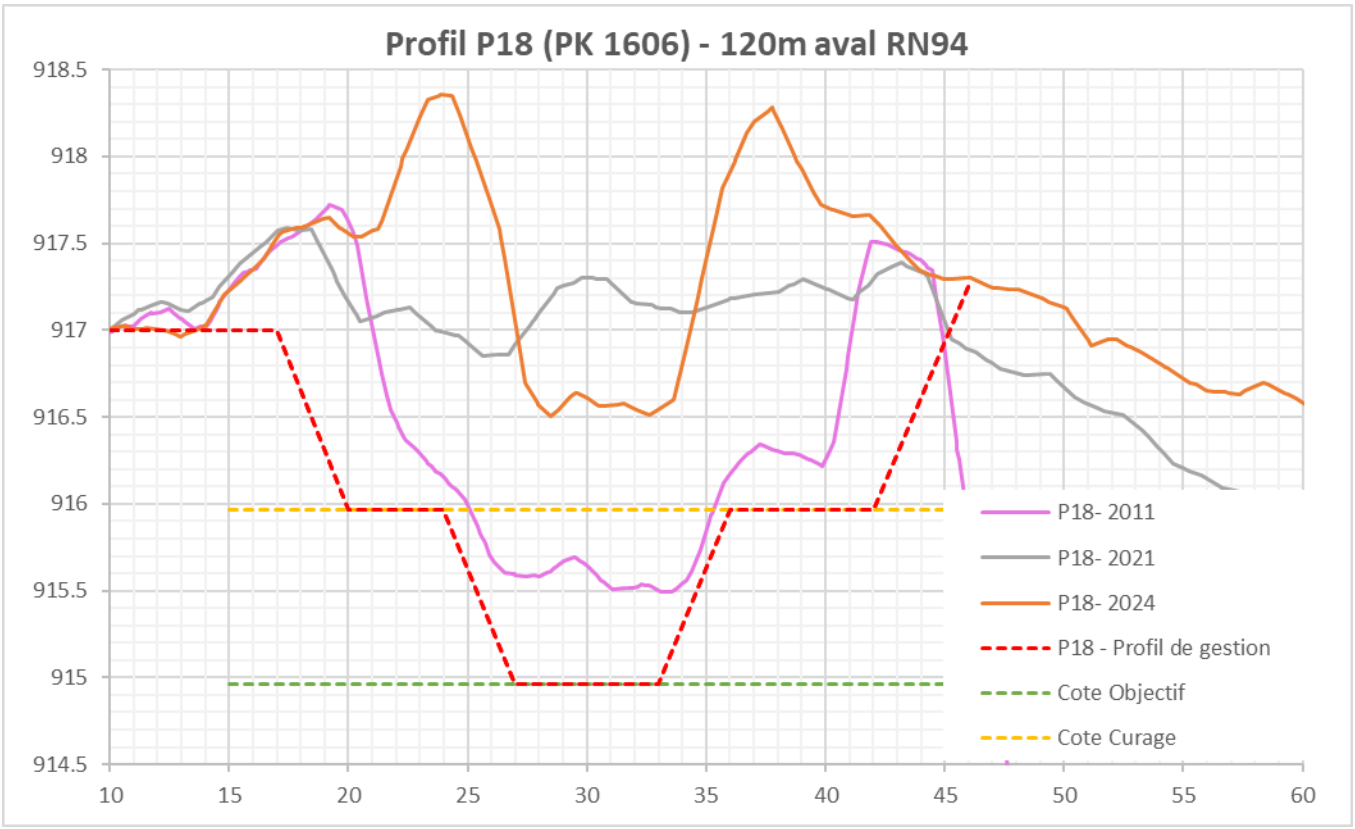


Figure 49 : Cotes de gestion des matériaux par profils en travers (Secteur amont RN94)

5.2.2.2. *Aval RN94*



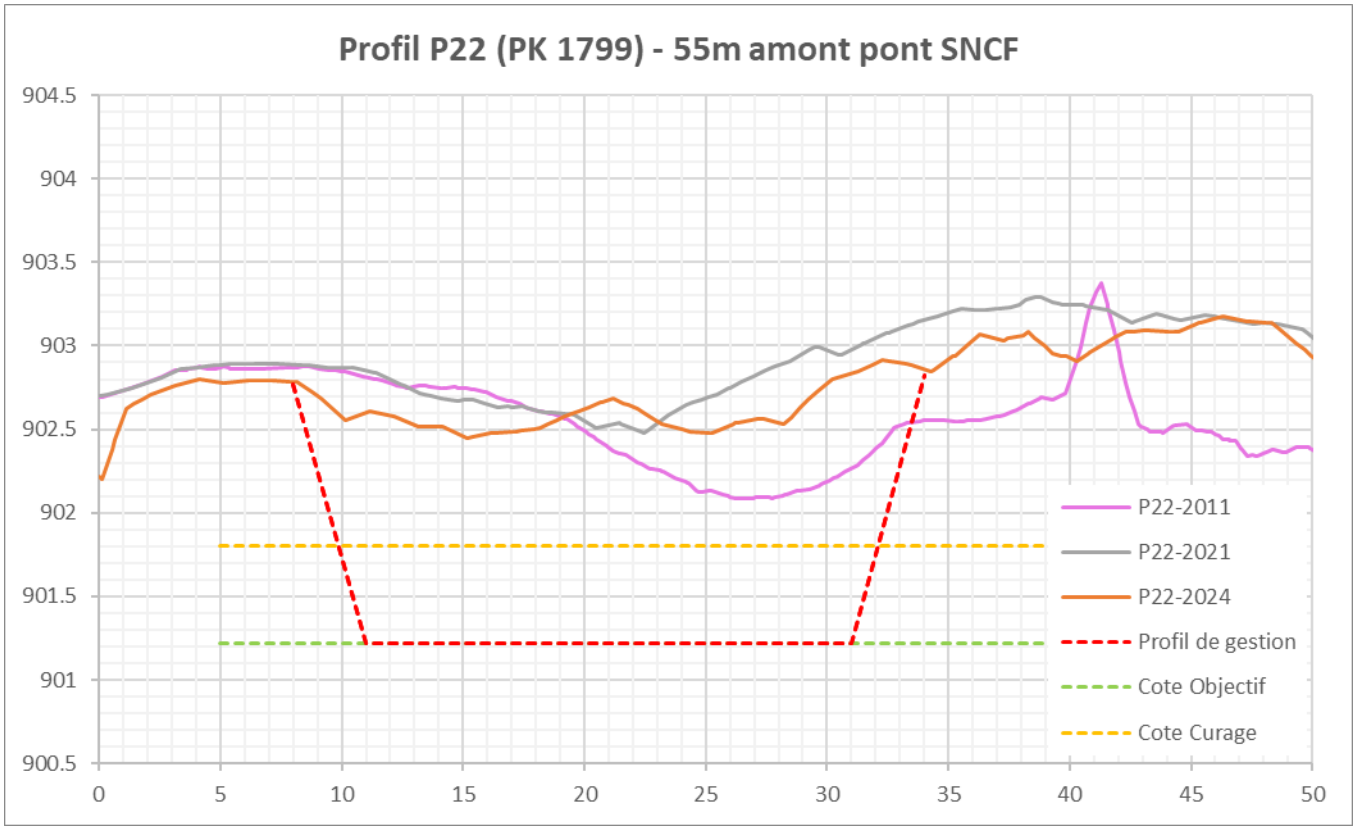


Figure 50 : Cotes de gestion des matériaux par profils en travers (secteur aval RN94)

5.2.2.3. *Aval Pont SNCF*

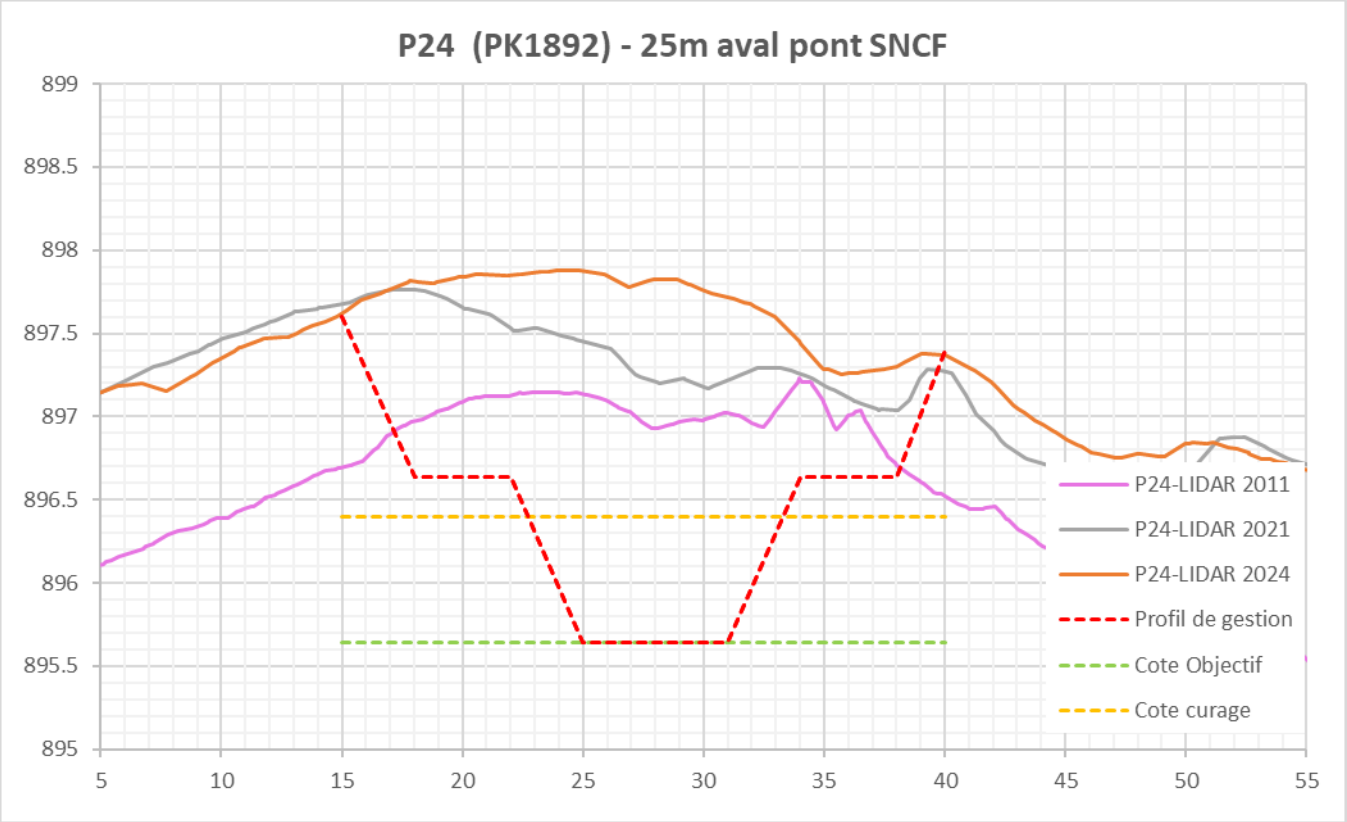


Figure 51 : Cotes de gestion des matériaux par profils en travers (secteur aval pont SNCF)

5.3. DEFINITION INTERVENTIONS DE CURAGE

5.3.1. Principe de curage

Les préconisations du plan de gestion sont les suivantes :

- Dans un premier temps, établir le profil d'objectif en une intervention d'extraction unique,
- Dans un second temps, les tronçons à curer seront définis à partir du suivi de l'état d'engravement du chenal via le suivi visuel du chenal et des ouvrages, le suivi des repères d'engravement et le suivi topographique en fonction des profils en long développés dans le plan de gestion.

Les curages à effectuer sont de plusieurs types:

1. **Arasement de merlon** avec évacuation et valorisation des matériaux, essentiellement sur le secteur situé entre le pont de la RN94 et le pont SNCF.
2. **Curage du lit sur un linéaire défini**. Le curage se fera jusqu'aux cotes du profil objectif conduisant à un abaissement contrôlé du chenal. L'objectif étant de conserver une mobilité de la charge solide vers l'aval.
    - **A l'amont du pont SNCF,** les matériaux seront évacués et valorisés.
    - **A l'aval du pont SNCF,** les matériaux seront régalés en cordon le long de la Durance à l'aval du confluent du Merdanel en vue d'une remobilisation naturelle au gré des crues de la Durance

Sur le long terme, cette gestion se veut peu interventionniste avec des curages raisonnés dans le but de conserver voire d'améliorer la dynamique hydromorphologique du Merdanel.

Dans le chenal du Merdanel, les curages seront à effectuer à sec. Si possible en période estival d'assec du torrent. Sinon, les écoulements seront ainsi détournés sur la rive opposée des travaux puis basculés pour curer le reste du chenal… afin de limiter le brassage des matériaux et la libération de fines dans les écoulements.

5.3.2. Volume à curer

5.3.2.1. *Intervention initiale*

Les estimations des volumes à curer pour l'intervention initiale ont été fait sur la base du LIDAR 2024 et des profils objectifs. Les volumes à curer sont relativement importants, ils correspondent à l'accumulation de dépôts depuis plusieurs années – on rappelle l'estimation des apports lors de la crue de fin 2023 : 18,000m³.

L'estimation des volumes par secteur est présentée dans le tableau suivant :

Secteurs	**Linéaire**	**Volume**
Amont pont RN94	630m	6,000 m³
Du pont RN94 au pont SNCF	360m	24,000 m³
Aval pont SNCF	110m	4,000 m³
TOTAL	**1100m**	**34,000 m³**

Tableau 2 : Volumes à extraire – intervention initiale (base topo : LIDAR 2024)

5.3.2.2. *Curage régulier ou curage post-évènement*

Les curages post-crues, ou les curages déclenchés par l'atteinte de la cote de curage consisteront à des volumes bien moindres que l'intervention initiale.

Secteurs	**Linéaire**	**Volume sous la cote de curage (évènements courants)**	**Volume à plein bord (évènement rare)**
Amont pont RN94	630m	3,500 m³	13,000 m³
Du pont RN94 au pont SNCF	360m	3,500 m³	12,000 m³
Aval pont SNCF	110m	500 m³	3,000 m³
TOTAL	**1,100m**	**7,500 m³**	**28,000 m³**

Tableau 3 : Estimation des volumes à extraire – intervention d'entretien ultérieur

Le volume entre les cotes de curage et les cotes objectifs est estimé à **7,500 m³,** dans l'hypothèse d'une hauteur d'engravement moyenne de 0.8m et d'un engravement homogène sur l'ensemble du linéaire. En pratique, le secteur entre les deux ponts s'engravera probablement le plus rapidement, ainsi que l'amont immédiat du pont de la RN94. Il sera toutefois nécessaire d'intervenir pour rétablir le profil d'objectif même si une partie seulement du linéaire a atteint la cote de curage, en particulier au droit du pont de la RN94.

Si les niveaux post-crues sont au-dessus de la cote de curage, les volumes extraits seront potentiellement supérieurs, ceci devra être évalué avant l'intervention et approuvé par les services de l'Etat. Le volume de stockage maximal du profil objectif, soit le volume entre le profil objectif et le niveau de plein bord, est estimé à **28,000m³.** Ceci correspond à un évènement rare. On rappelle l'ordre de

grandeur de la crue de décembre 2023 : 18,000m³ ainsi que les évènements rares (volume centennal) estimés entre 26,000m³ à 60,000m³ selon les différentes sources présentées au chapitre 4.3.2.3.

5.3.3. Fréquence et période d'intervention

Pour rappel, les périodes au cours desquelles le risque de lave et de crue torrentielle est le plus important sont l'été et l'automne. Ainsi, **les curages seront à effectuer** :

- **En post crue avec un caractère d'urgence** ;
- **Pendant les assecs du torrent** ;

Il est délicat d'indiquer une fréquence pluriannuelle d'intervention compte tenu du caractère aléatoire des écoulements à laves. Les interventions seront essentiellement des interventions post-crue, ou des interventions déclenchées par le dépassement des cotes de curage identifié lors des visites annuelles, en cas d'absence d'évènements rares et d'engravement par charriage lié à la succession d'évènements courants.

5.3.4. Cahier de suivi

Il est préconisé **de mettre en place un suivi des curages des linéaires** avec à minima :

- La date des curages ;
- La localisation du curage ;
- Le volume extrait ;
- Le profil en long et les profils en travers relevés avant et après travaux.

5.3.5. Incidences / Impacts

Les interventions de curage pourraient avoir des incidences sur le milieu, qu'il conviendra de minimiser par l'application de la méthode ERC – Eviter – Réduire – Compenser. **Ces aspects seront traités dans le détail dans le cadre du dossier d'incidence et d'autorisation au titre du Code de l'Environnement**.

On rappelle que le secteur des travaux se situe au sein du site Natura 2000 « Steppique Durancien et Queyrassin» et en bordure de la ZNIEFF de type I « Haute-Durance » .

Les incidences pourront être de différentes natures :

- Atteinte de la végétation en berge et sur les merlons en raison de l'élargissement du chenal (aval RN94). Cela entrainera la destruction de la végétation pionnières présente sur les dépôts qui recolonisera naturellement le milieu après travaux ;
- Emission de poussières ;
- Emission de matières en suspensions ;
- Dérangement de la faune terrestre ;
- Le curage induit une modification paysagère notamment à l'aval de la RN94, qui tranchera toutefois peu avec la situation actuelle qui présente déjà un profil très artificiel avec le chenal rectiligne et les merlons latéraux.

5.4. MODALITES DE SUIVI DE L'EVOLUTION ALTITUDINALE

Trois propositions sont faites pour mettre en place un suivi des niveaux du lit.

5.4.1. Suivi photographique

Le 1er suivi à mettre en place est **un suivi photographique régulier à partir de points de vue fixes**. Ce suivi est peu onéreux et est à effectuer lors des visites de routine ou en post-crue (à minima une fois/an).

La comparaison d'une photographie année après année et crue après crue permettra d'identifier les dynamiques en place à l'aide de points de repères fixes dans le paysage. Ce suivi est inspiré du Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau de l'AFB, 2019 et de l'Observatoire des paysages de la Garonne mis en place par le SMEAG et le laboratoire GEODE.

Ce suivi en complément du suivi des repères d'engravement permettra de déclencher des relevés topographiques puis des opérations de curage si la côte de curage est atteinte.

Par ailleurs, ce suivi photographique permet aussi de suivre la mobilité et les ajustements du chenal.

Plusieurs points fixes sont proposés dans la Figure 52 ci-après , ils pourront être adaptés en fonction du libre arbitre de l'opérateur.

Figure 52 : Proposition de la localisation des points de vue de suivi photographique.

5.4.2. Repères d'engravement

La mise en place de repères d'engravement consiste à fixer des marques ou échelles en différents points du linéaire avec le marquage de la côte de déclenchement des curages et la côte basse sous laquelle il sera déconseillé de curer. **Cela permettra de suivre facilement l'engravement en post-crue ou lors de la visite annuelle du linéaire et permettra de déclencher si besoin un curage ou un suivi topo sur le tronçon.**

Figure 53 : Types de repères d'engravement.

Localisation des repères préconisés :

Sur le linéaire étudié, en dehors des deux ponts, il y a peu de points durs sur les berges (berges enrochées ou berges stables avec des gros arbres) qui permettraient de fixer des repères ainsi les suivis visuels et topographiques revêtent une importance de premier ordre. On retiendra toutefois a minima les repères suivants :

- Sur la face amont du pont de la RN94 ;

Figure 54 : Localisation des repères préconisés – face amont du pont de la RN94

- Sur la face aval du pont de la RN94, un relevé photographique avec mesure du tirant d'air est préconisé.

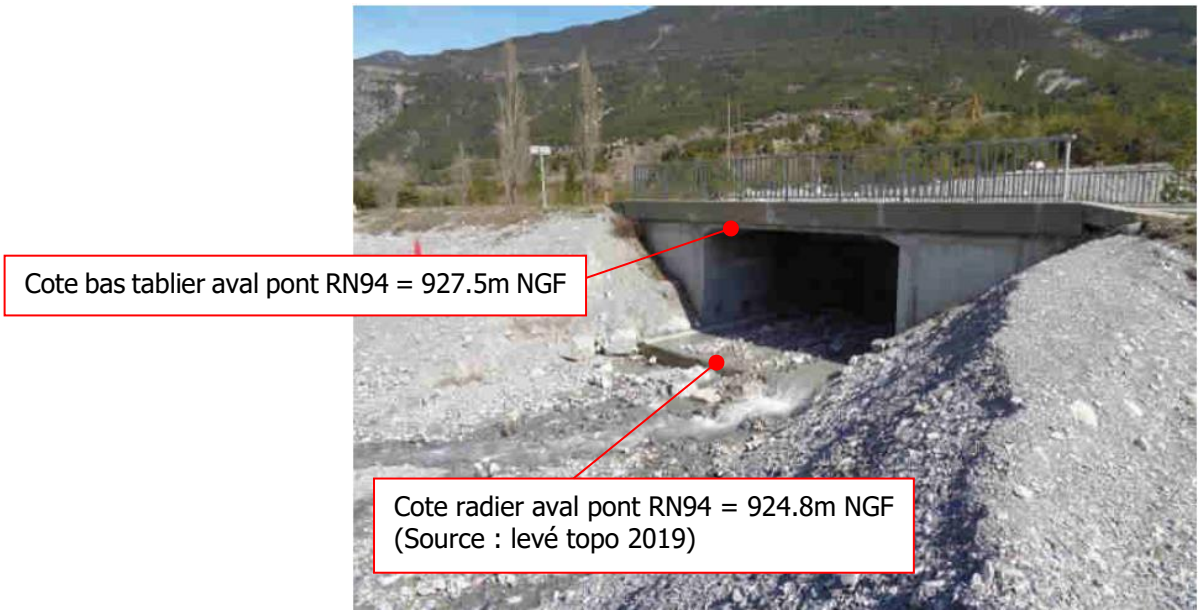


Figure 55 : Relevés photographique et mesure tirant d'air sur la face aval du pont de la RN94

- Sur le pont SNCF;

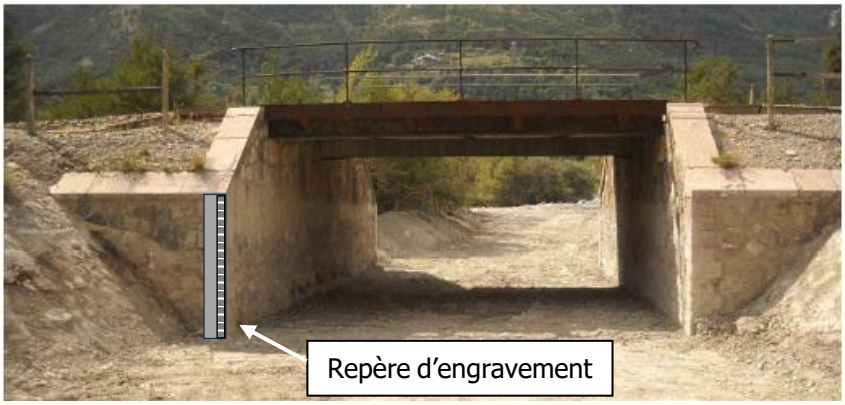


Figure 56 : Localisation des repères préconisés – face amont du pont SNCF

Sur la partie située à l'amont de la RN94, il sera délicat d'installer un repère d'engravement. Toutefois de très gros blocs sont présents dans le lit et pourraient faire l'objet d'un marquage à la peinture et d'un suivi photographique, comme au droit de ce bloc situé à l'aval immédiat du passage à gué 'aval'.

Figure 57 : Marquage sur blocs à envisager

5.4.3. Suivi topographique régulier

Un suivi topographique des profils en long du linéaire est préconisé a minima tous les 5 ans ou à déclencher suite à une crue avec un engravement notable. Par ailleurs, il serait également intéressant de suivre l'évolution de certains profils en travers notamment en se basant sur les profils déjà relevés lors de la campagne topographique de 2019. **Un levé tous les 5 ans est préconisé, ou post-crue majeure.**

Dans la poursuite de ce qui a été effectué entre le Lidar de 2021 et 2024 dans le cadre de cette étude, dès mise à disposition d'un nouveau LIDAR couvrant le secteur d'étude (LIDAR acquis par l'IGN, ou par le GEMAPIEN dans le cadre du suivi de la Durance), une comparaison volumétrique précise est préconisée. Cette méthode est communément appelée le MNT des différences (DoD « DEM of Difference »). La comparaison de différentes années permettra donc de quantifier les différences altimétriques (bilan sédimentaire) dans le chenal et ainsi comparer des profils en long mais également des profils en travers. Idéalement, une analyse des LIDAR t**ous les 5 à 10 ans est ainsi préconisée.**

5.5. SYNTHESE

Préconisations
Reprofilage du Merdanel pour atteindre le profil objectif
Réalisation de curage raisonné à partir du suivi d'une côte de curage et d'une cote objectif.
Eviter la mise en place de merlons de curage dans le lit actif et de chenal en morphologie de lit perché
Curage à effectuer en post-crue, pendant les assecs.
Cahier de suivi des curages des linéaires concernés

Tableau 4 : Synthèse des préconisations

Type de suivi	Fréquence	Qui
Suivi photographique	1 fois/an et Post crue	Commune de Saint-Crépin
Suivi des repères d'engravement	1 fois/an et Post crue	Commune de Saint-Crépin
Suivi topographique du profil en long et des profils en travers	Tous les 5 ans ou post-crue majeure	A externaliser
Suivi LIDAR	Tous les 5 à 10 ans ou post-crue majeure, dès mise à disposition de données LIDAR.	A externaliser

Tableau 5 : Synthèse des suivis préconisés

6. ANNEXES

Annexe 1 : Calcul de hauteur de lave

Profil P4		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
		Lave torrentielle probable/courante (T proche de 10 ans)			*Lave torrentielle rare (T proche de 100 ans)*			*Lave exceptionnelle (T>> 100 ans)*		
Débit de la lave	m^3/s	25	25	25	50	50	50	100	100	100
Rapport tc / r	m^2/s^2	0.3	0.6	1.0	0.3	0.6	1.0	0.3	0.6	1.0
Rapport K /tc	$s^{1/3}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Vitesse de la lave	m/s	4.9	2.2	1.4	8.8	4.0	2.5	15.7	7.2	4.4
Hauteur de la lave	**m**	**0.8**	**1.5**	**2.2**	**0.8**	**1.6**	**2.4**	**0.9**	**1.8**	**2.62**
Hauteur de berge	m	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.60

Profil P8		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
		Lave torrentielle probable/courante (T proche de 10 ans)			*Lave torrentielle rare (T proche de 100 ans)*			*Lave exceptionnelle (T>> 100 ans)*		
Débit de la lave	m^3/s	25	25	25	50	50	50	100	100	100
Rapport tc / r	m^2/s^2	0.3	0.6	1.0	0.3	0.6	1.0	0.3	0.6	1.0
Rapport K /tc	$s^{1/3}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Vitesse de la lave	m/s	4.9	2.2	1.4	8.8	4.0	2.5	15.7	7.2	4.4
Hauteur de la lave	**m**	**0.8**	**1.5**	**2.2**	**0.8**	**1.6**	**2.4**	**0.9**	**1.8**	**2.6**
Hauteur de berge	m	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Profil P13		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
		Lave torrentielle probable/courante (T proche de 10 ans)			*Lave torrentielle rare (T proche de 100 ans)*			*Lave exceptionnelle (T>> 100 ans)*		
Débit de la lave	m^3/s	25	25	25	50	50	50	100	100	100
Rapport tc / r	m^2/s^2	0.3	0.6	1.0	0.3	0.6	1.0	0.3	0.6	1.0
Rapport K /tc	$s^{1/3}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Vitesse de la lave	m/s	4.1	1.8	1.1	7.4	3.3	2.0	13.2	5.9	3.5
Hauteur de la lave	**m**	**0.9**	**1.8**	**2.7**	**1.0**	**1.9**	**2.9**	**1.1**	**2.1**	**3.1**
Hauteur de berge	m	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

NOS DOMAINES D'ACTIVITÉS

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

Rivières, lacs et torrents

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

Environnement et écologie

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

Réseaux

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

Topographie

Topographie de rivières, de réseaux.
Récolement.

Contact :
contact@hydretudes.com
www.hydretudes.com

Flashez et visitez notre site

hydrétudes
Groupe altereo

Annecy /Argonay
Sainte-Hélène-du-Lac
Romans sur Isère
Gap
Toulouse
Pau / Lée
Saint-Pierre de la Réunion

©istock - hydretudes. Photos non contractuelles.