DEPARTEMENT DE L'ISERE

LES DEUX ALPES
COMMUNE DELEGUEE DE MONT-DE-LANS

MODIFICATION DE DROIT COMMUN N°3 DU PLAN LOCAL D'URBANISME

5.2.2. ANNEXE 2 – CARTE DES ALEAS NATURELS ET ETUDES SPECIFIQUES

PLU Initial approuvé le 25 octobre 2016

Modification simplifiée n°1 approuvée le 10 avril 2017
Modification simplifiée n°2 approuvée le 28 mai 2018
Modification simplifiée n°3 approuvée le 23 mai 2021
Modification de droit commun n°1 approuvée le 14 février 2022
Modification simplifiée approuvée le 27 février 2023
Modification de droit commun n°2 approuvée le 31 janvier 2024

Modification de droit commun n°3 approuvée le

Le Maire :

Alpicité
Urbanisme, Paysage, Environnement

SARL Alpicité

Av. de la Clapière – 1 Résidence de la Croisée des Chemins – 05200 Embrun

Tel : 04.92.46.51.80 / Mail : contact@alpicite.fr
www.alpicite.fr

Cartographie des aléas naturels prévisibles

Note méthodologique

Version 2 – 23/04/2024

Identification du document

Projet	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes			
Titre	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes – Note méthodologique.			
Fichier	2023_A_T_P_G_V_Etude_rtm38_Les_Deux_Alpes_note_methodologique-aleas_1.0_GED			
Référence	idGED : 2023-ONF-RTM 26/38-0089			
Chef de projet	Yannick ROBERT	Visa : X	Tél. 06 17 38 32 57	yannick.robert@onf.fr
Relecture et validation	Pierre VERRY	Visa : X	Mathieu SCHMITT	Visa : X
Maître d'ouvrage	Commune des Deux Alpes			
	Référence commande :		DEP-16-889101-00192569 / DEP-16-889101-00164028	
Maître d'œuvre ou AMO	----		---	

Versions

Version rapport	Date	Version carte	Auteur	Vérifié par	Modifications
0.1	28/08/2023	0.1	Vianney GADIOLET	Yannick ROBERT	Relecture interne RTM
1.0	27/11/2023	1.0	Yannick ROBERT	Mathieu SCHMITT	Diffusion Maitre d'Ouvrage
2.0	23/04/2024	2.0	Yannick ROBERT	Pierre VERRY	Diffusion Maitre d'Ouvrage

Diffusion

Diffusion	Support	Pointage	
Commune	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	X	PDF (note + 5 annexes)
DDT	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	X	PDF (note + 5 annexes)
CCO - SYMBHI	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	X	PDF (note + 5 annexes)

Archivage

N° d'archivage (référence)	2023-ONF-RTM 26/38-0089
Titre	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes - Note méthodologique.
Département	Isère (38)
Commune(s) concernée(s)	Les Deux Alpes.
Cours d'eau concerné(s)	Le Vénéon, la Romanche, la Pisse, ruisseau de l'Alpe, ruisseau de la Rivoire, Le Merdaret, le Replat (le Sellier), torrent de Villeneuve (la Muzelle).
Région naturelle	Massif de l'Oisans.
Thème	Cartographie des aléas naturels prévisibles ; Plan Local d'Urbanisme.
Mots-clefs	Carte ; Aléas ; Deux Alpes ; Oisans ; Isère.

Table des matières

1 INTRODUCTION ____ 5

1.1 Avertissement ____ 5

1.1.1 Usages et responsabilités ____ 5

1.1.2 Échelle et fonds de références des documents originaux ____ 5

1.1.3 Version du rapport et des cartes correspondantes ____ 5

1.2 Objet et contenu de l'étude ____ 6

1.2.1 Cadre de l'étude ____ 6

1.2.2 Contenu du dossier de cartographie des aléas ____ 6

1.2.3 Limites de l'étude ____ 6

1.3 Préalable ____ 6

2 ANALYSE DES INFORMATIONS DISPONIBLES ____ 6

2.1 Analyse des archives disponibles ____ 6

2.1.1 Services et organismes consultés ____ 6

2.1.2 Bases de données disponibles ____ 7

2.1.3 Etudes existantes ____ 8

2.1.4 Archives diverses ____ 13

2.2 Analyse des photographies aériennes et du Modèle Numérique de Terrain ____ 14

2.2.1 Analyse diachronique des photographies aériennes ____ 14

2.2.2 Analyse du Modèle Numérique de Terrain ____ 17

2.3 Recueil de témoignages oraux sur les phénomènes historiques ____ 19

2.3.1 Rencontres avec les élus et les services techniques ____ 19

2.3.2 Recueil de témoignages auprès de la population ____ 20

2.4 Investigations sur le terrain ____ 20

2.4.1 Organisation des investigations ____ 20

2.4.2 Synthèse des phénomènes observés ____ 20

2.4.3 Limites ____ 21

3 CARACTERISATION DES ALEAS ____ 21

3.1 Règles générales d'estimation de l'aléa ____ 21

3.1.1 Aléa de référence ____ 21

3.1.2 Origine des grilles de caractérisation ____ 22

3.1.3 Prise en compte du bâti et des éléments urbains existants dans l'analyse à dire d'expert ____ 22

3.1.4 Prise en compte du bâti et des éléments urbains existants dans les simulations numériques des écoulements hydrauliques en 2D ____ 23

3.1.5 Prise en compte des ouvrages de protection ____ 23

3.1.6 Fonds de référence ____ 24

3.2 Aléa inondations de plaine et de crue des rivières ____ 25

3.3 Aléa d'inondation de pied de versant ____ 25

3.3.1 Caractérisation de l'aléa ____ 25

3.3.2 Détermination des hauteurs d'eau ____ 26

3.4 Aléa de crues torrentielles (ruisseau, torrents et rivières) ____ 26

3.4.1 Caractérisation de l'aléa ____ 26

3.5 Aléa de ruissellement et ravinement ____ 29

3.5.1 Caractérisation de l'aléa ____ 29

3.5.2 Transcription en aléa des résultats des approches schématiques de matrices de flux 30

3.6 Aléa de glissement de terrain 30

3.6.1 Caractérisation de l'aléa 30

3.6.2 Approche géomorphologique croisée : observations de terrain, analyse des photographies aériennes et du lidar 31

3.7 Aléa de chutes de blocs 31

3.7.1 Caractérisation de l'aléa 31

3.7.2 Mise en œuvre de la méthode MEZAP 32

3.8 Avalanches 32

3.8.1 Caractérisation de l'aléa 32

3.8.2 Utilisation des modélisations 33

ANNEXES 34

1. Liste et définition des phénomènes naturels pris en compte en Isère (2022) 34

2. Caractérisation des aléas en Isère (2022) 34

3. Guide d'estimation des marges de reculs en aléas très forts d'inondations (2022) 34

4. Guide de cartographie des bandes de précaution sur les systèmes d'endiguements (2022) 34

5. Bibliographie technique (guides, ouvrages de référence) 34

1 INTRODUCTION

1.1 Avertissement

1.1.1 Usages et responsabilités

Ce rapport, ses annexes et les cartes qui l'accompagnent constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle, sans l'accord écrit du service RTM 38, ne saurait engager la responsabilité de la société ou de ses collaborateurs.
L'utilisation des informations contenues dans ce rapport, ses annexes ou les cartes qui l'accompagnent en dehors de leur strict domaine d'application ne saurait engager la responsabilité du service RTM.
L'utilisation des cartes, ou des données numériques géographiques correspondantes, à une échelle différente de leur échelle nominale ou leur report sur des fonds cartographiques différents de ceux utilisés pour l'établissement des cartographies originales relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.
Le service RTM 38 ne peut être tenu pour responsable des modifications apportées à ce rapport, à ses annexes ou aux cartes qui l'accompagnent sans un accord écrit préalable de la société.
Le service RTM ne peut être tenu pour responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences du non-respect ou d'une interprétation erronée de ses recommandations.

L'actuelle version 1.0 de la note méthodologique est rattachée aux versions 1 et ultérieures de la carte des aléas ainsi que le rapport de présentation jusqu'à l'édition d'une nouvelle version qui vienne la remplacer.

1.1.2 Échelle et fonds de références des documents originaux

La cartographie des aléas a été entièrement reprise sur les bases topographiques (MNT) des levés LiDAR (DREAL 2012, RTM-MTE 2012 et 2014, Deux-Alpes 2016, IGN 2022) qui couvrent l'ensemble des zones à enjeux de la commune. Les limites sont donc nettement affinées. Le cadastre DGI étant globalement faux, particulièrement sur les emprises des hameaux de la commune, il a été fait le choix de cartographier les aléas sur les fonds topographiques LiDAR complétés de l'IGN (SCAN 25 et orthophotographies de 2015 et 2021) et de la couche « BATI » de la BD Topo de l'IGN.

1.1.3 Version du rapport et des cartes correspondantes

Tableau n°1 : Version du rapport et cartes correspondantes

Documents	Version correspondante
Note de méthodologie de la carte des aléas	V 2
Rapport de présentation de la carte des aléas	V 2
Carte des aléas Inondation et Mouvement de terrain	V 5
Carte des aléas Avalanches	V 2
Inventaire et carte des ouvrages de protection	V1
Inventaire et carte des phénomènes	V1

1.2 Objet et contenu de l'étude

1.2.1 Cadre de l'étude

La commune des Deux-Alpes a confié au service RTM Isère la réalisation de la cartographie des aléas de sa commune.

1.2.2 Contenu du dossier de cartographie des aléas

Le dossier de cartographie des aléas est composé des pièces suivantes :

- Note de présentation méthodologique générale ;
- Rapport de présentation détaillé ;
- Carte des aléas inondations et mouvements de terrain ;
- Carte des aléas avalanches ;
- Inventaire et carte des ouvrages de protection ;
- Inventaire et carte des phénomènes.

1.2.3 Limites de l'étude

L'étude s'applique au territoire communal contenant des enjeux (bâti) et les bassins de réception des aléas associés. Ne sont pas pris en compte les zones situées dans le domaine skiable des Deux-Alpes (SATA Group) hors périmètre cité ci-dessus). De plus, ne sont pas décrites les zones situées dans le Parc National des Ecrins (rive gauche du Vénéon) qui n'entrent pas dans le périmètre ci-expliqué.

1.3 Préalable

Cette note méthodologique, qui présente la démarche entreprise à l'échelle du territoire communal pour la qualification des aléas, constitue un préalable au rapport de présentation détaillé de la carte des aléas.

2 ANALYSE DES INFORMATIONS DISPONIBLES

2.1 Analyse des archives disponibles

2.1.1 Services et organismes consultés

- DDT

Depuis 2016, le service Risque de la DDT a participé à des réunions et des échanges techniques tout au long de l'élaboration de la cartographie des aléas. Des nombreuses demandes d'avis (projets, urbanisme, remontées mécaniques) ont fait l'objet d'une analyse détaillée du service RTM ; Ces avis sont cités en bibliographie et ont été réutilisés dans la mesure du possible pour étayer la nouvelle qualification des aléas présentée dans le rapport.

- ONF/RTM

Le service RTM de l'ONF a valorisé sa base de Fiches Evénements ainsi que des photographies de phénomènes observés durant les dernières décennies, des coupures de presses, son fonds d'études archivées, des cartographies anciennes ou encore des correspondances anciennes.

- Service Risques du département voiries de l'Isère

Le département de l'Isère a aimablement mis à disposition son fonds d'archives associé aux différents travaux réalisés sur la RD213 à hauteur de Mont-de-Lans.

- Mairie

La commune nous a fourni ses données relatives au domaine skiable (cartographies, PIDA) et nous a sollicité régulièrement pour de avis risques sur les nouveaux projets.

- CCO et Symbhi

La Communauté de Communes nous a fréquemment sollicité pour des demandes d'urbanisme. Le Symbhi a partagé sa base de données ouvrage set études.

2.1.2 Bases de données disponibles

2.1.2.1 Base de données Évènements de l'ONF/RTM

La base de données du RTM recense 238 événements sur le territoire des Deux Alpes. Environ un tiers de ceux-ci correspondent aux crues torrentielles et un second tiers aux avalanches.

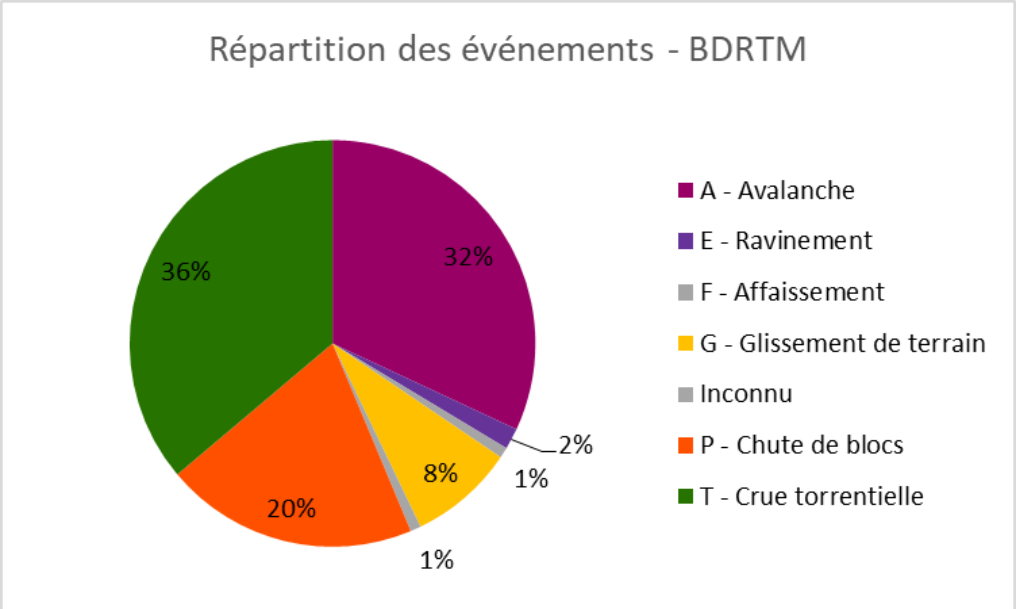


Figure 1 : répartition des événements recensés dans la BD-RTM pour la commune des Deux-Alpes

2.1.2.2 Base de données de l'IRMA

La base de données de l'Institut des Risques Majeurs de Grenoble, disponible publiquement (www.irma-grenoble.com) recense 39 événements pour l'ancienne commune de Mont-de-Lans et 43 événements pour l'ancienne commune de Vénosc. Ce sont pour la plupart ceux signalés dans le Dossier Communal Synthétique : ils recoupent donc aussi ceux de la base de données du RTM avec lequel ce document est établi. Elle offre une sélection de photographies à propos de plusieurs événements de chutes de blocs au Bourg-d'Arud (2004-2006).

2.1.2.3 Base de données BRGM – InfoTerre

La base de données du Bureau pour la Recherche Géologique et Minière, disponible publiquement (www.infoterre.brgm.fr) recense 7 phénomènes ponctuels sur la commune (éboulement – glissement). Aucune information autre que leur localisation n'est disponible. Par ailleurs, elle donne l'accès à deux cartes :

- « Mouvements de terrains non localisés » : l'ensemble de la commune est signalé dans cette catégorie ;
- « Exposition au retrait gonflement des argiles » : cette carte n'est qu'un duplicata des couches identifiées comme sensibles de la carte géologique harmonisée sur laquelle une bande de précaution de 100 mètres (buffer) a été appliquée ; sans expertise.

Par ailleurs, la base de données BRGM recense aussi dans la Base du Sous-Sol (BSS) les cavités anthropiques souterraines. Un seul ouvrage est signalé sur la commune ; les mines de charbon de la

Molière. Ce point particulier, bien que sortant du cadre stricto-sensu de la carte des aléas, sera réexaminé succinctement aux points 2 et 3.

2.1.2.4 Base de données photographiques

Fonds photographiques disponibles

Les fonds photographiques utilisés dans le cadre de ce PPRN proviennent :

- Des archives RTM
- De la base de données IRMA
- Du Dauphiné Libéré

Photographies des avalanches au XXème siècle

Un important corpus de photographie présente les nombreuses avalanches qui touchent les anciennes communes de Vénosc et du Mont-de-Lans. Les couloirs affectant l'avalanche de la Rivoire (notamment en 1923, 1962 et 1971) ainsi que celles du plateau des Deux Alpes (1963 et 1973) sont celles qui sont les mieux documentées. La spectaculaire avalanche de la Danchère est aussi photographiée (1904).

Photographies des autres événements au XXème siècle

Les avalanches sont des événements marquants qui restent dans la mémoire commune. Les autres aléas ont tendance à s'estomper avec le temps. Ils représentent en conséquent un corpus iconographique plus réduit. A noter toutefois les très fréquents éboulements de la Rampe des Commères ou de la vallée du Vénéon (Bourg d'Arud, combe Fort…). Les dégâts des crues de ce dernier sont aussi fréquemment illustrés ; tout particulièrement lors des événements de 1852 et 1928 qui ont emporté à deux reprises le pont de Vénosc.

Photographies anciennes des versants

Quelques cartes postales en noir et blanc ou en couleur, particulièrement du secteur de la station, offrent différentes vues des versants au début du XXème siècle, durant l'entre-deux guerres et surtout lors de l'essor de l'urbanisme dans les années 1950. Ce fonds est particulièrement intéressant pour illustrer les mutations d'exploitation des différents espaces constitutifs de la commune durant plusieurs grands mouvement socio-culturels alpins des XIXème et XXème siècles : optimum démographique, exode rural, plans neige…
D'autres photographies anciennes permettent d'apprécier l'évolution des géoformes du Vénéon ainsi que les ouvrages associés.

2.1.3 Etudes existantes

2.1.3.1 Cartographies existantes sur les risques naturels

Sources d'informations sur les phénomènes historiques

Les PPRN porter à connaissance de 1999 des communes de Vénosc et Mont-de-Lans ainsi que les Dossiers Communaux Synthétiques (2001 pour les deux ex-communes) recensent et cartographient un certain nombre d'événements et phénomènes (cartes des aléas et cartes des phénomènes). Leur échelle, à 1/10 000e et 1/25 000e, est trop faible pour permettre une grande précision dans les limites

des aléas identifiés. Toutefois, les scénarios de référence retenus lors de leur réalisation sont des aides précieuses pour réévaluer ceux qui sont utilisés dans le cadre du présent travail.
Les rapports, finalisés dernièrement, des communes voisines (Le Freney d'Oisans et le Bourg d'Oisans en 2022) ainsi que celui en cours de réalisation à St-Christophe-en-Oisans recensent un assez grand nombre de phénomènes dont les dates ont servi à situer certains événements dont l'échelle a pu dépasser le cadre communal (crues de la Romanche et du Vénéon, épisodes neigeux intenses et généralisés, etc.).

Résumé succinct des cartographies disponibles

Tableau n°2 : cartographies utilisées

Nom de la carte	Date d'édition	Localisation
Carte des aléas – Commune de Bourg d'Oisans	2022	RTM Isère
Carte des aléas – Commune du Freney d'Oisans	2022	RTM Isère
Zonages des aléas naturels, révisions au cas par cas pour avis et pré-réalisation de la carte des aléas (Côte Brune, les Ougiers et Vénosc)	2016-2019	RTM Isère
Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche (CLPA) – AZ62	2017	INRAE
Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche (CLPA) – BA61	2017	INRAE
Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche (CLPA) – BA62	2017	INRAE
Carte des aléas – commune de Vénosc	1999	RTM Isère
Carte des aléas – comme de Mont-de-Lans	1999	RTM Isère
Carte des phénomènes – commune de Vénosc	1999	RTM Isère
Carte des phénomènes – commune de Mont-de-Lans	1999	RTM Isère
Zonage réglementaire du risque – commune de Vénosc	1999	RTM Isère
Zonage réglementaire du risque – commune de Mont-de-Lans	1999	RTM Isère
Localisation des phénomènes naturels passés ou actifs, attestés par enquête – commune de Vénosc	1999	RTM Isère
Carte de localisation des phénomènes naturels – commune de Mont-de-Lans	1991	RTM Isère
Plan des Zones Exposées aux Avalanches - Vénosc	1971	RTM Isère
Risques naturels de la commune de Mont-de-Lans	1971	RTM Isère

Homogénéisation des cartographies d'aléas

Un travail d'homogénéisation a été conduit afin d'assurer une cohérence générale de la cartographie des aléas des Deux-Alpes avec celles des territoires environnants. Elle reste très relative, les grilles de caractérisation antérieures utilisées pour les communes voisines (CCTP 2005 et 2016) s'avérant différentes. Les niveaux d'aléas sont notamment peu comparables.

2.1.3.2 Études hydrauliques et hydrologiques

Etudes hydrauliques et hydrologiques disponibles

Les études hydrauliques et hydrologiques disponible sur la commune des Deux-Alpes se déclinent en trois groupes. Premièrement, une seule étude est recensée au sujet de la gestion des eaux pluviales. Celle-ci ne traite que de la question sur l'emprise de la station. Secondement, un certain nombre d'étude et de DLE (Dossier Loi sur l'Eau) s'attache aux questions de travaux sur le domaine skiable (création de piste, de télécabines, etc.). Enfin, quelques torrents (principalement la Muzelle, le Rau de l'Alpe, le Sellier et le Vénéon) font l'objet d'études plus conséquentes au regard d'enjeux bien définis (campings, hameaux, parkings…). Il faut donc noter qu'un certain nombre de grands torrents, plus ou moins problématiques ne sont pas ou mal documentés (torrent de la Rivoire, de la Pisse, du Merdaret, du Lauvitel…). Certains de ces torrents constituent par ailleurs des dents creuses en termes de témoignages historiques (écrits, oraux).

Tableau n°3 : lise des études hydrauliques et hydrologiques recensées sur la commune des Deux-Alpes

Nom de l'étude	Date	Emetteur
Accord-cadre à bons de commande : études hydrauliques et dossiers réglementaires liés aux projets GEMAPI en Oisans. Piège à flottants en amont du pont de la Traverse et rehausse du mur de gabions en rive droite sur la place du Sellier sur le ruisseau du Sellier (Vénosc – Deux-Alpes).	2021	SAGE
Etude hydraulique de la confluence du torrent de la Muzelle avec le Vénéon	2020	ETRM
Restauration du passage de la combe du Replat – 2019 – Dossier « Loi sur l'Eau » valant dossier d'incidence au titre de l'article R-214 du Code de l'Environnement	2019	RTM
Etude hydraulique du ruisseau des Gours sur le projet de gare – TC de Pierre Grosse	2019	Hydretudes
Travaux de protection de berge sur le torrent du Vénéon, confluence avec la combe de la Ruine. Dossier « Loi sur l'Eau » valant dossier d'incidence au titre de l'article R-214 du Code de l'Environnement	2018	RTM
Travaux de confortement du passage de la combe du Replat sous la piste du Diable – Dossier « Loi sur l'Eau » valant dossier d'incidence au titre de l'article R-214 du Code de l'Environnement	2018	RTM
Eaux pluviales – Etude eaux pluviales et zonage sur la station des Deux-Alpes	2017	Profils Etudes
Etude hydraulique 2 Alpes Loisirs – Nouveau projet de la piste du Jandri 1 maximisant les écoulements aériens	2013	ETRM
Etude hydraulique du nouveau projet de la piste de Cote Brune	2011	ETRM
Torrents du Vénéon et de la Muzelle – Etude hydraulique pour la protection du camping « le Champ du Moulin »	2008	RTM
Expertise des phénomènes naturels – Prise d'eau EDF du Lauvitel	2006	RTM
Communes du Freney d'Oisans et du Mont de Lans – Etude hydraulique du bassin versant du ruisseau de l'Alpe	1997	ERGH
Commune de Vénosc – Etude du bassin versant du ruisseau du Sellier	1997	ETRM / SAGE
Etude des bassins versants du Merdaret et de la Lairette	1986	Ingénieur Conseil

Hétérogénéité des études hydrauliques et hydrologiques récentes sur les pluies

Les dernières études se basent sur des données pluviométriques relativement disparates. L'étude conduite sur la confluence Vénéon-Muzelle ne prend pas directement en compte des données de pluviométrie. L'étude conduite sur la place du Sellier prend en compte des mesures anciennes sur la station météorologique de St-Martin-d'Hères. Extrapolation un peu audacieuse étant donné la distance au bassin versant (environ 35 km) et une forte incidence des reliefs qui ont tendance à assécher les flux d'ouest. L'étude hydraulique du ruisseau des Gours retient des valeurs qui paraissent cohérentes en prenant en compte les moyennes des stations situées à 20km de la zone étudiée. Cette pluviométrie journalière serait donc de 74mm pour une référence décennale et de 103mm pour une référence centennale.

2.1.3.3 Etudes relatives aux mouvements de terrain

Etudes géotechniques

Un certain nombre d'études liées aux glissements de terrain est recensé. Dans leur grande majorité, elles sont en liens avec les phénomènes de la combe Hochue. Quelques autres concernent des projets de génie civil (création de la bretelle de contournement de Mont-de-Lans) ou encore des aménagements communaux (place du Sellier, parking couvert en entrée de station, etc.). Parmi ces études, un certain nombre de sondages (carottés, mécaniques…) sont présentés et permettent une qualitative du sous-sol. Dans le cadre de la caractérisation du potentiel en mouvement de terrain sur le versant nord de la commune en contexte morainique, ces informations sont précieuses pour homogénéiser les interprétations à l'échelle communale. Concernant la combe Hochue, le suivi de ce phénomène de très grande intensité est relativement fin et permet une vision globale de l'évolution du versant S-E de Pied-Moutet.

Tableau n°4 : liste des études géotechniques disponibles pour la commune des Deux-Alpes

Nom de l'étude	Date	Emetteur
Confortement mur, Les Deux-Alpes (38). Diagnostic géotechnique G5.	2023	ERG
Etude de bassin de risque. Division domaniale de Vénosc.	2020	RTM
Parking couvert de la passerelle – station des Deux-Alpes – Etude géotechnique mission G2 AVP	2020	SAGE
Les Deux-Alpes – Vénosc (38) – Etude des aménagements liés au TS SUPERVENOSC – Piste des Clarines – Etude Géotechnique de conception.	2019	Equaterre
Projet de décharge en matériaux inertes. – Commune des Deux Alpes – Mission G2 AVP.	2019	SAGE
Note sur la stabilité du versant du Collet à Vénosc (38).	2014	CEREMA
Mont de Lans (38) « secteur du petit plan » - Aménagement d'une zone de loisirs – Etude géotechnique.	2003	EGSOL
Dossiers d'archives études géotechniques, réalisation bretelle de contournement RD213 de Mont-de-Lans	1990-2002	Service voirie, Département de l'Isère.
Etude pour le confortement de la route du Collet.	1993	IMS - RN
Etude générale du risque d'éboulement en bordure Sud du plateau des 2 Alpes – Commune de Vénosc.	1993	IMS - RN

Nom de l'étude	Date	Emetteur
Etude des conditions de stabilité d'une piste de déversement de neige aux Deux-Alpes, commune de Vénosc (38).	1988	ERGH
Projet d'aménagement de la place de Vénosc – Rapport d'étude géotechnique.	1987	Géoprojets
Etude géologique du tracé de la route d'accès à la station des Deux-Alpes depuis la vallée du Vénéon.	1986	Université scientifique de Grenoble
Glissements de terrains en rive gauche du torrent du Merdaret. Etude de stabilisation.	1981	ADRGT

Etudes trajectographiques

Les études trajectographiques réalisées sur la commune sont toujours liées à un projet d'ouvrage à vocation pare-blocs. Elles cherchent à caractériser les trajectoires et les volumes des événements de chute de blocs. Leur zonage est repris pour la caractérisation de ces aléas dans les zones étudiées. Certains paramètres de modélisation (densité de la roche, forme des blocs, dimensionnement, etc.) sont repris pour être homogénéisés aux surfaces de même géomorphologie sur l'emprise communale.

Tableau n°5 : liste des études trajectographiques disponible pour la commune des Deux-Alpes

Nom de l'étude	Date	Emetteur
Extension de la carrière des Ougiers – Approfondissement de l'étude « Diagnostic des risques naturels et propositions de parades (2017) »	2022	RTM
Extension de la carrière du Peuye – commune des Deux-Alpes.	2020	SETIS
Commune des Deux-Alpes : hameau du Chambon. Etude de protections contre les chutes de blocs.	2019	RTM
Etude trajectographique vis-à-vis des chutes de blocs pour la DAET concernant le TSD4 Thuit.	2019	Arias Montagne
Etude trajectographique vis-à-vis des chutes de blocs – Centre d'entretien routier – Les Deux Alpes.	2019	Arias Montagne
Commune de Vénosc – Hameau du Bourg d'Arud – Analyse des risques de chutes de blocs sur l'immeuble « Le Refuge ».	2005	SAGE
Route communale d'accès au hameau du Collet – Commune de Vénosc (38) – Définition et dimensionnement du confortement d'un massif rocheux côté amont de la route.	2003	Géolithe
Commune de Vénosc – Hameau de Bourg d'Arud – Analyse du risque résiduel de chutes de blocs rocheux à l'aval du merlon de protection.	1999	SAGE
Commune de Vénosc – Eboulement rocheux du 14 février 1980 à Bourg d'Arud – Rapport d'enquête.	1980	RTM

2.1.3.4 Etudes relatives aux avalanches

Les couloirs d'avalanches historiquement problématiques, notamment sur le secteur de la station ainsi que des hameaux de Mont-de-Lans, ont fait l'objet d'étude au cas par cas dans le but de caractériser les événements et de proposer des parades efficaces. Ces travaux prennent en compte des périodes de retour décennales et centennales qui complètent utilement les emprises CLPA.

Tableau n°6 : liste des études relatives aux avalanches disponibles pour la commune des Deux-Alpes

Nom de l'étude	Date	Emetteur
SATA 2 Alpes – Etude pour la réalisation de plantations paravalanches – secteur de vallée Blanche.	2021	RTM
Etude des possibilités de protection paravalanche – ZAC des Banchets – Les Deux Alpes.	2017	Engineerisk
Gestion avalanche Combe du Y branche sud.	2017	RTM
Notice sur les avalanches constatées et leur environnement, dans le massif de l'Oisans. Document de synthèse accompagnant la carte et les fiches signalétiques de la CLPA.	2014	MEDDE – ONF - INRAE
Etude d'incidence des terrassements de la piste de Cote Brune sur le risque d'avalanche – prise en compte d'une surcharge des remblais liée à la neige.	2012	RTM
Risque d'avalanche sur les hameaux, routes et projet de piste de ski de fond des secteurs « Les Travers – La Rivoire – La Molière » et propositions de protections complémentaires.	2011	RTM
Expertise des avalanches de la combe du Replat et des Banchets. Diagnostic et propositions de parade.	2008	Géolithe
La protection active contre les avalanches aux 2 Alpes : Bilan et programmation de travaux.	1999	RTM
Etude des risques d'avalanche sur le projet de garages et bâtiments techniques au bord du ruisseau du Replat.	1997	J. F. MEFFRE
Versants N et NW de Bons – Analyse du risque d'avalanche et des possibilités de protection.	1997	ASI
Commune de Mont-de-Lans – Rapport sur le problème des Risques Naturels. ZAC du Clos des Fonds.	1971	RTM
Les Deux-Alpes (avalanches) – Documentation photographique.	1965	BARNEOUD

2.1.3.5 Autres études

Le site InfoTerre recense une étude d'état des lieux et d'évaluation des risques liés à la concession minière (charbon) des Pléris.

Tableau n°7 : études diverses à propos des risques sur la commune des Deux-Alpes

Nom de l'étude	Date	Emetteur
Concession des Pléris / Mont-de-Lans (Isère) – Rapport de visite et d'évaluation des travaux de mise en sécurité.	1997	DRIRE

2.1.4 Archives diverses

2.1.4.1 Articles et ouvrages scientifiques

Les articles scientifiques consultés concernent essentiellement la géologie, l'hydrogéologie, la géomorphologie, la botanique, la glaciologie, etc. du massif de la Girose. Ils ne fournissent pas d'éléments nouveaux au sujet des aléas sur la commune des Deux-Alpes.

Une mention est faite aux avalanches du plateau de Mont-de-Lans pas J.-P. Marty en 1985. De même, G. Montjuvent traite de l'hydrologie des bassins de la Romanche et du Vénéon dans son imposant traité sur le Drac (1979).

MARTY J.-P., (1985). Les avalanches. **in** *Droit et Ville*. T20. Colloque sur les risques naturels et technologiques majeurs : aspects juridiques. Toulouse. pp87-107.

MONTJUVENT G., (1979). *Le Drac, morphologie, stratigraphie et chronologie quaternaires d'un bassin alpin. Géomorphologie.* Université Paris-Diderot. 421p.

2.1.4.2 Ouvrages historiques

Quelques ouvrages historiques, en particulier « La route de la Bérarde » de A. Allix (1922) ont pu être consultés. Ils s'attachent principalement à l'histoire humaine de la « conquête » des vallées alpines par le biais des ouvrages de génie civil. Ils ne traitent pas spécifiquement des aléas mais approchent ceux-ci par les récurrences de remise en état des axes de circulation suite aux événements.

ALLIX A., (1922). La route de la Bérarde. **in** *Revue de Géographie Alpine*. 10-3. pp445-457.

CHARDON M., (1988). Itinéraire Grenoble-Briançon : la vallée de la Romanche, l'Oisans et le Briançonnais. Vallées intra-alpines et milieux de haute montagne. **in** *Revue de géographie alpine*. 76-2. pp147-193.

2.2 Analyse des photographies aériennes et du Modèle Numérique de Terrain

2.2.1 Analyse diachronique des photographies aériennes

2.2.1.1 L'orthophotographie actuelle

Il s'agit du fond de référence pour les relevés de terrain et la numérisation, couplé au lidar auquel il correspond parfaitement. Dans l'emprise communal, le fond orthophotographique pâtie du relief montagneux accentué. De ce fait, de vastes zones se situent dans « l'ombre de la montagne » en ubac. Néanmoins, l'usage de ce fond a été important pour déterminer l'emprise des ouvrages de protection contre les avalanches et tout particulièrement les boisements de protection, en conifères, qui se distinguent particulièrement.

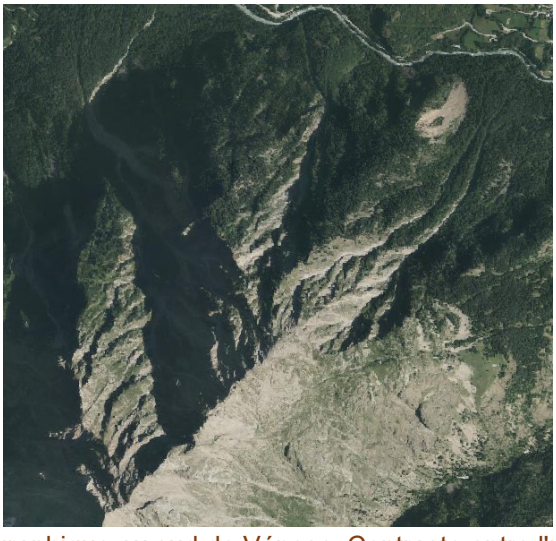


Figure 2 : fond orthophotographique au sud de Vénosc. Contraste entre l'ubac à l'ombre et l'adret au soleil

2.2.1.2 Les photographies aériennes anciennes

Les campagnes de photographies aériennes disponibles sur le portail de l'IGN « Remonter le temps » débutent pour la zone géographique étudiée en 1937. Toutefois, toute l'emprise communale n'est pas couverte lors de ces premières campagnes. De fait, ayant au départ un objectif uniquement stratégique, elles s'attachent aux axes principaux de circulation et bâtis dominant, donc en Oisans la plaine de Bourg-d'Oisans. Il faut attendre 1968 pour couvrir l'ensemble des hameaux et zones bâtis des Deux-Alpes (dernières photographies disponibles : 2012). La résolution des campagnes présente une très grande hétérogénéité. Les images sont dépendantes des conditions météorologiques, de l'ensoleillement saisonnier, de l'heure de prise de vue mais aussi de l'appareillage photographique (noir et blanc, couleur, etc.). Par ailleurs, l'interprétation des prises de vue n'est pas rendue aisée par déformation induite par des prises de vue obliques par rapport au sol.

Néanmoins, cette source d'information est intéressante pour réaliser des analyses diachroniques ponctuelles sur des thématiques précises ou encore apprécier les mutations d'occupation du sol et particulièrement les espaces conquis par la forêt dans les dernières décennies. Les séries disponibles se terminant en 2012, il convient pour des dates plus récentes de les coupler avec des campagnes de photographies satellitaires disponible par exemple sur Google Earth.

La combe Hochue : évolution d'un glissement de versant

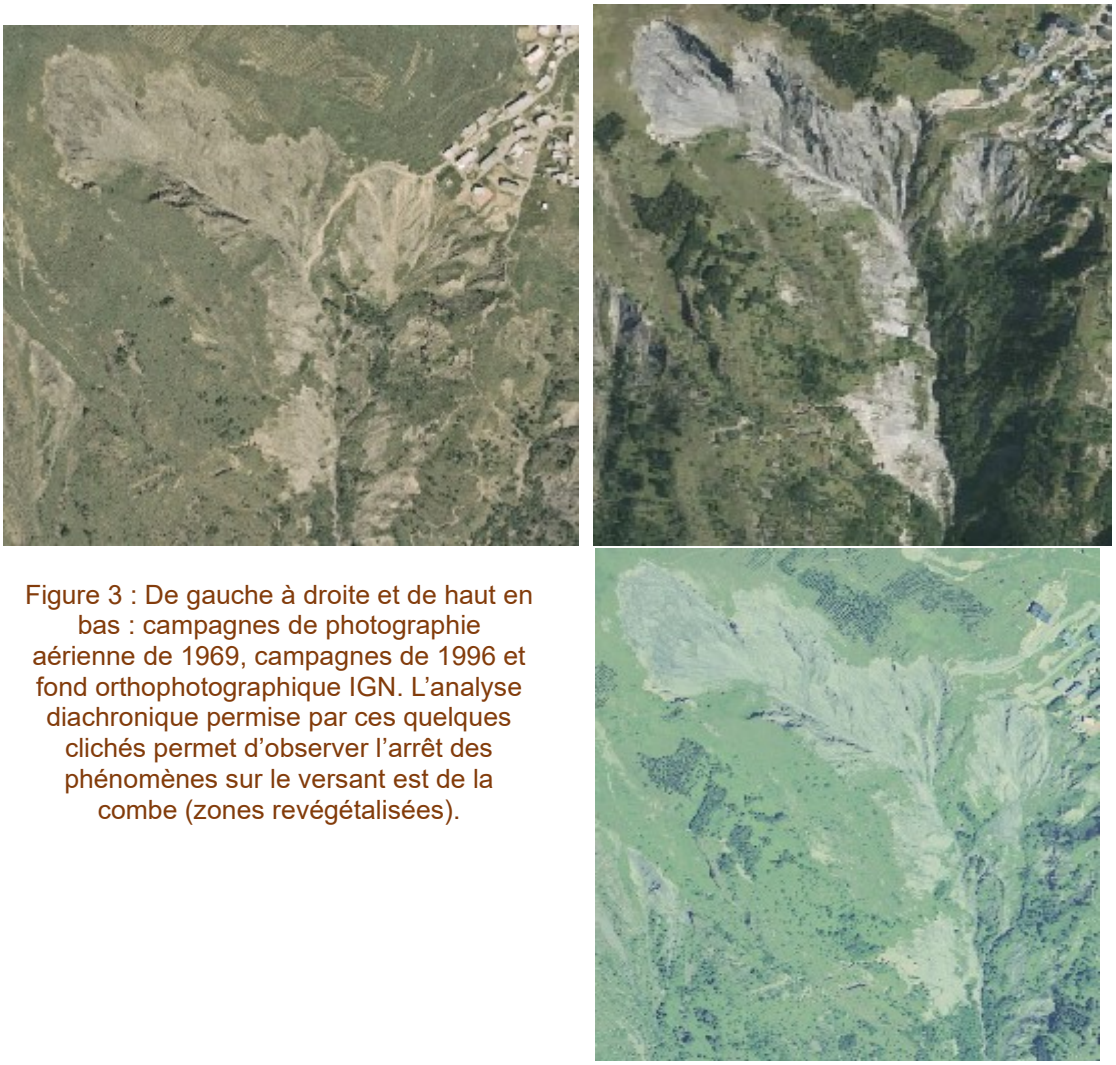


Figure 3 : De gauche à droite et de haut en bas : campagnes de photographie aérienne de 1969, campagnes de 1996 et fond orthophotographique IGN. L'analyse diachronique permise par ces quelques clichés permet d'observer l'arrêt des phénomènes sur le versant est de la combe (zones revégétalisées).

La combe Hochue est un vaste glissement de versant, ancien, situé dans le bassin de réception du ruisseau du Merdaret. Très tôt identifié comme problématique par les services RTM, l'ensemble de la

surface est acquis et placé sous le régime domanial à partir de 1886. Les campagnes de photographies aériennes permettent d'observer son évolution depuis plus de 70 ans (figure n°3).

Le tressage historique du Vénéon

Au cours du XIXe siècle, puis en 1914, 1928 et 1955, le Vénéon connait des crues très importantes, avec un volumineux charriage de matériaux, qui entretien un large tressage dans la plaine de Bourg d'Arud. Les matériaux proviennent du bassin versant amont, notamment de plan du lac, mais aussi d'écroulements ponctuels localisés en rive droite de la gorge amont de Bourg d'Arud, comme celui de 1946 à Combe Fort.

Figure 4 : Tressage du lit du Vénéon dans la traversée du Bourd d'Arud à l'aval en 1952 et aspect actuel (ETRM, 2020).

L'éboulement réactivé du Champ de l'Aiguille

Le Champ de l'Aiguille est un éperon rocheux situé en rive gauche du Vénéon au droit de l'ancien site d'escalade de Vénosc. Des chutes de blocs jusque dans le lit du torrent dans les années 2021-22 alertent à son propos. Les campagnes de photographies aériennes permettent de dresser un aperçu diachronique de son fonctionnement. Cette analyse met en évidence un événement en 2008 notamment (figure n°5).

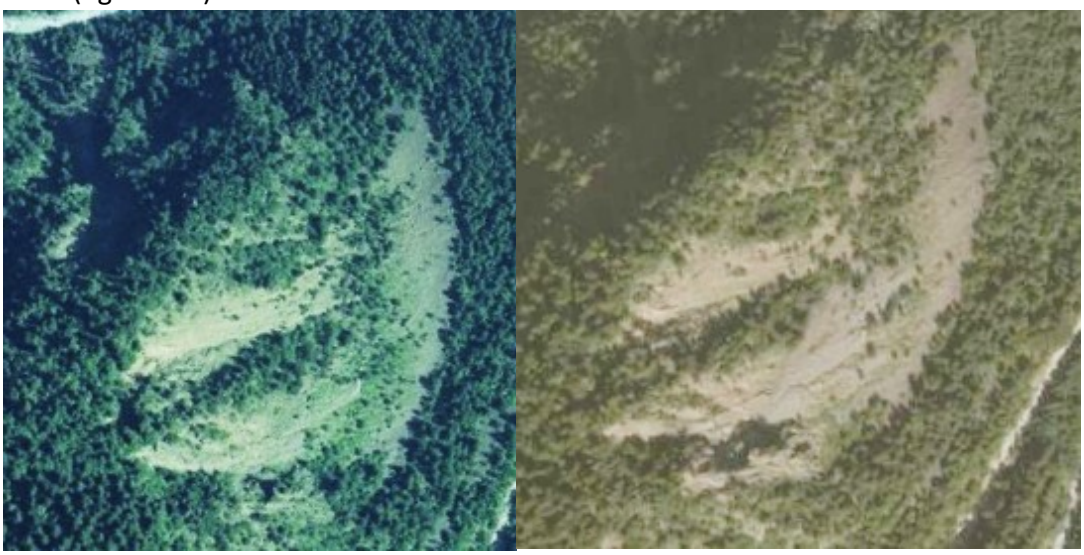


Figure 5 : Campagne de photographies aériennes de 1998 à gauche et de 2008 à droite. Le lobe sud de l'effondrement est apparu.

2.2.2 Analyse du Modèle Numérique de Terrain

2.2.2.1 Couvertures Lidar disponibles

Les MNT issus de lidars

Un Modèle Numérique de Terrain (MNT), qui offre des informations très précises sur la topographie en 2.5D selon un maillage de données XYZ au pas de 1m, a été exploité pour les analyses à dire d'expert, comme pour les simulations numériques des chutes de blocs et avalanches sur différents secteurs du territoire de la commune des Deux-Alpes.

Ce MNT a été réalisé par LiDAR (Light Detection And Ranging), une technique de télédétection par balayage laser aéroporté sur avion, qui mesure la distance entre le capteur et le terrain selon la vitesse de réflexion de la lumière émise. Les bâtiments et la végétation sont effacés des résultats par traitement numérique automatique.

Caractéristiques techniques

Plusieurs Modèles Numériques de Terrain sont disponibles sur la commune des Deux-Alpes.

- Le plus ancien provient de la DREAL, 2012 (mesures conduites sur le TRI (Territoire à Risque d'Inondation). La densité d'impulsion au sol en fond de vallée est de 4 par mètre carré, ce qui constitue un MNT au maillage de 1m par 1m.
- Deux campagnes ont aussi été effectuées en 2012-2014 par le RTM-MTE.
- Une campagne commanditée par la commune a été réalisée en 2016,
- L'IGN a livré début 2023 le LiDAR HD sur l'emprise communale. Tous ces MNT présentent des grilles avec une résolution d'un mètre.

Précisions réduites

Les campagnes LiDAR les plus anciennes présentent des précisions très réduites dans les zones de relief. De plus, elles n'ont pas été conduites sur la totalité du territoire communal. Les campagnes de levés plus récentes ont été menées, quant à elles, sur tout le territoire. Elles pallient les défauts en zone de relief mais présentent quand même des imprécisions de l'ordre de quelques dizaines de centimètres au niveau des zones de forte densité végétale, d'abrupts topographiques ou encore de bâtis pour lesquels l'échantillonnage a été interprété par la technique « du plus proche voisin ».

2.2.2.2 Analyse géomorphologique des Lidar

Empreinte des phénomènes érosifs historiques (ravinements, crues torrentielles, glissements)

Au niveau des phénomènes de ruissellement et ravinement, le LiDAR fait apparaître un très grand nombre de drayes et ravines, principalement situées dans les terrains sédimentaires du Fioc (version ouest) ainsi que dans le bassin versant du ruisseau de la Pisse. Cela met en lumière des zones de concentration des écoulements météoriques (figure n°6).
Par ailleurs, de multiples niches d'arrachements sont très nettement identifiées sur l'ensemble de la commune. Elles concernent presque exclusivement des zones occupées par des moraines. Leur surface peut-être de quelques mètres à dizaines de mètres.

Figure 6 : A gauche : traces de ravinement sur le versant ouest du Fioc. A droite : niche d'arrachement et dépôt d'un glissement de terrain, versant est du Fioc.

Repérage des zones de départ potentielles de chutes de blocs

Le LiDAR met en évidence les escarpements rocheux pouvant produire des chutes de blocs. Les blocs de grands volumes, éparses sous une paroi, les éboulis voire même les fractures métriques peuvent-être identifiés par ce biais. Sur l'emprise de la commune, les falaises du Grand Rocher, du Moutet, du Pré du Loup, des Ougiers, du Bourg d'Arud etc. présentent des stigmates de chute de bloc.

Les mines de charbon

D'importantes anomalies topographiques (haldes, dolines, tranchées…) sont mises en évidences par les LiDAR. Ces travaux miniers sont d'une grande ampleur puisqu'ils suivent la couche de charbon depuis les bords de la Romanche sur Mont-de-Lans jusqu'au Vénéon sur Vénosc (figure n°7).

Figure 7 : anomalies topographiques liés à d'anciennes exploitations du charbon.

Les matrices de flux

Le MNT créé à partir du LiDAR est une base remarquable par la finesse de son maillage topographique. Il permet de créer une approche schématique des écoulements préférentiels météoriques gravitaires. Deux matrices des flux ont donc été utilisées pour orienter le dire d'expert. La première correspond aux écoulements principaux sous forme filaire tandis que la seconde met en avant les nappes d'eau par concentration de pixel.

Ces deux aides à la décision ne sont toutefois que des représentations schématiques de la réalité par le calcul, ne se substituant en rien aux témoignages ni aux choix du zoneur (figure n°8). Ils ont été

principalement utilisés afin de caractériser les potentielles inondations en pieds de versant sur le plateau des Deux-Alpes.

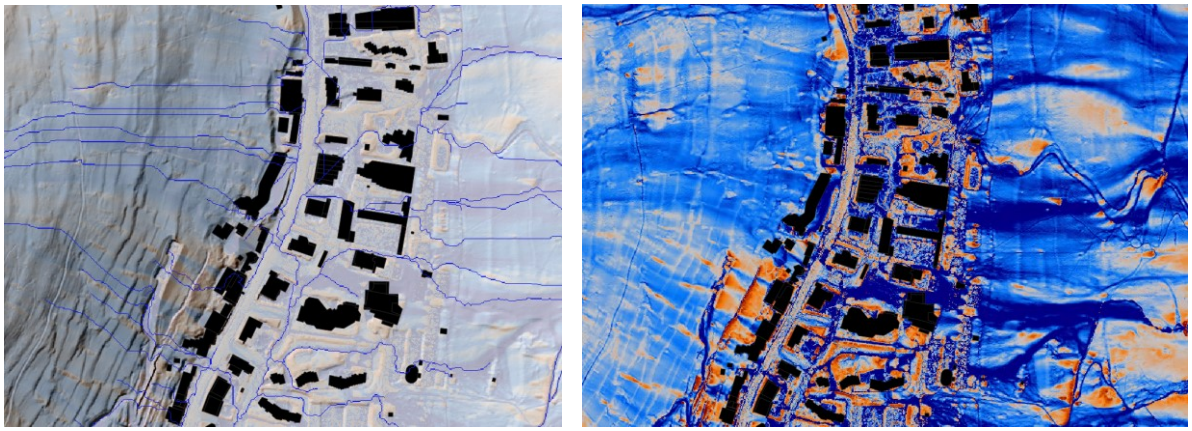


Figure 8 : A gauche : matrice des écoulements préférentiels sous forme filaire. A droite : matrice des écoulements par nappe d'eau.

La carte des pentes

Une carte des pentes est générée via le MNT. Elle permet de localiser les zones de départ d'avalanches (entre 35 et 55°) ainsi que les zones susceptibles de générer des chutes de blocs (>45°) (figure n°9).

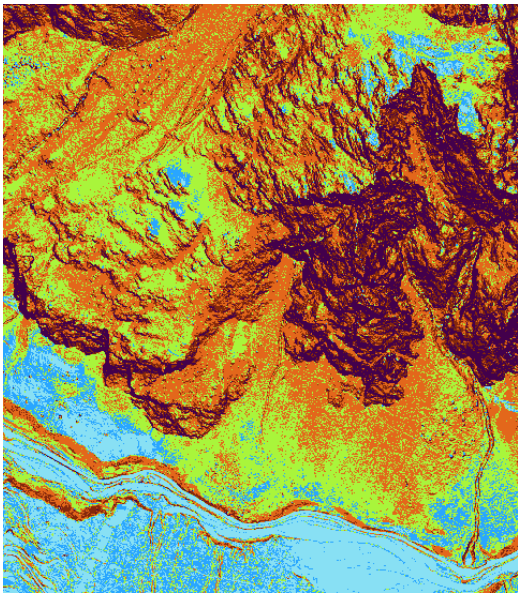


Figure 9 : carte des pentes générée grâce au MNT. Secteur des Ougiers et du Vénéon.

2.3 Recueil de témoignages oraux sur les phénomènes historiques

2.3.1 Rencontres avec les élus et les services techniques

Une réunion de lancement du projet a été conduite le 14 avril 2023 en présence de M. le Maire, Christophe Aubert, de M. Stéphane Luzet (Directeur Général des Services) ainsi que de Mme Inès Terras (Responsable du service Urbanisme et Foncier). La démarche et la méthodologie de la réalisation de la carte des aléas y ont été exposés. Un état d'avancement ainsi qu'un planning prévisionnel ont été présentés.

La séance s'est terminée par un tour d'ensemble des projets urbains communaux ainsi que d'un échange à propos des désordres observés et des ouvrages existants.

2.3.2 Recueil de témoignages auprès de la population

Conditions de recueil des témoignages

Les témoignages auprès de la population ont été recueillis individuellement parmi les riverains, de façon aléatoire au fil de l'enquête de terrain effectuée durant le printemps 2023. Une dizaine de résidents, exploitants, riverains ont été interrogés. Les témoignages sont détaillés dans la note de présentation.

Type d'informations fournies et limites

Les témoignages récurrents concernent essentiellement les avalanches observées durant ces quarante dernières années. Certains couloirs, affectant systématiquement des enjeux routiers, ont tendance à marquer les esprits. Les riverains rencontrés et témoignant de ce sujet ne permettent toutefois pas d'attribuer une date précise à ce type de phénomène. Néanmoins, ils sont suffisamment connus pour pouvoir être recoupés avec les témoignages écrits. Les retours des riverains à propos des avalanches sont riches d'informations sur les récurrences des événements ainsi que leurs limites à proximité du bâti. De plus, quelques intéressantes observations sur le type de neige (sèche, humide…) des phénomènes ont été relevés.

Les autres aléas sont de manière générale moins frais dans la mémoire collective et il est difficile au-delà de dix ans de relever un quelconque témoignage. Deux riverains ont rapporté des phénomènes de ravinement avec transport solide au hameau de la Rollandière dans la dernière décennie. La campagne de terrain a permis de confirmer les limites et l'ampleur de l'événement en retrouvant les dépôts de « terres noires » dans le talweg signalé. De même, deux bergers du plateau de l'Alpe ont rapporté des glissements de terrain suite à des orages estivaux « il y a 15 ans ». Ceux-ci sont très nettement visibles sur le LiDAR (figure n°6).

Enfin, quelques témoignages rapportent des faiblesses dans le bâti (enfoncement, fissuration) qui trahissent des mouvements de terrain lents en contexte morainique.

2.4 Investigations sur le terrain

2.4.1 Organisation des investigations

Conditions de relevés sur le terrain

Les observations de terrain ont été assurées par le service RTM, à pied, sur 15 jours étalés durant l'été 2018 et les mois d'avril à juin 2023. La période de fin d'hiver, avec la fonte des neiges et la faible végétation a été particulièrement utile pour repérer les sources temporaires, les microreliefs et pénétrer dans des zones inaccessibles le restant de l'année.

Validation sur le terrain

Des validations en interne et une visite de terrain ont été organisées entre mai et aout 2023.

2.4.2 Synthèse des phénomènes observés

Globalement, les principaux phénomènes observés par les experts sur le terrain correspondent à de très nombreuses traces de ravinement au sein des drailles de versants raides et boisés ainsi que des érosions actives ou historiques sur les thalwegs sur lesquelles elles convergent.

Les emprises des avalanches sont devenues plus difficiles à observer en milieu boisé avec la raréfaction des occurrences de celles-ci. Certains couloirs, toujours actifs présentent les boisements

couchés, d'autres plus actifs depuis une décennie montrent une reprise de croissance classique des peuplements.
Les indices d'activité de glissements de terrain sont relativement peu nombreux à l'échelle de la commune en dehors des zones connues (combe Hochue, route de Cuculet etc.). Cependant quelques témoignages ainsi que de nombreuses sources d'eau temporaires démontrent le potentiel dans le contexte de dépôts morainiques sur les hameaux de Mont-de-Lans. Par ailleurs, une nouvelle niche d'arrachement en activité et d'une emprise assez importante (10 000m3 à minima) a été recensée en rive gauche du ruisseau de la Pisse.
Les indices d'activité de chute de blocs sont visibles dans tous les secteurs référencés pour cet aléa. Les pierriers, vifs, présentent des blocs frais et anguleux. Certains secteurs ont été identifiés comme à risque par l'enquête (ligne d'énergie forte, blocs anciens enfouis de grandes dimensions). C'est notamment le cas de la chapelle de la Rivoire ou encore du Garcin. Pour ce dernier cas, des roches fracturées menaçantes ont aussi été identifiées au-dessus du hameau.

2.4.3 Limites

Secteurs non parcourus

Le présent travail reprend pour partie les travaux préalables réalisés en 2018 et 2019 par le RTM, qui ont notamment proposé la réactualisation du zonage des aléas de l'ancienne commune de Vénosc. Les secteurs qui appartiennent à cette emprise n'ont donc pas été parcourus. Seuls quelques points « problématiques » ont nécessité un nouveau passage sur le terrain notamment pour l'état des lieux des ouvrages (secteur des Ougiers, secteur du torrent de la Muzelle, place du Sellier, gare de départ du téléphérique de Vénosc, digue de protection du hameau de la Ville…).
Pour le secteur du plateau des Deux-Alpes, l'entièreté du secteur bâti a été parcouru. Seuls les versants n'ont pas été remontés (pistes de skis en travaux). Certains secteurs naturels des hameaux n'ont pas été visités parce qu'ils ne présentaient pas d'enjeu et que la dynamique des phénomènes ne nécessitait pas de détailler les investigations à ce niveau. C'est principalement le cas :

- des versants boisés sous les zones bâties ;
- des ravins escarpés (torrent de l'Alpe, ruisseau de la Rivoire, ruisseau de la Pisse…).

Par ailleurs, certaines parcelles n'ont pu être parcoures ni observées de loin parce que les terrains étaient clos de grillages ou de hauts murs, en particulier en zone urbaine mais aussi dans des terrains escarpés dangereux de montagne. Pour ces zones, l'analyse s'est appuyée sur le corpus photographique ainsi que le LiDAR.

3 CARACTERISATION DES ALEAS

3.1 Règles générales d'estimation de l'aléa

3.1.1 Aléa de référence

Notion d'aléa

La notion d'aléa traduit la probabilité d'occurrence, en un point donné, d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définis. Pour chacun des phénomènes rencontrés, différents niveaux d'aléas sont définis en fonction de l'intensité et la probabilité d'occurrence pour un ou plusieurs scénarios de référence.

Estimation de l'intensité

L'intensité est appréciée de manière variable en fonction de la nature du phénomène : débit liquide et transport solide pour une crue torrentielle, volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, etc. La sévérité potentielle des dommages que pourraient causer les phénomènes est également prise en compte.

La probabilité ou période de retour de référence

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité données traduit une démarche statistique qui nécessite de longues séries de mesures ou d'observations du phénomène. Elle s'exprime généralement par une période de retour qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène. Une crue de période de retour décennale se produit en moyenne tous les dix ans si l'on considère une période suffisamment longue (un millénaire) ; cela ne signifie pas que cette crue se reproduit périodiquement tous les dix ans mais simplement qu'elle s'est produite environ cent fois en mille ans ou qu'elle a une chance sur dix de se produire chaque année.

D'une façon générale, le phénomène de référence pour la carte des aléas est le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale.

Dans le cas particulier des glissements et chutes de blocs, l'aléa retenu est celui d'intensité maximale susceptible de se produire dans les 100 prochaines années.

3.1.2 Origine des grilles de caractérisation

Les grilles de caractérisation des aléas sont reprises du Cahier des Charges de la DDT de l'Isère dans sa **version 2022**. Il respecte les directives élaborées par le Ministère et présentées dans les guides nationaux pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Naturels. Concernant les chutes de blocs, elles respectent la méthodologie du guide dit « MEZAP ».

Remarque

Les grilles de caractérisation du Cahier des Charges de la DDT 2022 sont reprises dans les § 3.2 et suivants.

3.1.3 Prise en compte du bâti et des éléments urbains existants dans l'analyse à dire d'expert

Transparence du bâti existant et des éléments urbains comme effet protecteur

Conformément à la doctrine nationale, le bâti existant et les éléments urbains sont considérés « transparents » dans l'analyse à dire d'expert. Leur effet protecteur vis-à-vis des aléas n'est pas pris en compte, dans la mesure où leur pérennité ne peut être garantie vis-à-vis du maître d'ouvrage.

Prise en compte des éléments urbains comme effet aggravant

En revanche, l'effet déflecteur des éléments urbains qui peut concentrer et prolonger les écoulements est pris en compte dans la cartographie des aléas. C'est par exemple le cas de l'hôtel Belambra Club sur le plateau des Deux-Alpes qui possède une construction intrinsèquement résistante aux avalanches.

3.1.4 Prise en compte du bâti et des éléments urbains existants dans les simulations numériques des écoulements hydrauliques en 2D

Prise en compte de l'occupation du sol comme un paramètre de rugosité

Le mode d'occupation du sol, et donc, de l'urbanisation de façon générale, fait partie des paramètres entrants essentiels du modèle de simulation numérique des chutes de blocs pour les sites du Garcin, de la Rivoire, du Chambon, du Bourg d'Arud ainsi que des Ougiers. En revanche, ce paramètre n'a pas été pris en compte (excepté les valeurs d'altitudes intrinsèques au MNT) pour les simulations d'avalanches. De fait, cela permet de représenter la valeur non pérenne des peuplements forestiers (dépérissement, maladies, non entretien…) ou encore des ouvrages de protection (arrêt des suivis et entretiens).

Prise en compte du bâti et des murs de clôture

Le bâti n'est cependant pas retenu comme une barrière déflectrice et protectrice totale.

3.1.5 Prise en compte des ouvrages de protection

Notion d'ouvrage de protection

Ne sont considérés comme ouvrages de protection que ceux qui ont été clairement édifiés dans le but de protéger d'un aléa précis. Les murettes et murs de clôtures en sont généralement exclus. Aucun statut n'assure en effet leur pérennité et leur entretien à long terme. Cette responsabilité pour le maître d'ouvrage - en général un particulier – ne peut être engagée.

Notion d'ouvrages « transparent »

Lorsqu'un ouvrage ne peut assurer une protection contre un aléa centennal, il est considéré à dire d'expert transparent et l'aléa est cartographiée sans en tenir compte.
C'est notamment le cas des réseaux d'eaux pluviales, dimensionnés pour une pluie décennale ou, au mieux trentennale pour les plus récents. Cela concerne aussi certaines digues anciennes, mal positionnées et mal dimensionnées.

Défaillance d'ouvrage

Lorsqu'un ouvrage de protection présente des défauts ou un manque d'entretien évidents, une défaillance de celui-ci est alors envisagée. Sur le territoire des Deux-Alpes, les ouvrages situés à l'amont du camping de la Cascade, les digues de protection du camping du Champ du Moulin, le pont du parking du Sellier ou encore le site d'extension de la carrière du Peuye présentent des défauts de conception et/ou ne sont pas dimensionnés pour l'aléa de référence. Pour chacun d'entre eux des projets sont à l'étude ou sont en phase de conception pour pallier leurs manques. La présente carte, exécutée avant la réalisation de ces travaux, ne peut prendre en compte leurs effets théoriques et se bornera à représenter les aléas en l'état dans lequel les ouvrages ont été vus lors des visites terrain.

Distinction de deux cartographies des aléas : avec et sans prise en compte des ouvrages

Dans le cas où un ouvrage est reconnu avoir un impact sur un aléa centennal/de référence, ce dernier fait l'objet d'une double cartographie : avec et sans ouvrage. La carte sans ouvrage n'est alors présentée qu'à but informatif, pour mettre en évidence le rôle de ces aménagements.
C'est le cas de :

- L'endiguement torrentiel du Vénéon dans la traversée du Bourg d'Arud. Un contournement ou un exhaussement du lit sont toujours possibles, submergeant alors le système d'endiguement actuel. C'est pourquoi un aléa résiduel subsiste à l'arrière des digues ;
- Merlon pare blocs du Bourg d'Arud. De très grand dimensionnent et réétudié en 2005, cet ouvrage est dimensionné pour un aléa de référence dans les 2/3 de sa partie Nord-Ouest. Le zonage à l'arrière de celui-ci ne présente donc plus de risque de chutes de blocs ; dans le 1/3 de sa partie Sud-Est, l'ouvrage peut être dépassé par l'aléa de référence et un aléa résiduel est conservé.
- Merlon et protections actives contre les chutes de blocs au hameau de la Ville (le « Fratail »). L'ensemble de ce système paraît avoir stoppé l'essentiel des sources productives au-dessus de la zone à enjeux ; le zonage reflète cet état de fait ;
- Digue de protection du hameau de la Ville contre les crues torrentielles du Merdaret. Elle assure la déviation de l'essentiel d'un événement pour éviter son épanchement en rive gauche. Cet ouvrage n'étant toutefois qu'un simple déflecteur pouvant être submergé par embâcle ou contourné, le zonage attribue encore à l'arrière de celui-ci un aléa résiduel.

3.1.6 Fonds de référence

Fonds SIG exploités

Plusieurs types de fonds ont été exploités :

- La BD ORTHO (orthophoto ou photographie aérienne orthonormée) produite par l'IGN, datant de 2021 et d'une résolution de 50 cm ;
- La BD Topo de l'IGN, dont la dernière mise à jour date de 2021.
- Le LiDAR, Modèle Numérique de Terrain (MNT) réalisé en 2021 par l'IGN et classé, fusionné et retravaillé par le RTM38 en 2023 ;
- Le SCAN 25, fond topographique produit par l'IGN et édité à l'échelle 1/25 000, datant de 2021 ;
- Le cadastre issu de la BD PARCELLAIRE IGN et datant de mars 2017 ;
- La carte géologique dite « imprimée » et éditée à l'échelle 1/50 000, datant pour les planches utilisées de 1972 et 1982 ;
- La carte géologique dite « vecteur harmonisée » produite par le BRGM en 2005.

Décalages et résolutions différentes entre les fonds d'analyse des aléas

Les zones urbaines du plateau des Deux-Alpes présentent relativement peu de décalage entre les différents fonds IGN exploités. Le fond cadastral (DGI ou BD Parcellaire IGN) présente par contre de fortes variations, avec de très fortes erreurs de l'ordre de plusieurs mètres. Ces problèmes touchent notamment les hameaux de la commune (figure n°10). Concernant le bâti, la couche cadastrale issue de la DGFIP présente le même type d'erreurs. Ce décalage est visible en comparaison avec l'orthophoto ou le LiDAR. **Ce sont donc ces derniers qui sont retenus, comme il est d'usage à présent pour toutes les cartographies des aléas du territoire isérois**.

Figure 10 : hameau du Ponteil, le cadastre présente ici une erreur planimétrique de l'ordre de 16 mètres !

Les cartes géologiques ainsi que la carte SCAN 25 présentent de très fortes variations liées à leurs échelles.

Fonds de référence pour la numérisation des aléas

Les deux fonds de références retenus pour la numérisation des aléas sont l'orthophoto IGN et le LiDAR HD IGN. Concernant le bâti, la couche de la BD Topo IGN sert de référence.
Il n'existe à ce jour aucun fond de référence parcellaire conforme au référentiel IGN. Le cadastre DGI n'est donc pas utilisé ni représenté dans la cartographie des aléas de la commune.

3.2 Aléa inondations de plaine et de crue des rivières

Cet aléa ne concerne pas le territoire communal. Romanche et Vénéon font l'objet d'une qualification en aléa « ruisseau, torrent et rivière torrentielle ».

3.3 Aléa d'inondation de pied de versant

3.3.1 Caractérisation de l'aléa

Définition de l'aléa[1]

Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique. L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe sans interaction avec le réseau hydrographique.

Grille de caractérisation

Aléa	Indice	Critère
Faible	**I'1 /I'1n**	Hauteur de submersion inférieure à 0,5 m.
Moyen	**I'2 /I'2n**	Hauteur de submersion comprise entre 0,5 m et 1 m.
Fort	**I'3/I'3n**	Hauteur de submersion entre 1 m et 2 m.
Très fort	**I'4/ I'4n**	Hauteur de submersion supérieure à 2 m.

[1] Définition provenant du Cahier des Charges Techniques de la Direction Départementale des Territoires de l'Isère.

3.3.2 Détermination des hauteurs d'eau

Estimation à dire d'expert hors du périmètre couvert par les simulations 2D

Sur l'ensemble du territoire communal, l'aléa a d'abord été estimé à dire d'expert, à l'aide des témoignages et de l'appréciation des volumes d'eau ruisselée que les surfaces des bassins versants semblent pouvoir générer en condition centennale.
Le LiDAR a été exploité de manière à caler les cotes le plus précisément possible. Cependant, il reste une incertitude sur le volume d'eau potentiel, en l'absence de témoignages, et sachant que les observations fournies servent de calage mais ne concernent pas des événements centennaux.

Exploitation des simulations 2D sur le ruissellement du plateau des Deux-Alpes

Le plateau des Deux-Alpes, originellement une zone d'interfluve glaciaire marqué par une très faible pente enchâssée entre deux versants de 500 mètres de dénivelées, était occupé par des marais et des tourbières. Il présente actuellement le plus grand potentiel d'inondations en pied de versant. De fait, le réseau d'évacuation des eaux de pluies est sous-dimensionné pour un phénomène centennal et très limitant. De plus, l'urbanisation importante du fond de cuvette a supprimé tout le potentiel d'infiltration des ruissellements ainsi que d'espace tampon des zones humides. Des simulations numériques des écoulements en 2D (figure n°8) des phénomènes de ruissellement ont été repris, lorsqu'ils mettaient en évidence des accumulations d'eau dans des dépressions où à l'arrière d'obstacles. Les données générées ont permis de confirmer ou d'infirmer le dire d'expert et un travail de lissage/simplification a été conduit pour donner de la cohérence au zonage des aléas.

3.4 Aléa de crues torrentielles (ruisseau, torrents et rivières)

3.4.1 Caractérisation de l'aléa

Définition de l'aléa[2]

Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5%), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10% du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel.
Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents.
Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.

Grille de caractérisation

Les lits mineurs et chenaux de divagation habituels sont classés en aléa très fort jusqu'aux sommets des berges.
Sont également classées en aléa fort les bandes de terrain au-delà des sommets de berges du lit mineur susceptibles d'être concernées par le recul des berges par érosion pendant une durée de cent ans. Les distances de recul par érosion prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation.
En dehors de ces zones, la qualification des niveaux d'aléas est basée sur un croisement entre niveau d'intensité et probabilité d'atteinte, définis selon les critères suivants.

[2] Définition provenant du Cahier des Charges Techniques de la Direction Départementale des Territoires de l'Isère.

- Détermination de l'intensité

Le niveau d'intensité est défini sur la base du tableau ci-après, en tenant compte que l'intensité doit être considérée forte dès lors qu'un des critères correspondant à l'intensité moyenne est dépassé ou n'est pas respecté et que l'intensité n'est faible dès lors que si l'ensemble des critères correspondants est dépassé ou n'est pas respecté.

Critères d'intensité		Niveaux d'intensité retenus		
		Fort	Moyen	Faible
Ordres de grandeur des paramètres hydrauliques		La brutalité des phénomènes et des débordements ne laisse pas la possibilité d'anticiper et de se déplacer hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge **ou** La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m. **ou** Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m. **ou** La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.	Les phénomènes sont suffisamment progressifs pour laisser la possibilité d'anticiper et, au moins, de rejoindre une zone refuge. **et** Un des seuils de l'intensité faible est dépassé, mais : La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m. **et** Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m. **et** La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm.	Les phénomènes sont progressifs et laissent la possibilité d'anticiper pour quitter la zone menacée ou rejoindre une zone refuge **et** La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 0,5 m. **et** Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 0,5 m. **et** La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 10 cm.
Flottants		Les risques d'impact par des flottants de grande taille (arbres) sont importants.	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont faibles.	Les flottants sont de petite taille et ne peuvent pas endommager une façade de maison.
Laves torrentielles		La parcelle peut être atteinte par des laves torrentielles, soit en zones de transit soit en zones de dépôts épais et pouvant contenir des blocs de plus de 50 cm.	La parcelle est située en dehors des zones de transit des laves torrentielles, mais peut être atteinte par des dépôts fluides de moins de 1 m d'épaisseur et sans éléments transportés de plus de 50 cm	La parcelle ne peut pas être atteinte par des laves torrentielles
Effets prévisibles sur les enjeux	Espaces naturels et agricoles	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion de grande ampleur sont prévisibles à cause des divagations du lit du torrent. Ils conduisent à de profonds remaniements des terrains exposés.	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion sont prévisibles mais leur ampleur reste limitée	Les écoulements prévisibles sont de faible hauteur. Les dépôts peuvent être boueux mais sans matériaux de plus de 10 cm. Les affouillements prévisibles sont faibles.

Critères d'intensité		Niveaux d'intensité retenus		
		Fort	Moyen	Faible
	Bâtiments	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés. La ruine des constructions peut notamment intervenir par impacts sur les façades ou par sapement des fondations (notamment sur les angles des bâtiments, plus particulièrement menacés d'affouillement par la concentration des écoulements et les survitesses).	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent endommager gravement des façades non renforcées mais sont insuffisantes pour endommager des façades renforcées. Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement sont modérées et ne peuvent pas endommager des façades usuelles même non renforcées. Les affouillements prévisibles sont faibles et ne peuvent pas menacer les fondations des bâtiments
	Infrastructures et ouvrages	Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages,…) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruits ou ensevelis par des dépôts. Les voies de circulation sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.	Les dégâts aux infrastructures, aux ouvrages et aux équipements (pylônes, captages,…) restent modérés et leur remise en service peut être rapide.	Les routes peuvent être submergées mais sans endommagement et avec possibilité de remise en service rapide.

Relation entre critères et niveaux d'intensité

A l'intérieur des zones d'intensité faible, seront distinguées par grandes plages homogènes les sous-zones où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 20cm et celles où la hauteur d'écoulement ou d'engravement reste comprise entre 20 et 50cm.

- Détermination des probabilités d'atteinte

Probabilité d'atteinte	**Signification**
Forte	Compte tenu de sa situation, la parcelle est atteinte presque à chaque fois que survient l'événement de référence, ou plus souvent.
Moyenne	La parcelle bénéficie d'une situation moins défavorable que ci-dessus vis-à-vis des débordements prévisibles, ce qui la conduit à être nettement moins souvent affectée.
Faible	La submersion de la parcelle reste possible pour au moins l'un des scénarios de référence, mais nécessite la concomitance de plusieurs facteurs aggravants.

- Détermination de l'aléa

La qualification du niveau d'aléa est ensuite faite sur la base du tableau suivant :

Aléa de référence		Intensité		
		Faible	Moyenne	Fort
Probabilité d'atteinte	Faible	**Faible - T1a**	**Moyen – T2b**	**Fort - T3b**
	Moyenne	**Faible - T1b**	**Moyen – T2c**	**Fort - T3c**
	Fort	**Moyen – T2a**	**Fort - T3a**	**Fort - T3d**

Berges susceptibles d'être concernées par l'érosion (marges de recul)	**Très fort T4**
Lits mineurs et chenaux jusqu'au sommet des berges	**Très fort T4**
Aléa exceptionnel	**TE**

Bandes de précaution à l'arrière des digues

Le risque de rupture d'une digue se traduit par une bande de précaution dont la largeur dépend de la position du fond du lit mineur par rapport aux terrains environnants (notion de « lit perché »[3] / « non perché ») et, dans le cas des cours d'eau non perchés, du débit de crue de référence pour une hauteur de digue[4] supérieure à 0.5m.

Sur le territoire des Deux-Alpes, le torrent du Merdaret, le torrent de la Muzelle et le Vénéon sont concernés.

Entité	Lit perché ?	Hauteur de digue	Débit crue de référence	Bande de précaution retenue
Merdaret	Non perché	2m	<20 m3	20m
Muzelle	Non perché	Pas de digue	35 m3 (Etude ETRM confluence Vénéon – Muzelle, 2020)	---
Vénéon	Non perché	1m	320 m3 (Etude ETRM confluence Vénéon – Muzelle, 2020)	50m

Détermination de la largeur d'aléa très fort T4

On se reportera à l'annexe 03

3.5 Aléa de ruissellement et ravinement

3.5.1 Caractérisation de l'aléa

Définition du phénomène

Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique1, suite à de fortes précipitations, en tout point d'un territoire (zones naturelles et urbanisées). Ce phénomène peut générer l'apparition d'érosions localisées provoquées par ces écoulements superficiels, nommées ravinement.

[3] Par « lit perché », on entend que la cote du fond du lit mineur est supérieure à celle des terrains environnants.

[4] La hauteur de la digue est à mesurer par rapport aux terrains environnants et non par rapport au lit mineur.

Critères de qualification à dire d'expert

Fossés, ravins, axes de concentration des écoulements Marges de recul (cf annexe 3)	**Très fort V4**	
Voiries, talwegs, ruissellements concentrés	**Très fort V4**	**Fort V3**
Débouchés d'axes de concentration et zones de concentration peu marquées	**Moyen V2**	
Ruissellement généralisé, en nappe, de faible hauteur	**Faible V1**	
Ruissellement généralisé, en nappe, de très faible hauteur	**Très faible V1a**	

⇒ Se reporter à l'annexe 2 pour les critères détaillés.

3.5.2 Transcription en aléa des résultats des approches schématiques de matrices de flux

Pour rappel, Le MNT créé à partir du LiDAR a permis de créer une approche schématique des écoulements préférentiels météoriques gravitaires. Deux matrices des flux ont donc été utilisées pour orienter le dire d'expert. La première correspond aux écoulements principaux sous forme filaire tandis que la seconde met en avant les nappes d'eau par concentration de pixel.
Ces deux aides à la décision ne sont toutefois que des représentations schématiques de la réalité par le calcul, ne se substituant en rien aux témoignages ni aux choix du zoneur (figure n°11). Elles ont été principalement utilisées afin de caractériser les zones préférentielles d'écoulements sur la commune, en particulier dans les zones fortement urbanisées ou les terrassements, voiries et bâtiments jouent un rôle crucial dans les modifications de flux hydrauliques.

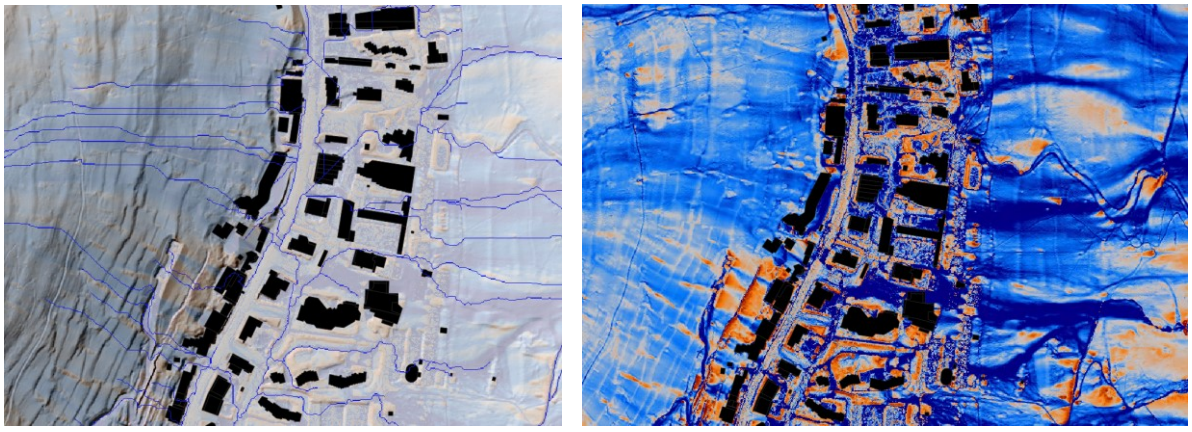


Figure 11 : A gauche : matrice des écoulements préférentiels sous forme filaire. A droite : matrice des écoulements par nappe d'eau.

3.6 Aléa de glissement de terrain

3.6.1 Caractérisation de l'aléa

Définition du phénomène

Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle, etc.

Grille de caractérisation de l'aléa

Intensité / Probabilité d'occurrence	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Elevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Faible (go1)	Faible (G1)	Moyen (G2c)	Fort (G3c)	Très fort (G4)
Moyenne (go2)	Moyen (G2a)	Fort d'intensité modérée (G3a)	Fort (G3d)	Très fort (G4)
Forte (go3)	Moyen (G2b)	Fort d'intensité modérée (G3b)	Très fort (G4)	Très fort (G4)

⇒ Se reporter à l'annexe 2 pour les critères détaillés.

3.6.2 Approche géomorphologique croisée : observations de terrain, analyse des photographies aériennes et du lidar

Pour chaque secteur concerné, le rapport de présentation de la carte des aléas précise la méthodologie mise en œuvre pour l'évaluation de l'aléa glissement de terrain.

3.7 Aléa de chutes de blocs

3.7.1 Caractérisation de l'aléa

Définition du phénomène

Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.

Grille de qualification de l'aléa

Intensité / Probabilité d'atteinte	Très faible Bloc ≤ 0.05m3	Faible 0.05m3 < Bloc ≤ 0.25m3	Moyen 0.25m3 < Bloc ≤ 1m3	Fort 1m3 < Bloc ≤ 10m3	Très fort Bloc >10m3	Phénomène de grande ampleur
Très faible	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Très fort aggravé (P5)
10^{-6} Faible	Faible (P1)	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
10^{-5} Moyenne	Faible (P1)	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
10^{-4} Forte	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	
10^{-3} Très forte	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	Très fort (P4)	

⇒ Se reporter à l'annexe 2 pour les critères détaillés.

3.7.2 Mise en œuvre de la méthode MEZAP

⇒ Se reporter à l'annexe 2 pour les critères détaillés.

3.8 Avalanches

3.8.1 Caractérisation de l'aléa

Définition du phénomène

Déplacement gravitaire (sous l'effet de son propre poids), rapide, d'une masse de neige sur un sol en pente, provoqué par une rupture dans le manteau neigeux.

Critères de qualification des aléas

Alea	Indice	Critères
Fort	A3	Zone d'écoulement des avalanches coulantes et mixtes. Zone d'arrêt des avalanches coulantes, avec des dépôts denses et épais de plusieurs mètres. Zone où des bâtiments, même renforcés, ont subi des dommages structurels lourds. Zone de transit de puissants aérosols, avec destruction de boisements entiers. Zone soumise à des pressions d'impact > 30 kPa, en cas de simulations numériques.
Moyen	A2	Fin de zone d'arrêt des avalanches coulantes/mixtes de neige sèche, avec des dépôts peu denses et peu épais. Zone d'écoulement et d'arrêt de coulées de neige diffuses et non canalisées. Zone où des bâtiments renforcés n'ont subi que des dommages mineurs. Zone de transit des aérosols avec dégâts localisés dans le boisement…

		Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 30 et 3 kPa, en cas de simulations.
Faible	A1	Zone de dispersion des aérosols, avec des dégâts isolés et limités (branches cassées…), purge de petits talus < 20 m. Zone où des bâtiments, même non renforcés, n'ont subi que des dommages mineurs (vitrages cassés, tuiles ou lauzes déplacées, plâtrage…). Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 1 et 3 kPa, en cas de simulations.
Aléa exceptionnel		**AE**

⇒ Se reporter à l'annexe 2 pour les critères détaillés.

3.8.2 Utilisation des modélisations

Afin d'affiner le zonage des aléas sur certains secteurs à enjeux, des modélisations ont été réalisées avec le logiciel RAMMS.

Le rapport de présentation précise pour chaque secteur les choix retenus.

Sur l'ensemble de la commune, les périodes de retour et neige mobilisable retenus sont les suivantes :

- RTM 2012 (secteur nord-ouest) :
    - Perturbations ouest qui apportent les chutes de neige les plus conséquentes
    - Données centennales
        - Cumul de neige fraiche sur trois jours en nord-ouest : 220 cm à 1800m (donnée RTM 2011)
        - Epaisseur total centennale au sol : 3 m vers 1800 (même source)
    - Transport de neige par le vent :
        - Axe s-n le transport de neige le long du versant est courant avec le dépôt de neige dans les petites combes, surtout dans leur partie amont
        - Les vents d'ouest forment également des congères d'ampleur modeste sur le haut des versants
- Etude des possibilités de protection paravalanche Engineerisk 2017 versant est station

		PERIODE DE RETOUR			
		10 ans	**30 ans**	**100 ans**	**300 ans**
Epaisseurs mobilisables	**1 j**	46 cm	59 cm	75 cm	83 cm
	2 j	60 cm	78 cm	102 cm	109 cm
	3 j	65 cm	81 cm	101 cm	114 cm

Tableau 2: Extrapolation à la zone du projet des épaisseurs de neige mobilisables à partir des données des stations Météo France de St Christophe en Oisans et Besse pour une altitude de 2000 m et des pentes à 35° [2]

ANNEXES

1. Liste et définition des phénomènes naturels pris en compte en Isère (2022)

2. Caractérisation des aléas en Isère (2022)

3. Guide d'estimation des marges de reculs en aléas très forts d'inondations (2022)

4. Guide de cartographie des bandes de précaution sur les systèmes d'endiguements (2022)

5. Bibliographie technique (guides, ouvrages de référence)

Annexe 3 : Liste et définitions des phénomènes naturels en Isère

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Crue des rivières	**C (ou Cn)**	Crues des rivières (hors rivières torrentielles, torrents et axe de ruissellement). Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés, en autres, par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ou à un fort transport de matériaux solides. Ce phénomène correspond à tous les cours d'eau qui ne sont pas des torrents, des rivières torrentielles, des axes de ruissellements sur versants. A ce phénomène, sont rattachées : – les inondations par remontée de nappe de secteurs communiquant avec le réseau hydrographique et contribuant ainsi aux crues de ce dernier → symbolisée Cn – les inondations par refoulement des cours d'eau dans leurs affluents ou les réseaux.
Inondation en pied de versant et remontée de nappe déconnecté du réseau hydrographique	**I' (ou I'n)**	Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique (I') L'eau provient d'un ruissellement sur versant ou d'une remontée de nappe déconnectée du réseau hydrographique (symbolisé dans ce cas I'n).
Crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles	**T (ou Tn)**	Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5%), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10% du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents. Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa. A ce phénomène, sont rattachées : – les inondations par remontée de nappe de secteurs communiquant avec le réseau hydrographique caractérisé en « crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles » et contribuant ainsi aux crues de ce dernier → symbolisée Tn
Ruissellement sur versant Ravinement	**V**	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosions localisées (ravinement).
Glissement de terrain	**G**	Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture ou par fluage. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage en masse, solifluxion (selon définition du guide géologique).
Chute de pierres et blocs	**P**	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Affaissement, effondrement	**F**	Evolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) ou anthropiques* avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrements, fontis). **Celles d'origine minière ne relèvent pas des PPRn mais peuvent y être signalées pour information sous forme de hachures par exemples*
Suffosion	**F**	Entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.
Avalanche	**A**	Déplacement gravitaire (sous l'effet de son propre poids), rapide, d'une masse de neige sur un sol en pente, provoqué par une rupture dans le manteau neigeux.

Annexe 2- Caractérisation des aléas naturels en Isère

Des grilles et critères de caractérisation sont proposés pour les 8 types d'aléas en Isère. Les éléments fournis dans cette annexe constituent un guide au même titre que les autres guides spécifiques (guides d'élaboration des PPRn, des PPRi, etc) établis par l'État.

Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est identifiée par une limite et par un remplissage en couleur traduisant le type et le niveau d'aléa intéressant la zone.

Tous les aléas potentiellement présents doivent donc être recherchés et affichés sur un même support cartographique, la perception directe de la présence de plusieurs aléas sur un même territoire permettant une meilleure prise en compte.

Pour un type d'aléa donné, il peut être nécessaire de considérer plusieurs scénarios de référence. Par exemple, les différentes classes de blocs pouvant provenir d'une paroi peuvent conduire à des scénarios dont le niveau d'aléa est variable d'une classe à l'autre. **En chaque point du territoire, le niveau d'aléa retenu sera celui le plus fort obtenu au titre des différents scénarios considérés.**

Les plages d'incertitude et les éventuelles marges de sécurité sont indiquées dans la partie du rapport de présentation relative à la qualification de l'aléa de façon à ce qu'elles soient traitées en connaissance de cause dans l'affichage de l'aléa et lors de ses utilisations ultérieures.

En général :

- la plage d'incertitude relative à la position de la limite entre zone d'aléa fort susceptible de mettre en danger la vie humaine, de détruire le bâti standard ou de causer des dégâts structurels à du bâti adapté à l'aléa, et zone d'aléa moyen ou faible pour un même type d'aléa est intégrée par sécurité en zone d'aléa fort compte tenu de l'importance des conséquences potentielles d'une erreur de qualification

- la plage d'incertitude relative à la position de la limite entre zone d'aléa faible d'intensité faible et zone où l'aléa est absent ou négligeable pour un même type d'aléa soit ne fait pas l'objet d'un affichage de l'aléa, soit fait l'objet d'un affichage spécifique de l'aléa qui permettra une prise en compte par des mesures allégées ou supprimées suivant les projets par rapport à l'aléa faible hors zone d'incertitude.

La qualification du type d'aléa peut varier le long d'un cours d'eau, de manière à rendre compte de la réalité des phénomènes.

Pour les aléas gravitaires et hydro-gravitaires[1] (mouvements de terrains, avalanches, torrentiels, ravinement-ruissellements) : la qualification de l'aléa intègre une référence au bâti standard. De ce fait chaque qualification de l'aléa s'intéresse à la vulnérabilité du bâtiment (et des personnes DANS le bâtiment) et non des personnes EN DEHORS des bâtiments.

1 Pour l'aléa torrentiel, principe valable dans l'attente de la sortie du guide méthodologique « aléa torrentiel ».

Comme indiqué dans le CCTP, un recensement et une analyse des ouvrages de protection présents sur le territoire est à réaliser (cf annexe 10). Cette analyse doit conduire à déterminer la manière dont les ouvrages de protection devront être considérés pour la cartographie des aléas.

En effet, en présence d'ouvrages de protection sur le territoire, plusieurs cartes des aléas de référence sont à établir :

1) une carte des aléas de référence « sans les ouvrages de protection » : dans ce cas, l'ensemble des ouvrages de protection sont considérés comme inexistants/effacés. Cette carte, informative, représente ce que seraient les aléas s'il n'y avait pas d'ouvrages de protection. Elle a un objectif pédagogique.

2) une carte des aléas de référence « en présence des ouvrages de protection » : sur les secteurs influencés par la présence d'un ouvrage de protection, une carte des aléas, informative et pédagogique, peut être tracée afin de représenter l'influence de ces ouvrages, c'est-à-dire les secteurs où l'aléa est supprimé (à indiquer par un jeu de hachures avec un report de la numérotation du ou des ouvrages correspondants) et les secteurs où l'aléa est aggravé par la présence de cet ouvrage (cas des tournes paravalanches qui détournent l'avalanche par exemple). Les ouvrages de protection sont considérés comme jouant leur efficacité maximale. Cette carte correspond à la « différence » entre la carte des aléas « sans les ouvrages de protection » et la carte « avec prise en compte des ouvrages » sans les scénarios de défaillance. Cette carte peut être fusionnée avec la précédente en représentant sur cette dernière par un jeu de hachures les secteurs protégés.

3) enfin, **la carte des aléas de référence « avec prise en compte des ouvrages de protection » : c'est cette carte qui sera la référence pour la traduction réglementaire du risque dans le document d'urbanisme.**
La **prise en compte des ouvrages de protection** tient compte cumulativement de :
- l'aggravation potentielle du risque dans certains secteurs n'ayant pas vocation à être protégés
- la décision, suite au recensement et l'analyse des ouvrages présents conformément à l'annexe 10, de considérer l'ouvrage de protection comme jouant entièrement ou partiellement son rôle de protection (sans défaillances) (dans l'annexe 10, correspond aux ouvrages pris partiellement en compte ou aux ouvrages pris en compte). La zone protégée sera représentée par un jeu de hachures.
- ou à contrario, de la décision, suite au recensement et l'analyse des ouvrages présents conformément à l'annexe 10, de considérer certains ouvrages comme inexistants/effacés (correspond dans l'annexe 10, au cas des ouvrages non pris en compte)
- la nécessité de considérer des scénarios de défaillance[2] pour certains ouvrages, conformément à la réglementation ou à la doctrine nationale, générant ainsi des aléas aggravés.
Les ouvrages pourront être représentés selon le code couleur de l'annexe 10, indiquant la manière dont ils sont considérés selon leur niveau de fiabilité.

2 La détermination précise des scénarios de défaillance (brèches, ruptures totales, …) sera faite par le bureau d'études avec le maître d'ouvrage et en concertation / association avec le territoire, tout en respectant la doctrine nationale

Aléa crue des rivières (hors torrents, rivières torrentielles et axes de ruissellement) [C] et remontées de nappes ayant une influence sur les crues du réseau hydrographique de ce type [Cn]

Point de vigilance : *Depuis le 5 juillet 2019, un décret relatif aux débordements des cours d'eau (hors cours d'eau torrentiels), son arrêté d'application ainsi qu'un guide d'utilisation fixent les principes de caractérisation de cet aléa. La méthodologie mise en œuvre par le bureau d'étude devra donc être conforme à ce décret. Les principes de caractérisations proposés ici reprennent les principaux éléments de la doctrine réglementaire. Dans l'attente de précisions apportées par le maître d'ouvrage, le bureau d'études pourra être force de propositions sur la grille de caractérisation de l'aléa, tout en restant conforme à la grille générale issue du décret ci-dessous.*
Dans tous les cas, un point d'arrêt est à faire avec le commanditaire afin d'acter la grille à utiliser pour la qualification de l'aléa.

Rappel de la définition du phénomène

Crue des rivières (hors torrents, rivières torrentielles et axes de ruissellement). Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés, en autres, par ce type de crue dans leur partie ne présentant pas un caractère torrentiel dû à la pente ou à un fort transport de matériaux solides. Ce phénomène correspond à tous les cours d'eau qui ne sont pas des torrents, des rivières torrentielles, des axes de ruissellements sur versants.
A ce phénomène, sont rattachées :
- les inondations par remontée de nappe de secteurs communiquant avec le réseau hydrographique et contribuant ainsi aux crues de ce dernier → symbolisées Cn
- les inondations par refoulement de cours d'eau dans leurs affluents ou les réseaux.

Caractérisation de l'aléa [C]

Certains principes énoncés dans ce paragraphe, rédigés au départ pour l'inondation par débordement, correspondent à des situations ayant peu de chances d'être rencontrées dans le cas des stockages et écoulements résultant d'inondations par remontée de nappe. Ils ont néanmoins été mentionnés en cas de besoin.

Pour cet aléa, il est possible, sur proposition justifiée du bureau d'études, de caractériser l'aléa à dire d'expert, ou à partir de modélisations. En cas de modélisations, les principes à mettre en œuvre sont détaillés ci-dessous.

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale, combiné avec des scénarios de défaillance en présence d'ouvrages. Le choix des scénarios utilisés est validé de manière collégiale avec l'ensemble des parties prenantes de l'étude. Un temps d'arrêt avec le maître d'ouvrage et une phase d'association spécifique sont ainsi nécessaires. Ce choix est précisé et motivé dans le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

Conformément à l'article R562-11-4 du code de l'environnement, l'aléa de référence est qualifié et représenté de manière cartographique, selon au maximum quatre niveaux « faible », « modéré », « fort » et « très fort », en fonction de la hauteur d'eau ainsi que de la dynamique liée à la combinaison de la vitesse d'écoulement de l'eau et de la vitesse de montée des eaux. La vitesse d'écoulement et la vitesse de montée des eaux sont en effet des facteurs d'aggravation de l'aléa et doivent être pris en compte.

Les modalités de qualification des niveaux de l'aléa de référence sont synthétisées dans le tableau :

		DYNAMIQUE		
		Dynamique lente	Dynamique moyenne	Dynamique rapide
HAUTEUR	H < 0,5 mètre	Faible	Modéré	Fort
	0,5 < H < 1 mètre	Modéré	Modéré	Fort
	1 < H < 2 mètres	Fort	Fort	Très fort
	H > 2 mètres	Très fort	Très fort	Très fort

La qualification de la dynamique se détermine par la combinaison de l'intensité des 2 critères suivants : la vitesse d'écoulement de l'eau et la vitesse de montée des eaux. Les guides d'élaboration des PPR donnent des précisions sur la manière de faire cette qualification.

Notamment l'addendum au guide PPRi de mars 2021 précise que les éléments suivants peuvent être utilisés pour définir la dynamique :
- s'agissant de la vitesse d'écoulement de l'eau, les ordres de grandeur suivants peuvent être utilisés :
  - V<0,2m/s vitesse d'écoulement lente ;
  - 0,2m/s < V <0,5m/s vitesse d'écoulement moyenne :
  - V>0,5m/s vitesse d'écoulement rapide
- s'agissant de la vitesse de montée des eaux, lorsqu'elle est rapide, elle vient majorer le niveau de la dynamique. En revanche, des seuils ne peuvent être définis à l'échelle nationale compte tenu de la diversité des réalités rencontrées sur le territoire français.

Dans le cas d'une hauteur inférieure à 0,5m et d'une dynamique rapide : le niveau de l'aléa de référence peut, pour des hauteurs extrêmement faibles, être qualifié en aléa modéré (et non en aléa fort).

Les axes préférentiels d'écoulement des eaux et plans d'eau sont classés en aléa très fort.

Sont également classées en aléa très fort les bandes de terrain hors axes préférentiels d'écoulement des eaux pouvant être affouillées ou déstabilisées par les événements successifs susceptibles de survenir durant le phénomène de référence ou à une échéance de cent ans. Les distances de recul correspondantes prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation (annexe 8) (Remarques : ces marges de recul incluent généralement également les marges/bandes minimum nécessaires à l'entretien des cours d'eau et à la circulation des engins).

Les axes préférentiels d'écoulement des eaux, dont les lits mineurs, et les plans d'eau.	**Très fort (C4)**
Les bandes de terrain hors axes préférentiels d'écoulement des eaux pouvant être affouillées ou déstabilisées par les événements successifs susceptibles de survenir durant le phénomène de référence ou à une échéance de 100 ans (marges de recul)	**Très fort (C4)**

Les plans d'eau connecté au réseau hydrographique caractérisé en aléa C sont à considérer selon cet aléa (C4).

À défaut de modélisation hydraulique, hauteurs et vitesses sont estimées par le titulaire du marché passé pour l'élaboration de la carte d'aléas, notamment en utilisant les connaissances issues des phénomènes historiques. Dans ce cas, la vitesse de montée et la durée du phénomène peuvent être des critères complémentaires aidant à gérer une hésitation sur le choix entre 2 classes d'aléa au vu des incertitudes sur les valeurs de hauteur et de vitesse.
La qualification de l'aléa tient compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations de la topographie par dépôt de matériaux solides au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme.

Dans le cas où l'aléa inondation est qualifié à partir d'une modélisation hydraulique, il ne sera pas possible de se contenter d'un simple report de ce résultat de calcul qui ferait apparaître de la pixelisation ou du bruit de modèle (cellules de calcul, indentation, etc.). Le prestataire devra impérativement fournir un tracé lissé, vérifié sur le terrain et recalé, si nécessaire, sur les limites topographiques.

Rappel : Une analyse à dire d'expert ou sur la base d'études ou de témoignages, devra déterminer, si à proximité d'un cours d'eau caractérisé en crue des rivières, une accumulation / stagnation d'eau est liée spécifiquement à une remontée de nappe. Dans ce cas, l'aléa doit être qualifié avec la même méthodologie que précédemment mais un indice « n » doit être ajouté afin de garder trace de cette expertise et de l'origine de l'accumulation d'eau : C1n, C2n, C3n. Si l'accumulation/stagnation est liée à la fois à la remontée de nappe et au débordement du cours d'eau, alors l'aléa sera qualifié en « C »

Cas de l'existence d'ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations

Un recensement des ouvrages doit être fait conformément à l'annexe 10. Ce recensement et le tableau d'analyse associé permettra de déterminer la façon dont ces ouvrages doivent être considérés pour la qualification de l'aléa.

Pour rappel, en présence d'ouvrages, il est nécessaire de réaliser une carte des aléas « sans prise en compte des ouvrages » et une carte des aléas « avec prise en compte des ouvrages ». La première a un objectif pédagogique, elle est informative. La seconde sera la référence pour la traduction réglementaire du risque dans le @PLU/PLUi.

Pour les ouvrages linéaires, une bande de précaution sera à déterminer (cf. annexe 11).

Aléa inondation en pied de versant [I'] et remontée de nappes déconnectée du réseau hydrographique [I'n]

Rappel de la définition du phénomène

Submersion par accumulation et stagnation d'eau sans apport de matériaux solides dans une dépression du terrain ou à l'amont d'un obstacle, sans communication avec le réseau hydrographique (I'). L'eau provient d'un ruissellement sur versant (I')[3] ou d'une remontée de nappe (I'n).

Critères de caractérisation de l'aléa [I'] et [I'n]

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

L'indice « n » permet d'identifier, à dire d'expert ou sur la base d'études et de témoignages, le cas où l'accumulation / la stagnation d'eau est liée spécifiquement à une remontée de nappe déconnectée du réseau hydrographique.

Les plans d'eau, sans connexion avec le réseau hydrographique sont à considérer selon cet aléa (I'4).

Les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

Aléa	Indice	Critère
Faible	**I'1 /I'1n**	Hauteur de submersion inférieure à 0,5 m.
Moyen	**I'2 /I'2n**	Hauteur de submersion comprise entre 0,5 m et 1 m.
Fort	**I'3/I'3n**	Hauteur de submersion entre 1 m et 2 m.
Très fort	**I'4/ I'4n**	Hauteur de submersion supérieure à 2 m.

Rappel : si la remontée de nappe n'est pas déconnectée du réseau hydrographique mais communiquant avec ce dernier, alors elle est à considérer de la même manière dont il est qualifié (Cn, Tn).

3 Le bureau d'étude justifiera du choix retenu de qualification de l'aléa (ruissellement sur versant ou inondation de pied de versant) après expertise terrain et en fonction des enjeux de la traduction réglementaire (en lien avec le maître d'ouvrage en cas d'élaboration de cartes d'aléas pour prise en compte en urbanisme ou dans un PPR)

Aléa crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles [T] et remontées de nappes connectées à ce type de cours d'eau [Tn]

***Point de vigilance** : méthodologie applicable dans l'attente de la parution du futur guide sur l'aléa torrentiel.*
En conséquence, des adaptations des principes décrits ci-dessous sont susceptibles d'intervenir au cours du contrat. Il est attendu du titulaire qu'il réalise alors la mission en tenant compte des évolutions de la méthodologie de qualification qui lui seront communiquées, ces évolutions pouvant donner lieu à avenant au contrat si cela s'avère justifié sur le plan des rémunérations ou celui des délais.

Rappel de la définition du phénomène

Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents.

Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.

A ce phénomène sont rattachées : les inondations par remontée de nappe de secteurs communiquant avec le réseau hydrographique caractérisé en « crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles » et contribuant ainsi aux crues de ce dernier → symbolisée Tn

Caractérisation de l'aléa [T]

Analyse du profil en long (pentes constantes ou variables)

Le profil en long des torrents et des rivières torrentielles doit faire l'objet d'une attention particulière, qui portera notamment sur les variations de la pente locale. Les réductions de pente (de l'amont vers l'aval) constitueront souvent des zones de dépôt privilégiées, alors qu'inversement, on devra a priori suspecter une reprise d'érosion là où la pente se raidit (toujours de l'amont vers l'aval).
Il est nécessaire de confronter l'analyse du profil en long à une lecture attentive du terrain. Il arrive assez fréquemment que la forte pente d'un tronçon (plus forte que les tronçons amont) soit uniquement due à la présence d'affleurements rocheux ou d'un pavage. Ce pavage - ou affleurements rocheux - impose des augmentations de la pente du lit alors que le transport solide reste parfaitement continu sur l'ensemble du linéaire. Il faut donc bien se garder de prévoir une reprise d'érosion dans un tronçon à la seule observation de sa pente plus raide. On n'observera en général sur ces tronçons que le seul transit des sédiments provenant de l'amont.

Les données topographiques (levé terrestre, bathymétrie, MNT…) seront à exploiter pour cette analyse.

Aléa de référence

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le niveau d'aléa le plus fort en chaque point résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

Parmi les scénarios à considérer, figurent notamment :
- des scénarios de durée différente (au moins 2 hors laves torrentielles, sauf justification)
- au niveau des confluences, des scénarios tenant compte des différentes possibilités de combinaisons significatives entre les crues des cours d'eau concernés.

L'affichage de l'aléa crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles peut être justifié soit par une inondation par débordement du cours d'eau accompagnée souvent de transport solide par charriage et d'affouillements dus aux fortes vitesses d'écoulement, soit par une lave torrentielle (écoulement de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, comportant au moins autant de matériaux solides que d'eau), soit par une divagation du lit, soit par l'érosion ou la déstabilisation des berges. Plusieurs de ces phénomènes peuvent être présents simultanément et se combiner.

Les déstabilisations de versants par érosion en pied sont par contre affichées sous forme d'aléa de glissement de terrain.

La qualification de l'aléa tient également compte de l'effet de possibles embâcles de corps flottants et variations du niveau du fond du lit et de la topographie par dépôt localisé ou généralisé du transport solide au cours de l'événement de référence ou par évolution prévisible à long terme. Notamment, dans la partie inférieure du bassin torrentiel, le transport solide limité à du charriage de matériaux peut rester suffisamment important pour combler le lit mineur ou provoquer des divagations d'une forte proportion du débit avec réactivation d'anciens lits ou création d'un nouveau lit au cours d'une seule crue.
Il sera également tenu compte des évolutions prévisibles pendant les 100 ans à venir du profil en long et des instabilités dans le bassin versant (analyse à dire d'expert).

Le rapport de présentation précise pour chaque zone d'affichage de l'aléa torrentiel lesquels des phénomènes cités dans les paragraphes précédents sont présents, leurs extensions et participations respectives à la qualification de l'aléa.

La qualification de l'aléa torrentiel tient compte par ailleurs :
- de la propension du bassin versant à fournir des matériaux transportables par apports exogènes (dégradation naturelle des roches ; phénomènes brusques de moyenne ou grande ampleur, tels que éboulements, glissements de terrain…) ;
- du degré de correction active dans le haut bassin versant pouvant être considérée pérenne, tant au niveau du couvert végétal (génie biologique) qu'au niveau des ouvrages de stabilisation du profil en long tels que seuils, barrages, etc...(Génie civil) ;
- du degré de correction passive à l'aval pouvant être considérée pérenne, que ce soit par la création d'un lit artificiel limitant le risque de divagation ou d'érosion des berges ou sur le cône de déjection par la réalisation de plages de dépôts, ouvrages à flottants, etc… destinés à recueillir les matériaux divers en provenance de l'amont avant qu'ils ne puissent provoquer des dégâts. Ce dernier point dépend du recensement et de l'analyse des ouvrages faits conformément à l'annexe 10.

Le rapport de présentation indique les dispositifs de corrections pris en compte dans la qualification de l'aléa et la manière dont ils l'ont été (cf. annexe 10 sur le recensement des ouvrages)

Les lits mineurs et chenaux de divagation habituels sont classés en aléa très fort (T4) jusqu'aux sommets des berges.

Lits mineurs et chenaux jusqu'au sommet des berges	Très fort T4

Sont également classées en aléa très fort (T4) les bandes de terrain au-delà des sommets de berges du lit mineur susceptibles d'être concernées par le recul des berges par érosion durant le phénomène de référence ou à une échéance de cent ans. Les distances de recul par érosion prises en compte par tronçon et par rive sont précisées et motivées dans le rapport de présentation (cf annexe 8) (Remarques : ces marges de recul incluent généralement également les marges/bandes minimum nécessaires à l'entretien des cours d'eau et à la circulation des engins).

Berges susceptibles d'être concernées par l'érosion (marges de recul)	Très fort T4

En dehors de ces zones, la qualification des niveaux d'aléas est basée sur un croisement entre niveau d'intensité et probabilité d'atteinte, qu'il convient donc d'abord de définir.

Le niveau d'intensité est défini sur la base du tableau ci-après, en tenant compte que l'intensité doit être considérée forte dès lors qu'un des critères correspondant à l'intensité moyenne est dépassé ou n'est pas respecté et que l'intensité n'est faible dès lors que si l'ensemble des critères correspondants est dépassé ou n'est pas respecté.

Critères d'intensité		Niveaux d'intensité retenus		
		Fort	Moyen	Faible
Ordres de grandeur des paramètres hydrauliques		La brutalité des phénomènes et des débordements ne laisse pas la possibilité d'anticiper et de se déplacer hors de la zone exposée ou jusqu'à une zone refuge **ou** La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m. **ou** Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m. **ou** La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.	Les phénomènes sont suffisamment progressifs pour laisser la possibilité d'anticiper et, au moins, de rejoindre une zone refuge. **et** Un des seuils de l'intensité faible est dépassé, mais : La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m. **et** Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m. **et** La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm.	Les phénomènes sont progressifs et laissent la possibilité d'anticiper pour quitter la zone menacée ou rejoindre une zone refuge **et** La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 0,5 m. **et** Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 0,5 m. **et** La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 10 cm.
Flottants		Les risques d'impact par des flottants de grande taille (arbres) sont importants.	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont faibles.	Les flottants sont de petite taille et ne peuvent pas endommager une façade de maison.
Laves torrentielles		La parcelle peut être atteinte par des laves torrentielles, soit en zones de transit soit en zones de dépôts épais et pouvant contenir des blocs de plus de 50 cm.	La parcelle est située en dehors des zones de transit des laves torrentielles, mais peut être atteinte par des dépôts fluides de moins de 1 m d'épaisseur et sans éléments transportés de plus de 50 cm	La parcelle ne peut pas être atteinte par des laves torrentielles
Effets prévisibles sur les	Espaces naturels et agricoles	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion de grande ampleur sont prévisibles à cause des divagations du lit du torrent. Ils conduisent à de profonds remaniements des terrains exposés.	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion sont prévisibles mais leur ampleur reste limitée	Les écoulements prévisibles sont de faible hauteur. Les dépôts peuvent être boueux mais sans matériaux de plus de 10 cm. Les affouillements prévisibles sont faibles.

enjeux	Bâtiments	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés. La ruine des constructions peut notamment intervenir par impacts sur les façades ou par sapement des fondations (notamment sur les angles des bâtiments, plus particulièrement menacés d'affouillement par la concentration des écoulements et les survitesses).	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent endommager gravement des façades non renforcées mais sont insuffisantes pour endommager des façades renforcées. Les affouillements prévisibles ne sont pas assez profonds pour entraîner la ruine des constructions normalement fondées.	Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement sont modérées et ne peuvent pas endommager des façades usuelles même non renforcées. Les affouillements prévisibles sont faibles et ne peuvent pas menacer les fondations des bâtiments
	Infrastructures et ouvrages	Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages,…) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruits ou ensevelis par des dépôts. Les voies de circulation sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.	Les dégâts aux infrastructures, aux ouvrages et aux équipements (pylônes, captages,…) restent modérés et leur remise en service peut être rapide.	Les routes peuvent être submergées mais sans endommagement et avec possibilité de remise en service rapide.

Relation entre critères et niveaux d'intensité

La probabilité d'atteinte est définie de la manière suivante :

Probabilité d'atteinte	**Signification**
Forte	Compte tenu de sa situation, la parcelle est atteinte presque à chaque fois que survient l'événement de référence, ou plus souvent.
Moyenne	La parcelle bénéficie d'une situation moins défavorable que ci-dessus vis-à-vis des débordements prévisibles, ce qui la conduit à être nettement moins souvent affectée.
Faible	La submersion de la parcelle reste possible pour au moins l'un des scénarios de référence, mais nécessite la concomitance de plusieurs facteurs aggravants.

La qualification du niveau d'aléa est ensuite faite sur la base du tableau suivant :

Aléa de référence		Intensité		
		Faible	Moyenne	Fort
Probabilité d'atteinte	Faible	**Faible - T1a**	**Moyen - T2b**	**Fort - T3b**
	Moyenne	**Faible - T1b**	**Moyen - T2c**	**Fort - T3c**
	Fort	**Moyen - T2a**	**Fort - T3a**	**Fort - T3d**

Pour chaque zone cartographiée, il est important que le chargé d'étude décrive et affiche explicitement les critères qui l'ont conduit à retenir tel ou tel niveau d'aléa[4]. Il doit également veiller à assurer la traçabilité de cette information, afin que des mesures adaptées à la nature et à l'intensité des phénomènes prévisibles soient définies.

Rappel : Une analyse à dire d'expert ou sur la base d'études et de témoignages devra déterminer, si à proximité d'un torrent, une accumulation / stagnation d'eau est liée spécifiquement à une remontée de nappe. Dans ce cas, l'aléa doit être qualifié avec la même méthodologie que précédemment mais un indice « n » doit être ajouté afin de garder trace de cette expertise et de l'origine de l'accumulation d'eau : T1n, T2n, T3n. Si l'accumulation/stagnation est liée à la fois à la remontée de nappe et au débordement du cours d'eau, alors l'aléa sera qualifié en « T ».

Un aléa exceptionnel[5] peut être affiché en complément de l'aléa de référence jusqu'à la limite de l'enveloppe géomorphologique, éventuellement diminuée des zones où les possibilités d'inondation et d'affouillement ont définitivement disparu du fait de modifications du lit d'origine naturelle ou anthropique (ouvrages de protection exclus).

Aléa exceptionnel	TE

Dans le cas où l'aléa torrentiel est qualifié à partir d'une modélisation hydraulique, il ne sera pas possible de se contenter d'un simple report de ce résultat de calcul qui ferait apparaître de la pixelisation ou du bruit de modèle (cellules de calcul, indentation, etc.). Le prestataire devra impérativement fournir un tracé lissé, vérifié sur le terrain et recalé, si nécessaire, sur les limites topographiques.

Cas de l'existence d'ouvrages jouant un rôle de protection contre les inondations

Un recensement des ouvrages doit être fait conformément à l'annexe 10. Ce recensement et le tableau d'analyse associé permettra de déterminer la façon dont ces ouvrages doivent être considérés pour la qualification de l'aléa.

Pour rappel, en présence d'ouvrages, il est nécessaire de réaliser une carte des aléas « sans prise en compte des ouvrages » et une carte des aléas « avec prise en compte des ouvrages ». La première a un objectif pédagogique, elle est informative. La seconde sera la référence pour la traduction réglementaire du risque dans le @PLU/PLUi.

Pour les ouvrages linéaires, une bande de précaution sera à déterminer (cf. annexe 11).

4 L'insertion d'incides spécifiques pour préciser l'origine de la qualification des niveaux d'aléas est optionnelle dans la cartographie finale et sera à décider au cas par cas avec le maître d'ouvrage en fonction des spécificités souhaitées dans le règlement associé. Cependant cette information devra apparaître dans les données SIG (tables attributaires) et dans les cartographies « minutes ».

5 La DGPR indique dans son rapport d'août 2015 « Points clés pour la révision des PPR de montagne » que « la prise en compte d'un aléa exceptionnel est retenu pour les aléas avalanches et crues torrentielles mais n'est pas retenu pour les autres risques de montagne à savoir les mouvements de terrain »

L'aléa ravinement et ruissellement sur versant [V][6]

Rappel de la définition du phénomène

Divagation des eaux météoriques **en dehors du réseau hydrographique**[7], suite à de fortes précipitations, en tout point d'un territoire (zones naturelles et urbanisées). Ce phénomène peut générer l'apparition d'érosions localisées provoquées par ces écoulements superficiels, nommées ravinement.

Critères de caractérisation de l'aléa [V]

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios de fréquence centennale. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

La qualification de l'aléa ruissellement sur versant est faite en tenant compte du transport solide associé et de son influence sur différents facteurs (hauteurs atteintes par les eaux, trajectoires des écoulements, pouvoir d'érosion, …).

Les axes majeurs de concentration de l'écoulement (talwegs des combes en zones naturelles) sont classés en aléa très fort V4, au titre du maintien du libre écoulement des eaux, par similitude avec les lits mineurs des cours d'eau dont ils jouent le rôle lors des phénomènes pluvieux. Le rapport de présentation précise pour les combes naturelles les largeurs mises en aléa très fort de part et d'autre de l'axe.

Les chemins et voiries, en zones anthropiques et naturelles, peuvent s'apparenter sur certains secteurs à des axes de concentration des écoulements. Un classement en aléa fort V3 est alors recommandé, circonscrit à la largeur de la chaussée.

Fossés, ravins, axes de concentration des écoulements Marges de recul (cf annexe 8)	Très fort V4

(Remarques : ces marges de recul incluent généralement également les marges/bandes minimum nécessaires à l'entretien des cours d'eau et à la circulation des engins).

Qualification de l'aléa sans modélisation :

Dans l'analyse de terrain de l'approche historique et hydrogéomorphologique, le critère « hauteur d'écoulement » reste prédominant.

Globalement quatre cas sont distingués :

1/ Les ruissellements sur voiries ou des ruissellements concentrés dans un talweg topographique (hors fossés), l'aléa est classé en niveau fort V3 (a minima), le paramètre « vitesse » étant jugé important par les chargés d'études. Pour les axes hydrauliques clairement formalisés (fossés,

6 Au niveau national, ce phénomène correspond au terme « ruissellements et coulées de boue » (codification GASPAR)

7 La définition du réseau hydrographique retenue dans l'étude par le bureau d'étude et son maître d'ouvrage sera à préciser et justifier dans le rapport de présentation et le rapport méthodologique accompagnant la carte des aléas.

voiries encaissées, axes de combes encaissés), l'aléa est systématiquement qualifié en niveau très fort V4.

=> Dans ces cas les vitesses peuvent être fortes à très fortes (3 à 5 m/s et nettement plus). Les dégâts peuvent être importants : sur les chaussées revêtues avec des matériels emportés (poubelles, véhicules..) et donc tous les risques associés pour les personnes comme pour les biens sur les axes non revêtus, ou les zones de fragilité des revêtements, des ravinements brutaux et importants pouvant déstabiliser des constructions, en particulier anciennes (absence de chainage). De plus dans certains cas en V4, les débits peuvent devenir importants, augmentant les dégâts potentiels.

Voiries, talwegs, ruissellements concentrés	**Très fort V4**	**Fort V3**

2/ Sinon, dans la majorité des situations, on constate souvent par rapport à l'historique, de très faibles hauteurs (<0.2 m) et on reste en aléa faible (V1a). La hauteur d'eau n'augmente très ponctuellement qu'en cas d'obstacles, mais avec alors une chute de la vitesse.

=> Dans ces cas les écoulements restent de vitesse limitée (1 à 2 m/s maximum) et surtout de très faible hauteur. Ils sont associés à des durées d'inondations limitées, les faibles lames d'eau pouvant se déplacer rapidement sur un même secteur. Ce type d'écoulement ne provoque pas de risque pour un bâti, un équipement standard, ni même pour un adulte. Par contre si des ouvertures sont mal situées (ouvertures amont, accès par l'amont pour une rampe de garage semi-enterrées), des inondations des bâtiments sont probables.

Ruissellement généralisé, en nappe, de très faible hauteur	**Très faible V1a**

3/ Quelques zones ressortent en aléa faible (V1), mais avec multiplication d'obstacles et donc des hauteurs estimées entre 0.2 et 0.5 mètres mais des vitesses majoritairement faibles vue la très forte « rugosité » des terrains.

=> On retrouve les exemples précédents mais avec plus de hauteur possible et moins de vitesse. A nouveau pas de risque pour les bâtis standards ni pour un adulte, par contre demeurent des risques d'inondation de bâtiments en cas d'ouvertures non suffisamment surélevées.

Ruissellement généralisé, en nappe, de faible hauteur	**Faible V1**

4/ Un aléa moyen (V2) est affiché particulièrement aux débouchés d'axes de concentration (cf. premier point), et pour des zones de concentration peu marquées, n'ayant pas motivé l'affichage d'un aléa fort (V3).

=> La différence avec l'aléa faible tient à une dispersion moins forte, des hauteurs souvent proches de 0.5m, pouvant aller jusqu'à 1 mètre, et donc une sensibilité très forte à la moindre concentration des écoulements. En l'absence de garantie collective de non-concentration d'écoulements, les mesures doivent être plus contraignantes qu'en aléa faible (hauteur, RESI).

Débouchés d'axes de concentration et zones de concentration peu marquées	**Moyen V2**

Qualification de l'aléa avec modélisation :

Hors des axes majeurs de concentration de l'écoulement, les critères de qualification du niveau d'aléa sont les suivants :

		Vitesse d'écoulement (m/s)			
		0 à 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1,0	> 1,0
Hauteur de submersion (m)	0 à 0,2	(*)	Très faible - V1a	Très faible - V1a	Très faible - V1a
	0,2 à 0,5	(*)	Faible - V1	Moyen - V2a	Moyen - V2a
	0,5 à 1,0	(*)	Moyen - V2b	Fort - V3	Fort - V3
	> 1,0	(*)	Fort - V3	Très fort - V4	Très fort - V4

(*) : Pour la classe des vitesses inférieures à 0,2 m/s, une analyse au cas par cas est essentielle. En effet, cette classe correspond au cas où le phénomène à cartographier peut relever de l'inondation en pied de versant (I') plutôt que du ruissellement sur versant.

Dans le cas où l'aléa ruissellement est qualifié à partir d'une modélisation hydraulique, il ne sera pas possible de se contenter d'un simple report de ce résultat de calcul qui ferait apparaître de la pixelisation ou du bruit de modèle (cellules de calcul, indentation, etc.). Le prestataire devra impérativement fournir un tracé lissé, vérifié sur le terrain et recalé, si nécessaire, sur les limites topographiques.

L'aléa glissement de terrain [G]

Rappel de la définition du phénomène

Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle, etc.

Critères de caractérisation de l'aléa [G]

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements potentiels résultant de scénarios jugés possibles au cours des 100 prochaines années. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu.

L'aléa glissement de terrain est défini en analysant et décrivant notamment les éléments suivants et en précisant l'origine de leur connaissance :

- géologie du sous-sol,

- pente du terrain,

- dénivelée de la zone concernée,

- présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, ondulations),

- analyse des évènements historiques,

- présence de circulations d'eau souterraines ou résurgentes,

- type (glissement plan lent ou rapide, glissement profond circulaire ou complexe, coulées de boues, solifluxion, etc.) et caractéristiques (ordres de grandeur de superficie d'extension, de volume, de vitesse, etc.) des phénomènes de glissement jugés possibles au vu des éléments ci-dessus

Exemple d'identification des différentes zones liées aux aléas de glissements :
Gp = profond, Gsup = superficiel, Gsol = solifluxion, Gc = coulées boueuses, Ga = zones d'extension en aval des zones de départ, Go = zones hors aléa en amont de zones de départ, où des interventions inappropriées ou des rejets d'eau pourraient aggraver la probabilité d'occurrence.

Les secteurs d'aléa où le facteur déclenchant ne peut être que d'origine anthropique, c'est-à-dire suite à des travaux (par exemple surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice, mauvaise gestion des eaux), sont identifiés en tant que tels par le rapport de présentation et la cartographie.

Le rapport de présentation fournit pour chaque zone unitaire classée en zone de glissement de terrain l'ensemble des données listées aux 2 paragraphes précédents et la motivation de la qualification retenue en tant que nature et en tant que niveau. Il est rappelé que l'absence d'indice de mouvement de terrain décelé n'est pas une justification de l'absence d'aléa mouvement de terrain.

Qualification des niveaux d'aléas

Zones hors aléa en amont de zones de départ, où des interventions inappropriées ou des rejets d'eau pourraient aggraver la probabilité d'occurrence.	G0

Il est à noter que les secteurs où un glissement ne peut être provoqué que par des travaux (facteurs anthropiques) sont identifiés en tant que zones de glissement potentiel et classées en **aléa faible avec un indice spécifique (G1**).
Les travaux susceptibles de provoquer un glissement de terrain sont, par exemple, une surcharge par remblai ou construction au sommet d'un talus ou d'un versant déjà instable, un affouillement en pied de talus, une mauvaise gestion des eaux (infiltration concentrée), etc.

Dans les autres cas, le niveau d'aléa est qualifié à partir de la détermination de la probabilité d'occurrence et de l'intensité.

La **probabilité d'occurrence** est définie par le tableau suivant :

Probabilité d'occurrence	Description
Forte (go3)	Glissement actif avec traces de mouvements récents, ou Glissement ancien, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente[8] à celle d'un glissement constaté à proximité, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Moyenne (go2)	Glissement potentiel (sans indice) avec absence de facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente supérieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience, ou Glissement potentiel (sans indice), avec facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.
Faible (go1)	Glissement potentiel (sans indice), sans facteur hydrologique aggravant reconnu, en situation équivalente à celle d'un glissement constaté, avec une pente légèrement inférieure à celle de ce glissement ou à la pente limite de déclenchement dans le même contexte estimée par le chargé d'étude en fonction de son expérience.

8 Situation équivalente : en terme de géologie, de topographie, d'épaisseur de matériaux instables ou potentiellement instables. Il y a une appréciation « experte » de la vraisemblance de l'occurrence à long terme (100 ans).

La probabilité d'occurrence est considérée de même classe pour les zones de départ, d'arrivée et les auréoles de sécurité (zones déstabilisées en périphérie à court et moyen terme).

L'intensité est caractérisée à partir du niveau des dommages prévisibles pour un bâti considéré en cas de survenue du phénomène. Les critères retenus sont présentés dans le tableau ci-après :

Intensité	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Description	Bâti standard : dommages limités et non structurels	Bâti standard : dommages structurels Bâti adapté à l'aléa : pas de dommages	Bâti standard : destruction Bâti adapté à l'aléa moyen : dommages structurels	Bâti adapté à l'aléa moyen : destruction (phénomènes de grande ampleur)

Le choix de l'intensité par rapport à ces critères sera étayé pour chaque zone unitaire classée à partir du type et des caractéristiques du glissement et de l'expérience du chargé d'étude, s'appuyant autant que possible sur des exemples de cas concrets de dommages.

Indépendamment des critères d'intensité ci-dessus, les zones de départ et d'extension des coulées boueuses sont considérées comme étant exposées à une intensité élevée ou très élevée.

Le « bâti standard » correspond à une construction réalisée selon les règles de l'art et dans le respect des normes de constructions en vigueur (normes parasismiques comprises), sans renforcement particulier. Les fondations sont en général des semelles filantes superficielles hors gel avec un chaînage à chaque niveau de la construction. Ces chaînages sont éventuellement reliés par des poteaux verticaux.

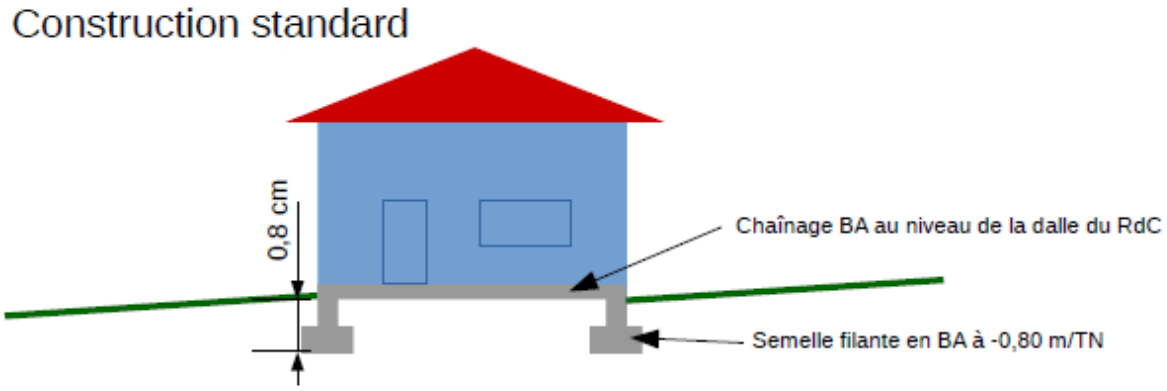


Illustration 1 : Schéma d'un bâti standard © Alp'Géorisques

Le « bâti adapté » implique que des adaptations de la construction sont nécessaires en raison de l'exposition au glissement de terrain. L'importance de ces adaptations est volontairement limitée afin de contenir le surcoût induit par rapport à un « bâti standard » en dessous des 10 à 15 %.

Il est important de noter qu'un bâti adapté à la pente (construction sur plateforme terrassée, renforcement structurel, construction semi-enterrée, etc.) est à considérer comme un bâti standard.

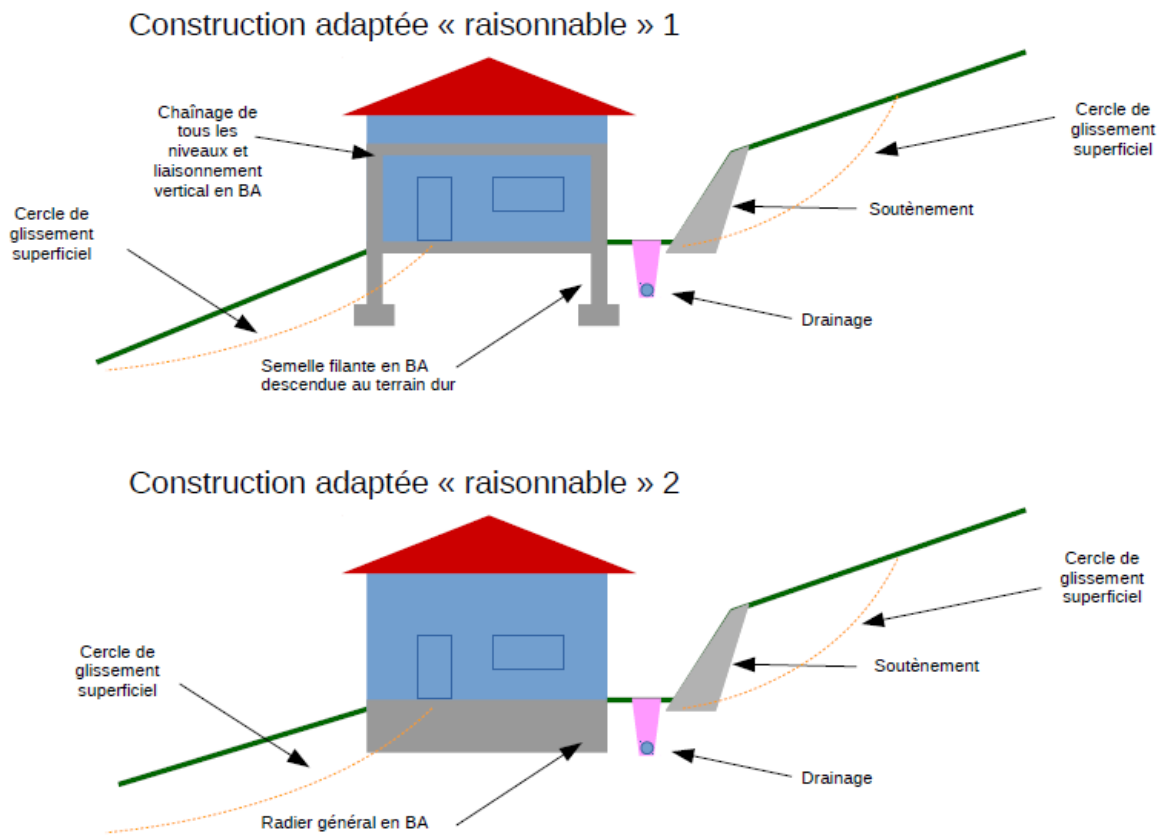


Illustration 2 : Schémas d'un bâti adapté à l'aléa de glissement de terrain © Alp'Géorisques

Les adaptations envisageables correspondent notamment à des fondations plus profondes, une structure rigidifiée, le drainage des sols aux abords du projet et le soutènement des talus.

L'évaluation de l'intensité apparaît donc comme complexe et l'analyse des critères montre que la profondeur probable de la surface de glissement est un indicateur essentiel. Si cette profondeur est supérieure à la profondeur des fondations préconisées pour le « bâti standard », des désordres importants sont possibles en l'absence d'adaptation. Compte-tenu de la limite fixée pour les travaux d'adaptation, une profondeur de glissement excédant 3 m exclut la réalisation de fondations dans le terrain stable et des désordres importants sont alors possibles pour le « bâti adapté » et a fortiori pour le « bâti standard ».

Le choix de l'intensité par rapport à ces critères sera étayé pour chaque zone unitaire classée à partir du type et des caractéristiques du glissement et de l'expérience du chargé d'étude, s'appuyant autant que possible sur des exemples de cas concrets de dommages.

Niveau d'aléa :

Le niveau d'aléa de glissement de terrain est déterminé à partir du croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité selon la grille définie ci-dessous[9].

Intensité / Probabilité d'occurrence	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Elevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Faible (go1)	Faible (G1)	Moyen (G2c)	Fort (G3c)	Très fort (G4)
Moyenne (go2)	Moyen (G2a)	Fort d'intensité modérée (G3a)	Fort (G3d)	Très fort (G4)
Forte (go3)	Moyen (G2b)	Fort d'intensité modérée (G3b)	Très fort (G4)	Très fort (G4)

Les glissements actifs ou anciens ont une probabilité forte et sont donc classés en aléas moyen (G2b) ou fort (G3b) ou très fort (G4) selon l'intensité.

Ouvrages de protection

Pour rappel, les murs de soutènement ne sont pas pris en compte dans la qualification de l'aléa de glissement de terrain.
Les éléments disponibles sur ces ouvrages permettant d'évaluer leur stabilité sont très difficiles voire impossibles à retrouver. De plus, ils jouent davantage un rôle de prévention que de protection en empêchant le glissement de se produire.

9 L'insertion d'incides spécifiques pour préciser l'origine de la qualification des niveaux d'aléas est optionnelle dans la cartographie finale et sera à décider au cas par cas avec le maître d'ouvrage en fonction des spécificités souhaitées dans le règlement associé. Cependant cette information devra apparaître dans les données SIG (tables attributaires) et dans les cartographies « minutes ».

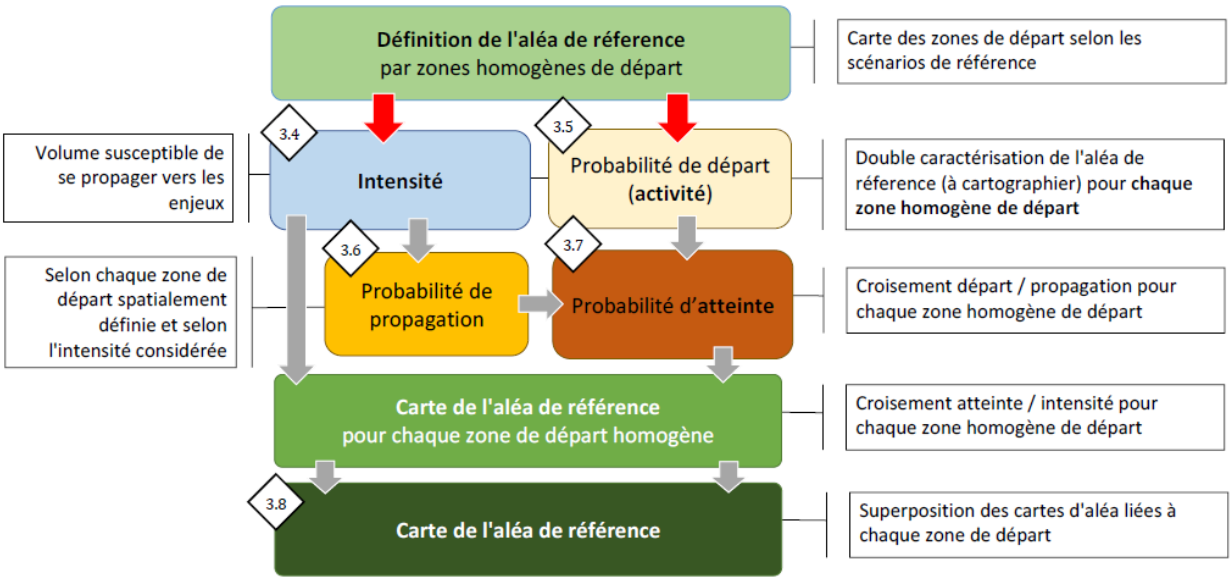
Aléa chute de pierres et de blocs [P]

Rappel de la définition du phénomène

Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.

Critères de caractérisation de l'aléa [P]

La caractérisation de l'aléa chute de pierre et de blocs repose sur la MEZAP (Méthodologie de Zonage d'un Aléa rocheux dans le cadre d'un PPRN), dont le guide officiel est paru en janvier 2022, et dont la lecture est obligatoire en parallèle de cette annexe méthodologique.



Logigramme simplifié MEZAP pour cartographie de l'aléa rocheux

L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu (en excluant les phénomènes exceptionnels d'occurrence correspondant à l'échelle des temps géologiques), dans le site ou dans un secteur similaire (sur les plans géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural) ou, lorsqu'il lui est plus fort, le plus fort des événements résultant de scénarios jugés possibles au cours des 100 prochaines années. Le choix des scénarios utilisés est précisé et motivé par le rapport, ainsi que la date et les caractéristiques du plus fort événement connu

Aléa de départ

La possibilité de phénomènes de chutes de pierres et/ou de blocs résulte de la présence de zones de départ potentiel (présence de falaises ou de blocs dispersés dans des pentes), à identifier sur une carte à établir par le titulaire.

Détermination du scénario de référence

Un travail de détermination des scénarios de référence est fait pour chaque zone de départ ainsi définie. Il doit traiter des aspects suivants :

- ordre de grandeur de la taille unitaire maximale des blocs et des différentes classes de tailles unitaires de blocs pouvant provenir de la zone de départ

- extension de la zone d'aléa en aval et en amont de la zone de départ, la zone en amont correspondant au recul estimé sur une durée de cent ans
- ordre de grandeur de la dénivellation entre zone de départ et zone d'arrêt potentielle
- estimation de la fréquence des chutes
- possibilité de chutes par paquets fracturables ou non (volume de paquet inférieur à 100 mètres cubes) et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation
- possibilité d'éboulement (volume supérieur à 100 mètres cubes) d'occurrence centennale et, si oui, ordre de grandeur du volume.

Il s'appuie notamment sur les phénomènes historiques et les indices relevés sur le terrain dans les zones de départ et dans les zones d'arrêt potentielles.

Sur les zones à forts enjeux anthropiques, les zones d'aléas correspondant au recul prévisible des parois au cours des cent prochaines années pourront être identifiées spécifiquement sur la carte des aléas. Elles seront qualifiées en aléa fort P3r. En zones sans enjeux anthropiques, ces zones pourront être intégrés à l'aléa très fort P4.

Recul prévisible des parois rocheuses au cours des cent prochaines années	Fort P3r

Les zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, seront identifiées de même et qualifiées **P0**, une qualification de niveau d'aléa y est sans objet.

Zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux	P0

Détermination de l'intensité et de la probabilité de départ

Conformément à la méthodologie du guide MEZAP, l'analyse devra intégrer l'intensité (caractérisée par son volume) et la probabilité de départ sur une période de 100 ans. Ces éléments seront appréhendés selon les critères détaillés ci-après :

Intensité :

Le niveau d'intensité du phénomène est défini en fonction des dommages au bâti qu'il engendre. En théorie le niveau de dommage à l'impact d'un phénomène rocheux, pour une structure donnée, est lié au volume en mouvement mais également à la vitesse du projectile et à l'énergie libérée (de translation et de rotation) mais également à la nature des contacts à l'impact (arête, face, sommet).

En l'état des connaissances la MEZAP considère que l'intensité de phénomène est définie par le **volume du bloc du scénario de référence** et propose une classification formelle de l'intensité de l'aléa.

Pour mémoire, une énergie à l'impact de l'ordre de 30 kJ (début d'endommagement sévère du bâti) correspond sensiblement à l'atterrissement d'un bloc cubique de 1 m^3 chutant d'une hauteur de 1 m.

Indice d'intensité	*Description*	*Indications sur les dommages*
Très faible	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur ou égal à 0,05 m^3	Peu ou pas de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Faible	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur à 0,05 m^3 mais inférieur ou égal à 0,25 m^3	Peu de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Moyen	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 0,25 m^3 mais inférieur ou égal à 1 m^3	Dommage au gros œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Fort	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur à 1 m3 mais inférieur ou égal à 10m^3	Dommage important au gros œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très fort	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse 10 m^3	Destruction du gros œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle

Probabilité de départ sur une période de 100 ans :

L'observation des affleurements rocheux, quelles que soient les méthodes utilisées, ne permet pas d'indiquer avec certitude les probabilités de rupture pour des périodes de retour données. Dans le cadre de la réalisation d'une étude d'aléa, la probabilité de départ des blocs s'estime, outre l'approche historique / documentaire à partir des traces de départ visibles (cicatrices en falaises), du nombre des blocs observés dans la pente ou des traces d'impact laissées sur les arbres, elle peut aussi être appréciée par les observations faites dans des contextes similaires (géologie, topographie…). Il est proposé d'apprécier cette probabilité sous la forme d'un **indice d'activité** pour l'aléa de référence considéré.

Afin de qualifier de façon comparable l'activité de zones homogènes d'ampleur différente, cet indice doit intégrer une référence spatiale (nombre de bloc par hm^2 de surface ou par hm de longueur de falaise). Le JTC-1[10] propose de retenir pour la qualification de l'aléa sur linéaire de falaise :

- Très élevé > 1 chute/an/hm
- Elevé 0,1 à 1 chute/an/hm soit 1 à 10 chutes / 10 ans / hm
- Modéré 0, 01 à 0,1 chute/an/hm soit 1 chute / 10 ans à 1 chute / 100 ans / hm
- Faible < 0.01 chute/an/hm soit < 1 chute/100 ans/hm

Sur cette base la MEZAP propose de retenir pour qualifier l'indice d'activité :

Indice d'activité par zone d'homogène	Description (pour un linéaire d'environ 100 m de zone de départ)
Faible	De l'ordre d'un bloc correspondant à l'aléa de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc correspondant à l'aléa de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc correspondant à l'aléa de référence tous les ans

Comme pour l'intensité de phénomène, cet indice d'activité doit être justifié au regard en particulier des chroniques évènementielles. Dans le cas d'absence d'historique sur le site, cet

10 JTC-1 : Join Technical Comitee. Le comité technique joint (ISSMGE, ISRM, IAEG) sur «Landslides and Engineered Slopes» a préparé des directives cadrant les définitions et terminologies à utiliser sur le plan international ainsi que les descriptions des types et des niveaux de zonage de mouvements de terrain (Fell et al., 2008)

indice devrait être a priori faible, sauf justification par le prestataire. Le volume le plus fréquemment observé sur un site ne correspond pas forcément au volume de l'aléa de référence.

Probabilité de propagation

La zone de propagation représente la zone parcourue potentiellement par des éléments rocheux lors d'un éboulement : il s'agit de la zone dans laquelle les éléments rocheux passent et s'arrêtent. La probabilité de propagation (Pp) est la probabilité qu'un phénomène atteigne une zone donnée en considérant les zones de départs susceptibles de l'atteindre. Cette grandeur est indépendante de toute période d'observation. La cartographie de la probabilité de propagation permet de représenter la distribution spatiale des points d'arrêts potentiels d'une chute de bloc.

Cette probabilité est fonction des caractéristiques du versant étudié (pente, présence d'obstacles, nature du sol, etc.) et du projectile (forme, dimensions, etc.). La combinaison de ces nombreux paramètres régissant la propagation la rend relativement aléatoire.
Les observations de site et analyses de terrain donnent à l'expert des éléments indispensables et parfois suffisants pour estimer l'aléa de propagation.

Sur la base du guide MEZAP (paragraphe 3.6 et annexe 3 du guide MEZAP), des méthodes empiriques (type principe de la ligne d'énergie et des aires normalisées) devront être utilisées et sont laissées à l'initiative du titulaire pour estimer l'emprise globale de propagation (enveloppe d'arrêt des blocs).
Des méthodes prospectives (type modélisation des trajectoires en 2D/3D) sont également possibles sur les zones d'enjeux (voir le paragraphe consacré aux modélisations).

Le choix de la méthode d'évaluation de l'aléa de propagation et de la valeur d'angle de ligne d'énergie sera justifié par le chargé d'étude en fonction de sa connaissance du site, de son expérience sur des sites équivalents et des éventuelles modélisations trajectographiques permettant une comparaison avec une situation ou un site servant de référence.

Aléa résultant

Il s'agit de s'appuyer sur l'approche MEZAP dont le principe est de croiser la probabilité d'atteinte (elle-même donnée par l'indice d'activité définissant la probabilité de rupture et la probabilité de propagation) avec l'intensité (volume). Le principe extrait de MEZAP est détaillé ci-après :

Probabilité d'atteinte :

L'atteinte de phénomènes en tout point du territoire (probabilité d'atteinte Pa) est liée à la probabilité de rupture (Pr) et à la probabilité de propagation (Pp) précédemment définies. Pour le cas d'un bloc isolé : Pa = Pr x Pp. La MEZAP propose de qualifier la probabilité d'atteinte à partir de la matrice ci-dessous. Cette matrice croise la **probabilité de propagation** et la **probabilité de départ** qualifiée par **l'indice d'activité**. Cette matrice prend en compte les recommandations du JTC-1 en matière de relation entre qualification et quantification du risque.

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="7">Probabilité de propagation</td></tr>
<tr><td></td><td>Activité</td><td>Très faible 10^{-6}</td><td>Faible 10^{-5}</td><td>Moyenne 10^{-4}</td><td>Forte 10^{-3}</td><td>Très forte 10^{-2}</td><td>Extrêmement forte</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Indice d'activité</td><td>Faible (1 / 100 ans) 10^{-2}</td><td colspan="3">Très faible</td><td>Faible</td><td>Moyenne</td><td>Forte</td></tr>
<tr><td>Moyen (1 / 10 ans) 10^{-1}</td><td colspan="2">Très faible</td><td>Faible</td><td>Moyenne</td><td>Forte</td><td>Très forte</td></tr>
<tr><td>Fort (1 / an) 1</td><td>Très faible</td><td>Faible</td><td>Moyenne</td><td>Forte</td><td>Très forte</td><td>Très forte</td></tr>
</table>

Qualification du niveau d'aléa :

Le niveau d'aléa sera qualifié en tout point de la zone d'étude en utilisant la matrice suivante :

Intensité / Probabilité d'atteinte	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Phénomène de grande ampleur
	Bloc ≤ 0.05m3	0.05m3 < Bloc ≤ 0.25m3	0.25m3 < Bloc ≤ 1m3	1m3 < Bloc ≤ 10m3	Bloc >10m3	
Très faible	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Nul à négligeable	Très fort aggravé (P5)
10^{-6} Faible	Faible (P1)	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
10^{-5} Moyenne	Faible (P1)	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
10^{-4} Forte	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	
10^{-3} Très forte	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Très fort (P4)	Très fort (P4)	

** La probabilité d'atteinte Très faible génère un aléa négligeable. Pour le cas particulier d'intensités fortes ou très fortes, on peut cependant recommander une étude de mise en sécurité si des enjeux forts ou particuliers sont présents.*

Ouvrages de protection :

Un recensement des ouvrages doit être fait conformément à l'annexe 10. Ce recensement et le tableau d'analyse associé permettra de déterminer la façon dont ces ouvrages doivent être considérés pour la qualification de l'aléa.

Bâtiments existants en zone de propagation et d'arrêt :

La configuration particulière des sites urbanisés avec des affleurements directement à l'aplomb des enjeux bâtis ne doit pas conduire l'expertise à considérer un arrêt des blocs contre les bâtiments. Les Cotech nationaux ont confirmé que le bâti et ses annexes (murs, murets) ne devaient pas être considérés comme un obstacle. Ils seront donc transparents aux blocs (et remplacés par un « replat » en cas de modélisation – voir ci-après) et l'affichage des limites de propagations de l'aléa n'en tiendra pas compte.

Rôle de la forêt

Les aléas sont qualifiés sans prendre en compte la forêt, en considérant que sa pérennité, et donc son éventuel effet, n'est pas assurée (par exemple en cas d'incendie ou de maladie des arbres). Les zones de forêts jouant un rôle réducteur du risque pour des zones urbanisées ou des infrastructures existantes peuvent néanmoins être identifiées dans la cartographie pour permettre la mise en place d'une politique de leur préservation autant que possible.

Modélisations

Pour rappel, la modélisation n'est qu'un outil d'aide à la décision, indissociable de l'expertise. La modélisation trajectographique ne peut être vue comme une méthode qui apporte une précision sur l'aléa par rapport à la ligne d'énergie ou le dire d'expert. Il s'agit plutôt d'une méthode qui complète le spectre d'analyse et apporte des éléments d'aide à la décision de l'expert.

Les cadrages méthodologiques sont précisés dans l'annexe 9 « Cadrage et prise en compte des modélisations pour aider à la qualification des aléas.»

Aléas effondrement et suffosion - F

Rappel de la définition des phénomènes

Affaissement, effondrement :

Evolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) ou anthropiques* avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrements).
**Celles d'origine minière ne relèvent pas des PPRN, mais peuvent y être signalées pour information sous forme de hachures par exemple.*

Suffosion :

Entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.

Caractérisation de l'aléa

Ces mouvements sont liés à l'existence et à l'évolution de cavités souterraines d'origine naturelle, donc difficilement décelables, créées souvent par dissolution de roches salines (gypse, anhydrite, halite, évaporites) ou par formation de karst dans les roches carbonatées (calcaire, dolomie…) ou encore par entraînement de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, dû à des circulations d'eaux souterraines (suffosion). Mais il peut aussi s'agir de cavités d'origine anthropique (tunnels, carrières…)

Cavités souterraines d'origine anthropique

Pour les cavités souterraines d'origine anthropique autres que les mines, **la qualification de l'aléa est réalisée en appliquant la méthodologie décrite aux pages 37 à 51 du guide méthodologique PPRN risque cavités souterraines abandonnées (DPPR, octobre 2012).**

Rappel :
Les risques miniers, résultant de l'exploitation de matériaux listés à l'article L. 111-1 du code minier, ne sont pas traités par la carte d'aléas. Il est rappelé que la distinction entre mines et autres extractions est fondée sur la nature du matériau exploité et non sur le caractère souterrain ou non du mode d'exploitation.

L'aléa de référence correspond au plus important événement historique connu dans le site étudié, sauf si l'analyse du site conduit à considérer comme vraisemblable à échéance centennale un événement d'encore plus grande ampleur.

Cavités souterraines d'origine naturelle

Pour les phénomènes d'effondrement ou d'affaissement exclusivement d'origine naturelle, comprenant notamment ceux de karstification et de suffosion, la qualification de l'aléa est réalisée sur la base de la même méthodologie, mais en adaptant la méthode de qualification de la probabilité d'occurrence.

La qualification de la probabilité d'occurrence est basée sur l'évaluation de la prédisposition à l'apparition d'instabilité en surface au cours des cent prochaines années ou, en cas de danger humain, à plus grande échéance, en excluant les phénomènes exceptionnels d'occurrence à l'échelle des temps géologiques, au vu du plus fort événement historique connu dans le site ou dans un secteur proche au plan géologique, géomorphologique, hydrogéologique et structural.

L'article L. 563-6 du Code de l'Environnement stipule que les communes ou leurs groupements compétents en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que de besoin, des cartes

délimitant les sites où sont situés des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

Notions de marges de sécurité

L'affichage de l'aléa d'effondrement de cavités souterraines déborde de l'emprise réelle des cavités pour tenir compte du cône d'influence. En s'effondrant, le sol cède sous un certain angle, puis à long terme, cherchera une nouvelle pente d'équilibre en régressant sur la bordure de l'effondrement.
La marge de sécurité inclut également l'incertitude sur la position réelle des cavités.

Grille de caractérisation

Cette grille de caractérisation s'inspire de la grille élaborée par le Cerema en 2018 (cf Bibliographie).

Aléa	Indice	Critères
Fort	**F3**	• Effondrement existant (fontis) • Zone tampon autour du fontis, d'environ 30 m en contexte de roches solubles/karst et d'environ 10 m en contexte de suffosion (cône d'influence) • Affaissement existant avec mise en pente > 3%, pouvant provoquer des désordres incompatibles avec la fonctionnalité d'un bâtiment • Zone de présence avérée (par sondage) de cavités de dissolution à une profondeur < 20 m et auréole de sécurité d'environ 30 m • Formation karstifiable et/ou soluble (essentiellement gypse, anhydrite, halite, voire cargneule) affleurante ou sub-affleurante (profondeur maximale de l'ordre de 20 m), avec formation probable de cavités au cours du siècle (karstification, fracturation, circulation d'eau agressive non saturée en sulfates ou carbonates…) • Zone de suffosion avérée dans les matériaux alluvionnaires et morainiques (entraînement de particules fines par circulations d'eaux souterraines), avec désordres apparents ou historiques en surface • Zone de galeries anthropiques abandonnées ou reconnues comme instables, à une profondeur < 20 m
Moyen	**F2**	• Zone tampon élargie autour du fontis, à une distance comprise entre 30 et 200 m en contexte de roches solubles/karst et entre 10 et 30 m en contexte de suffosion (modulable suivant les cas et la géologie observée) • Affaissement existant très localisé, avec une mise en pente < 3% pouvant provoquer des désordres légers, sans atteinte aux fonctionnalités d'un bâtiment • Formation karstifiable et/ou soluble (essentiellement gypse, anhydrite, halite, voire cargneule, dolomie) affleurante ou suspectée à une profondeur < 20 m, sans désordre apparent ou historique en surface, sans circulation d'eau avérée et sans indice de présence de cavité • Zone d'extension possible de galeries anthropiques non reconnues
Faible	**F1**	• Formation karstifiable et/ou soluble suspectée à une profondeur comprise entre 20 et 50 m, sans désordre apparent ou historique en surface • Karst calcaire, avec très faible probabilité d'effondrement • Zone de suffosion possible mais sans désordre apparent ou historique en surface sur le secteur • Zone de galeries anthropiques reconnues comme résistantes et non évolutives

Prise en compte des travaux de traitements de l'aléa effondrement

Les travaux de traitements sont pris en compte uniquement lorsque les deux conditions suivantes sont vérifiées :

- Les techniques de traitement mises en œuvre permettent de garantir une stabilisation pérenne des cavités (comblement par exemple). En l'absence de reconnaissances visuelles possibles, l'expert doit s'appuyer sur des documents récents et fiables décrivant la conception, la réalisation et le contrôle approprié des travaux ;
- Les emprises concernées doivent être suffisamment étendues pour permettre une visualisation à l'échelle du document et une transposition possible aux documents d'urbanisme.

Aléa avalanche [A]

Rappel de la définition du phénomène

Déplacement gravitaire (sous l'effet de son propre poids), rapide, d'une masse de neige sur un sol en pente, provoqué par une rupture dans le manteau neigeux.

Caractérisation de l'aléa

L'aléa avalanche est qualifié sur la base du guide méthodologique PPRN avalanches d'août 2015 et sur la base de la note DGPR de qualification et cartographie des avalanches de référence exceptionnelles de janvier 2022.

Le présent paragraphe en rappelle les principaux principes en les précisant sur quelques points.

La qualification porte sur un aléa de référence centennal (ARC) pour tous les couloirs de la zone d'étude et sur un aléa de référence exceptionnel (ARE) pour certains couloirs préalablement identifiés par le maître d'ouvrage de la carte des aléas (sur la base d'un pré-diagnostic réalisé par l'ONF-RTM)

Définition détaillée des phénomènes avalancheux et de leurs effets :
Une avalanche est la mise en mouvement brutale et rapide d'une masse de neige sur une pente généralement comprise entre 30 et 55°, lorsque les forces de résistance interne et externe du manteau neigeux deviennent inférieures à la force de pesanteur.
L'avalanche est amorcée par une rupture mobilisant tout ou partie de l'épaisseur du manteau neigeux en zone de départ. Elle transite ensuite dans un couloir ou sur un versant, que l'on qualifie de zone d'écoulement. Elle décélère et finit par s'arrêter sur une zone à faible pente et souvent évasée que l'on appelle zone d'arrêt (ou de dépôt).
On peut distinguer :
- les avalanches coulantes de neige dense humide, qui sont généralement peu rapides, qui suivent la ligne de plus grande pente et les micro-reliefs, mais qui peuvent exercer des pressions très importantes sur les obstacles ;
- les avalanches coulantes de neige froide, non transformée, peu denses et rapides.
- les aérosols, mélange turbulent d'air et de particules de neige se déplaçant à grande vitesse (100 km/h et plus) L'aérosol est généré par la vitesse élevée de certaines avalanches de neige froide.
Les biens exposés aux avalanches subissent une poussée dynamique (pression d'impact) sur les façades exposées à l'écoulement mais aussi à un moindre degré sur les autres façades. Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liés à la présence, dans l'avalanche, d'éléments étrangers : arbres, branches, blocs rocheux, etc. Ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions. Par ailleurs, les constructions pourront être ensevelies par les avalanches.

Détermination de l'Aléa de Référence Centennale (ARC)

L'aléa de référence centennal, notamment son extension, est basé sur la plus forte avalanche connue depuis le milieu du 19ème siècle ou, s'il est plus fort, sur le scénario de référence le plus fort d'occurrence centennale, c'est-à-dire ayant une probabilité annuelle de se produire égale à 1 %.

Plusieurs scénarios de référence peuvent être déterminés pour un même couloir. La variabilité des scénarios tient à des conditions de déclenchement ou de propagation différentes (exemples : type d'avalanche, comparaison au plus fort évènement connu, hypothèse de zone de départ ou d'extension longitudinale ou latérale différentes de celles connues…).

Pour chaque couloir le prestataire explicitera le ou les scénarios de référence retenu(s) et les raisons de son choix.

La qualification de l'intensité de l'aléa de référence se fait au travers d'une valeur de pression d'impact exercée par l'avalanche. Pour autant, étant donné les difficultés de quantification des pressions dans l'avalanche, et les différences entre la pression dynamique dans l'écoulement et la pression d'impact subit par un obstacle (référence pour le règlement), l'appréciation du prestataire s'appuiera aussi sur les possibles impacts de l'écoulement sur les enjeux. Il pourra pour cela s'appuyer sur la « grille d'intensité des avalanches ».

Alea	Indice	Critères
Fort	A3	Zone d'écoulement des avalanches coulantes et mixtes. Zone d'arrêt des avalanches coulantes, avec des dépôts denses et épais de plusieurs mètres. Zone où des bâtiments, même renforcés, ont subi des dommages structurels lourds. Zone de transit de puissants aérosols, avec destruction de boisements entiers. Zone soumise à des pressions d'impact > 30 kPa, en cas de simulations numériques.
Moyen	A2	Fin de zone d'arrêt des avalanches coulantes/mixtes de neige sèche, avec des dépôts peu denses et peu épais. Zone d'écoulement et d'arrêt de coulées de neige diffuses et non canalisées. Zone où des bâtiments renforcés n'ont subi que des dommages mineurs. Zone de transit des aérosols avec dégâts localisés dans le boisement… Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 30 et 3 kPa, en cas de simulations.
Faible	A1	Zone de dispersion des aérosols, avec des dégâts isolés et limités (branches cassées…), purge de petits talus < 20 m. Zone où des bâtiments, même non renforcés, n'ont subi que des dommages mineurs (vitrages cassés, tuiles ou lauzes déplacées, plâtrage…). Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 1 et 3 kPa, en cas de simulations.

La fixation de la limite entre A2 et A3 sur la base de l'intensité est déterminée à dire d'expert, ce dernier pouvant s'appuyer notamment sur le résultat de modélisations.

<u>Prise en compte de la forêt :</u>

La doctrine actuellement retenue est de ne pas prendre en compte le rôle de la forêt dans l'affichage réglementaire du risque, même si une expertise au cas par cas peut permettre d'affiner l'aléa en amont de secteurs urbanisés.
On distingue deux cas de figure :
- en présence d'une forêt ayant toujours existé en zone de départ potentiel d'avalanche, si cette forêt est jugée efficace et s'il n'y a jamais eu de départ d'avalanche, la carte d'aléa n'affiche pas d'aléa. La partie de la zone de départ potentiel d'avalanche occupée par la forêt concernée est identifiée AB dans un objectif de préservation, voire de gestion optimisée.
- en présence d'une forêt récente, ayant par exemple été introduite afin de limiter l'aléa avalanche, le rôle de protection de cette forêt n'est pas retenu. En revanche, il est possible de réglementer la gestion de ces zones boisées et il appartient donc au prestataire de les identifier ainsi que d'associer les grandes règles de gestion afférentes.

Ouvrages de protection contre les avalanches pris en compte et modes spécifiques de qualification de l'aléa

Un recensement des ouvrages doit être fait conformément à l'annexe 10. Ce recensement et le tableau d'analyse associé permettra de déterminer la façon dont ces ouvrages doivent être considérés pour la qualification de l'aléa.

Cas général :

- La carte des aléas est établie en ne tenant pas compte des effets favorables d'éventuels dispositifs de protection, bâtiments, infrastructures et modifications topographiques. Les effets défavorables (augmentation du niveau d'aléa ou extension de la zone d'aléa vers d'autres terrains du fait de ces modifications anthropiques) doivent par contre être pris en compte dans la carte.

Exceptions justifiées :

- Les seuls ouvrages de protection potentiellement pris en compte pour la cartographie des aléas sont les tournes, les digues de limitation de l'extension de la partie terminale de l'avalanche et les étraves, sous réserve qu'ils soient correctement dimensionnés et gérés par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne.
- Les modifications topographiques importantes (terrassements) peuvent également être prises en compte, sous réserve d'une validation au cas par cas et fonction de leur impact sur l'écoulement et des enjeux concernés.
- Par ailleurs, le prestataire pourra proposer au maître d'ouvrage la prise en compte d'autres ouvrages dans des cas particuliers si cela se justifie et lui paraît pertinent.

Des modélisations spécifiques sont attendues pour les ouvrages pris en compte afin de valider les dimensionnements fonctionnels (Le prestataire pourra utilement s'appuyer sur la note « Dimensionnement fonctionnel des digues paravalanches »).
L'affichage des zones protégées sur les rendus cartographiques ne concernera que les ouvrages pris en compte.

Détermination de l'Aléa de Référence Exceptionnelle (ARE)

Aléa exceptionnel	AE

Il prend en compte les événements plus forts que l'aléa de référence centennal et a pour objectifs principaux : l'information des habitants occupants, la réglementation des établissements recevant du public dans ces zones et de disposer d'information de connaissances utiles pour l'élaboration du plan communal de sauvegarde.

Conformément à la note DGPR 2022 sur les ARE, on distingue 6 types de scénarios possibles d'ARE qui devront être réfléchis sur les différentes trajectoires du diagnostic proposé par le maître d'ouvrage.

1. Connaissance d'un évènement historique majeur antérieur à la fin du petit âge glaciaire (milieu XIXe siècle)
2. Présence d'une topographie favorable à un dépassement des limites connues
3. Simulation numérique guidée par des paramètres nivologiques « tricentennaux » → sera demandée pour tous les couloirs identifiés dans le pré-diagnostic.
4. Présence d'une topographie favorable à un effet de seuil (avalanche à ressaut)
5. Configuration de la zone de départ favorable à des départs élargis
6. Contexte morpho-climatique favorable à des avalanches multiples sur un même site au cours de la saison

Le prestataire retenu veillera à bien analyser l'impact des ouvrages et des modifications durables de la topographie sur l'avalanche de référence exceptionnel. Il veillera aussi à prendre en compte des phénomènes émergeant liés au réchauffement climatique, comme de grosses avalanches de neige humide en plein hiver, avec des trajectoires surprenantes pouvant suivre des voiries ou diffluer latéralement (« warm plug » notamment).

Pour chaque couloir le prestataire explicitera le ou les scénarios de référence exceptionnels retenu(s) ou non et les raisons de son choix. Le paragraphe présentant le scénario retenu s'inspirera de l'exemple de l'annexe 1 de la note DGPR 2022 sur les ARE, en veillant à produire le niveau de description attendu au chapitre VI de la note ARE. Ces scénarios feront l'objet d'un point d'arrêt de validation avec le donneur d'ordre.

En ce qui concerne l'usage des modélisations, voir l'annexe 9.

Annexe 3
Guide d'aide à la cartographie des marges de recul en aléas très forts pour le réseau hydrographique

On s'attache ici à caler des valeurs usuelles pour le réseau hydrographique en zones naturelles, agricoles et bâties. Ces valeurs correspondent à des phénomènes physiques passés ou potentiels, mais pas à des bandes de précautions (cf. annexe 4), qui font l'objet d'un affichage séparé (trames), selon les directives des services de l'Etat (DDT, RTM).

Cette marge a pour but de faire face aux risques liés à la divagation naturelle du lit (**C4, T4**) et à l'érosion des berges (**hors glissements des terrains proches qui sont traités en aléa G**). Cette notion a été étendue au cas du ruissellement/ravinement, lorsque celui-ci est concentré selon un axe plus ou moins marqué (**fonds de talwegs naturels et fossés V4 mais pas les axes de voiries**) » Cette marge de recul est différente des aléas de débordements, qui font l'objet d'un affichage au-delà du lit mineur. Cette marge de recul peut inclure la marge d'entretien, c'est-à-dire la bande de largeur minimal nécessaire à rendre inconstructible pour permettre l'entretien des cours d'eau et la circulation des engins.

1/ Lit mineur inférieur ou égal à 5m de large

	Largeur par rapport à l'axe du lit	
	Zone naturelle et agricole	Zones bâties
Lit de rivière (C4) et rivière torrentielle (T4) Lit de torrent (T4) Fossé et axe de ravinement (V4) hors voiries	Distance incompressible de 5m	Distance incompressible de 5m
Lits C4, T4 et fossés V4 enrochés et/ou maçonnés	5m	5m
Lits C4, T4 et fossés/axes V4, encaissés sur fond rocheux	5m	5m
Lits C4, T4 et fossés/axes V4 avec berges fragiles (affouillements)	10m	Au cas par cas
Lits C4, T4 et fossés V4 très mobiles (berges fragiles + migration latérale du lit) *	20m minimum*	Au cas par cas
Lits endigués, lits perchés	Voir annexes 10 et 11 : les lits endigués sont à considérer au titre des réflexions sur les ouvrages.	
* Pour les lits en tresses et à méandres, les marges de recul n'ont plus de sens : il faut appliquer une surlargeur C4, ou T4 en fonction de la dynamique du cours d'eau et de la migration prévisible du lit à l'échelle d'une centaine d'années.		

2/ Pour **les lits mineurs supérieurs à 5m de large**, décompter la marge de recul à partir du **sommet des berges actuelles**, la représentation cartographique faisant alors foi. Appliquer les mêmes valeurs guides que 1/

3/ Pour les **lits mineurs couverts** (galerie, busage, etc.) : largeur du lit couvert + 2m de part et d'autre. Affichage sous forme de hachures de la couleur de l'aléa.

4/ Pour les **voiries concentrant les écoulements** (V4, V3, V2, T3, T2, C3, C2) : largeur de la voirie + 1m de chaque côté.

5/ pour **les axes naturels V4, sans lits ou fossés formalisés**, la largeur est laissée à l'appréciation du chargé d'étude. Elle doit prendre en compte tous les scénarios possibles d'écoulements, y compris ravinement, incision, déplacement latéral… sur une période de 100 ans.

Annexe 4
Guide de cartographie des bandes de précaution

Définition et objectifs

Dans le cas des aléas hydrauliques, à l'arrière d'ouvrages linéaires mis en charge (hors remblais d'infrastructures de transport qui seront traités au cas par cas[1]) (digues de 1er rang, digues de 2nd rang, murs, murets) assurant ou non une fonction de protection contre les crues[2], il est nécessaire de matérialiser l'existence d'un sur-aléa défini en considérant la rupture possible en tout point de la partie de l'ouvrage mis en charge, ce qui se traduit sur l'ensemble du linéaire concerné par l'affichage, à l'arrière immédiat de ces ouvrages, de bandes dites de précaution correspondant à une zone de sécurité pour lesquelles l'urbanisation sera strictement réglementée.
Ce sur-aléa correspond aux phénomènes de sur-vitesses et d'affouillements induits à l'arrière immédiat du système de protection lors d'une défaillance.

Elles sont matérialisées par des trames permettant de distinguer les aléas issus des scénarios de référence incluant les scénarios de défaillance des ouvrages (aléa aggravé) de ce sur-aléa.

Bandes de précaution réglementaire

Initialement, c'est la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux, qui, au regard du danger particulièrement important dans ces zones (ie à l'arrière des ouvrages de protection), a demandé le contrôle de l'urbanisation sur une largeur forfaitaire égale à 100 fois la différence entre la cote d'eau atteinte en crue de référence à l'amont de l'ouvrage et l'altitude du terrain naturel immédiatement derrière lui (règle des 100 *h). Cette formule par défaut permet de définir en l'absence d'études plus précises, la zone où le danger est significatif.

Le décret du 5 juillet 2019 vient conforter la détermination de ces espaces en indiquant « les bandes de précaution à l'arrière des systèmes d'endiguement sont classées en zone d'aléa de référence très fort. La largeur de la bande de précaution est égale à **100 fois la différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage du fait de la survenance d'un aléa de référence et le terrain naturel immédiatement derrière lui**. Cette **largeur peut être adaptée** sur la base d'éléments techniques de l'ouvrage fournis par son propriétaire ou son gestionnaire ; elle ne peut toutefois pas être inférieure à une largeur définie par arrêté du ministre chargé de la prévention des risques majeurs. »
L'arrêté associé à ce décret indique « la **largeur minimale de la bande de précaution définie au 3° alinéa du I de l'article R.562-11-4 est fixée à 50m,** sauf dans le cas où le terrain naturel atteint la cote NGF de la hauteur d'eau de l'aléa de référence avant les 50m. Pour les tronçons de système d'endiguement d'une **hauteur inférieure à 1,5m, cette largeur minimale de 50m peut être amenée à 33 fois la différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage du fait de la survenance de l'aléa de référence et le terrain naturel immédiat derrière lui, sans pouvoir être inférieure à 10m.**

ATTENTION, le décret parle de la détermination d'une bande de précaution à l'arrière des systèmes d'endiguement. Cependant, elle est également à déterminer pour les ouvrages non classés et qui ne seraient pas rendus transparents hydrauliquement comme le sous-entend la réponse du Ministère de la Transition Écologique et solidaire publiée dans le JO Sénat du 9/7/2020 p3194 et le rappel l'addenda au guide PPRi de la DGPR de mars 2021[3].

---

1 Après échanges avec le gestionnaire

2 C'est à dire classé ou non

3 Addenda guide PPRi, mars 2021 : « les ouvrages n'ayant pas vocation à être intégrés dans un système d'endiguement ou qui ne respectent pas l'obligation de transparence hydraulique, doivent quant à eux être neutralisés, c'est à dire rendus transparents d'un point de vue hydraulique (concrètement sur le terrain). Dans le cas où cette transparence n'est pas opérée, c'est à dire qu'il subsiste un sur-aléa, des scénarios de défaillance sont appliqués et une bande de précaution est mise en œuvre. Par ailleurs, il appartient au

Ainsi la bande de précaution est à tracer pour tous les ouvrages linéaires faisant obstacle à la crue et mis en charge.

La détermination des bandes de précaution s'applique dans le cas des cours d'eau caractérisés par les aléas C et T (dans l'attente de la parution du guide torrentiel).

La bande de précaution permet de prendre en compte des phénomènes spécifiques – notamment érosions - qui ont lieu à l'arrière immédiat des digues ou autres ouvrages linéaires et qu'il est très difficile de modéliser. La largeur de cette bande est définie selon les principes suivants :

Ces bandes de précaution sont à définir à partir du pied de digue côté lit majeur. Pour les tracer il est donc nécessaire de disposer d'un MNT et si possible d'une connaissance des caractéristiques de l'ouvrage en un maximum de point (cf. annexe 10).

Digues des cours d'eau autres que les cours d'eau torrentiels (aléas I)

C'est le décret du 5 juillet 2019 ainsi que son arrêté d'application qui fixe les valeurs des bandes de précaution (BdP) :

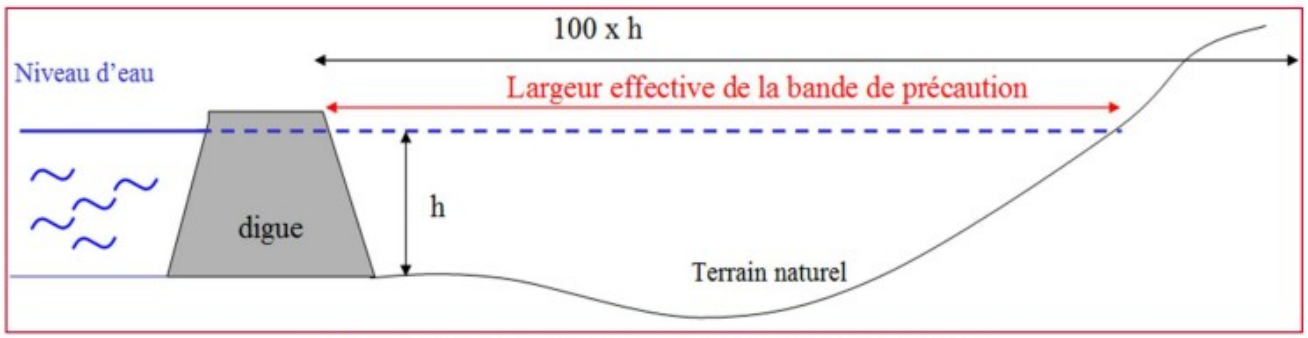
BdP = 100 * h (différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage du fait de la survenance d'un aléa de référence et le terrain naturel immédiatement derrière lui)

Cette largeur peut être adaptée sur la base d'éléments techniques de l'ouvrage fournis par son propriétaire ou son gestionnaire ; elle ne peut toutefois pas être inférieure à la largeur définie par arrêté du ministre chargé de la prévention des risques majeurs.

Cet arrêté indique que cette **largeur minimale est fixée à 50m**, sauf dans le cas où le terrain naturel atteint la cote NGF de la hauteur d'eau de l'aléa de référence avant les 50m.

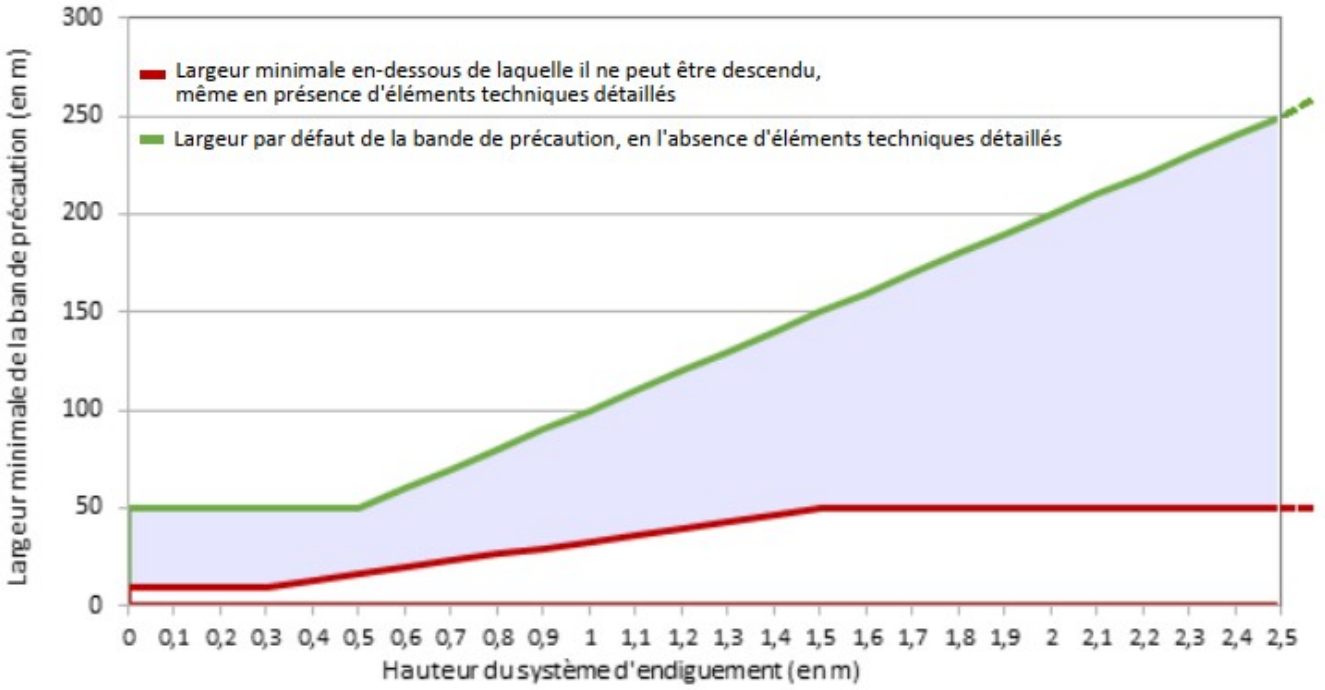
Pour les tronçons d'ouvrages d'une **hauteur inférieure à 1,5m, cette largeur minimale de 50m peut être amenée à 33 fois la différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage du fait de la survenance de l'aléa de référence et le terrain naturel immédiat derrière lui, sans pouvoir être inférieure à 10m.**

Les schémas ci-dessous sont extraits du guide méthodologique d'application du décret du 5 juillet 2019 :



Définition de la bande de précaution derrière un système d'endiguement

service en charge de l'élaboration du PPRi d'informer le service police de l'eau de cette irrégularité. »



Largeur minimale de la bande de précaution en fonction de la hauteur du système d'endiguement

Ces valeurs forfaitaires peuvent être affinées sur proposition motivée du bureau d'études en cas de connaissance plus fine. Cette possibilité est complexe techniquement et son approfondissement est du ressort du bureau d'études, qui doit motiver chaque étape du raisonnement. Une logique pourrait être de définir une bande de précaution au niveau des brèches modélisées au regard des résultats de modélisations en fonction d'un H_Danger et V_Danger à définir et motiver par le bureau d'études et au regard des risques d'érosion du sol. Lorsque cela est possible (entre des brèches simulées et suffisamment proches), ces bandes de précaution « locales » sont à interpoler et/ou généraliser en fonction de l'évolution de la charge hydraulique, de la nature du sol, du bâti...

Digues des cours d'eau torrentiels (aléa T)

Pour les digues des cours d'eau torrentiels, dans l'attente du guide national "aléas torrentiels", il est demandé d'appliquer les principes départementaux suivants :

• **pour les cours d'eau perchés**[4] : une bande de précaution de **50 mètres minimum** de part et d'autre du cours d'eau avec recommandation forte de réaliser une étude hydraulique spécifique analysant les conséquences de rupture de la digue ;

• **pour les cours d'eau non perchés** : par défaut et pour toute digue/ouvrage linéaire dont la hauteur est supérieure à 0,5 m :

- pour un débit supérieur à 100 m3/s pour la crue de référence : une bande de 50 m de part et d'autre du cours d'eau,
- pour un débit compris entre 20 et 100 m3/s pour la crue de référence : une bande de 50 m de part et d'autre du cours d'eau pouvant être réduite jusqu'à 20 m si la hauteur de la digue est inférieure à 1,5 m et si une étude hydraulique spécifique le justifie en analysant les conséquences de rupture de la digue,
- pour un débit inférieur à 20 m3/s pour la crue de référence : une bande de 20 m de part et d'autre du cours d'eau.

4 Un cours d'eau est considéré comme « perché » si H et ≥ 1m entre le terrain existant et le fond du lit.

<u>Dans certains cas, le tracé d'une bande de précaution n'est pas justifié. Le prestataire fournira les justifications nécessaires pour ne pas tracer les bandes de précaution.</u>

Il pourra s'agir par exemple des cas[5] où

- → la pente du cours d'eau est ≥ 20 % : il n'y a plus de mise en charge systématique et plus de rupture brutale possible à priori. L'aléa de référence est en général égal ou supérieur à l'aléa avec rupture de digues,
- → ouvrage mis en charge avec largeur de l'ouvrage ≥ 3 fois la largeur du cours d'eau = cas des remblais massifs. Pas de rupture brutale à priori,
- → canal en béton armé + ouvrages en béton armé dimensionnés pour l'aléa de référence : pas de ruptures brutales à priori,
- → débordement sur la rive opposée plus basse (même si mise en charge) : pas de rupture brutale possible à priori,
- → contournement en amont par la crue de référence, entraînant une absence de mise en charge en aval : plus de rupture brutale / plus de rupture possible à priori,
- → digue/ouvrage non mis en charge pour la crue de référence,
- → section endiguée et couverte « indestructible » pour l'aléa de référence : pas de rupture brutale/plus de rupture possible à priori,
- → digue /ouvrage = mur d'habitation (villa, immeuble),
- → Etc.

5 Attention, ces cas ne sons pas systématiques. Ils pourront aboutir parfois à tracer de bande de précaution tout de même

Annexe 5
Bibliographie générale -
Guides nationaux de prises en compte des aléas et des risques naturels.

Général

MEEM (2016) : *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) Guide général*. 179 p

http://www.irma-grenoble.com

→ le guide général est le principal élément de bibliographie à considérer. Les références bibliographiques suivantes complètent ce guide qui ne traite pas de tous les cas. Elles peuvent cependant ne répondre que partiellement aux attentes exigées dans ce CCTP.

Une partie des documents est disponible sur Internet :
http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/ACCIDR/accueil-risques-majeurs.aspx

Crues des rivières (hors torrents, rivières torrentielles, axes de ruissellement) - Inondation en pied de versant

Décret n°2019-715 du 5 juillet 2019 relatif aux plans de prévention des risques concernant les « aléas débordement de cours d'eau et submersion marine »
https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038730822

Arrêté du 5 juillet 2019 relatif à la détermination, qualification et représentation cartographique de l'aléa de référence et de l'aléa à échéance 100 ans s'agissant de la submersion marine, dans le cadre l'élaboration ou de la révision des plans de prévention des risques concernant les « aléas débordement de cours d'eau et submersion marine »
https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038730841

Modalités d'application du décret n° 2019-715 du 5 juillet 2019 relatif aux plans de prévention des risques concernant les « aléas débordement de cours d'eau et submersion marine », novembre 2019
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Modalit%C3%A9s%20d%E2%80%99application%20du%20d%C3%A9cret%20PPRi%20%E2%80%93%20Novembre%202019.pdf

MATE METL (1999) : *Plan de prévention des risques naturels. Risques d'inondation. Guide méthodologique*. 126 p.
https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/66936/plans-de-prevention-des-risques-naturels-ppr-risques-d-inondation-guide-methodologique

METT (1996) : *Cartographie des zones inondables. Approche hydrogéomorphologique*. 101 p.
https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01565209/document

MTE (2021) : *Addenda au guide méthodologique PPRi. Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques d'inondation*. 28 p.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Addenda_guide%20PPRI_DGPR_Mars2021%281%29.pdf

MEDD (2006) : *Les plans de prévention des risques d'inondation du fleuve Rhône et de ses affluents à crue lente. Doctrine commune*. 100 p.
https://www.plan-rhone.fr/fileadmin/medias/Publications/Inondations/doctrine_rhone/doctrine_PPRI.pdf

Crue torrentielle

MTES (en attente de parution) : Plan de prévention des risques naturels. Guide « cours d'eaux torrentiels ». Guide méthodologique.

Ruissellement sur versant – Ravinement

CEPRI (2021) : *Les inondations par ruissellement. Guide pratique*. 23 p.
https://www.cepri.net/tl_files/Guides%20CEPRI/guide-pratique%20ruissellement%20CEPRI.pdf

MEDD (2004) : *Plans de prévention des risques naturels. Les risques d'inondation. Le ruissellement péri-urbain (note complémentaire)*. 64 p.
https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/66238/plans-de-prevention-des-risques-naturels-previsibles-ppr-les-risques-d-inondation-le-ruissellement-p

Glissement de terrain

MATE METL (1999) : *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) Risques de mouvements de terrain. Guide méthodologique*. 74 p.
https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/66935/plans-de-prevention-des-risques-naturels-ppr-risques-de-mouvements-de-terrain-guide-methodologique?_lg=fr-FR

Chute de pierres et blocs

CEREMA (2020) : *Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux. État de l'art*. Guide technique 68 p.
https://dtrf.cerema.fr/pdf/pj/Dtrf/0008/Dtrf-0008426/DT9010.pdf?openerPage=notice

CEREMA et INERIS (2018) : *Aléa versant rocheux sous-cavé. Caractérisation et évaluation. Guide*. 76 p.
https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Guide_VSC_A4_V15_web.pdf

MEDDE (2014) : *Versants rocheux. Phénomènes, aléas, risques et méthodes de gestion. Guide pratique*. 82 p.
https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/252--2015-guideversants-rocheux-1436256302.pdf

MEDDE (2021) : Aléa rocheux *Méthode MEZAP. caractérisation de l'aléa rocheux dans le cadre d'un PPR ou d'un PAC*. 77 p.
https://fr.calameo.com/read/00571912188ce611ae02c

C2ROP (2021) : Cahier des charges techniques pour la réalisation d'étude de l'aléa éboulement rocheux et définition des travaux ;
https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/cahier-charges-techniques-realisation-etudes-alea-eboulement

MATE METL (1999) : *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) Risques de mouvements de terrain. Guide méthodologique*. 74 p.
https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/66935/plans-de-prevention-des-risques-naturels-ppr-risques-de-mouvements-de-terrain-guide-methodologique?_lg=fr-FR

MEDDE (DGPR-SNRH) (2015) : *Points clés pour la révision des guides méthodologiques relatifs à l'élaboration des plans de prévention des risques naturels en montagne (2013-2014)*
(
MTE (CEREMA), RTM (2020) : *Note technique. Recommandation pour la réalisation d'étude trajectographique de blocs pour la détermination de l'aléa rocheux et le dimensionnement fonctionnel de parade passive.*

C2ROP (2020) : *Les ouvrages déflecteurs*

https://www.alpine-space.org/projects/rockthealps/en/home
https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/etna/VALORISATION/Logiciels

Affaissement Effondrement Suffosion

CEREMA et INERIS (2018) : *Dissolution naturelle du gypse dans le sous-sol. Analyse et gestion des aléas mouvements de terrain de type affaissement et effondrement. Guide*. 40p.
https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Guide_Gypse_A4_V10_web.pdf

MEDDE (2012) : *Plan de prévention des risques naturels. Cavités souterraines abandonnées. Guide méthodologique*. 82 p.
https://side.developpement-durable.gouv.fr/ACCIDR/doc/SYRACUSE/675741/plan-de-prevention-des-risques-naturels-cavites-souterraines-abandonnees-guide-methodologique

Avalanche

MEDDE (2015) : *Plan de prévention des risques naturels Avalanches. Guide méthodologique*. 103 p.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide%20PPR%20avalanches-correctif%20f%C3%A9vrier%202022%281%29.pdf

MTE (2022) : *Qualification et cartographie des avalanches de référence exceptionnelles dans les plans de prévention des risques naturels (PPRN). Note méthodologique*. 26 p.
https://www.georisques.gouv.fr/sites/default/files/2022-09/note_ARE_janvier_2022_version_finale.pdf

MTES (2019) **:** *Propositions pour améliorer la qualification et la cartographie des avalanches exceptionnelles. Note méthodologique*. 26 p.

Cartographie des aléas naturels prévisibles

Rapport de présentation

Version 3 - 07/02/2025

Identification du document

Projet	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes			
Titre	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes - Rapport de présentation			
Fichier	2023_A_T_P_G_V_Etude_rtm38_Les_Deux_Alpes_Rapport_presentation-aleas_3.0_GED			
Référence	idGED : 2023-ONF-RTM 26/38-0090			
Chef de projet	Yannick ROBERT	Visa : X	Tél. 06 17 38 32 57	yannick.robert@onf.fr
Relecture et validation	Pierre VERRY	Visa : X	Mathieu SCHMITT	Visa : X
Maître d'ouvrage	Commune des Deux Alpes			
	Référence commande :		DEP-16-889101-00164028 / DEP-16-889101-00192569	
Maître d'œuvre ou AMO	----		---	

Versions

Version rapport	Date	Version carte	Auteur	Vérifié par	Modifications
0.1	28/08/2023	0.1	Vianney GADIOLET	Yannick ROBERT	Relecture interne RTM
1.0	23/11/2023	1.0	Yannick ROBERT	--	Diffusion Maitre d'Ouvrage
2.0	23/04/2024	2.0	Yannick ROBERT	Pierre VERRY	Diffusion Maitre d'Ouvrage
3.0	07/02/2025	3.0	Robin MAINIERI	Yannick ROBERT	Diffusion Maitre d'Ouvrage

Diffusion

Diffusion	Support	Pointage	
Commune	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	X	PDF (rapport + annexes + cartes)
DDT	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	X	PDF (rapport + annexes + cartes)
CCO et SYMBHI	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	X	PDF (rapport + annexes + cartes)

Archivage

N° d'archivage (référence)	2023-ONF-RTM 26/38-0090
Titre	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes - Rapport de présentation.
Département	Isère (38)
Commune(s) concernée(s)	Les Deux Alpes.
Cours d'eau concerné(s)	Le Vénéon, la Romanche, la Pisse, le ruisseau de l'Alpe, ruisseau de la Rivoire, Le Merdaret, le Replat (le Sellier), torrent de Villeneuve (la Muzelle).
Région naturelle	Massif de l'Oisans.
Thème	Cartographie des aléas naturels prévisibles ; Plan Local d'Urbanisme.
Mots-clefs	Carte ; Aléas ; Deux Alpes ; Oisans ; Isère.

Photo de couverture : le Bourg d'Arud en 1939 (carte postale Oddoux n°677)

Table des matières

1 Introduction 7

1.1 Avertissement 7
1.1.1 Usages et responsabilités 7
1.1.2 Échelle et fonds de références des documents originaux 7
1.1.3 Version du rapport et des cartes correspondantes 8

1.2 Objet et contenu de l'étude 8
1.2.1 Cadre de l'étude 8
1.2.2 Contenu du dossier de la carte des aléas des Deux-Alpes 8
1.2.3 Limites de l'étude 8

1.3 Préalable 8

1.4 Note de mise à jour 1999-2023 9

2 Présentation générale du territoire 9

2.1 Cadre géographique 9
2.1.1 Situation générale 9
2.1.2 Développement urbain 10
2.1.3 Structures administratives du territoire 11

2.2 Cadre géologique 11
2.2.1 Le socle cristallin 12
2.2.2 Les terrains sédimentaires 12
2.2.3 Formations quaternaires 12

2.3 Conditions climatiques 13
2.3.1 Cumuls pluviométriques sur 24h 13
2.3.2 Intensités pluviométriques sur 24h 14

2.4 Réseau hydrographique 14
2.4.1 Le bassin versant de la Romanche au nord de la commune 15
2.4.2 Le bassin versant du Vénéon au sud de la commune 16
2.4.3 Synthèse hydrologique des bassins versants 18

3 Présentation détaillée des phénomènes et des aléas – hameaux de l'ancienne commune de Mont-de-Lans 19

3.1 Synthèse des événements recensés dans la base de données RTM sur le territoire communal 21

3.2 Secteur de la Rivoire 22
3.2.1 Crue torrentielle : ruisseau de la Rivoire 22
3.2.2 Glissement de terrain, coulée boueuse 25
3.2.3 Chutes de pierres et de blocs, écroulements 27
3.2.4 Avalanches 31

3.3 Secteur du Garcin 40
3.3.1 Ruissellement de versant, ravinement 40
3.3.2 Chutes de pierres et de blocs, écroulements 41

3.4 Secteur des hameaux de la Rollandière, les Touches et le Cros 50
3.4.1 Crue torrentielle : ru de la Rollandière 50
3.4.2 Ruissellement de versant, ravinement 53
3.4.3 Glissement de terrain, coulée boueuse 53
3.4.4 Chutes de pierres et de blocs 55
3.4.5 Affaissements, effondrements de cavités souterraines 56
3.4.6 Avalanches 58

3.5 Secteur du hameau de la Faurie – les Travers 61
3.5.1 Crue torrentielle : ruisseau de la Faurie et rif du Fournel 61
3.5.2 Glissement de terrain, coulée boueuse 64

3.5.3 Avalanches 65

3.6 Secteur des hameaux de la Baronnière, les Hugues, les Eymards et le Penail 67
3.6.1 Crue torrentielle : ru de Combe Chave 67
3.6.2 Glissement de terrain, coulée boueuse 69
3.6.3 Avalanches 69

3.7 Secteur du hameau du Ponteil 69
3.7.1 Crue torrentielle : ruisseau du Ponteil 69
3.7.2 Ruissellement de versant, ravinement 70
3.7.3 Glissement de terrain, coulée boueuse 71

3.8 Secteur du hameau de la Molière 71
3.8.1 Glissement de terrain, coulée boueuse 71
3.8.2 Affaissements, effondrements de cavités souterraines 72
3.8.3 Avalanches 73

3.9 Secteur de Bons 77
3.9.1 Ruissellement de versant, ravinement 77
3.9.2 Glissement de terrain, coulée boueuse 78
3.9.3 Avalanches 80

3.10 Secteur de Mont-de-Lans 84
3.10.1 Crue torrentielle : ruisseau de l'Alpe 84
3.10.2 Ruissellement de versant, ravinement 84
3.10.3 Glissement de terrain, coulée boueuse 86

3.11 Secteur du Chambon 89
3.11.1 Glissement de terrain, coulée boueuse 89
3.11.2 Chutes de pierres et de blocs, écroulements 90

3.12 Secteur de Cuculet 94
3.12.1 Crue torrentielle : ruisseau de la Pisse 94
3.12.2 Glissement de terrain, coulée boueuse 95
3.12.3 Avalanches 100

4 Présentation détaillée des phénomènes et des aléas – le plateau des Deux-Alpes 101
4.1.1 Crue torrentielle : rivière torrentielle de l'Alpe et son bassin versant 102
4.1.2 Crue torrentielle : haut bassin versant du Sellier 105
4.1.3 Ruissellement de versant, ravinement du bassin versant de l'Alpe de Mont-de-Lans 108
4.1.4 Ruissellement de versant, ravinement du bassin versant de l'Alpe de Vénosc 110
4.1.5 Inondation de pied de versant (centre station) 114
4.1.6 Glissement de terrain, coulée boueuse de l'Alpe de Mont-de-Lans 115
4.1.7 Glissement de terrain, coulée boueuse du versant est (le Fioc) 118
4.1.8 Glissement de terrain, coulée boueuse du versant ouest (Grande Aiguille à Clot de la Font) 119
4.1.9 Avalanches du versant est (le Fioc) 120
4.1.10 Avalanches du versant ouest (Grande Aiguille à Clot de la Font) 125

5 Présentation détaillée des phénomènes et des aléas – hameaux de l'ancienne commune de Vénosc 130

5.1 Secteur de Vénosc (le Sellier, la Ville/le Courtil, le Ballatin) 130
5.1.1 Crues torrentielles 130
5.1.2 Glissement de terrain, coulée boueuse 132
5.1.3 Chutes de pierres et de blocs, écroulements 132
5.1.4 Avalanches 132

5.2 Secteur du Collet 135
5.2.1 Glissement de terrain, chutes de pierres et de blocs 135

5.3 Secteur du Bourg d'Arud 137
5.3.1 Chutes de pierres et de blocs, glissements de terrains 137
5.3.2 Crue torrentielle : rivière torrentielle du Vénéon et ruisseau de la Muzelle 139

5.4 Secteur de l'Alleau 142
5.4.1 Aléas crues torrentielles et glissements de terrain 142

5.5 Secteur de la Danchère ____ 144
5.5.1 Avalanches ____ 144
5.6 Secteur Les Escallons ____ 149
5.7 Secteur du hameau des Ougiers ____ 150
5.7.1 Crues torrentielles, chutes de pierres et de blocs, avalanches ____ 150
6 ANNEXES hors texte du rapport ____ 155
6.1 Tableau des phénomènes historiques ____ 155
6.2 CARTE DES PHENOMENES HISTORIQUES ____ 155
6.3 Tableau récapitulatif des ouvrages de protection ____ 155
6.4 Rapport d'évènement de la crue du 20 octobre 2023 sur le Vénéon ____ 155
6.5 Rapport d'évènement de la crue du 21 juin 2024 sur le Vénéon ____ 155
6.6 BIBLIOGRAPHIE ____ 155

Table des tableaux

Tableau 1 : cumul pluviométrique donné pour 24h (MétéoFrance) ... 13
Tableau 2 : coefficient de Montana pour la commune des Deux-Alpes ... 14
Tableau 3 : Intensité pluviométrique sur 3 heures ... 14
Tableau 4 : Synthèse hydrologique des bassins versants ... 18
Tableau 5 : synthèse des ouvrages de franchissement rencontrés à la Rivoire sur le ruisseau du même nom. ... 22
Tableau 6 : détail des transects 2D et ligne d'énergie au droit de l'enjeu ... 29
Tableau 7: paramètres d'entrées pour la modélisation 3D ... 30
Tableau 8 : Inventaire des avalanches connues sur les sites CLPA 2 à 5 et 87-88 ainsi que les sites EPA n°1 et 2 de Mont-de-Lans ... 32
Tableau 9 : ouvrage de protection sur le secteur du hameau du Garcin ... 43
Tableau 10: détail des transects 2D et ligne d'énergie au droit du premier enjeu rencontré ... 44
Tableau 11 : paramètres d'entrées pour la modélisation 3D ... 47
Tableau 12 : synthèse des ouvrages de franchissement du ru de la Rollandière. ... 50
Tableau 13: Inventaire des avalanches connues sur les sites CLPA 88, 89 et 90 affectants le hameau de la Rollandière ... 58
Tableau 14 : synthèse des ouvrages de franchissement rencontrés au hameau de la Faurie sur le ruisseau du même nom ainsi que le rif du Fournel. ... 61
Tableau 15 : Inventaire des avalanches connues sur le site CLPA 6 affectants le hameau de la Faurie ... 65
Tableau 16 : synthèse des ouvrages de franchissement rencontrés au hameau du Penail sur le ru de Combe Chave. ... 68
Tableau 17 : Inventaire des avalanches connues sur le site CLPA 6 affectants le hameau de la Faurie ... 73
Tableau 18 : ouvrage de protection présents au-dessus du hameau de la Molière ... 76
Tableau 19 : événements de glissement de terrain recensé sur le secteur du village de Bons ... 78
Tableau 20: Inventaire des avalanches connues sur les sites CLPA 8, 92 et vallon des Clochettes au-dessus du village de Bons. ... 80
Tableau 21 : événements de ruissellement recensés sur le secteur du village de Mont-de-Lans. ... 84
Tableau 22 : événements de glissement de terrain recensé sur le secteur du village de Mont-de-Lans. ... 86
Tableau 23 : événements de glissement de terrain recensé sur le secteur du hameau du Chambon. ... 89
Tableau 24 : ouvrage de protection sur le secteur du hameau du Chambon ... 91
Tableau 25 : lignes d'énergies appliquées pour le hameau du Chambon ... 92
Tableau 26 : paramètres d'entrées pour la modélisation 3D ... 93
Tableau 27 : synthèse des ouvrages hydrauliques rencontrés dans le secteur du hameau de Cuculet ... 94
Tableau 28 : événements de glissement de terrain référencés sur le territoire de Cuculet ... 96
Tableau 29 : inventaire des avalanches recensées sur les CLPA n°20, 21, 22, 23 et 82 et l'EPA n°200. ... 100
Tableau 30 : inventaire des événements de crue torrentielle sur le plateau des Deux Alpes ... 102
Tableau 31 : principaux ouvrages rencontrés sur le haut bassin versant du ruisseau de l'Alpe ... 103
Tableau 32 : inventaire des ouvrages recensés sur les affluents du ruisseau du Sellier sur le plateau de l'Alpe de Vénosc ... 107
Tableau 33 : inventaire des événements de ruissellement sur le secteur de l'Alpe de Mont-de-Lans ... 108
Tableau 34 : inventaire des événements de ruissellement sur le secteur de l'Alpe de Vénosc. ... 110
Tableau 35 : ouvrages de protections face aux ruissellements recensés sur le secteur de l'Alpe de Vénosc. ... 113

Tableau 36 : inventaire des glissements de terrain recensés sur le secteur de l'Alpe du Mont-de-Lans 115
Tableau 37 : inventaire des ouvrages de lutte contre les glissements de terrain au nord de l'Alpe du Mont-de-Lans 117
Tableau 38 : inventaire des glissements de terrain sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes 119
Tableau 39 : inventaire des avalanches connues pour les CLPA 1, 93, 94 – EPA n°5 120
Tableau 40 : ouvrage de protection présents sur le versant est du plateau des Deux-Alpes 122
Tableau 41 : paramètres d'entrée (RAMMS) pour la modélisation des avalanches du versant ouest du plateau des Deux-Alpes. 124
Tableau 42 : inventaire des événements avalancheux sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes. 125
Tableau 43 : ouvrage de protection présents sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes 126
Tableau 44 : paramètres d'entrée (RAMMS) pour la modélisation des avalanches du versant ouest du plateau des Deux-Alpes. 129

1 Introduction

Ce rapport de présentation reprend l'essentiel des aléas présentés lors du projet de PPRN porter à connaissance le 27 septembre 1999.

Il le complète en portant les évènements apparus depuis cette date et analysant l'efficacité des ouvrages de protection réalisés.

Il s'appuie sur une reconnaissance de terrain approfondie de certains secteurs et prend en compte les évolutions de la prise en compte des risques naturels, au travers des recommandations des différents groupes de travail et des réflexions internes au département de l'Isère entre le Service Sécurité et Risques de la DDT et le service RTM.

Version du CCTP aléas départemental (DDT-RTM) prise en compte : v5F de 2022.

1.1 Avertissement

1.1.1 Usages et responsabilités

Ce rapport, ses annexes et les cartes qui l'accompagnent constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle, sans l'accord écrit du service RTM 38, ne saurait engager la responsabilité de la société ou de ses collaborateurs.

L'utilisation des informations contenues dans ce rapport, ses annexes ou les cartes qui l'accompagnent en dehors de leur strict domaine d'application ne saurait engager la responsabilité du service RTM.

L'utilisation des cartes, ou des données numériques géographiques correspondantes, à une échelle différente de leur échelle nominale ou leur report sur des fonds cartographiques différents de ceux utilisés pour l'établissement des cartographies originales relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Le service RTM 38 ne peut être tenu pour responsable des modifications apportées à ce rapport, à ses annexes ou aux cartes qui l'accompagnent sans un accord écrit préalable de la société.

Le service RTM ne peut être tenu pour responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences du non-respect ou d'une interprétation erronée de ses recommandations.

L'actuelle version 1.0 du rapport de présentation est rattachée aux versions 1.0 et ultérieures de la carte des aléas ainsi que la note de méthodologie version 1.0 jusqu'à l'édition d'une nouvelle version qui vienne la remplacer.

1.1.2 Échelle et fonds de références des documents originaux

La cartographie des aléas a été entièrement reprise sur les bases topographiques (MNT) des levés LiDAR (DREAL 2012, RTM-MTE 2012 et 2014, Deux-Alpes 2016, IGN 2022) qui couvrent l'ensemble des zones à enjeux de la commune. Les limites sont donc nettement affinées. Le cadastre étant globalement faux, particulièrement sur les emprises des hameaux de la commune, il a été fait le choix de cartographier les aléas sur les fonds topographiques LiDAR complétés de l'IGN (BD Topo : routes, bâtiments ; SCAN 25 et BD Ortho – orthophotographies - de 2015 et 2021).

1.1.3 Version du rapport et des cartes correspondantes

Version du rapport et cartes correspondantes

Documents	Version correspondante
Note de méthodologie de la carte des aléas	V 2
Rapport de présentation de la carte des aléas	V 2
Carte des aléas (hors avalanches)	V 5 (V 6 pour la planche 3 uniquement)
Carte des aléas avalancheux	V 2
Carte des dispositifs de protection	V 1
Carte des phénomènes	V 1

1.2 Objet et contenu de l'étude

1.2.1 Cadre de l'étude

La commune des Deux-Alpes a confié au service RTM Isère la réalisation de la cartographie des aléas de sa commune.

1.2.2 Contenu du dossier de la carte des aléas des Deux-Alpes

Le dossier de cartographie des aléas est composé des pièces suivantes :

- Note de présentation méthodologique générale + 5 annexes ;
- Rapport de présentation détaillé ;
- Carte des aléas inondations et mouvements de terrain (4 planches) ;
- Carte de l'aléa avalanche (4 planches) ;
- Carte des dispositifs de protection ;
- Carte des phénomènes.

1.2.3 Limites de l'étude

L'étude s'applique au territoire communal contenant des enjeux (bâti) et les bassins de réception des aléas associés.

Ne sont pas pris en compte les zones situées dans le domaine skiable des Deux-Alpes (SATA Group) hors périmètre cité ci-dessus).

De plus, ne sont pas pris les zones situées dans le Parc National des Ecrins (rive gauche du Vénéon) qui n'entrent pas dans le périmètre ci-expliqué.

1.3 Préalable

Avant la lecture du présent rapport, il convient de se reporter à la note méthodologique générale qui présente la démarche entreprise à l'échelle du territoire communal pour la qualification des aléas.

1.4 Note de mise à jour 1999-2024

- → Le présent rapport est enrichi des nouveaux évènements survenus, avec adjonction d'éléments iconographiques (photographies de phénomènes, illustrations graphiques).
- → Les résultats des études récentes sont pris en compte dans la qualification des aléas, notamment sur les secteurs de l'Alleau, du Bourg d'Arud, du Sellier, des Travers, du Chambon ainsi que du Garcin.
- → Les rubriques qui concernent les ouvrages de protections sont plus détaillées : rôle et fonction des ouvrages, prise en compte pour la qualification des aléas, iconographie (photos des travaux et de l'état des ouvrages).

La cartographie des aléas a été entièrement reprise sur les bases topographiques (MNT) des levés LiDAR (DREAL 2012, RTM-MTE 2012 et 2014, Deux-Alpes 2016, IGN 2022, RTM-MTE 2024) qui couvrent l'ensemble des zones à enjeux de la commune. Les limites sont donc nettement affinées. Le cadastre étant globalement faux, particulièrement sur les emprises des hameaux de la commune, il a été fait le choix de cartographier les aléas sur les fonds topographiques LiDAR complétés de l'IGN (BD Topo : routes, bâtiments ; SCAN 25 et BD Ortho – orthophotographies - de 2015 et 2021).

2 Présentation générale du territoire

2.1 Cadre géographique

2.1.1 Situation générale

2.1.1.1 Situation géographique

Les Deux-Alpes se situe dans l'Oisans, vallée intra-alpine de la Romanche située entre les sources de cette rivière et la commune de Livet-et-Gavet. Les Deux-Alpes occupe la terminaison nord du massif des Ecrins entre les communes de Bourg d'Oisans à l'ouest, Le Freney d'Oisans au nord, Mizoën et St-Christophe-en-Oisans à l'est.

2.1.1.2 Reliefs

Le territoire de la commune est très contrasté. Il comprend comme points culminants le Jandri (3288m) à l'est, Pied Moutet (2339m) à l'ouest ou encore la Roche Muzelle (3465m) au sud. Les pentes de ces versants montagneux sont particulièrement raides à l'exception du plateau des Deux-Alpes à l'altitude 1650 ou le fond de vallée du Vénéon sur les cônes de déjection des différents torrents. Ces quelques surfaces moins raides ont été les centres d'occupation et d'installation privilégiées des sociétés humaines.

Les gorges de la Romanche, en amont du Clapier, les gorges du Ru de l'Alpe ou encore les gorges du Vénéon en amont du Bourg d'Arud sont particulièrement encaissées.

D'une façon générale, le versant nord de la commune, sur l'emplacement de l'ancienne commune de Mont-de-Lans, présente un aspect en terrasses agricoles parsemées de hameaux qui occupent l'auge glaciaire suspendue du glacier de la Romanche. En opposition, le versant sud de la commune, sur l'emplacement de l'ancienne commune de Vénosc, présente une extrême raideur rocheuse. Le bâti se retrouve confiné en fond de vallée, sur les cônes de déjection et pieds de versants.

2.1.1.3 Principaux axes de communication

- **Réseau routier**

Les axes de communication routier des Deux-Alpes sont contraints par les reliefs. La route historique de Briançon à Grenoble par le Lautaret (actuellement D1091) occupe la vallée de la Romanche au

nord de la commune. Elle dessert les hameaux de la Rivoire, du Garcin et du Chambon. La D213 relie ce dernier hameau au plateau des Deux-Alpes, en passant par Mont-de-Lans.

La RD530 occupe la vallée du Vénéon du Clapier jusqu'à la Bérarde. Elle dessert les Ougiers, Vénosc et le Bourg d'Arud.

- **Transport par câbles**

Une télécabine relie Vénosc et l'Alpe de Vénosc. Une télécabine, en projet de rénovation, relie Mont-de-Lans et l'Alpe de Mont-de-Lans. La liaison entre l'Alpe d'Huez et les Deux Alpes par câbles est en projet.

2.1.2 Développement urbain

Les vestiges historiques disponibles en Oisans sont relativement ténus pour espérer retracer précisément la chronologie locale. Les hameaux actuels, placés systématiquement sur des emplacements préférentiels (ensoleillement, protection vis-à-vis des aléas naturels…) présentent des origines certainement très anciennes avec une persistance du choix d'implantation stratégique. Située pour sa partie nord sur l'axe principal de communication entre les Alpes du sud et les Alpes du nord, la commune a très tôt affirmé une certaine fonction de péage. Plus récemment, le développement de la station, au détriment de l'occupation traditionnelle de la montagne, a remodelé profondément les usages de la montagne.

2.1.2.1 Développement historique

- **L'occupation ancienne**

Des découvertes récentes ont mis en évidence des traces d'activités préindustrielles centrées sur l'exploitation du cristal de roche au Néolithique ainsi que sur le cuivre durant l'âge du bronze. La route du Col du Lautaret était déjà un axe de passage préférentiels comme en témoignent les nombreuses tombes et dépôts votifs qui y ont été découverts (âge du fer).

- **L'occupation gallo-romaine**

Le hameau de Bons trouve ses origines certaines à l'époque gallo-romaine. S'y trouvent une voie romaine ainsi qu'une porte monumentale.

- **L'occupation médiévale et moderne**

La commune apparaît en 1073 sous le nom de « Parocchia de Lento ». Seul Mont-de-Lans est cité dans les documents, lors du passage des différents osts par la route du Col du Lautaret. Les villages et hameaux sont progressivement peuplés jusqu'à l'optimum de population de la seconde moitié du XIXe siècle. Les modes de vies sont profondément liés à la saisonnalité de la montagne ; l'hiver, les hommes partent colporter ou réaliser des travaux en basses vallées, les femmes et enfants s'occupent du bétail dans les hameaux. L'été, les estives (plateau des Deux-Alpes notamment) sont investis pour faire paitre les bêtes.

- **Développement de l'hydro-électricité**

A la fin du XIXème siècle, la basse vallée de la Romanche est investie par les industriels grenoblois pour l'hydro-électricité. La commune des Deux-Alpes va devoir attendre la première moitié du XXème siècle pour voir les premières installations :

- en 1926, les travaux d'érection du barrage du Chambon débutent, ils se termineront en 1938 ;
- le Vénéon sera aménagé plus tard. Débutés en 1941, les grands aménagements hydroélectriques reliant le Plan du Lac, le bassin du Lauvitel et celui de la Muzelle seront terminés à la fin de la décennie.

2.1.2.2 Urbanisation contemporaine

- **La station de ski : changement d'occupation des sols au plateau, une densification toujours d'actualité**

En 1879, Pierre Balme ouvre l'hôtel Balme à Vénosc. En 1932, Mme Tessa ouvre un refuge aux Deux-Alpes. Les premiers skieurs investissent le territoire communal en 1935. En 1938, un téléski est installé en versant ouest du plateau. Le développement de la station actuelle va être débuté dans les années 1947 (remontes pentes, téléskis, nombreux hôtels, écoles de ski…). En 1955, les Alpes de Vénosc et de Mont de Lans, qui voient leurs limites se toucher prennent le nom des Deux-Alpes. En 1956, la station est classée « Station Nationale ». En 2020, la SATA Group achète le domaine skiable.

L'essor de la station de ski a donné une très forte impulsion à l'urbanisation du plateau des Deux-Alpes. Vaste surface plane héritée d'un interfluve glaciaire, cette zone était autrefois occupée par des marécages et des tourbières. La dynamique immobilière est très importante entre les deux anciens hameaux de l'Alpe. Des grands projets de construction (UCPA, hôtel, etc.) ont été menés ces dernières années aux deux extrémités. Le centre station paraît momentanément en perte de vitesse en raison d'équipements vieillissants.

- **Les hameaux**

Avec l'essor de la station, la population des Deux-Alpes, qui était dispersée dans les nombreux hameaux de la commune se regroupe autour du nouveau centre économique. L'ensemble de ces petits villages connaît donc un exode important. Certains, particulièrement isolé, ont disparu. C'est par exemple le cas du Châtelard, du Sapey, de Laffreyte… Actuellement, l'ensemble de ces hameaux présente un bâti réduit si on le compare à l'optimum démographique de la fin du XIXème siècle. Un certain nombre de ruines se retrouvent sous la végétation. Ce bâti dispersé est peuplé de résidents à l'année et ne présente que peu d'offre d'hébergement touristique. Ceci s'explique par rapport à l'éloignement temps aux infrastructures de la station. La politique de la ville peine à investir ces zones marginalisées.

- **Démographie actuelle**

La commune des Deux-Alpes comptait en 2020, 1 942 habitants permanents. En haute saison hivernale, environ 40 000 personnes peuplent la station.

2.1.3 Structures administratives du territoire

2.1.3.1 Communauté de Communes

La commune des Deux-Alpes appartient à la Communauté de Communes de l'Oisans.

2.1.3.2 Syndicat hydraulique

L'ensemble du réseau hydrographique de la Romanche et de ses affluents (Vénéon notamment) sur le territoire de la commune relève du SYMBHI.

La compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et de la Prévention des Inondations) revient également au SYMBHI.

2.2 Cadre géologique

L'agglomération de la station des Deux-Alpes occupe une combe suspendue entre les vallées de la Romanche et du Vénéon. Cette selle d'alpages de près de deux kilomètres correspond à un sillon déprimé sédimentaire d'axe nord-sud enchâssé entre deux blocs majeurs du socle cristallin : le bloc des Grandes-Rousses à l'ouest (culminant avec Pied-Moutet) et le socle d'Emparis à l'est (culminant avec le Jandri). Cette structure correspond à la dissymétrie qui caractérise les hémigrabens des massifs cristallins externes.

2.2.1 Le socle cristallin

La commune des Deux-Alpes est caractérisée par deux hémigrabens constitués de formations métamorphiques et magmatiques qui sont les prolongements respectifs du cristallin des Grandes-Rousses à l'ouest et de celui d'Emparis à l'est.

On retrouve à l'ouest un sous-bassement en amphiboles et gneiss amphiboliques entaillé par les vallées de la Romanche (gorges de l'Infernet) et du Vénéon. Ces roches se retrouvent aussi au sommet de Pied-Moutet qui se trouve être l'extrémité orientale du chevauchement de Côte Belle. Au contact avec le sédimentaire, la terminaison sud de la faille des Grandes-Rousses (Le-Garcin, Bons) présente une étroite bande de Leyptinites ainsi que l'extrémité des micaschistes du Val-Ferrand.

A l'est de la commune, le cristallin refait son apparition avec les gneiss migmatitiques du Grand Plan qui forment un vaste anticlinal. Une butte témoin présente des lambeaux du sédimentaire et notamment le Lias de la Belle-Etoile et de la Grande Sure.

Au sud de la commune, en rive gauche du Vénéon, un très imposant massif de granites et gneiss culmine à l'aiguille de Vénosc (2828m).

2.2.2 Les terrains sédimentaires

- **Le carbonifère**

Il repose en discordance sur les roches métamorphiques (amphiboles). Il s'agit d'une couche de schistes noirs houillers qui traverse la commune du nord au sud dans les pentes ouest du Fioc. C'est vraisemblablement la terminaison sud du houiller des Petites Rousses. Il a été exploité aux XIXème et XXème siècle de façon artisanale par les habitants de Mont de Lans et de Vénosc.

- **Le Trias**

Le Trias est représenté par des calcaires dolomitiques et des cargneules. Il affleure principalement au nord de la commune, sur les coteaux du Fioc – Mais ainsi que sous le chevauchement de Pied-Moutet.

- **Le Secondaire**

Le secondaire occupe l'ensemble de la selle des Deux Alpes. Ces couches forment le remplissage du fossé tectonique de l'hémigraben. Elles sont ployées en un synclinal déversé vers l'ouest. La succession comporte à sa base des calcaires noirs lités du Lias inférieur et moyen, des calcaires argileux et marnes datés du Toarcien ainsi que des marnes aaléniennes. Le cœur, étroit, du synclinal comporte des calcaires argileux du Bajocien.

2.2.3 Formations quaternaires

- **Les éboulis**

Les versants à l'aval des falaises sont tapissés d'une formation d'éboulis résultant de l'accumulation d'éboulements et de débris de roches par altération des falaises. Ces éboulis, encore alimentés par l'érosion actuelle, sont nommés récents ou vifs.

- **Les moraines**

Un grand nombre de dépôts morainiques est répertorié sur la commune des Deux-Alpes. Ils résultent du retrait glaciaire lors de la dernière glaciation (post-Würm).

A l'aval du lac du Lauvitel, existe une formation de moraines se présentant sous forme de chaos de blocs de grande taille, anguleux ou plus ou moins émoussés ou même arrondis, à matrice fine abondante ou à texture vacuolaire par lavage. Leur épaisseur est considérable (pluridécamétrique à hectométrique) :

- des Ougiers jusqu'au pont Escoffier, il s'agit d'un dépôt de fond et plus ou moins frontal du glacier du Vénéon, lorsque, au cours de son retrait, il stationnait à l'altitude 800m ;

- la moraine de la Danchère, par contre, a visiblement été déposée par le glacier du cirque de Lauvitel.

L'ensemble de l'auge glaciaire suspendue du glacier de la Romanche en versant nord de la commune présente un plaquage superficiel de moraines. Il s'agit de dépôts de fond plus ou moins latéral du glacier de la Romanche. Ces dépôts sont très argileux à blocs roulés de petite taille parsemés de blocs émoussés de volumes métriques. Leur épaisseur est faible (une dizaine de mètre tout au plus, plus fréquemment de l'ordre de 3-4 mètres).

Enfin, le fond et les pieds de coteaux de l'interfluve glaciaire de la Selle des Deux-Alpes présente des dépôts morainiques. Il s'agit de dépôts latéraux et plus ou moins frontaux laissés par le retrait du glacier du Vénéon. Ils sont donc plus épais au nord du plateau qu'au sud (de l'ordre de métrique sur les coteaux à décamétrique sous le plateau).

- **Les cônes de déjection**

Les cônes de déjection actuels sont nombreux dans les vallées de la Romanche mais surtout du Vénéon. Sur la commune, les parties basses des versants entre le Bourg d'Arud et la Danchère (sur les deux rives) correspondent à des cônes de déjection. De même, le pont Escoffier et la RD530 sont construits en travers de multiples petits cônes situés à l'aval de drayes en provenance du versant ouest de Pied-Moutet.

2.3 Conditions climatiques

Les barrières montagneuses successives recevant de plein fouet les perturbations atlantiques, provoquant une abondante pluviosité et surtout nivosité en altitude ; compte tenu de celles-ci, les glaciers et névés alimentent les torrents à longueur d'année. Ces flux proviennent principalement du nord-ouest, et s'assèchent sur les versants de même altitude. Pour cela, le versant de Mont-de-Lans est plus arrosé que le versant de Vénosc.

Les données météorologiques disponibles proviennent des 6 stations les plus proches :

- Besse-en-Oisans (altitude 1536m) à environ 7 kilomètres au nord des Deux-Alpes ;
- St-Christophe-en-Oisans (altitude 1560m) à environ 7 kilomètres au sud-est des Deux-Alpes ;
- L'Alpe d'Huez (altitude 1860m) à environ 9 kilomètres au nord des Deux-Alpes ;
- Le Bourg d'Oisans (altitude 730m) à environ 14 kilomètres au nord-ouest des Deux-Alpes ;
- Vaujany (altitude 772m) à environ 16 kilomètres au nord-ouest des Deux-Alpes ;
- Grenoble-St-Geoirs (altitude 384m) à environ 70 kilomètres au nord-ouest des Deux-Alpes.

Les stations de l'Oisans sont des postes de type 4, à savoir un poste à acquisition journalière en différé ; d'où la mention du poste météo de Grenoble-St-Geoirs.

2.3.1 Cumuls pluviométriques sur 24h

Les données MétéoFrance fournissent les cumuls de précipitations suivants sur 24h et pour différentes périodes de retour :

Tableau 1 : cumul pluviométrique donné pour 24h (MétéoFrance)

Station	Pj10 (mm)	Pj20 (mm)	Pj100 (mm)
Alpe d'Huez	64	70	91
Besse	75	85	105
St-Christophe-en-Oisans	67	74	89

Vaujany	95	107	132
Bourg d'Oisans	70	78	95
Grenoble St-Geoirs	84	107	117

2.3.2 Intensités pluviométriques sur 24h

A défaut de données locales plus précises, les intensités de pluie et hauteurs cumulées ont été calculées avec les paramètres de Montana proposés par Hydrétudes[1] (tableau ci-dessous). Ces valeurs de coefficient sont issues de la station de Grenoble-St-Geoirs, les stations uissanes ne proposant pas de données à pas de temps faible.

Tableau 2 : coefficient de Montana pour la commune des Deux-Alpes

Période de retour	**Coefficient de Montana pour des pluies de 15 minutes à 3 heures**	
	a	**b**
10 ans	4.98	0.585
20 ans	5.8	0.585
100 ans	7.61	0.580

Tableau 3 : Intensité pluviométrique sur 3 heures

		P10		**P20**		**P100**	
durée		**Intensité**	**Cumul**	**Intensité**	**Cumul**	**Intensité**	**Cumul**
h	min	mm/h	mm	mm/h	mm	mm/h	mm
0,25	15	61,29	15,32	71,38	17,84	94,93	23,73
0,5	30	40,86	20,43	47,58	23,79	63,50	31,75
1	60	27,24	27,24	31,72	31,72	42,48	42,48
1,5	90	21,49	32,23	25,02	37,54	33,58	50,37
2	120	18,16	36,32	21,15	42,29	28,42	56,84
3	180	14,32	42,97	16,68	50,05	22,46	67,39

2.4 Réseau hydrographique

Hydrographiquement, le territoire de la commune des Deux-Alpes se subdivise en deux parties distinctes :

- au nord, sur l'ancienne commune de Mont-de-Lans, la Romanche traverse d'est en ouest le territoire communal dans de profondes gorges. Ses affluents en rive gauche proviennent de la face nord de Pied Moutet, du plateau des Deux-Alpes ou encore des vallons sous le glacier de Mont-de-Lans ;
- au sud, sur l'ancienne commune de Vénosc, le Vénéon traverse d'est en ouest le territoire communal entre des moraines et des cônes de déjection. Quelques étranglements de la vallée sont produits par des points durs rocheux. Le Vénéon bifurque soudainement vers le nord dans son arrivée dans la plaine de Bourg-d'Oisans pour se jeter dans la Romanche. Les

[1] Hydrétudes, (2019). *Etude hydraulique du ruisseau des Gours sur le projet de gare -TC de Pierre Grosse*. 44p.

affluents du Vénéon, en rive droite, proviennent des faces raides et de bassins versants peu profonds en provenance de la bordure sud du massif des Deux-Alpes. En rive gauche, les affluents du Vénéon prennent leurs sources dans les glaciers qui coiffent les hauts sommets des Ecrins. Leurs bassins versants sont imposants et les cônes de déjection associés dans la vallée du Vénéon démontrent un transport solide historique important.

La Romanche reste confinée dans des gorges profondes sur le territoire communal et aucun enjeu n'est présent sur ses berges. Elle n'est donc pas traitée dans le cadre de la cartographie des aléas.

2.4.1 Le bassin versant de la Romanche au nord de la commune

2.4.1.1 Le ruisseau de la Pisse

Le ruisseau de la Pisse prend ses sources au Grand Plan et à la Tête du Lac Noiret rejoint la Romanche au niveau du lac du Chambon. Son bassin versant couvre une surface d'environ 16 km². Il s'écoule majoritairement dans des espaces naturels, au travers du domaine skiable, loin des enjeux bâtis de la commune. Sa pente est forte et il traverse des zones boisées dans le bois de la Pisse avant de franchir la route de Cuculet. Peu avant ce point important, les drayes descendants de la Grande Aiguille (en rive gauche) traversent des schistes et marno-calcaires très ravinés. Le franchissement de la route de Cuculet (pont maçonné) présente donc un risque certain d'embâcles liés aux flottants mais aussi au transport solide. A l'aval de celui-ci, le torrent entaille en rives droite et gauche des moraines et éboulis anciens ; provoquant une déstabilisation des terrains. De façon générale, les débits de ce ruisseau sont accompagnés d'un fort transport solide, exacerbé par l'imperméabilisation de son haut bassin versant par le domaine skiable.

2.4.1.2 Le ruisseau de l'Alpe

Le ruisseau de l'Alpe occupe un bassin versant d'environ 6km². Il prend ces sources dans les terrains originellement marécageux du plateau des Deux-Alpes et se jette dans la Romanche sur la commune du Freney-d'Oisans. Il présente un profil en long particulièrement contrasté avec une tête de bassin pratiquement plane, des pentes plus abruptes entre la station (1570m d'altitude) et le Mont-de-Lans (1270m d'altitude - 29% en moyenne) et des gorges profondes (32% de pente en moyenne) lors de sa sortie du territoire communal.

La tête de bassin du ruisseau de l'Alpe est caractérisée par un tissu urbain fort qui draine les versants amonts puis rassemble les écoulements via un réseau d'eau pluvial complexe. Lors d'épisodes pluvieux intenses, une grande partie des ruissellements et écoulements ne parviennent pas à être captés par le réseau et s'écoulent sur les voiries.

La partie médiane du torrent s'écoule dans des moraines. Différents travaux ont été réalisés successivement le long du lit mineur pour canaliser le ruisseau le long d'une piste de ski et tenter de résorber des glissements de terrains latéraux.

Peu d'événements sont à rapporter au sujet du ruisseau de l'Alpe. Le 26 juin 1995, un orage très localisé sur le coteau de la Combe Valentin et celui de Belle-Etoile a généré des coulées de boues dans la station. La pluviométrie est estimée supérieure à 37mm.

2.4.1.3 Le ruisseau de la Rivoire

Le ruisseau de la Rivoire prend ces sources en face nord de Pied Moutet. D'un bassin versant de forme très arrondie d'environ 4.3km², il rejoint la Romanche dans les gorges de l'Infernet. Le ruisseau de la Rivoire s'écoule principalement sur une couverture sédimentaire et morainique. Il semblerait que la majorité des écoulements soient souterrains comme le laissent supposer les très nombreuses sources qui percolent sur l'ensemble du territoire. De même, près de la moitié du débit disponible au hameau de la Rivoire provient d'une série d'exsurgences en rive droite du torrent (altitude 1060m).

Le lit majeur du ruisseau de la Rivoire est le couloir d'écoulement des grandes avalanches de la Faurie-La Rivoire, le ruisseau de la Rivoire présente un bassin versant très boisé et particulièrement stabilisé. Son lit est pavé et le transport solide paraît inexistant. Seuls des phénomènes de venues de terres

noires lors de gros orages sont signalés au hameau de la Rollandière. Ces phénomènes ont laissé des traces très nettes de dépôts dans le talweg à l'amont immédiat du hameau des Touches.

En raison de son fort couvert végétal, le torrent de la Rivoire est particulièrement sensible aux embâcles liés aux flottants. De fait, l'ensemble des ouvrages de franchissement de route sont nettement sous-dimensionnés et exhaussés.

2.4.2 Le bassin versant du Vénéon au sud de la commune

2.4.2.1 Le Vénéon

Le Vénéon possède un bassin versant au droit du hameau des Ougiers d'environ 276km². Il prend ses sources au cœur même du massif des Ecrins à plus de 4 000 mètres d'altitude. Il traverse la commune d'est en ouest. A l'amont, sous le Plan du Lac, il présente une pente soutenue (6%) qui traverse des dépôts d'éboulis à gros blocs ; venues des deux versants. Actuellement, le lit mineur du Vénéon dans cette portion ainsi que dans la traversée du Bourg d'Arud présente un faciès pavé. Cela résulte du faible apport en matériaux solides à l'amont durant ces dernières décennies ainsi que d'une incision dans la traversée du hameau. Celle-ci est équipée de digues, dont la construction a débuté suite à la crue de 1928. Ces aménagements lourds suivis d'une période sans réel apport en matériaux (dernier éboulement notable : 1946) ont largement modifié l'aspect du lit mineur dans la traversée du Bourg d'Arud. De fait, le lit présentait un tressage et une bande active bien plus large et dynamique que la période 1990-2020. Les crues successives du 20 octobre 2023 puis du 21 juin 2024 ont de nouveau modifié la physionomie du lit avec un exhaussement important et une remobilisation de la bande active des années 50-60.

A l'aval du Bourg d'Arud et jusqu'au cône de déjection de la Draye de l'Aiguille de Vénosc, le Vénéon est contraint par la RD530 en rive droite et les versants abruptes de Pieds Moutet au nord et de l'Aiguille de Vénosc au sud. Plusieurs cônes de déjections de drayes particulièrement actives (combe des Ruines, draye de Crémiou…) ou encore d'éboulements (le Champ de l'Aiguille) apportent des matériaux solides. On retrouve localement à la sortie de ce resserrement une certaine divagation du lit.

2.4.2.2 Le ruisseau de la Muzelle ou de la Pisse

Le bassin versant du ruisseau de la Muzelle est très raide et allongé d'une superficie d'environ 16.7km². Il prend ses sources pour partie à la Roche de la Muzelle (3465m). Une autre partie est captée par le lac de la Muzelle (2102m) qui a le rôle de plage de dépôt naturelle. L'aval de ce lac présente des très fortes pentes (moyenne à 33%) dans des gorges jusqu'à la confluence avec le ruisseau de Villeneuve. Une portion boisée moins raide (20%) conduit à la cascade de l'Alleau où le torrent reprend un caractère tempétueux et s'écoule alors dans des gorges jusqu'au bourg de l'Alleau. Le ruisseau rejoint le Vénéon via un vaste cône de déjection en traversant le « Camping de la Cascade ». Ce cône de déjection est peu marqué et représente plutôt un large glacis dégressif en direction du Vénéon.

Au niveau du sommet du cône, des aménagements ont été réalisés pour caller le lit mineur du torrent sur sa rive gauche (digues/enrochements de l'Alleau) mais aussi pour protéger les deux passerelles (piège à flottant réalisé en 2015). Peu d'événements sont à rapporter au torrent.

D'importants stockages sédimentaires sont stockés dans le haut bassin versant du ruisseau de la Muzelle, un événement de grande ampleur pourrait déstocker de manière brutale ces gros volumes.

2.4.2.3 Le ruisseau du Sellier ou du Replat

Le ruisseau du Sellier prend naissance sur le plateau des Deux-Alpes, dont il draine près de deux-tiers des eaux météoriques. D'une surface d'environ 4.7km², il rejoint le Vénéon en rive droite dans la traversée du Bourg d'Arud.

A l'instar du ruisseau de l'Alpe, le ruisseau du Sellier est fortement anthropisé dans son bassin de réception et ses écoulements sont canalisés dans un réseau d'eau pluvial complexe. Lors d'épisodes pluvieux intenses, une grande partie des ruissellements et écoulements ne parviennent pas à être captés par le réseau et s'écoulent sur les voiries.

A la sortie du plateau, le torrent du Sellier prend une très forte pente (environ 46%) jusqu'à la place du Sellier. Il traverse deux passerelles et se charge en matériaux sédimentaires (ardoises de la halde des carrières notamment). Plusieurs ouvrages de correction de son profil en long, pièges à flottants ainsi qu'un parcours à moindre dommage (murs en gabions, dalot, etc.) au niveau de la place du Sellier visent à prévenir des laves torrentielles.

2.4.2.4 Le ruisseau du Merdaret

Le ruisseau du Merdaret est issu d'un bassin versant plus humble : seulement 1.5km². Il draine une faible portion du versant Est du Mais. Toutefois, son bassin de réception correspond peu ou prou à la Combe Hochue ; vaste glissement de versant. Les ruissellements y sont intenses et les apports en matériaux solides importants (schistes et bancs calcaires du Lias). Dans sa traversée du hameau de la Ville, le ruisseau du Merdaret s'écoule entre son cône de déjection et le pieds de versant de Pied Moutet. Très encaissé, il y provoque des déstabilisations. De nombreux ouvrages de corrections torrentiels (profil en long) y sont réalisés. Une digue déflectrice mixte avalanche/torrentiel est aussi édifiée à l'amont du hameau de la Ville pour dévier les laves torrentielles en provenance de la Combe Hochue.

2.4.2.5 Les drayes abruptes

Un certain nombre de drayes abruptes s'écoulent sur les versants raides qui dominent le Vénéon. Ces ravines et talwegs topographiques ne rentrent pas spécifiquement dans le réseau hydrographique. La plupart ne sont en eau que lors de la fonte printanière des neiges ou lors d'orages. Néanmoins, ces drayes possèdent des bassins versants topographiques bien individualisés et présentent des caractéristiques proches du torrentiel (cône de déjection, laves torrentielles…).

- **Combe Fort**

La combe Fort est une courte combe qui coupe en diagonale les falaises du Bourg d'Arud. Située en rive droite à l'amont du hameau, son bassin versant est de petite dimension (0.5km²). Zone fréquemment soumise à des éboulements, le cône de déjection de la combe Fort est de grande dimension. Il présente de profonds chenaux qui trahissent d'éventuels phénomènes de laves torrentielles ou, du moins, de forts charriages.

- **Ravin de Bourmeyre**

Le ravin de Bourmeyre s'écoule en rive droite du Vénéon et passe à proximité du hameau du Collet. Son bassin versant est de 0.6km². Son lit est bien individualisé : phénomènes de laves torrentielles ?

- **Draye de Crémiou**

Le draye de Crémiou possède le plus petit bassin versant (0.3km²). Il trouve son origine dans la Grande Roche (altitude 2000m). Immédiatement sous les barres rocheuses, les écoulements traversent des éboulis sur environ 600 mètres de dénivelées avant de traverser la RD530 et rejoindre le Vénéon sur sa rive droite. Bien que d'un bassin versant de petite dimension, ce draye produit très fréquemment d'importantes laves.

- **Drayes des Combes**

Les drayes des Combes sont deux drayes parallèles qui partagent le même cône de déjection en rive gauche du Vénéon. Le bassin versant, de petite dimension (0.8km²), produit un volume important de matériaux solides qui sont repris par charriage/laves sur le cône de déjection. Plusieurs chenaux anciens sont visibles ; trahissant de régulières variations des cheminements des écoulements.

- **Combe des Ruines**

La combe des Ruines est un draye de petite dimension à l'instar du draye de Crémiou (0.56km²). Située en face de ce dernier (rive gauche) elle produit aussi des laves qui rejoignent le Vénéon.

- **Draye de l'Aiguille de Vénosc**

Le draye de l'Aiguille de Vénosc trouve son bassin de réception en altitude (2492m) dans une zone

productive de matériaux solides. Son bassin versant de dimensions modestes (1.2km²) possède une tête très ronde qui produit beaucoup de matériaux. Un vaste cône de déjection rejoint le Vénéon en rive gauche. Les laves torrentielles de ce draye parviennent fréquemment jusqu'à ce dernier et, comme le témoigne le LiDAR ainsi que les cartes anciennes, change de lit sur son cône.

- **Drayes de Fayol (combe Blanche, combe du Peuye etc.)**

Les drayes de Fayol sont un ensemble d'écoulements parallèles qui prennent leurs origines sous Pied-Moutet (2339m). Ils s'écoulent dans presque tout leur bassin versant (1.3km²) sur des éboulis avant de franchir des barres rocheuses immédiatement au-dessus du hameau des Ougiers. Plusieurs événements (coulées boueuses, charriage, laves ?) ont affecté ce dernier. Ces écoulements rejoignent difficilement le Vénéon ; de fait, ils s'infiltrent plus volontiers dans la profonde moraine en rive droite. Plusieurs ouvrages ont été réalisés (endiguement, plage de dépôt, chenal de déviation des flux, plage d'infiltration…) pour contenir les événements de ces drayes. Le prochain projet d'extension de la carrière du Peuye va réorganiser et rationnaliser ces ouvrages.

- **Ruisseau de Font-Vieille**

Ce petit ruisseau de la rive droite du Vénéon prend ces sources dans les cargneules du Sapey (1700m). Son bassin versant est de très petite dimension : 0.38km². Il ne semble pas spécifiquement susciter de problèmes.

2.4.2.6 Ruisseau du Lauvitel

Le ruisseau du Lauvitel possède, à l'instar de son homologue le ruisseau de la Muzelle, un grand bassin versant (19km²) qui prend ses sources sur les hauts sommets des Ecrins (Pic du Clapier du Peyron à 3169m). Il s'écoule pour sa majorité sur la commune de Bourg-d'Oisans.

2.4.3 Synthèse hydrologique des bassins versants

Tableau 4 : Synthèse hydrologique des bassins versants

	Caractéristiques hydrographiques générales			Estimation des débits pour différentes périodes de retour			Source
Cours d'eau	**Surface (km²)**	**Longueur (km)**	**Pente (%)**	**Q10 (m^3/s)**	**Q100solide (m^3)**	**Q100 (m^3/s)**	
Ruisseau de la Pisse	16						
Ruisseau de l'Alpe	6	4.919	25	6.51 à 8.7		13	ERGH, 1997
Ruisseau de la Rivoire	4.3						
Le Vénéon au droit de la confluence avec la Muzelle	256			150		320	ETRM 2020
Ruisseau de la Muzelle	16.7			10		35	ETRM 2020
Ruisseau du Lauvitel	19						

Cours d'eau	Caractéristiques hydrographiques générales			Estimation des débits pour différentes périodes de retour			Source
	Surface (km^2)	Longueur (km)	Pente (%)	Q10 (m^3/s)	Q100solide (m^3)	Q100 (m^3/s)	
Ruisseau du Sellier/ Replat	4.7			4 à 4.5	6 000 à 20 000	12 à 13.5	ETRM 1997, SAGE 2020
Ruisseau du Merdaret	1.5			1.2 à 1.35	1 500 à 6 000	2.4 à 4.05	RTM 2020
Combe Fort	0.5						
Ravin de Bourmeyre	0.6						
Draye de Crémiou	0.3						
Drayes des Combes	0.8						
Combe des Ruines	0.56						
Draye de l'Aiguille de Vénosc	1.2						
Drayes de Fayol (cumul des 4 combes)	1.3			2.9		16.6	RTM 2017
Ruisseau de Font-Vieille	0.38						

Etudes hydrauliques – sources :

1997 – ERGH : Etude hydraulique du bassin versant du ruisseau de l'Alpe.

1997 – SAGE/ETRM : Etude du bassin versant du ruisseau du Sellier.

2017 – RTM : Extension de la carrière des Ougiers – Diagnostic des risques naturels et propositions de parades.

2020 – ETRM : Etude hydraulique de la confluence du torrent de la Muzelle avec le Vénéon.

2020 – SAGE : Etudes hydrauliques et dossiers réglementaires liés aux projets GEMAPI en Oisans. Piège à flottants en amont du Pont de la Travers […] sur le ruisseau du Sellier.

2020 – RTM : Etude de bassin de risque. Division domaniale de Vénosc.

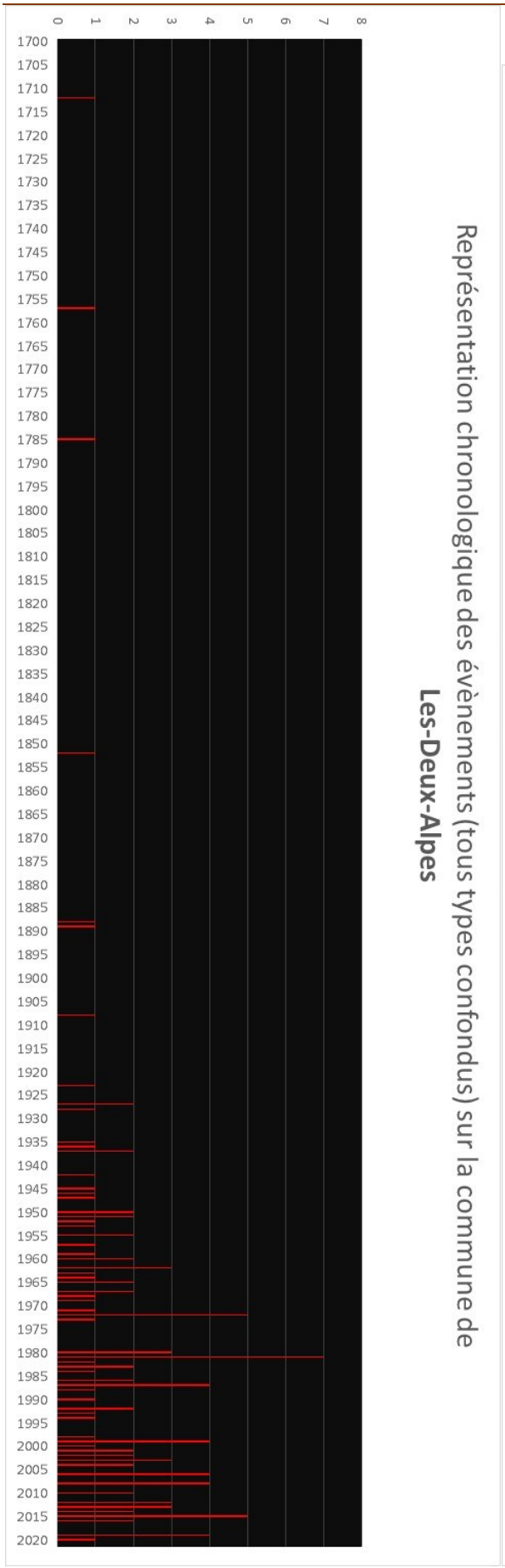
3 Présentation détaillée des phénomènes et des aléas – hameaux de l'ancienne commune de Mont-de-Lans

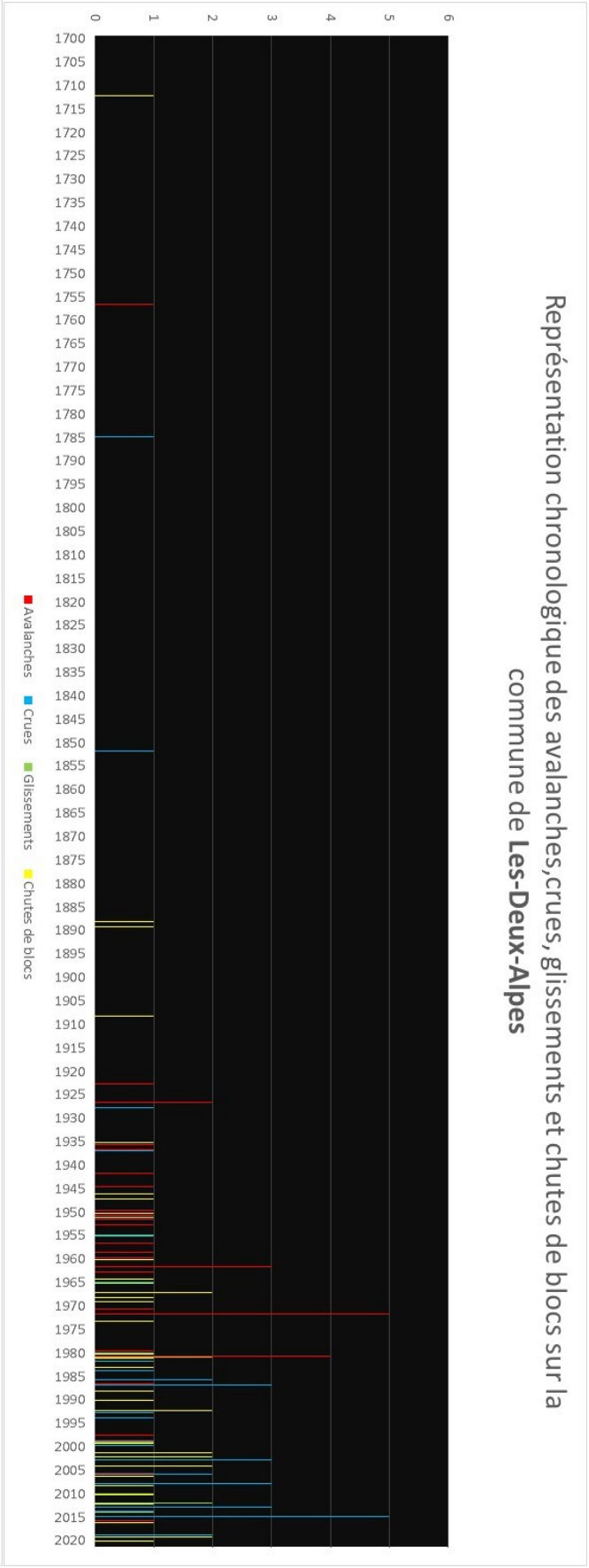
La commune des Deux-Alpes est concernée par les aléas naturels suivants (cf. note méthodologique) :

- Crue torrentielle ;
- Ruissellement de versant ;
- Inondation de pied de versants (incluant les inondations par remontée de nappe) ;
- Glissement de terrains ;
- Chute de blocs ;
- Avalanche ;

Les phénomènes et les aléas sont détaillés secteur par secteur (cf. carte de l'annexe 1).

3.1 Synthèse des événements recensés dans la base de données RTM sur le territoire communal





3.2 Secteur de la Rivoire

3.2.1 Crue torrentielle : ruisseau de la Rivoire

3.2.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé sur le ruisseau de la Rivoire.

- **Observations de terrain**

Le ruisseau de la Rivoire présente un lit pavé, sans affouillements ni dépôts ; ce qui trahi une grande stabilité. Un lit ancien est toutefois visible à l'aval du pont sur la RD220 (alt. 1005m), témoignage d'un événement non daté et d'une intensité non étudiée. Une seule attestation de transport solide est visible sur le ruisseau de la Rivoire. En effet, à l'amont du pont sur la RD220 (alt. 1005m), un dépôt interprété comme du charriage existe en rive droite sous des exsurgences (environ 20m^3, plus gros galets d'environ L=150mm). Ces dernières semblent apporter une contribution non négligeable au dépôt du ruisseau sur sa partie avale et ce dépôt de charriage tend à démontrer des variations de régime hydrologique. Son talweg d'écoulement est boisé avec des arbres assez âgés. Un nettoyage des flottants et des berges a été réalisé durant l'hiver 2022-2023 par le gestionnaire GEMAPI. Lors de l'enquête terrain, les berges du ruisseau sont donc apparues comme très propres. Il faut néanmoins prendre en compte un risque d'embâcle important en flottant, eu égard le bassin versant très boisé de la Rivoire. De plus, l'ensemble des ouvrages de franchissement (Tableau n°6) ne présente pas de gabarit adapté au phénomène de référence et comporte des risques d'obstruction très importants. Les débordements latéraux resteront toutefois peu impactant, le talweg étant bien individualisé. Seule la chapelle de la Rivoire est susceptible d'être inondée par obstruction des ponts des 3 Dauphines ou de la RD1091. Dans ce dernier cas, exceptionnellement, la maison en bord de la RD1091 pourrait être touchée par une nappe d'eau de très faible épaisseur.

Tableau 5 : synthèse des ouvrages de franchissement rencontrés à la Rivoire sur le ruisseau du même nom.

Nom ouvrage	Nature et dimensions amont	Nature et dimensions aval	Remarques
Pont RD1091	Ouvrage maçonné cintré. 1000*1300	Ouvrage maçonné cintré. 1500*3000	Une partie du débit fuit dans une perte de charge dans la pile
Pont ancien hôtel des 3 Dauphins	Pont cadre bétonné 800*1500mm. Tube AEP ? diam 500, H=500	Ibid.	Ouvrage déformé
Pont « Camp de vacances »	Ouvrage maçonné cintré. 3000*1200. Tube AEP ? diam 500	Ouvrage maçonné cintré	Fond exhausé et apports de déblais en RD et RG
Pont de la Rivoire	Pont cadre béton 1500*1000	Double buse béton 1000	Pile RD sous-cavée
Pont RD220 (alt 1005m)	Buse béton 1500	Ibid.	-

Illustration 1 : pont RD1091. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue amont du pont de franchissement de la RD1091. Le fond est exhaussé et une partie du débit transit dans la pile RG.

Illustration 2 : pont RD1091. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue aval du pont de franchissement de la RD1091. Le débit transitant par la pile RG est visible ; tout comme l'exhaussement du lit amont.

Illustration 3 : pont accès au Camp de Vacances. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue amont du pont d'accès au Camp de Vacances. Des apports en RG et RD encombrent le lit. Le tube AEP est vulnérable et limitant pour les embâcles.

Illustration 4 : pont ancien hôtel des 3 Dauphins. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue amont du pont d'accès à l'emplacement de l'ancien hôtel des 3 Dauphins. Le tube AEP est vulnérable aux crues et sensible aux embâcles, tout comme le pont cadre béton.

Illustration 5 : pont accès hameau haut de la Rivoire. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue aval du pont d'accès au hameau haut de la Rivoire. Ces deux buses béton sont extrêmement favorables à la formation d'un embâcle (flottant et/ou solide).

Illustration 6 : pont accès hameau haut de la Rivoire. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue amont du pont d'accès au hameau haut de la Rivoire. Le fond est exhaussé et le pont cadre

Illustration 7 : pont RD220, altitude 1005m. Photographie RTM, avril 2023.

Illustration 8 : dépôts amont pont RD220. Photographie RTM, avril 2023.

Ruisseau de la Rivoire, vue amont du pont de franchissement de la RD220 à l'altitude 1005m. Le fond est exhaussé.	**Ruisseau de la Rivoire, vue à l'amont depuis le pont de franchissement de la RD220 à l'altitude 1005m.** Les exsurgences en rive droite et le dépôt de charriage visible.

3.2.1.2 Ouvrages et travaux de protection existants

Aucun ouvrage n'est recensé sur le ruisseau de la Rivoire. Une reprise de berge anecdotique est visible 50 mètres à l'amont du pont menant au hameau haut de la Rivoire. Des enrochements sont visibles aussi en RG et RD à l'amont du pont de la RD1091.

3.2.1.3 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

La crue centennale retenue comme scénario de référence est accompagnée d'un important transport en éléments flottants, eu égard du boisement du bassin versant de la Rivoire. Par ailleurs, l'hypothèse de déstockage complexe d'éléments solides sur un événement exceptionnel est toujours permise. De fait, le substrat morainique, des remblais ou encore des dépôts anciens d'avalanches, peuvent être remobilisés et venir encombrer les ouvrages de franchissement dans la traversée des hameaux de la Rivoire.

Le talweg de la Rivoire est une zone d'écoulement préférentiel pour des avalanches de très grandes intensités ; avec des dépôts de plusieurs mètres sur la langue terminale. Un événement exceptionnel correspondant à un orage très intense sur le bassin versant et un dépôt d'avalanche à la Rivoire entraînerait des débordements atypiques. La complexité d'un tel événement ne permet pas son anticipation dans la présente cartographie.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur et ses abords.

Le lit mineur des ruisseaux et des talwegs affluents pouvant connaître des crues à caractère torrentiel sont classés en **aléa très fort [T4].** Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des

berges et de débordements immédiats très violents. La largeur de **l'aléa très fort [T4]** varie :

- Entre le pont amont (pont de franchissement de la RD220 – altitude 1005m) et le pont aval (pont de franchissement de la RD1091). Elle reste à 2*5m de part et d'autre de l'axe central du lit en eau ;
- À l'aval du pont de franchissement de la RD1091. Cette largeur est artificiellement montée à 2*10m en raison de l'absence de talweg clairement identifié.

Aléas forts, moyens et faibles [T3-T2-T1] de crue torrentielle sur les zones de débordement.

L'ensemble du lit majeur qui est encaissé dans le talweg est classé en **aléa fort [T3a].** Cela représente les premières zones de débordements pouvant être couvertes de flottants (troncs, branches, débris…). Ces zones peuvent aussi, lors d'un événement exceptionnel, être incisées et occupées par un nouveau lit de la Rivoire. La prise en compte de l'obstruction du pont sur la RD1091 est classée par un débordement en rive droite au niveau de la chapelle. Peu d'épandages d'éléments solides sont à anticiper (flottants essentiellement) puisque le débit principal circulera gravitairement toujours dans l'axe du lit mineur. Un **aléa moyen [T2c]** est appliqué. La diffusion des écoulements en lames d'eau de faibles hauteur et vitesse sur la chaussée de la RD1091 est représentée par un **aléa faible [T1b]**.

3.2.2 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.2.2.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
04/04/1981	RD 220 entre la Rivoire et les Travers	La route est coupée pendant deux jours.	BD-RTM

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur du hameau de la Rivoire. Quelques déformations dans le bâti (illustrations 9, à 11) témoignent de phénomènes très lents et localisés. La D220 entaille le talus morainique et provoque, çà et là, quelques petits glissements.

Un arrachement ancien est mis en évidence par le LiDAR, en rive droite du ruisseau de la Rivoire (illustration 12). Il est de grande dimension mais est situé hors de zone d'enjeux.

Illustration 9 : maison du Camp de Vacances de la Rivoire. Photographie RTM, avril 2023.

Camp de Vacances de la Rivoire. Vue rapprochée d'un mur de maison avec fissuration parallèles du mur : recalage ponctuel du sol ?

Illustration 10 : maison du Camp de Vacances de la Rivoire. Photographie RM, avril 2023.

Camp de vacances de la Rivoire. Habitat structure bois sans fondations apparentes. L'ensemble du bâtiment est affecté par des mouvements du sol.

Illustration 11 : mur de soutènement de terrain. Hameau haut de la Rivoire. Photographie RTM, 2023.

Hameau haut de la Rivoire. Mur de soutènement, sans chainage visiblement, affecté par le terrain sus-jacent.

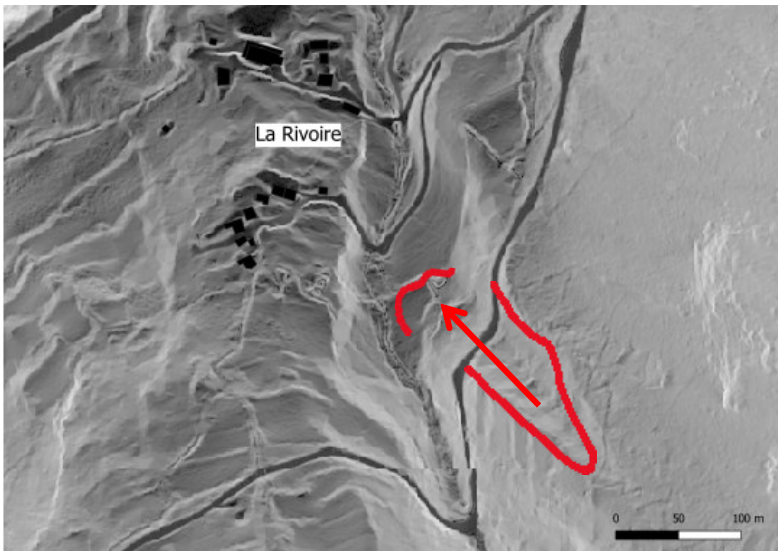


Illustration 12 : localisation d'un arrachement ancien sur le fond LiDAR 2023.

3.2.2.2 Classification de l'aléa

- **Glissement de référence**

L'ensemble de la zone de la Rivoire repose sur un dépôt morainique de plaquage de l'ordre métrique d'épaisseur. Le substratum rocheux est sédimentaire (Trias ou Lias). Un certain nombre de sources

temporaires a été contacté durant la campagne de terrain printanière. Pour certaines, la présence de galets morainiques encroûtés de tufs ou de concrétions calcaires témoigne d'interactions complexes dans la circulation de l'eau au contact dépôt quaternaire/substratum sédimentaire. L'ensemble de la zone, à l'exception du talweg de la Rivoire et du pied de la Grande Roche, présente des pentes inférieures à 30°.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il a été réservé à des mouvements dont l'activité historique est confirmée par la présence d'indices géomorphologiques avérés, souvent liés à des sources (plus ou moins temporaires). Il s'agit, pour le secteur de la Rivoire, d'un grand lobe d'arrachement, découvert par analyse du LiDAR, en rive droite du ruisseau de la Rivoire.

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Un certain nombre de sources temporaires ont été découvertes au printemps 2023 dans ces zones. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue. Ont été zonés en **aléa fort [G3c]** les coteaux amont aux hameaux de la Rivoire. De pentes légèrement plus soutenues, les coteaux situés au nord-est de la Rivoire ont été classés en **aléa fort [G3d]**.

3.2.3 Chutes de pierres et de blocs, écroulements

3.2.3.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé à la Rivoire. Des témoignages oraux prouvent qu'une certaine activité règne sous le Grand-Rocher avec des bruits de chute de pierre et de la fumée, « de temps à autres ».

- **Observations de terrain**

Les hameaux de la Rivoire sont situés en dehors de toute zone susceptible d'être impacté par des chutes de blocs. La falaise du Grand-Rocher (amphibole) surplombe néanmoins les maisons des parcelles n°1985 et 647 ainsi que la chapelle de la Rivoire. Immédiatement sous les falaises, un platier d'éboulis vifs s'étire jusqu'à la RD220 contre lequel il semble buter. Les blocs de taille maximal visibles dans cet éboulis ne dépassent que rarement le mètre cube. Dans les bois, et sous la route, de nombreux blocs de volumes plus imposants et moussus démontrent des phénomènes moins fréquents mais plus massifs. Enfin, un très imposant bloc d'amphiboles semi-enterré se trouve derrière la fontaine de la chapelle de la Rivoire. Il est de grandes dimensions (45m^3 ?).

Illustration 13 : gros bloc derrière la fontaine de la Rivoire. Photographie RTM, avril 2023.

Imposant bloc semi-enfouit au niveau de la Chapelle de la Rivoire. Volume estimé à plus de 45m³.

Illustration 14 : Eboulis sous le Grand Rocher. Photographie RTM, mai 2023.

Eboulis vif sous le Grand-Rocher. Le volume moyen des blocs est plutôt faible. La faible densité de la végétation démontre une activité régulière.

Illustration 15 : bloc dans l'éboulis sous le Grand-Rocher. Photographie RTM, mai 2023.

Exemple de bloc max. dans l'éboulis sous le Grand-Rocher. Volume estimé à 1m³.

Illustration 16 : bloc dans les bois, de la Rivoire. Photographie RTM, avril 2023.

Exemple de bloc max. visible dans les bois, parcelle n°640. Volume estimé à 4m³.

3.2.3.2 Modélisations

Rappel au sujet de la modélisation. *Les conditions complexes de trajectoire et de propagation d'un aléa rocheux ne pourraient être modélisées de façon fiable. Certains paramètres comme les microreliefs, la fragmentation des roches, les trajectoires atypiques, les phénomènes de grande ampleur, etc. ne sont par exemple pas modélisables. De plus, les paramètres implémentés dans le cadre de ce présent travail ne sont qu'une approche de l'opérateur. Seule une étude*

trajectographique, qui n'est pas l'objet de cette cartographie des aléas, permettrait de réaliser un diagnostic plus fin que celui proposé pour la zone d'étude.

Pour compléter la compréhension des données terrain, deux modélisations ont été réalisées sur le secteur de la Rivoire.

Premièrement des transects trajectographiques 2D (T1 à 3) sont tirés depuis les falaises de la Grande-Roche sur le MNT LiDAR 2023. Ces trajectoires sont choisies comme étant les plus défavorables pour les enjeux, ce qui signifie que ce sont les trajectoires les moins probables d'atteinte des bâtiments mais les plus impactantes qui sont étudiées. Le profil topographique de ces trois transects correspond au profil type de la MEZAP AA dans un gabarit légèrement plus conséquent. Il s'agit de profil de pente de propagation avec deux zones distinctes. La hauteur de chute initiale est comprise entre 0 et 50m (ici entre 100 et 150 mètres). La longueur planimétrique de la pente amont est de 210 mètres pour 30° de pente (ici entre 210 et 270 mètres pour 28°). La longueur planimétrique de la pente aval est de 200 mètres pour 10° de pente 10° (ici entre 200 et 300 mètres pour environ 10°).

Ce profil théorique de la MEZAP donne pour intervalle d'angle de ligne d'énergie maximale probable (β) 32 à 43°. Ceci enlève, de facto, la possibilité d'un événement de chute de pierres pour la maison C (parcelle 647). Ceci confirme l'analyse experte à partir des données terrain. La maison A (parcelle 1985) est comprise dans cet intervalle, sans surprises. La chapelle, légèrement en dessous de cet angle, doit cependant être comprise dans le zonage, en raison des témoignages de blocs à proximité.

Tableau 6 : détail des transects 2D et ligne d'énergie au droit de l'enjeu

Nom du transect	Enjeu	Angle de la ligne d'énergie (°)
2	Maison – parcelle 1985	34
1	Chapelle	30.6
3	Maison – parcelle 647	26.8

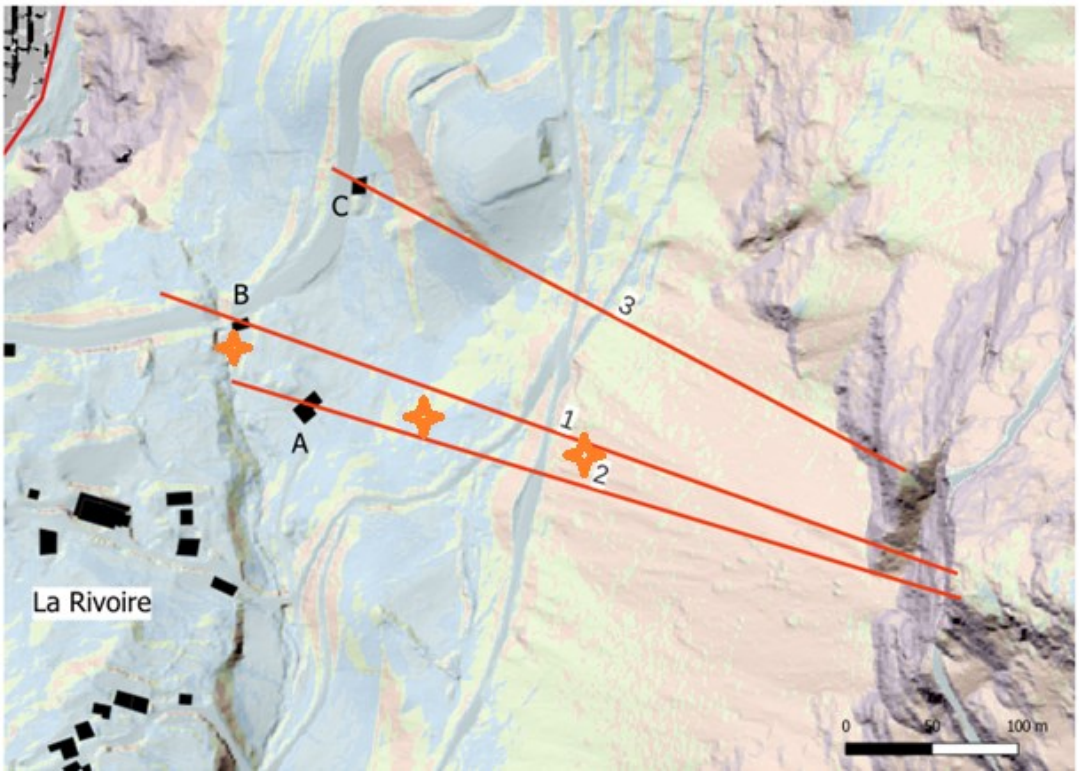


Illustration 17 : carte de localisation des transects étudiés ainsi que des enjeux. Hameau de la Rivoire.

A : maison de la parcelle n°1985. B : chapelle de la Rivoire. C : maison de la parcelle n°647. Etoiles : blocs témoins.

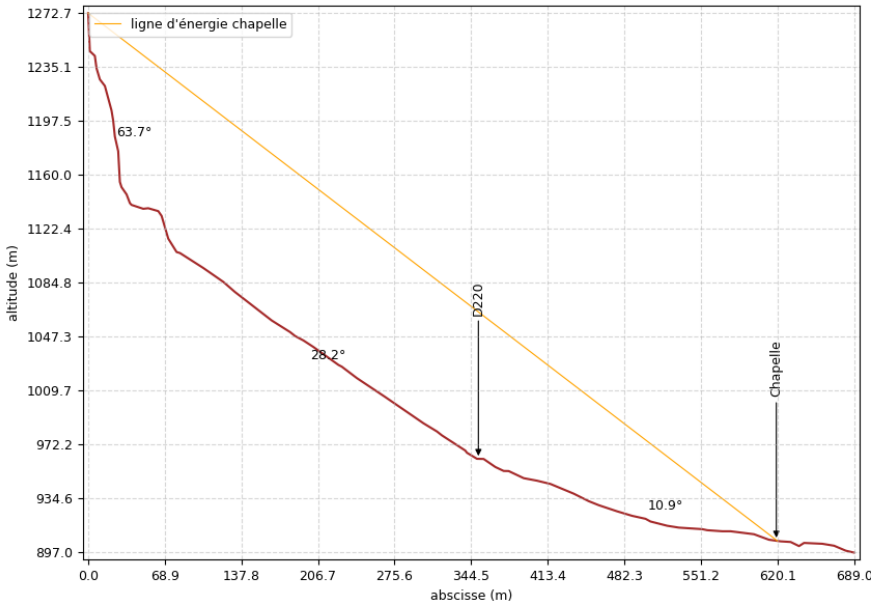


Illustration 18 : modélisation 2D pour le transect 2.

Profil topographique et ligne d'énergie pour la chapelle de la Rivoire.

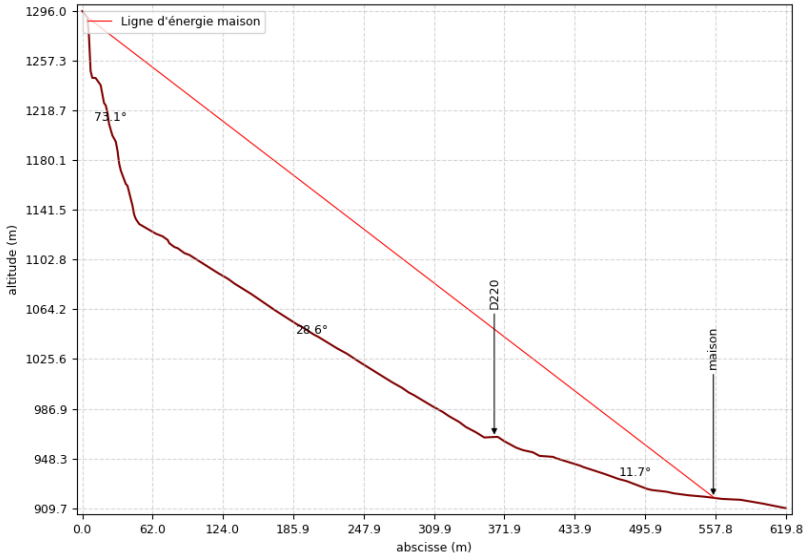


Illustration 19 : modélisation 2D pour le transect 1.

Profil topographique et ligne d'énergie pour la maison de la parcelle n°1985.

Une modélisation 3D a été réalisée pour mieux caractériser les zones de stockage probables extremums des événements. Pour ce modèle les paramètres suivants ont été implémentés :

Tableau 7: paramètres d'entrées pour la modélisation 3D

Type de roche	Masse volumique	Taille du bloc	Forme du bloc
Amphibole	2700 kg/m^3	2m^3	Ellipsoïdal

12 092 300 départs ont été simulés. Cette modélisation confirme le dire d'expert, à savoir une zone d'arrêt de la majorité des éléments à l'arrière de la maison de la parcelle n°1985. Une seconde zone est identifiée dans le creux de terrain formé par le talweg de la Rivoire.

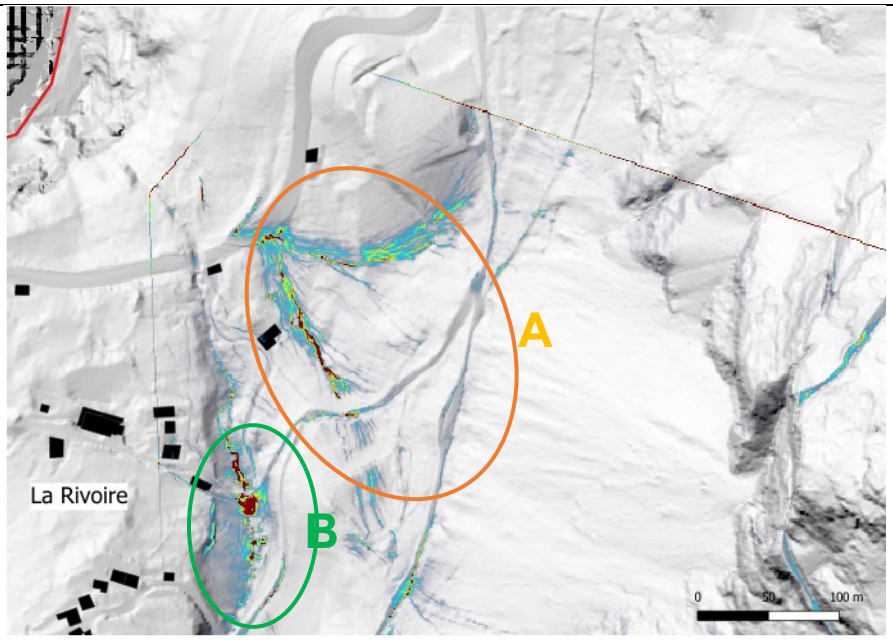


Illustration 20: modélisation 3D des zones d'arrêts/dépôts probables pour un bloc de 2m^3 issu des falaises de la Grande-Roche. En A : zone présupposée et confirmée par le terrain. En B, zone dans le talweg de la Rivoire.

3.2.3.3 Classification de l'aléa

- **Aléa fort [P3r] – recul prévisible des parois rocheuses au cours des cent prochaines années**

Un **aléa fort [P3r]** a été appliqué à la portion de route (RD220) en corniche qui traverse les falaises de la Grande Roche. Cet ouvrage est en effet foncé à flanc de falaise, parfois en surplomb du vide. Les amphiboles constituantes sont soumises aux altérations naturelles (eaux météoriques, gels-dégel, etc.) et peuvent-être fracturées en profondeur.

- **Aléa très fort [P4]**

Les zones de production d'éléments rocheux, constituées principalement de blocs plus ou moins fracturés d'amphiboles, sont classés en **aléa très fort [P4]**. Les éboulis vifs sous-jacents sont aussi zonés en **aléa très fort** : intensité très fortes, indice d'activité moyenne à forte, probabilité de propagation fort.

- **Aléa fort [P3]**

Le secteur compris entre l'aval de la RD220 et formant un entonnoir jusqu'à la RD 1091 est zoné en **aléa fort [P3]**. La probabilité d'atteinte y est faible (activité faible et probabilité de propagation faible) mais l'intensité sera forte à très forte (volume unitaire supérieur à 1m^3).

3.2.4 Avalanches

Note : *l'avalanche de la Rivoire (CLPA n°2 - 3 – 4 – 5 – 87 - 88) est une avalanche de très grande dimension, affectant les hameaux de la Faurie et de la Baronnière. Par volonté de simplification du présent document, le phénomène sera traité dans ce point pour l'ensemble des secteurs impactés.*

3.2.4.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Un grand nombre de phénomènes historiques est référencé sur le secteur des hameaux. Les avalanches issues des CLPA n°2 à 5 étaient annuelles ou pluriannuelles au cours du XXème siècle. Ceci

est confirmé par les témoignages oraux des habitants notamment de la Baronnière et de la Rollandière rencontrés au printemps 2023. La liste ci-dessous est incomplète mais permet de se rendre compte de la fréquence de ces événements. Il faut noter, que l'altitude 1300 mètres est la limite de la majorité des événements, il s'agit du niveau du hameau de la Faurie (immédiatement sous la route communale que ce soit dans le rif du Fournel ou le vallon de la Faurie). Lors d'épisodes de plus grandes intensités, ces avalanches confluent dans le ruisseau de la Rivoire et viennent buter contre la RD91 ou quelques mètres à l'amont (1923 – 1962 – 1971) vers 900 mètres d'altitude. Les hameaux à l'amont de la Rivoire ne sont jamais impactés par ces coulées, qui coupent cependant fréquemment les voies d'accès. Des soufflent sont toutefois ressentis aux hameaux de la Faurie ou de la Baronnière. Au niveau de la Rivoire, une maison est écrasée en 1923. En 1962, l'hôtel des 3 Dauphins et la chapelle sont impactés. A chaque événement, la langue terminale de l'avalanche est limitée contre les maisons même du hameau.

Une avalanche est identifiée en 1923 sous le Grand-Rocher. Elle n'a pas été revue depuis.

Tableau 8 : Inventaire des avalanches connues sur les sites CLPA 2 à 5 et 87-88 ainsi que les sites EPA n°1 et 2 de Mont-de-Lans

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
02/03/1923	Entre 1900 et 2100 (sous Pied Moutet)	Vers 920	2 à 5	Avalanche de fond déclenchée dans la soirée du 2 au 3. 5 à 6 jours de fortes chutes de neige suivies d'un redoux important par vent de sud-ouest. Elle provoque un effet de souffle sur le hameau de la Faurie. Elle écrase une maison et ses habitants (maison Sebelin, habitants ensevelis mais sans encombre) à la Rivoire et s'arrête quelques mètres au-dessus de la RD1091 (dépôts de 5 à 10 mètres d'épaisseur). Des dépôts emboités sont observés. Quatre autres maisons sont frôlées par l'avalanche au hameau de la Rivoire.	EPA, site n°1 de Mt de Lans - RTM (2011) – PPRn de Mt-de-Lans (1999)
02/03/1923	Vers 1200	Vers 950	Sans nom, sous la Grande Roche	Avalanche visible sur les photographies de la langue terminale de l'avalanche de 1923.	CLPA - analyse photographique
13/03/1930		1200	2 et 3	Descend à la hauteur de la RD220 dans le hameau de la Faurie (cône de dépôt de 55m de long, 10m de large et 8m d'épaisseur).	EPA, site n°2 de Mt de Lans - RTM (2011)
18/03/1930		1100	2 et 3	Descend à l'aval de la RD220 dans le ruisseau de la Rivoire (cône de dépôt de 47m de long, 8m de large et 5m d'épaisseur).	EPA, site n°2 de Mt de Lans - RTM (2011)
19/02/1962		905		Elle passe dans le hameau de la Rivoire et enfonce le mur de l'hôtel des 3 Dauphins et soulève le toit de la chapelle. Un effet de souffle est ressenti à la Faurie, venant du Rif du Fournel.	RTM (2011) - PPRn Mt-de-Lans (1999)
Vers le 20 mars 1971	« Toutes les pentes sous Pied Moutet et jusqu'à la combe du Parc »	915	2. 3 et 4, 87	Un très gros départ en plaque de neige froide sous Pied Moutet. La bergerie (alt. 1710m) est endommagée. La branche du rif du Fournel s'arrête vers 1340m. La branche du ruisseau de la Faurie parvient jusqu'à la Rivoire. Le dépôt y comporte une épaisseur homogène de 2 à 4m. Trois maisons sont frôlées. L'emprise CLPA n°87 atteint la route communale entre la Rollandière et la Faurie.	RTM (2011) – PPRn Mt-de-Lans (1999)
Début février 1978		1315	87 et 88	Fortes chutes de neige en janvier et redoux avec neige mouillée début février. Dépôt de 2 à 3m de neige avec des grosses boules. Les deux emprises CLPA traversent la route des Travers.	Témoignage de R. Caix – RTM (2011)
20/01/1981			88	Fort cumul de neige froide et ventée. L'avalanche remplit le lit du ru de la Rollandière et s'arrête quelques dizaines de mètres en contrebas de la route	PPRn Mt-de-Lans (1999) – RTM (2011) - CLPA

				des Travers. Un effet de souffle est perçu dans le hameau. Le dépôt atteint 35m de large.	
Entre le 6 et le 10/02/1984		1310	2 - 3	Chutes de neige modérées -50 cm entre le 5 et le 7 février) avec fort vent de nord-ouest. Route de la Rollandière à la Faurie coupée.	RTM (2011)
15/02/1990	2100	1400	-	Chutes de neige modérées (21-50cm) avec fort vent d'ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
07/03/1991	2100	1300	2 - 3	Fort vent du sud-ouest, redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans - RTM (2011)
22/12/1991	2100	1500	-	Fortes chutes de neige (50-100cm en 3 jours), Fort vent d'ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
23/01/1995	2100	1500	-	Chutes de neige modérées (20-50cm en 3 jours). Fort vent du sud-ouest, redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
22/12/1996	2050	1450	-	Redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
28/01/1999	1850	1450	-	Faibles chutes de neige (0-20cm en 3 jours) avec fort vent du nord-ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
11/03/1999	2050	1500	-	Pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
22/04/1999	Pied de la paroi nord de Pied-Moutet	1340	4 - 5	Chutes de neige modérées (20 à 50cm en 3 jours).	RTM (2011) – EPA, site n°1
19/01/2006		1500	87	A 14h00, suite à des chutes de neige modérées (30-40cm par fort vent du nord). Déclenchement par le passage de deux skieurs. Dépôts de 100m de long, 40m de large et 2m d'épaisseur ainsi que 100m de long, 50m de large et 2m d'épaisseur. Les deux skieurs décèdent.	EPA site n°2 Mt de Lans – RTM (2011)
06/03/2006	1900	1450	-	Chutes de neige fortes (50-100cm en 3 jours) avec fort vent d'ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
09/03/2006	1980	1330	2 – 3 – 87	Chutes de neige modérées par vent d'ouest (20-50cm en 3 jours). Déclenchement par le service des Pistes des 2 Alpes. L'avalanche s'arrête en amont de la route des Travers.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans – RTM (2011).
27/03/2006	Vers 2000	1300	2 - 3	Départ sous l'arrête du Fioc. Volume déposé de 15 000m^3. La route des Travers est coupée.	EPA – site n°2 de Mt-de-Lans
23/02/2010		1350	-	Chute de neige faible les trois précédents (0-20cm avec vent fort du sud). Redoux.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
28/02/2010	1900	1317	2 – 87 – 88	Chutes de neige modérées les 25-26 février par vent du sud-ouest. Important redoux en marge de la tempête Xinthia (28 février). Cassure de 1m de haut. Reprise de neige sur 300m de dénivelée. Elles se rejoignent dans le ruisseau de la Faurie. Dépôt de 5 à 6m de neige sur la chaussée.	RTM (2011)
Vers 2010 ?	Vires des Pied-Moutet	Au-dessus de 1350.	4	Puissant aérosol ayant couché de nombreux épicéas sur la rive gauche du Rif du Fournel (vers 1500m).	Témoignages de MM. Guilles et Coing – RTM (2011)
29/12/2011	1900	935	2 - 3	Dépôt longueur 100m, largeur 15m et hauteur 1m. Chutes de neige modérées (21-50cm en 3 jours). Vent fort du nord-ouest, redoux et pluie. Donnée aberrante.	EPA – site n°2 de Mt-de-Lans
05/01/2012		1317	-	Dépôt longueur 100m, largeur 20, hauteur 1m. Chutes de neige fortes (50-100cm en 3 jours). Vent fort, redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
15/04/2013	2000	1360	-	Redoux.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans

16/04/2013	2000	1320	-	Redoux.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
28/01/2021	1950	1400	-	Dépôts sur 200m de long. Redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans

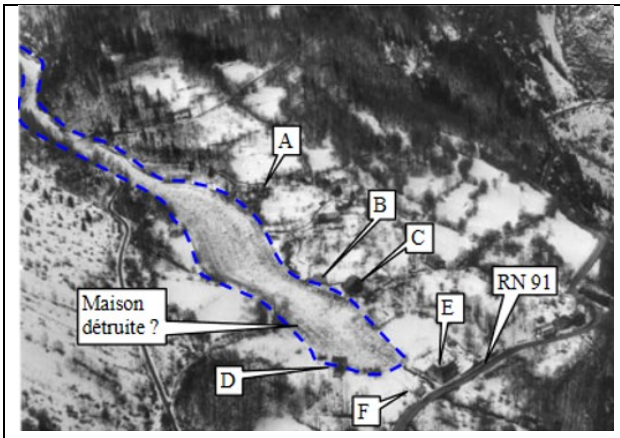


Illustration 21: report des bâtiments impactés par l'avalanche de 1923 sur une photographie de l'avalanche de 1971. Cemagref – ETNA. A à D : maisons, E : hôtel des 3 Dauphins, F : chapelle de la Rivoire. Habillage RTM 2011.

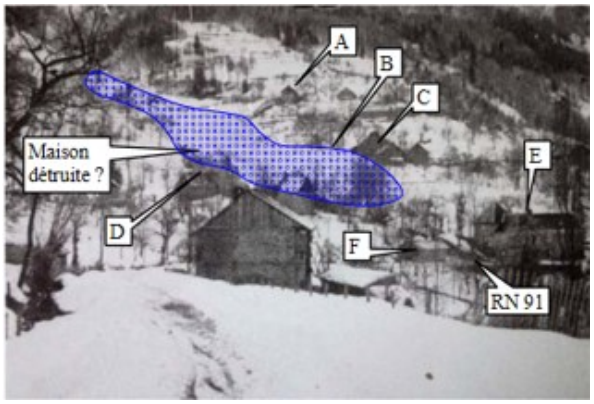


Illustration 22: dépôts de l'avalanche de 1923. Archives RTM. Habillage : RTM 2011.

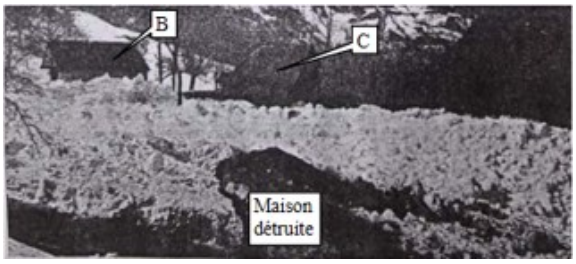


Illustration 23 : dépôts de l'avalanche de 1923. Alix – RGA. Habillage RTM 2011.

Illustration 24 : avalanche sous le Grand-Rocher, 1923. En vert l'avalanche. En rouge l'avalanche de la Rivoire. Archives RTM.

Illustration 25 : dépôts de l'avalanche de 1923 contre le flanc d'une maison de la Rivoire. Archives RTM.

Illustration 26 : front de l'avalanche de 1923 contre le moulin de la Rivoire. Archives RTM.

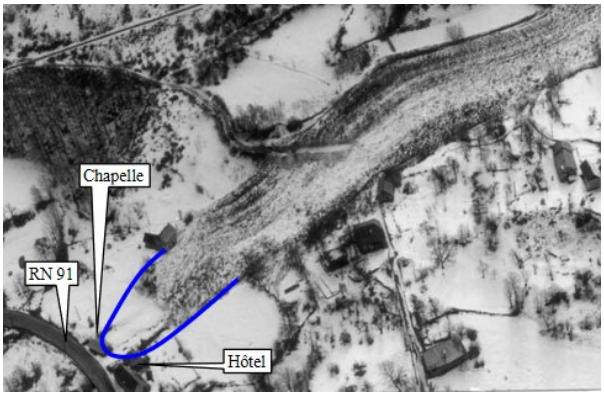


Illustration 27 : extension maximale de l'avalanche de 1962 en bleu dans le prolongement de l'avalanche de 1971. Cemagref-ETNA, habillage RTM 2011.

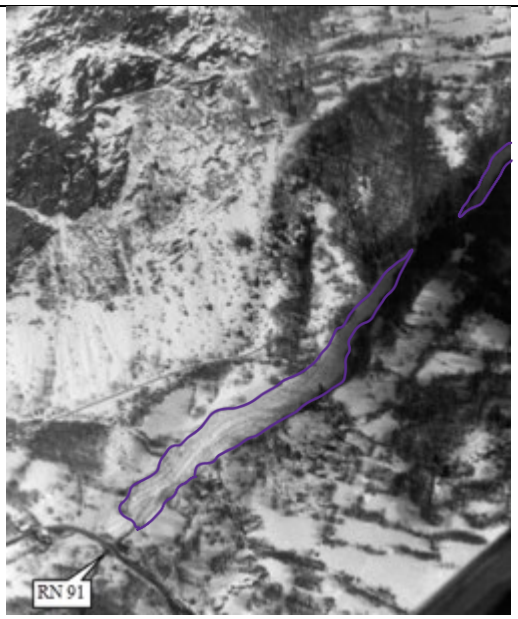


Illustration 28: Vue générale de l'avalanche de 1971 dans le hameau de la Rivoire. Cemagref-ETNA, habillage RTM 2011.

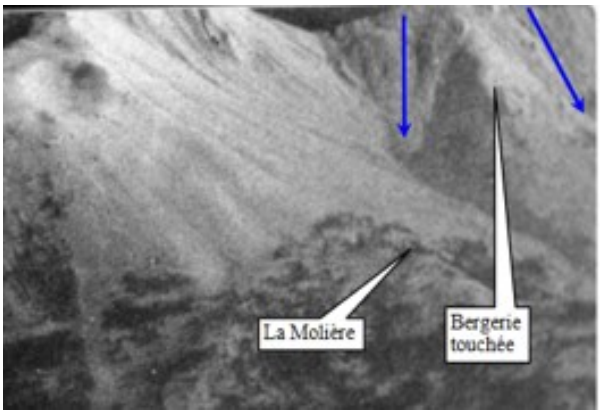
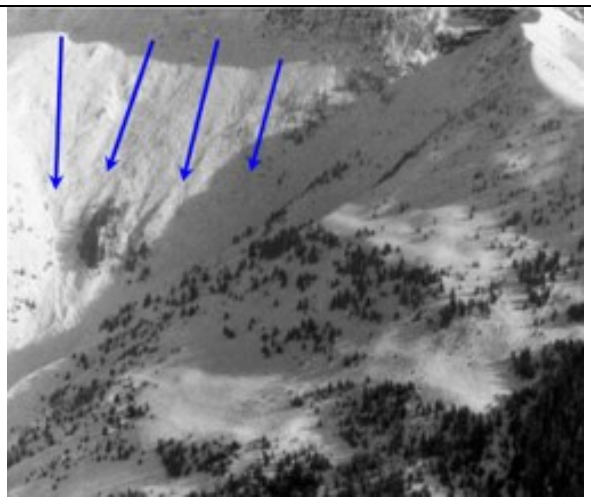


Illustration 29 : traces d'écoulements avérées autour de la bergerie. Avalanche de 1971. RTM



2011.	Illustration 30 : traces d'écoulements avérées à l'ouest de la bergerie (sous Pied-Moutet). Avalanche de 1971. RTM 2011.

Illustration 31 : dépôts des avalanches CLPA n°87 et 88 sous la route des Travers, 1978. R. Caix.

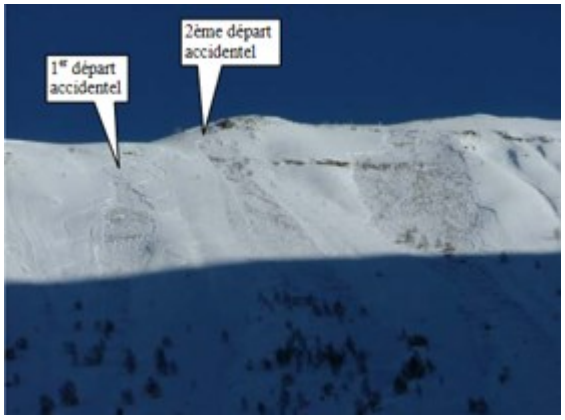


Illustration 32 : vue de la CLPA n°87 et des plaques rompues accidentellement. RTM 2011.

Illustration 33 : vue générale des avalanches de 2010 depuis la crête du Fioc. RTM 2011.

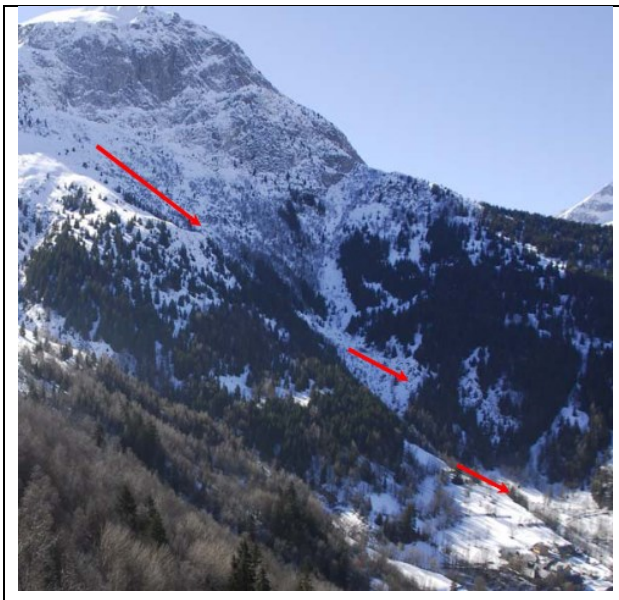


Illustration 34 : trajectoire et chablis (au centre) provoqué par l'aérosol de l'avalanche de mars 2006. RTM 2011.

Illustration 35 : dépôt de l'avalanche de 2010 sur la route des Travers. RTM 2011.

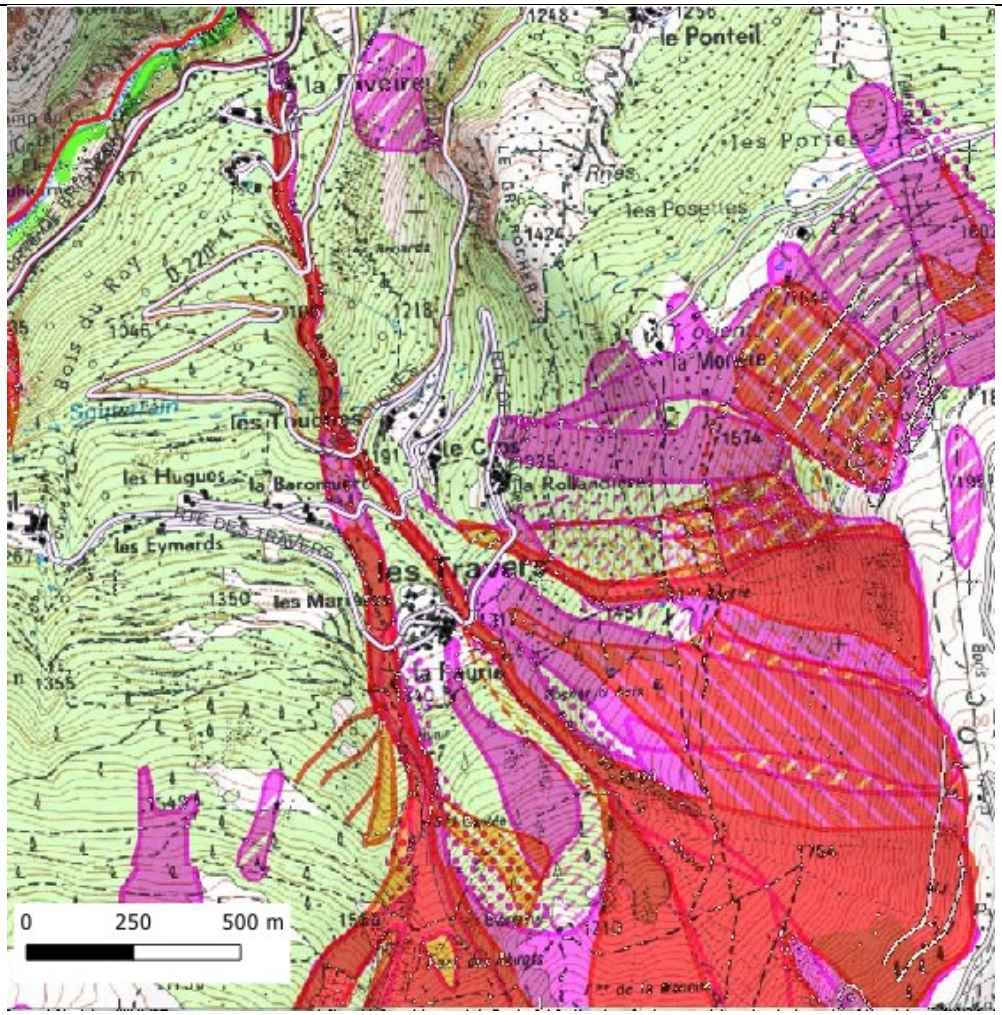


Illustration 36 : détail de la carte CLPA AZ62 (INRAE).

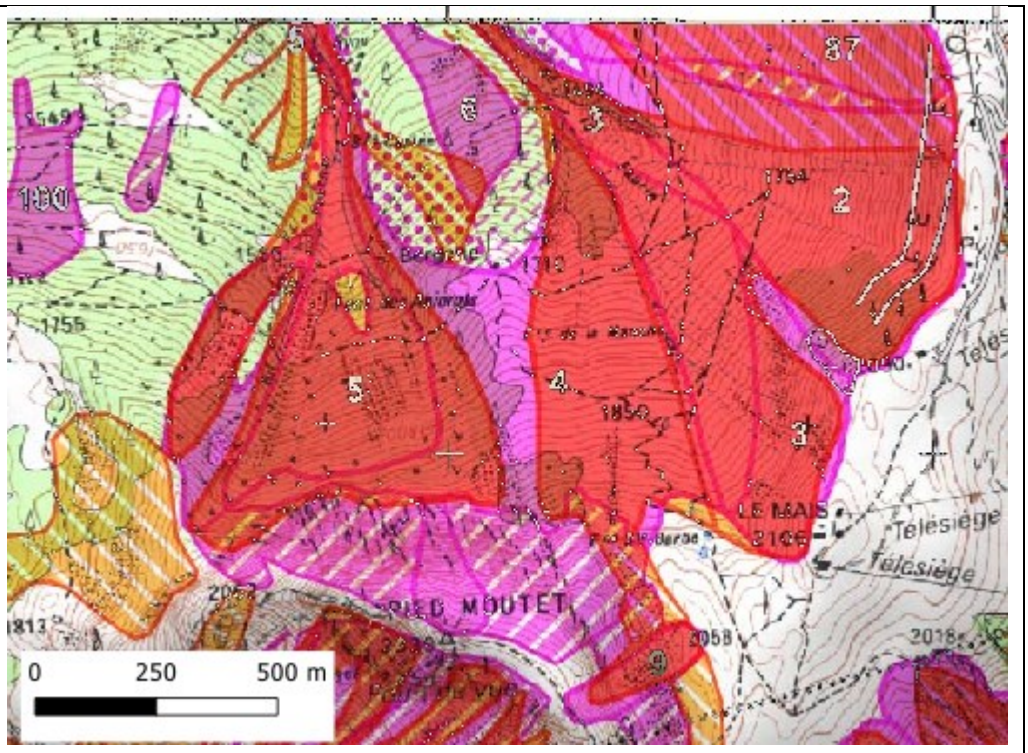


Illustration 37 : Détail de la carte CLPA BA62 (INRAE).

- **Observations de terrain**

Quelques indices ont été repérés sur le terrain sur le haut du bassin versant des avalanches de la Rivoire.

Illustration 38 : dépôts en « bourrelets » au-dessus de la route des travers dans le vallon du rif du Fournel. Ils sont interprétés comme témoignages d'anciennes laves torrentielles. Photographie RTM, avril 2023.

Illustration 39 : vallon du rif du Fournel. Faible reprise de la végétation et arbres tordus ; témoignages de la fréquence des avalanches à ce niveau (alt. 1380). Photographie RTM, avril 2023).

Illustration 40 : vallon du ruisseau de la Faurie. La végétation est couchée par la récurrence des événements avalancheux (alt. 1350). Photographie RTM, avril 2023.

Illustration 41 : arbres tordus sur la croupe au-dessus du hameau de la Faurie (alt. 1400), témoignage des aérosols accompagnant les avalanches. Photographie RTM, avril 2023.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Trois banquettes larges sont visibles sous la crête du Fioc sur le haut des emprises CLPA 2, 87 et 88. Elles sont complétées par un reboisement sur banquettes sur le haut des emprises CLPA 2 et 3 (ouvrage n°38 – Annexe 10). Ces ouvrages sont considérés comme insuffisant, comme les accidents de janvier 2006 ont pu, fatalement, le démontrer. A noter le reboisement naturel des versants, jusqu'à l'altitude 1900m environ. Ces boisements, bien que peu denses et d'essences majoritairement caduques, sont à conserver et renforcer pour garantir leur rôle de frein.

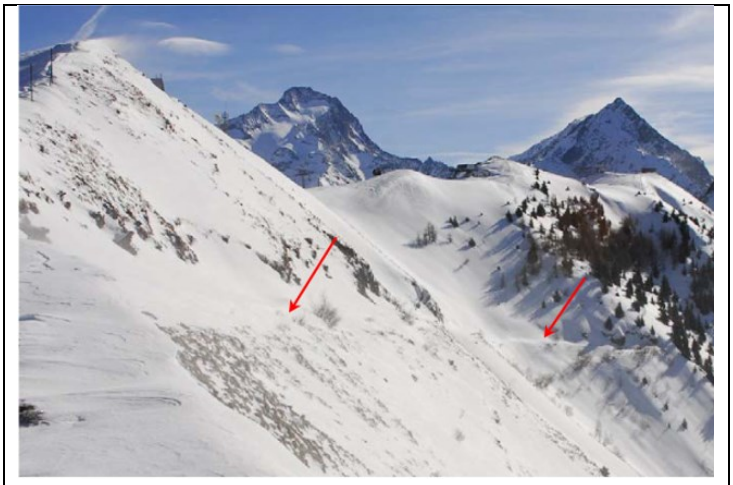


Illustration 42 : banquettes supérieurs rendues transparentes même avec un faible enneigement. RTM 2011.

3.2.4.2 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Ces avalanches partent préférentiellement en fin d'hiver (à partir de février) quand le manteau neigeux est épais. A noter que l'accumulation d'événements au cours d'une même saison participe à l'extension maximale des avalanches par le comblement des talwegs qui jouent le rôle de surface de rugosité.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

L'avalanche de la Rivoire s'est produite trois fois entre 1923 et 2011 dans son extension maximale connue. Le phénomène centennal n'est donc pas répertorié. L'extension naturelle du phénomène

traverserait la RD91 pour suivre le talweg, éventuellement jusqu'à la Romanche. Les marges latérales sont légèrement repoussées par comblement total du vallon du ruisseau de la Rivoire. Des phénomènes de souffle un peu plus importants que l'historique sont attendus sur le haut bassin versant. Enfin, les « dents creuses » identifiées dans le rapport RTM 2011[2] sont impactées.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Les ouvrages recensés sur le bassin versant de l'avalanche de la Faurie – la Rivoire sont insuffisants et mal dimensionnés. Ils ne peuvent pas être pris en compte dans le présent travail. Il faut par ailleurs noter que le boisement naturel est en progression, aidé par le réchauffement climatique et la raréfaction des avalanches. Il ne peut être pris en compte dans le présent travail mais son maintien est un facteur favorable de réduction des phénomènes futurs.

- **Classement de l'aléa**

Les limites des pentes de départ, des talwegs d'écoulement ainsi que la langue terminale d'arrêt sont zonés en **aléa fort d'avalanche [A3]** selon l'emprise CLPA. Son extension jusqu'à la Romanche est classée en **aléa exceptionnel d'avalanche [AE]** puisque résulterait d'un phénomène certainement au-delà du centennal. Un lobe latéral en rive gauche, au niveau du centre de vacances de la Rivoire est zoné en **aléa faible d'avalanche [A1].** Il est concerné par de faibles dépôts en perte de vitesse ou un aérosol peut important. De même, un aérosol récurremment ressentit à l'ouest du hameau de la Faurie est zoné en aléa faible [A1].

L'avalanche du Grand-Rocher a été zonée en **aléa faible d'avalanche [A1]** en raison de sa faible altitude, son faible dénivelé ainsi que la rugosité du tablier d'éboulis sur lequel elle s'arrête.

3.3 Secteur du Garcin

3.3.1 Ruissellement de versant, ravinement

3.3.1.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Aucun historique précis n'est recensé sur le ruissellement sur ces secteurs.

- **Observations de terrain**

Lors de la campagne de terrain, au printemps 2023, un grand nombre de sources et suintements sont observés à l'amont du hameau du Garcin. Ces petites exsurgences, probablement temporaires, sont collectées par un système de buses dans le virage de la route (parking du Garcin). Cet emplacement forme un point bas. Le débit observé était conséquent (plusieurs litres secondes). Le bassin versant superficiel collecté au droit du parking est d'une surface estimée à environ 0.161km².

[2] RTM, (2011). *Commune de Mont de Lans. Risque d'avalanche sur les hameaux, routes et projet de piste de ski de fond des secteurs « Les Travers – La Rivoire – La Molière » et propositions de protections complémentaires.*

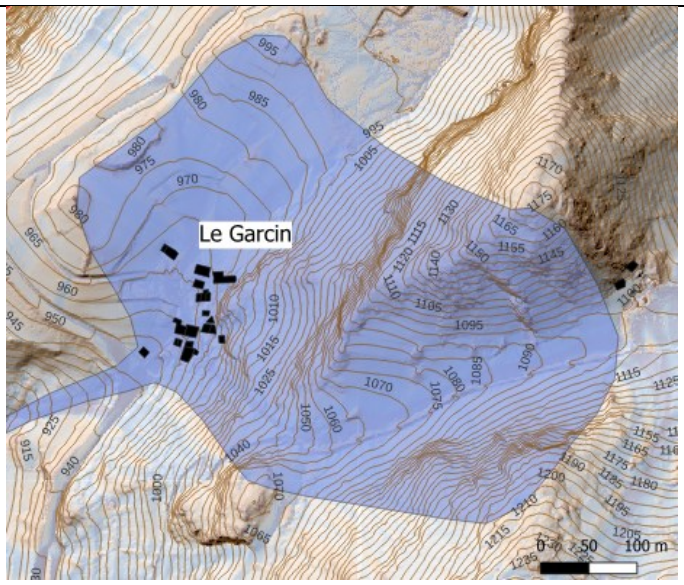


Illustration 43 : bassin versant des écoulements au hameau du Garcin.

3.3.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

Etant donné la raideur des pentes ainsi que la faible superficie du bassin versant, les écoulements au droit du Garcin sont à rattacher à des ruissellements. Ils répondent de façon quasi-instantanée (BV de faible dimension, de forme circulaire, pentes fortes, faible végétation) à des précipitations très intenses sur une courte durée.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

En conditions centennales, un ruissellement diffus peut s'opérer à travers les éboulis et se collecter au niveau de la RD1091. L'apport d'éléments flottants (feuilles, branches) et solides (sables, boues) contribue à obstruer le système de buses grillagées. Des lames d'eau diffuses envahissent en conséquent la chaussée jusqu'à trouver un exutoire vers les gorges de l'Infernet. Un **aléa faible [V1a]** est appliqué.

3.3.2 Chutes de pierres et de blocs, écroulements

3.3.2.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique précis n'est recensé concernant les chutes de blocs au hameau du Garcin. Des témoignages oraux recueillis au printemps 2023 attestent d'une activité régulière au nord-est du hameau. Cette zone est occupée par un éboulis vif jusqu'en pieds de pentes.

- **Observations de terrain**

Les falaises qui surplombent le hameau du Garcin sont constituées de Leyptinites. Ce sont des roches compactes. Ces affleurements se distingues par deux ensembles verticaux séparés par un platier d'éboulis vifs.

Le premier ensemble, contre lequel le hameau est implanté, présente des dalle « moutonnées » végétalisées. Peu d'éléments instables ou de traces d'arrachements sont visibles. Néanmoins, de nombreuses sources et suintements, plus ou moins pérennes se trouvent dans ces ensembles. La gélifraction induite par ces écoulements, entraine une forte fracturation sous la forme de « graviers ». Ce processus peut engendrer le sous-cavage de dalles plus compactes et grossières qui trouvent alors un plan de glissement privilégié et une absence de butée aval. Un ensemble en particulier a été observé au sud-est du hameau.

Le platier d'éboulis vifs se distingue par le faible volume unitaire des blocs repérés. Ceux-ci ne dépassent que rarement quelques litres et démontrent une forte fracturation lors de la propagation. Quelques éléments plus importants, fracturés aussi, mais dont la propagation a été plus faible, se trouve au sud de l'éboulis, dans la zone la plus végétalisée. Ils permettent d'estimer un volume de départ entre 2 et 3m^3.

L'ensemble de falaise « hautes » est caractérisé par des affleurements verticaux et surplombants. Plusieurs niches d'arrachement récentes sont visibles et démontrent une activité certaine. L'ensemble des derniers événements semble avoir eu une propagation plutôt vers le nord-ouest.

Illustration 44 : Vue générale du Garcin. Photographie RTM, avril 2023.

Photographie habillée du Garcin et des falaises sus-jacentes. En orange, les falaises « basses » contre lesquelles le hameau est construit. En rouge, les falaises « hautes » productrices de l'ensemble des chutes de blocs. Entre les deux : éboulis vifs.

Illustration 45 : falaise « haute » au-dessus du Garcin. Photographie RTM, avril 2023.

Ligne haute des falaises au-dessus du Garcin. Ces roches très fracturées produisent visiblement régulièrement des chutes de blocs de taille modeste (quelques litres).

Illustration 46 : Eboulis vif au nord-est du Garcin. Photographie RTM, avril 2023.

Eboulis vif et sa falaise productrice au nord-est du Garcin. Eléments de petites dimensions, blocs max. de l'ordre de quelques litres. Végétation éparse sans pouvoir de protection.

Illustration 47 : blocs instables (1). Photographie RTM, avril 2023.

Ensemble de blocs fracturés au sud-est du Garcin. Ceux-ci, de forme rectangulaire, sont sous-cavés par un suintement qui engendre une forte gélifraction de sa butée aval. L'ensemble instable est perché au-dessus du vide. Le volume est estimé entre 2 et 3m^3.

Illustration 48 : niche d'arrachement et dépôt (2). Photographie RTM, avril 2023.

Les falaises « basses », situées au-dessus du Garcin sont particulièrement fracturées sous forme de dalles. Cette photographie est le témoignage de la chute visiblement récente d'un volume de quelques mètres cubes. La faible pente sous la niche d'arrachement a entrainé une propagation sur quelques mètres seulement.

Le centre d'entretien routier de la commune des Deux-Alpes, situé au nord-est du Garcin se trouve lui-aussi au pied des falaises du Moutet. L'aléa chute de bloc a été étudié dans le cadre d'une étude trajectographique en 2019 lors du projet de réalisation d'un hangar[3]. Le profil topographique est ici moins complexe que pour le hameau. De fait, le centre technique se trouve sur un niveau très plat, surplombé par un éboulis raide et les falaises.

- **Ouvrages de protection existants**

Un ouvrage, livré pour la fin de l'année 2023 est réalisé contre le bâtiment nouvellement construit du centre routier du Garcin.

Tableau 9 : ouvrage de protection sur le secteur du hameau du Garcin

Numéro d'ouvrage	Type	Localisation	Maître d'ouvrage	Date de création	Fonction	Evénement de dimensionnement	Etat
43	Merlon intégré au bâtiment	Centre technique routier	Département de l'Isère	2023	Pare-bloc	Bloc max. 0.5m^3	Très bon

[3] ARIAS Montagne, (2019). *Etude trajectographique vis-à-vis des chutes de blocs. Centre d'entretien routier. Les deux alpes*.

Illustration 49 : merlon de protection pare-bloc intégré à la structure du bâtiment technique, en cours de construction. Photographie RTM, avril 2023.

Illustration 50 : Merlon finalisé. Photographie RTM, juillet 2023.

3.3.2.2 Modélisations

Rappel au sujet de la modélisation. *Les conditions complexes de trajectoire et de propagation d'un aléa rocheux ne pourraient être modélisées de façon fiable. Certains paramètres comme les microreliefs, la fragmentation des roches, les trajectoires atypiques, les phénomènes de grande ampleur, etc. ne sont par exemple pas modélisables. De plus, les paramètres implémentés dans le cadre de ce présent travail ne sont qu'une approche de l'opérateur. Seule une étude trajectographique, qui n'est pas l'objet de cette cartographie des aléas, permettrait de réaliser un diagnostic plus fin que celui proposé pour la zone d'étude.*

- **Secteur du hameau**

Pour compléter la compréhension des données terrain, deux modélisations ont été réalisées sur le secteur du hameau du Garcin. Seules des lignes d'énergies tirées depuis le sommet de la falaise « haute » ont été étudiées. De fait, les événements pouvant affecter la falaise « basse » auront nécessairement une propagation très faible, venant s'immobiliser sur les premiers bâtiments.

Premièrement des transects trajectographiques 2D (T2, 3 et 4) sont tirés depuis les falaises du Moutet sur le MNT LiDAR 2023. Un dernier transect (T8) est aussi étudié depuis un bloc identifié lors de la phase de terrain comme susceptible d'impacter un enjeu (bloc 1). Ces trajectoires sont choisies comme étant les plus défavorables pour les enjeux, ce qui signifie que ce sont les trajectoires les moins probables d'atteinte des bâtiments mais les plus impactantes qui sont étudiées. Ces profils topographiques peu typiques ont été étudiés selon le principe des aires normalisées ; ce qui permet de proposer des angles d'énergies pour des probabilités de propagation « Faible », « Moyenne » et « Forte ».

Les premiers résultats permis par l'analyse de ces modélisations 2D permettent d'affirmer qu'un certain nombre de bâtiments seraient impactés lors d'un événement de chute de bloc. De même, le bloc identifié comme menaçant pourrait (avec une probabilité faible cependant) venir impacter la maison de la parcelle 169.

Tableau 10: détail des transects 2D et ligne d'énergie au droit du premier enjeu rencontré

Nom du transect	Enjeu	Angle de la ligne d'énergie (°)
2	Maison – parcelle 167	35

3	Maison – parcelle 167	33
4	Maison – parcelle 169	31
8	Maison – parcelle 169	29.5

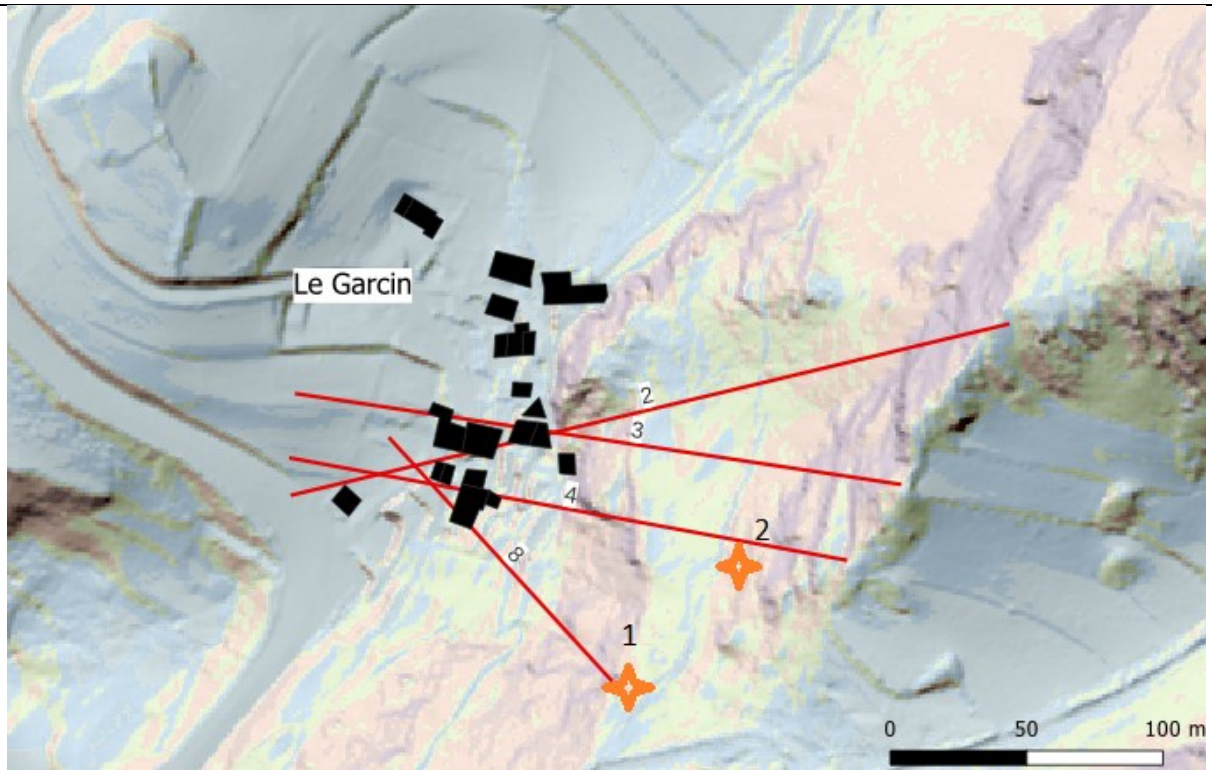


Illustration 51 : carte de localisation des transects étudiés ainsi que des enjeux. Hameau du Garcin.

Etoiles : blocs témoins.

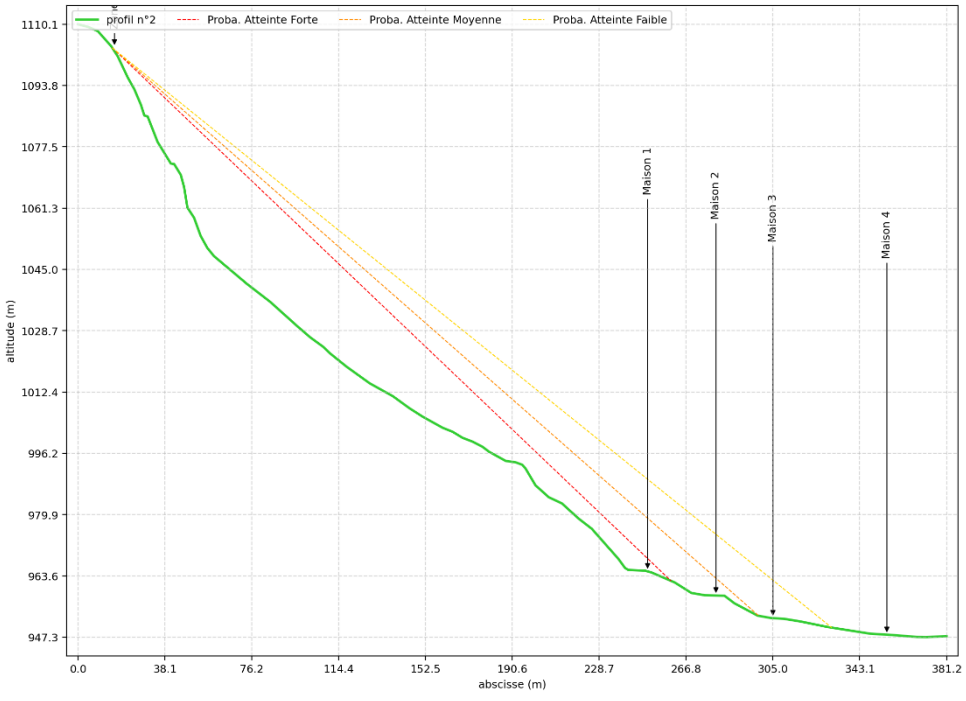


Illustration 52 : modélisation 2D pour le transect 2 du hameau du Garcin.

Profil topographique et lignes d'énergies probables.

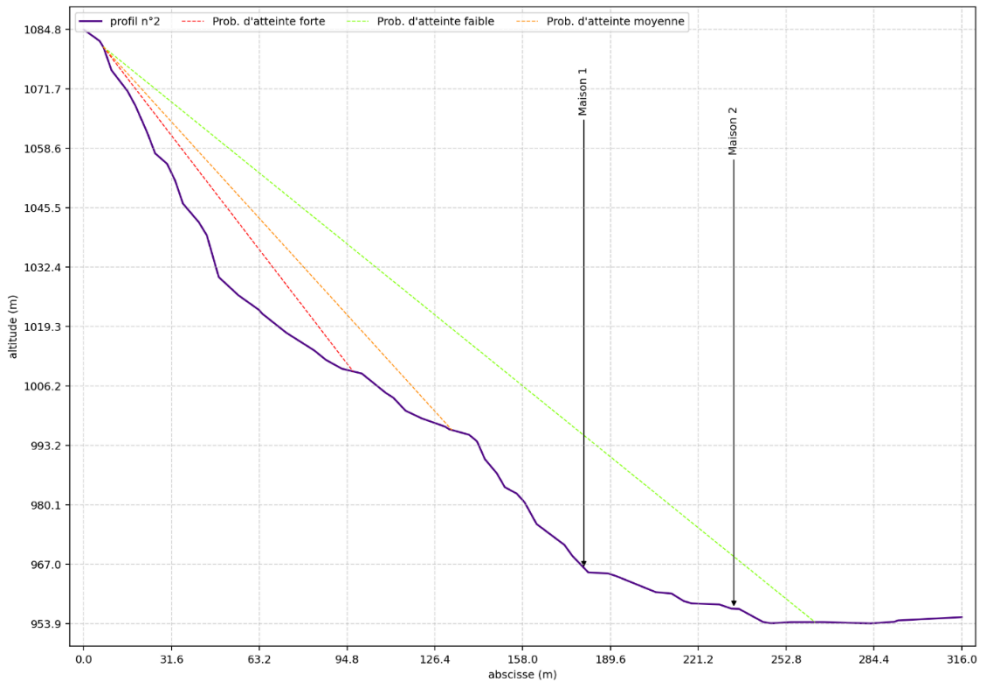


Illustration 53 : modélisation 2D pour le transect 3 du hameau du Garcin.

Profil topographique et lignes d'énergies probables.

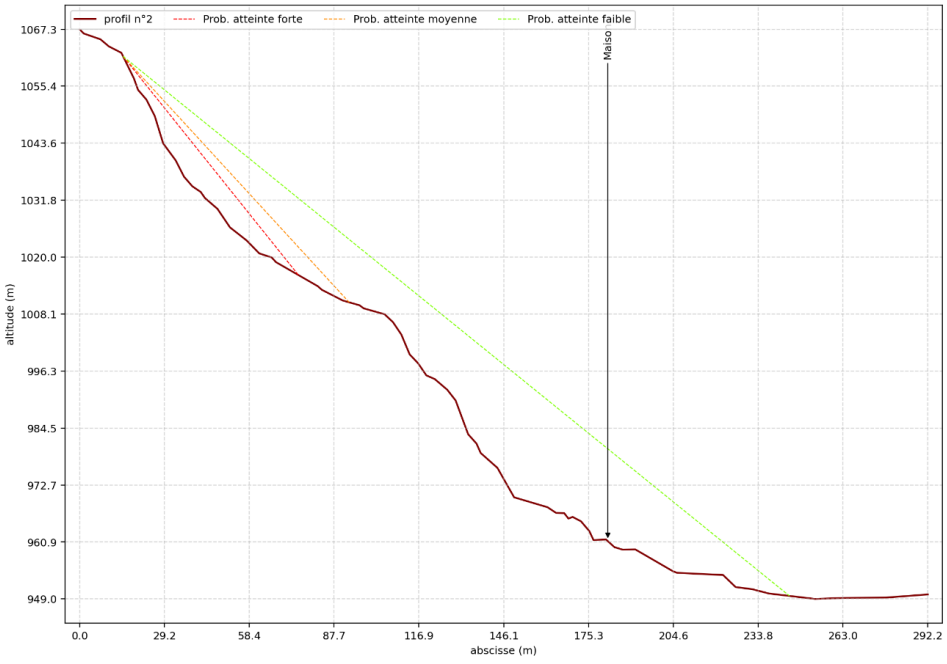


Illustration 54 : modélisation 2D pour le transect 4 du hameau du Garcin.

Profil topographique et lignes d'énergies probables.

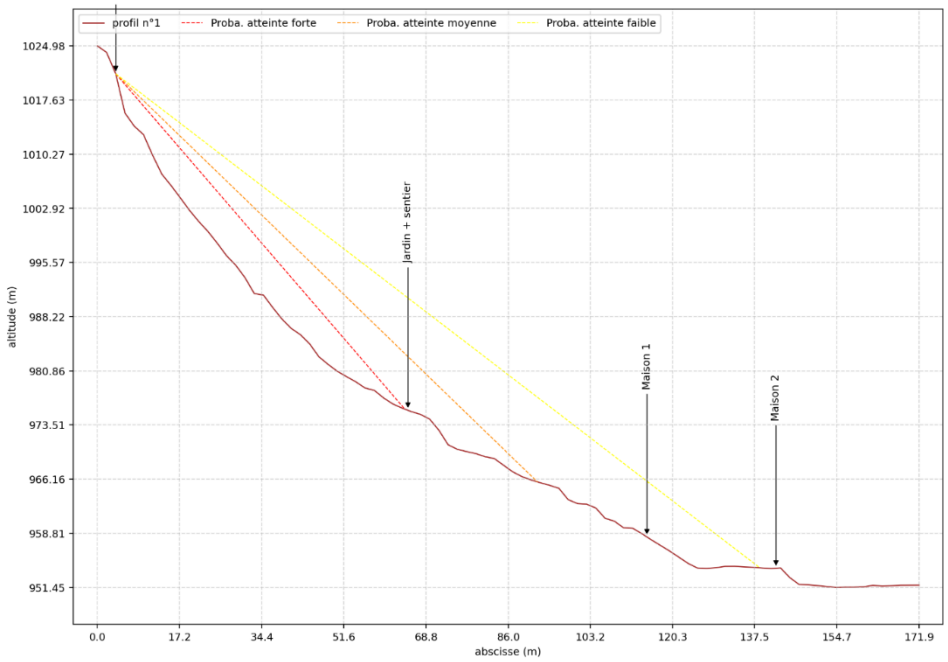


Illustration 55 : modélisation 2D pour le transect 8 du hameau du Garcin.

Profil topographique et lignes d'énergies probables.

Une modélisation 3D a été réalisée pour mieux caractériser les zones potentielles de stockage des événements ainsi qu'identifier les cheminements préférentiels trajectographiques. Pour ce modèle les paramètres suivants ont été implémentés :

Tableau 11 : paramètres d'entrées pour la modélisation 3D

Type de roche	Masse volumique	Taille du bloc	Forme du bloc
Leyptinite	2700 kg/m^3	1 à 2m^3	Rectangulaire

3 954 400 départs ont été simulés. Les résultats des zones d'arrêts/dépôts maximums probables permettent de confirmer le dire d'expert au sujet des zones A (platier d'éboulis vifs entre les deux barres rocheuses) ainsi que B (éboulis vifs au nord-est du hameau. Un certain nombre d'éléments se retrouve aussi stockés au sortir de « l'entonnoir » formé par le platier d'éboulis (zone C). L'analyse des cheminements préférentiels confirme aussi le pressenti. De fait, le molle rocheux immédiatement formé au-dessus du Garcin par la falaise « basse » joue un rôle de déflecteur vers le nord (B) ou vers le sud-ouest (A) des chutes de blocs.

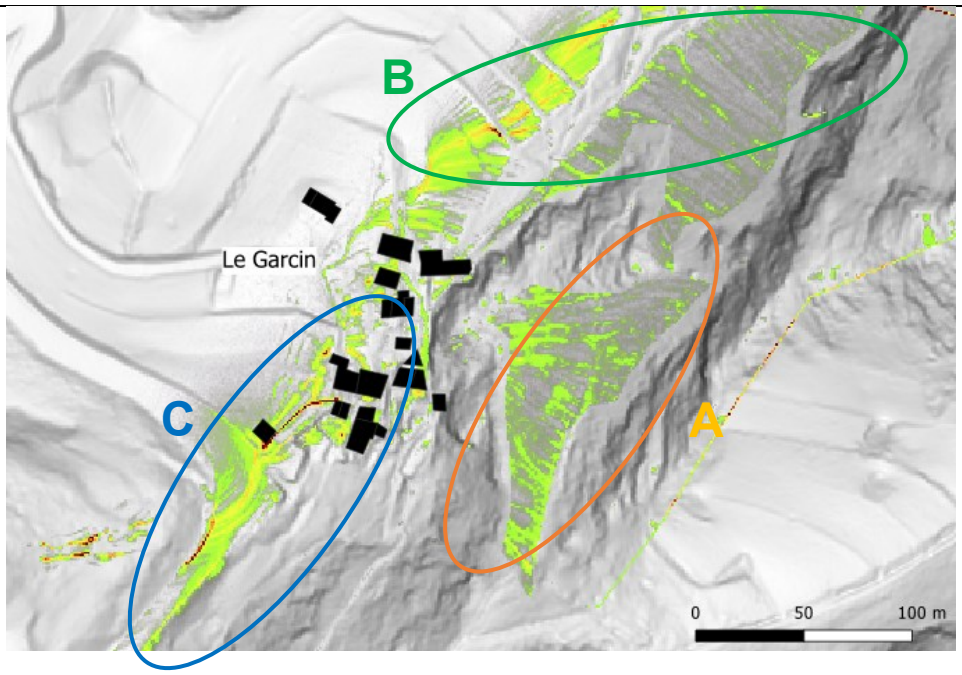


Illustration 56 : modélisation 3D des zones d'arrêts/dépôts probables pour un bloc de 1 à 2m^3 issu des falaises du Moutet. En A et B: zones présupposées et confirmée par le terrain (éboulis vifs). En C, zone au sortir du platier (A).

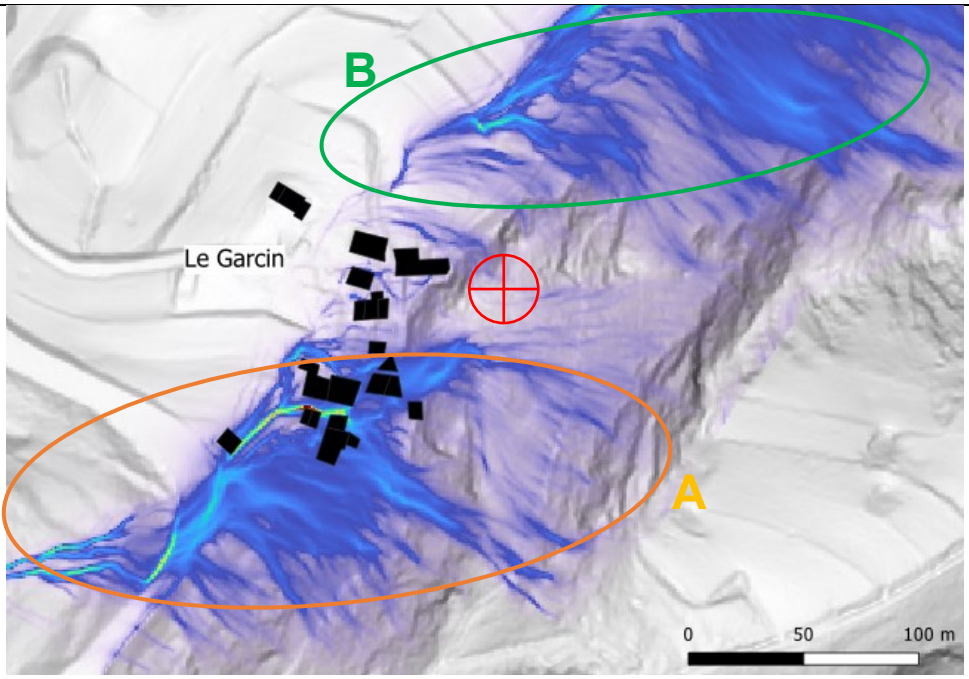


Illustration 57 : modélisation 3D des cheminements préférentiels des blocs modélisés. Ils confirment le rôle de déflecteur naturel du môle (croix rouge). Les trajectoires sont déviées vers le nord (B) ou vers les sud-ouest (A).

- **Secteur du centre technique routier**

Dans le cadre de l'étude trajectographique du centre routier des Deux-Alpes, 1 000 000 de simulations ont été réalisées avec des volumes de départ de blocs compris entre 0.2 et 0.5m^3. Les résultats ont été reportés sur le plan de masse du projet avec un zonage type MEZAP : aléa « probable », « moyen » et « faible » (Illustration 61).

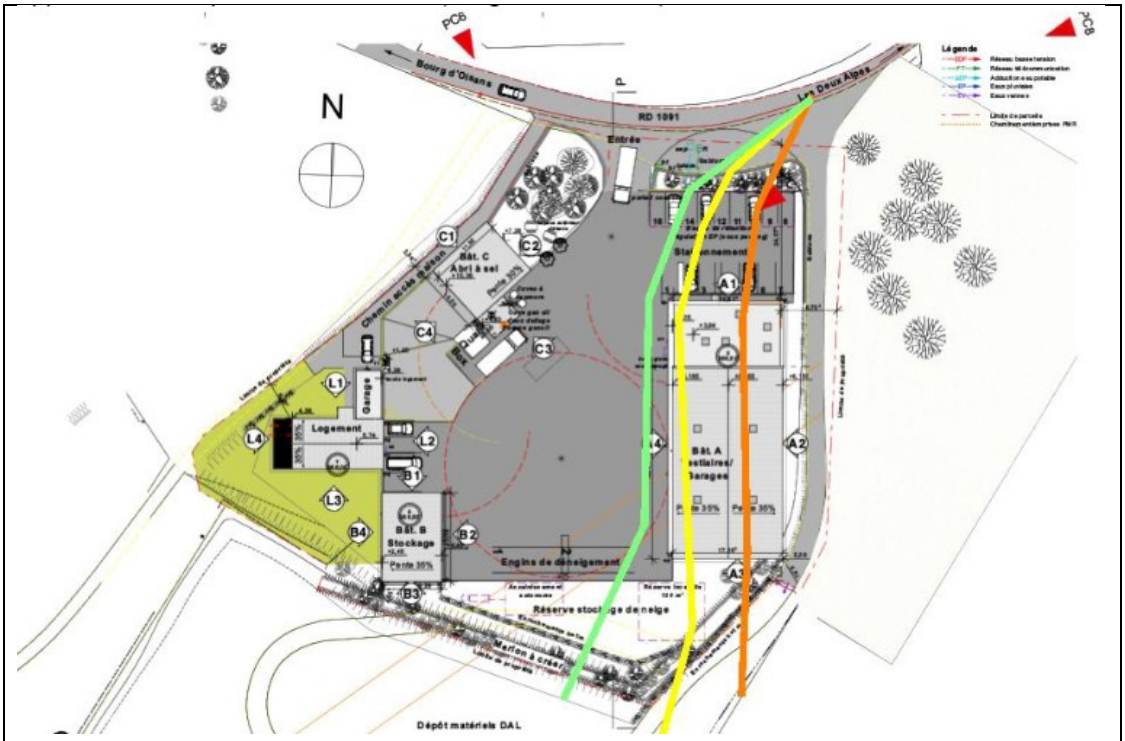


Illustration 58 : report des limites d'aléas de propagation sur le plan de masse du projet d'hangar. En orange la limite d'aléa « Probable », en jaune « Moyen » et en vert « Faible ». A noter que ces limites sont indicatives et extrapolées à partir des modélisations sur le profil type (ARIAS Montagne, 2019).

3.3.2.3 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Secteur du hameau

Un aléa très fort de **chute de blocs [P4]** est zoné sur les zones de départ (falaises du Moutet) : falaises verticales ou surplombantes constituées de leyptinites fracturées, parfois sous-cavées. Les éboulis vifs sous-jacents sont aussi zonés en **aléa très fort** : intensité très fortes, indice d'activité moyenne à forte, probabilité de propagation fort. La maison située sur la parcelle 188 est entièrement incluse dans cet aléa. De fait, elle se situe sous une portion de roches fracturées de la falaise « basse ». Un événement exceptionnel provenant de cet élément pourrait venir se propager contre la façade est.

La partie sud du hameau, au débouché de l'entonnoir que forme le platier, ainsi que les enjeux situés contre la falaise « basse » sont zonés en **aléa fort [P3]**. La probabilité d'atteinte y est faible (activité faible et probabilité de propagation faible) mais l'intensité sera forte à très forte (volume unitaire supérieur à 1m^3).

Secteur du centre technique

Concernant le secteur de la zone technique, un **aléa très fort [P4]** a été appliqué sur les zones de départ, les éboulis vifs et jusqu'à la limite d'aléa « Probable » estimée par l'étude trajectographique. L'intervalle jusqu'à la limite d'aléa « Faible » est zoné en **aléa fort [P3]**. La probabilité d'atteinte y est faible (activité faible et probabilité de propagation faible) mais l'intensité sera forte à très forte (volume unitaire supérieur à 1m^3).

3.4 Secteur des hameaux de la Rollandière, les Touches et le Cros

3.4.1 Crue torrentielle : ru de la Rollandière

3.4.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé su sur le ru de la Rollandière. Le témoignage oral recueilli en avril 2023 d'une native du hameau de la Rollandière situe deux laves torrentielles durant le même été (2012 ?) dans le ru de la Rollandière. Ces écoulements de « terres noires » proviendraient du coteau et se seraient arrêtées dans le talweg entre la Rollandière et les Touches. Un second témoignage a été recueilli et signale l'inondation par une faible lame d'eau d'un garage lors d'un orage estival.

- **Observations de terrain**

Le ru de la Rollandière s'écoule dans un talweg bien individualisé très pentu en marches d'escaliers. Les portions plates sont le siège de dépôts de terres, galets et gros blocs. Elles paraissant stables et végétalisés.

Le bassin amont du ruisseau est complexe et possède plusieurs sources qui s'infiltrent puis resurgissent, trahissant une interaction complexe entre sol et substratum ainsi que des dépôts morainiques peu profonds. Par ailleurs, un ensemble de mine exécutées dans la couche de houille qui traverse en travers les pentes du versant ouest du Fioc, vient ajouter à la complexité du secteur. De fait, elles sont actuellement noyées et jouent le rôle évident de collecteur des eaux de ruissellement. L'ensemble du bassin versant est boisé.

La portion du ru située entre les hameaux de la Rollandière et celui des Touches présente plusieurs exsurgences et suintements sur les deux berges. Des dépôts de « lave » sont encore visibles, encombrant le lit sur plus de 50m et emprisonnant le pied de certains arbres.

Tous les ouvrages qui permettent à la route des Travers de franchir le ru sont sous-dimensionnés et le phénomène de référence obstruera ceux-ci.

Tableau 12 : synthèse des ouvrages de franchissement du ru de la Rollandière.

Nom ouvrage	Nature et dimensions amont	Nature et dimensions aval	Remarques
Franchissement route au niveau du hameau de la Rollandière	Buse béton diam. 800mm	Ibid	En partie bouchée par des solides + flottants
Franchissement route au niveau du hameau des Touches	Plaque grille !	Buse béton 400mm	-

Illustration 59 : ouvrage de franchissement de la route des Travers. Photographie RTM, avril 2023.

Ouvrage de franchissement de la route des Travers au niveau du hameau de la Rollandière vue depuis l'aval. Elle est encombrée de particules fines ainsi que par des flottants (feuilles principalement).

Illustration 60 ouvrage de franchissement de la route des Travers. Photographie RTM, avril 2023.

Ouvrage de franchissement de la route des Travers au niveau du hameau des Touches. Partie amont. Un point bas permet la collecte du débit par une plaque grille. Cet ouvrage est extrêmement limitant et sujet à des embâcles fréquents.

Illustration 61 : ru de la Rollandière. Dépôt de lave torrentielle. Photographie RTM, avril 2023.

Ru de la Rollandière, vue depuis l'aval des dépôts des « terres noires » - certainement des laves torrentielles de petites dimensions. Talweg entre le hameau de la Rollandière et des Travers.

Illustration 62 : ru de la Rollandière. Photographie RTM, avril 2023.

Ru de la Rollandière à l'amont du hameau du même nom. Aspect du step & pool avec stockage de matériaux solides sur les replats.

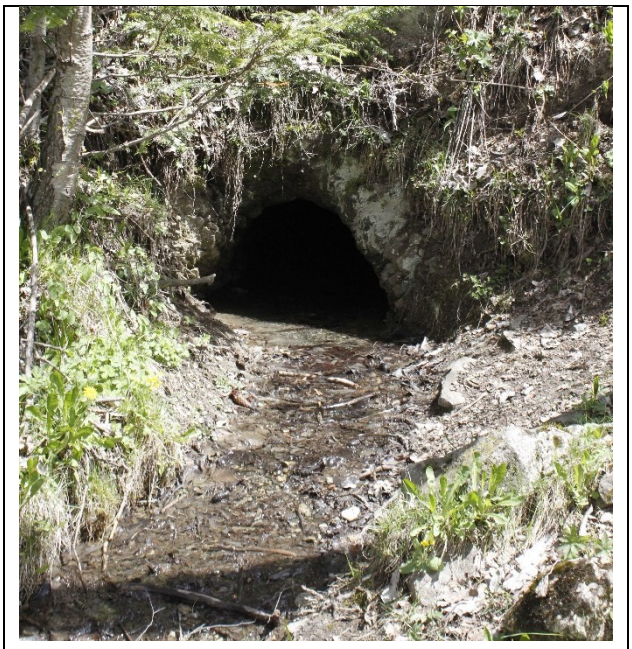


Illustration 63 : exhaure de mine. Photographie RTM, avril 2023.

Débit de plusieurs litres secondes sortant d'une galerie d'exhaure sur le haut bassin versant du ru de la Rollandière. Témoignage de la complexité des écoulements souterrains, drainés pour partie par les mines de houille.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucun ouvrage de protection n'est recensé dans le bassin versant du ru de la Rollandière.

3.4.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

La crue centennale retenue comme scénario de référence est accompagnée d'un important transport en éléments flottants, eu égard du boisement du bassin versant du ru de la Rollandière. Par ailleurs, elle est accompagnée d'un transport solide non négligeable en provenance des terrains sédimentaires de la zone de réception du bassin versant. Les eaux sont saturées en particules fines (argiles, terres) mais l'hypothèse de déstockage complexe d'éléments grossiers sur un événement exceptionnel est toujours permise. De fait, le lit mineur du ru de la Rollandière, sur sa partie amont, stocke des blocs calcaires ou issus du métamorphisme et dont les dimensions sont très hétérogènes. Cet événement répond à des précipitations très intenses sur une courte durée (pentes fortes, bassin versant de faibles dimensions).

Le talweg d'écoulement du ru de la Rollandière est une zone d'écoulement préférentiel pour des avalanches qui fluent depuis les flancs ouest du Fioc. Un événement exceptionnel correspondant à un orage très intense sur le bassin versant et un dépôt d'avalanche occupant le talweg du ruisseau entraînerait des débordements atypiques ; notamment dans le hameau de la Rollandière. La complexité d'un tel événement ne permet pas son anticipation dans la présente cartographie.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur et ses abords.

Le lit mineur des ruisseaux et des talwegs affluents pouvant connaître des crues à caractère torrentiel sont classés en **aléa très fort [T4].** Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des berges et de débordements immédiats très violents. La marge de recul de **l'aléa très fort [T4]** est établit à 2*5m de part et d'autre de l'axe central du lit en eau.

Aléas forts, moyens et faibles [T3-T2-T1] de crue torrentielle sur les zones de débordement.

Trois drayes, affluents en rive droite du ru sont zonées en **aléa moyen [T2b]**. il s'agit d'axes de concentration des écoulements diffus du versant. Ceux-ci peuvent-être associés à des particules solides et former des boues éventuellement accompagnées de flottants. La diffusion d'écoulements en lames d'eau de faible hauteur et vitesse sur la chaussée et jusqu'aux premières maisons du hameau est représentée par un **aléa faible [T1a]**.

3.4.2 Ruissellement de versant, ravinement

3.4.2.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé.

- **Observations de terrain**

Les pentes ouest du Fioc, situées à l'amont du hameau de la Rollandière sont peu végétalisées sur leur sommet. Elles sont constituées de terrains sédimentaires du Lias (schistes, argiles et marnes). Le ruissellement peu y être important puis se trouve canalisé dans quelques drayes bien individualisés sur le terrain (particulièrement visibles sur le MNS issu du LiDAR). Une partie des débits ruisselés est interceptée puis resituée à l'aval dans un système complexe non étudié.

Illustration 64 : drayes secs en pente ouest du Fioc. Photographie RTM, avril 2023).

Draye vu depuis l'aval sur les pentes ouest du Fioc. Des traces d'écoulements dans les « terres noires » sont visibles sous les feuilles mortes.

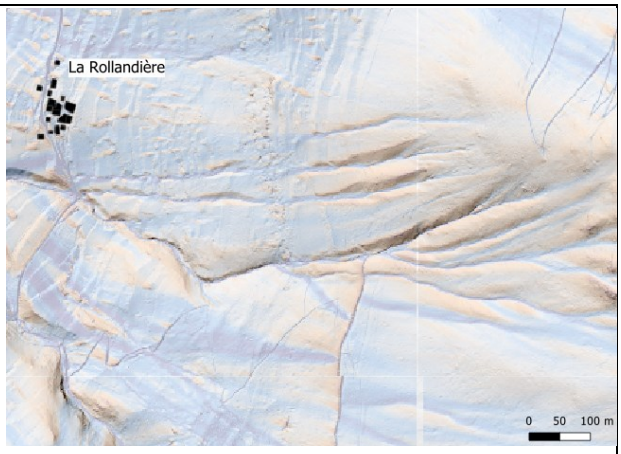


Illustration 65 : LiDAR 2023.

Les ravines de ruissellement préférentielles sont très nettes sur le MNS issu du LiDAR 2023.

- **Ouvrages de protection existants**

Aucun ouvrage de protection n'est recensé.

3.4.2.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

Le phénomène centennal de référence correspond à un scénario classique de très intenses précipitations en moins d'une heure sur un sol durcis (période estivale) ou gelé (période hivernale). Les fortes pentes et la petite taille des bassins versant vont dans le sens d'une crue très rapide.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Les bassins de réception du ru de la Rollandière ainsi que des drayes de sa rive droite sont classés en **aléa moyen [V2a]**. La largeur de cet aléa est associée aux talwegs individualisés ainsi qu'aux zones identifiés comme étant ravinées (absence de végétation).

3.4.3 Glissement de terrain, coulée boueuse

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé sur le secteur.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur des hameaux de la Rollandière, les Touches et le Cros.

La route des Travers entaille à plusieurs reprises le talus morainique et provoque quelques petits glissements. En rive gauche du ruisseau de la Rivoire, sous le hameau des Touches, un glissement ancien avec deux niches d'arrachements et qui franchit la RD220 est mis en évidence par le LiDAR. De manière générale, il semblerait que les hameaux, situés sur un éperon topographique, reposent sur une épaisseur morainique de faible épaisseur. De fait, le hameau de la Rollandière est situé sur l'extrémité haute de la moraine plaquée de la Romanche, presque au contact avec le substratum (amphiboles). Le versant présente un aspect en marches d'escaliers où le sommet est constitué de ce substratum en poli glaciaire (roche moutonnée) et les creux en remplissage morainique de faible profondeur. Les hameaux des Touches et du Cros sont situés sur une épaisseur plus importante de moraine (un récent sondage réalisé dans le hameau du Cros à -10m n'a pas réussi à attendre le substratum[4]). Les faibles pentes moyennes (<20°) de la croupe laissent supposer une bonne stabilité. Seules les bordures sud et nord de la zone bâti montrent des signes d'instabilités. Celles-ci se voient par exemple au-dessus de la l'impasse des Touches ou encore à l'arrière des derniers bâtiments de l'impasse des Cros, pour lesquels des constructions sommaires de stabilisation du terrain ont été réalisées.

Illustration 66 : hameau du Cros. Photographie RTM, avril 2023.

La création du bâti a déstabilisé localement le versant en formant une érosion régressive dans la moraine. Des butées avals sommaires ont été réalisées (parpaings, poutres, plantation de sapins) pour tenter de stabiliser le phénomène.

3.4.3.1 Classification de l'aléa

- **Glissement de référence**

L'ensemble de la zone de la Rollandière, les Cros et les Touches repose sur un dépôt morainique de plaquage qui trouve son épaisseur maximale au bas de la zone et sa terminaison au plus haut. Le substratum rocheux est visiblement métamorphique (amphiboles) bien que la présence de calcaires dolomitiques du Trias soit permise. Ce substratum affleure sur le haut du hameau de la Rollandière sous la forme de roches moutonnées. Peu de sources temporaires ont été contactées durant la campagne de terrain printanière. Une seule zone semble posséder des écoulements souterrains. Il

[4] ERG Géotechnique, (2023). *Confortement mur, Les Deux Alpes (38). Diagnostic géotechnique G5.*

s'agit du talweg du ru de la Rollandière entre le hameau du même nom et le hameau des Cros. Un certain nombre de sources s'y trouvent.

Le glissement de référence correspond pour le sommet de la croupe à une érosion régressive et éventuellement des coulées de boues associées dans le cas de travaux supprimant une butée aval naturelle. Dans les talwegs, la présence de sources ainsi que de niches d'arrachement anciennes, laissent supposer des phénomènes de plus grande ampleur.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il a été réservé à des mouvements dont l'activité historique est confirmée par la présence d'indices géomorphologiques avérés, souvent liés à des sources (plus ou moins temporaires). Il s'agit, pour le secteur, d'une instabilité, découverte par analyse du LiDAR, en rive gauche du ruisseau de la Rivoire.

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Quelques zones avec des sources ont été découvertes dans les talwegs au printemps 2023. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue. Ont été zonés en **aléa fort [G3c]** les coteaux au nord, au sud et à l'ouest de la zone.

Aléa moyen [G2].

La croupe sur laquelle repose les hameau des Touches et du Cros a été zonée en **aléa moyen [G2a]**. L'épaisseur de la moraine y est de l'ordre de plusieurs mètres mais les pentes sont faibles. Aucun signe de déstabilisation n'est observé.

Aléa faible [G1].

Le hameau de la Rollandière, ainsi que les pentes à l'amont ont été zonées en **aléa faible [G1]**. La moraine n'y est pas représentée de façon continue et son épaisseur est faible. Le substratum est sub-affleurant.

3.4.4 Chutes de pierres et de blocs

Aucun aléa chute de pierres n'est zoné dans le secteur. Un diagnostic RTM a été émis en 2017 à la demande de la commune au sujet d'un bloc « menaçant » au lieu-dit Les Drillères. Il s'agit d'un gros bloc qui serait à rattacher aux orthophyres ou aux grès de la base du houiller. Situé immédiatement sous des travaux d'excavation anciens pour le charbon, il est possible qu'il ait glissé ou se soit détaché durant la mine. Depuis, le chemin passant à son pied, un léger sous-cavage était présent. L'ensemble paraît cependant très stable. De plus, un mur de butée aval a été réalisé et ôte tout risque de chute. Aucun bloc similaire n'a pu être identifié sur le versant. L'aléa a donc été classé comme inexistant.

Illustration 67 : bloc « instable » au-dessus de la Rollandière. Photographie RTM, avril 2023.

3.4.5 Affaissements, effondrements de cavités souterraines

Rappel au sujet des ouvrages miniers : *les risques miniers résultent de l'exploitation de matériaux listés à l'article L. 111-1 du code minier. Ils ne sont pas traités par la carte d'aléas. Il est rappelé que la distinction entre mines et autres extractions est fondée sur la nature du matériau exploité et non sur le caractère souterrain ou non du mode d'exploitation. Pour les cavités souterraines d'origine anthropique autres que les mines (carrières souterraines, marnière, caves, champignonnières, galeries, etc.), la qualification de l'aléa est réalisée en appliquant la méthodologie décrite aux pages 37 à 51 du guide méthodologique PPRN risque cavités souterraines abandonnées (DPPR, octobre 2012). Les cavités d'origines minières ne relèvent donc pas de la carte des aléas naturels. Ils peuvent toutefois y être signalés.*

3.4.5.1 Observations de terrain

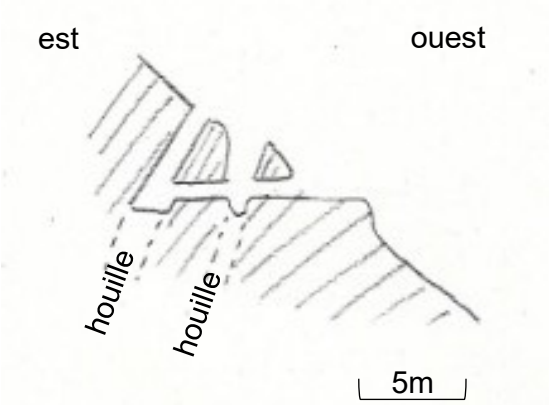


Illustration 68 : coupe schématique interprétative des travaux miniers sur le versant ouest du Fioc. Les travaux ont été conduits sur deux à trois couches de houille. La profondeur atteinte par les tranchées n'est pas documentée.

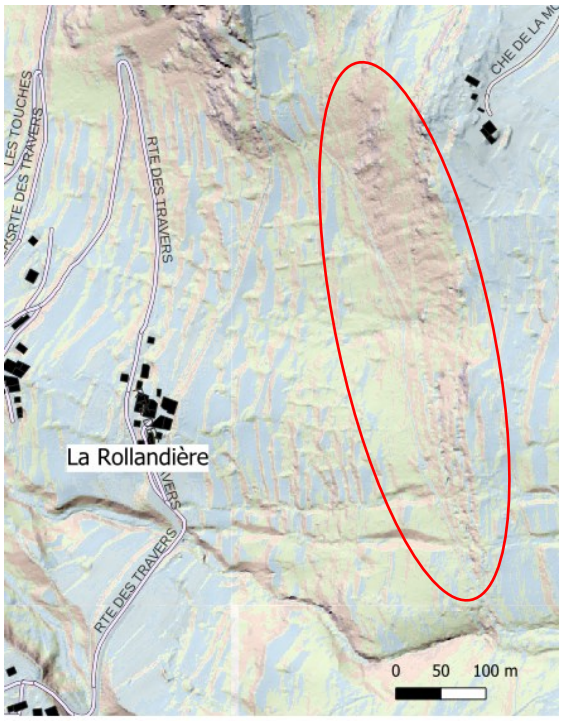


Illustration 69 : l'ampleur des travaux surfaciques est très marquée sur le LiDAR.

Illustration 70 : tête de puits effondrée et noyée. Photographie RTM, avril 2023.

Illustration 71 : longue tranchée d'exploitation effondrée. Photographie RTM, avril 2023.

3.4.5.2 Représentation cartographique

La couche du houiller (carbonifère) traverse la commune du nord au sud. Elle a été travaillée de manière anarchique durant 150 ans sur toute sa longueur, entre les gorges de l'Infernet et l'aiguille de Vénosc. Plusieurs concessions sont répertoriées mais les travaux sont mal connus. Les prospections menées sur des anomalies identifiées grâce au LiDAR laissent suggérer une ampleur importante de ces travaux. Il a donc été choisi de représenter par une surface hachurée l'emprise supposée de ces désordres.

Rappel : *l'aléa effondrement de cavités souterraines relevant du code minier ne peuvent faire l'objet d'une carte des aléas. Leur représentation sur celle-ci est purement informative et ne peut être retenue comme argent comptant. La responsabilité du zoneur ne peut être mise en cause pour ce choix. La question approfondie de l'aléa minier peut faire l'objet d'un PPRm (Plan de Prévention du Risque minier).*

3.4.6 Avalanches

3.4.6.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Le hameau de la Rollandière est historiquement impacté par les avalanches des CLPA n°88, 89, 90 et leurs extensions latérales. Un témoignage relevé lors de la phase de terrain, au printemps 2023, fait état de coulées de neige sèche qui ont atteint le sud du hameau au travers des bois. Aucune date n'a pu être mise sur cet événement.

Tableau 13: Inventaire des avalanches connues sur les sites CLPA 88, 89 et 90 affectants le hameau de la Rollandière

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
1955		Route communale de Cros à la Rollandière	89	-	RTM 2011
1971		Route communale de Cros à la Rollandière	89	-	RTM 2011
Entre le 12 et le 20/01/1981		Amont de la Rollandière pour la 89 et entre les hameaux du Cros et de la Faurie pour la 88.	88 - 89	Suite à un fort cumul de neige et un fort vent, avalanche de neige poudreuse. Le boisement au-dessus de la Rollandière est endommagé. Au niveau du Cros, un effet de souffle est ressenti. Les dépôts y sont larges de 35m.	RTM 2011
11/03/1999			89	Une « avalanche importante ».	RTM 2011
2011	Sous la crête		88 - 87	Cette avalanche est redécouverte dans les archives RTM. Peu d'informations à son sujet	Archives RTM

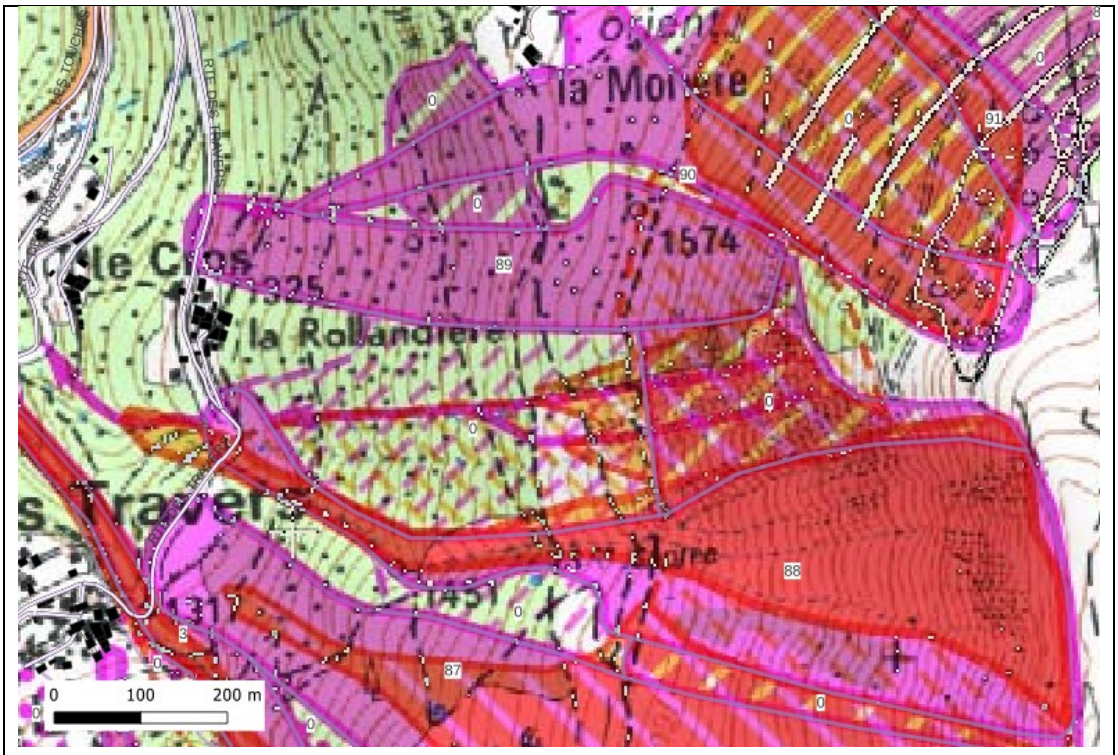


Illustration 72 : détail de la carte CLPA AZ62 (INRAE).

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucun ouvrage de protection n'est connu, protégeant le hameau de la Rollandière.

Suite à la déprise agricole, le reboisement naturel s'est largement étoffé ces 50 dernières années. Il est constitué principalement d'essences caduques (bouleaux, sorbiers). Les pentes hautes, sous la crête du Fioc, ne parviennent cependant pas à se reboiser naturellement (sols argileux durs, fortes pentes, activité avalancheuse).

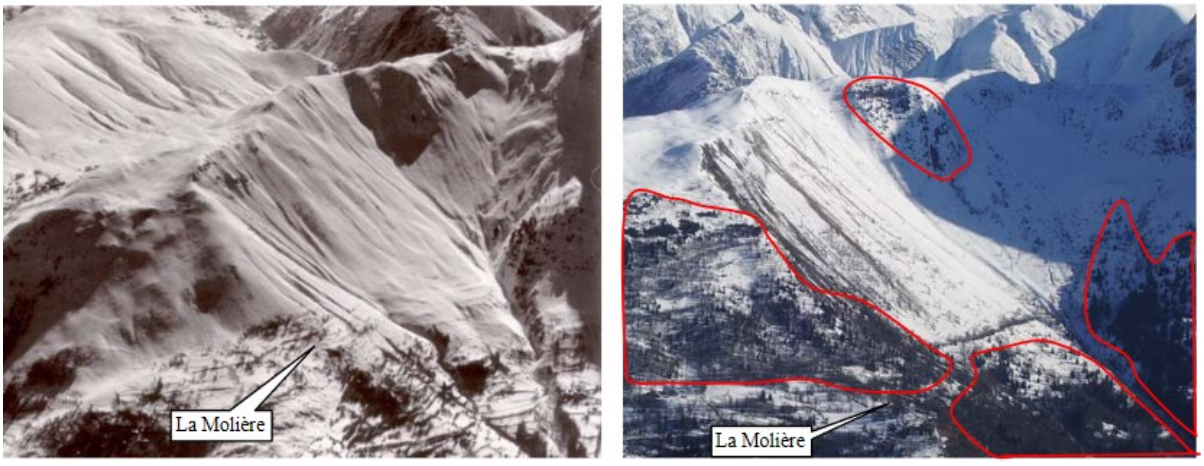


Illustration 73 : Comparatif entre l'occupation des sols en 1971 et 2011. Ce boisement est encore plus étoffé aujourd'hui. Cemagref – ETNA et RTM. Habillage RTM 2011.

Illustration 74 : avalanche sur les CLPA 2 – 87 – 88 en 2011. Archives RTM.

3.4.6.2 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Les avalanches qui concernent le hameau de la Rollandière (principalement issues de la CLPA 89) se produisent le plus souvent au cœur de l'hiver, après de fortes chutes de neige froide et sèche. Elles sont presque toujours accompagnées d'aérosols. Le reboisement naturel du versant ainsi que le réchauffement climatique semblent avoir limité la récurrence de ces avalanches qui n'ont plus été observées depuis près de 25 ans. Le rapport RTM 2011, met en évidence, suite à une enquête communale, plusieurs lacunes de la CLPA.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

L'avalanche de référence centennale est une avalanche de neige sèche, produite après d'intenses précipitations en contexte froid. Les dépôts sont consistants (entre 1 et 2 mètres de neige fraiche au sol). Les coulées sont accompagnées d'aérosols.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Aucun ouvrage n'est recensé. Il faut par ailleurs noter que le boisement naturel est en progression, aidé par le réchauffement climatique et la raréfaction des avalanches. Il ne peut cependant être pris en compte dans le présent travail mais son maintien est un facteur favorable de réduction des phénomènes futurs.

- **Classement de l'aléa**

Les pentes supérieures du versant ouest du Fioc ainsi que le talweg du ru de la Rollandière, pour lesquels les avalanches peuvent encore posséder un caractère annuel et être impactés par des coulées de neige humide sont zonés en **aléa fort d'avalanche [A3]**. Le front des avalanches historiques, impacté par des aérosols et des coulées de neige sèche sont zonés en **aléa moyen d'avalanche [A2]**. Enfin, les zones impactées uniquement par des aérosols en perte de vitesse sont zonées en **aléa faible d'avalanche [A1]**.

Un aérosol en condition d'avalanche exceptionnel peut être ressenti au niveau des premières maisons du hameau. Il est zoné en **aléa exceptionnel d'avalanche [AE].**

3.5 Secteur du hameau de la Faurie – les Travers

3.5.1 Crue torrentielle : ruisseau de la Faurie et rif du Fournel

3.5.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique torrentiel n'est rapporté pour le ruisseau de la Faurie et le rif du Fournel.

- **Observations de terrain**

Le ruisseau de la Faurie et le rif du Fournel sont les deux branches principales amont du ruisseau de la Rivoire. Elles confluent sous la RD220 (altitude : 1120m).

- Le ruisseau de la Faurie

Ce ruisseau prend ces sources sous le Mais en contexte sédimentaire. A l'amont de la route des Travers, il est encaissé dans des gorges constituées de gneiss amphibolique. Il paraît transporter une charge sédimentaire relativement importante à cet endroit. Par ailleurs, son bassin versant est boisé et l'activité avalancheuse encore bien présente à ce niveau apporte des volumes non négligeables de flottants. Le franchissement de la route des Travers est aménagé par un déversoir maçonné donnant sur une buse de gros diamètre. Cet ouvrage ne semble pas suffisamment dimensionné pour le phénomène de référence.

- Le rif du Fournel

Ce ruisseau prend ses sources dans les contreforts nord de Pied-Moutet (amphiboles). A l'amont de la route des Travers, il s'écoule sur des dalles de calcaires dolomitiques avant de rejoindre les dépôts morainiques qui recouvrent l'essentiel de la zone. Cette transition, située à 200 mètres à l'amont de la route des Travers, s'accompagne d'une rupture de pente et d'une ouverture du talweg. De nombreux bourrelets (dépôts d'éléments grossiers) se distinguent à cet endroit et jusqu'au rétrécissement aval du talweg (altitude 1260m). Ils sont interprétés comme des bourrelets témoins d'événements torrentiels anciens (laves, charriage…). Ils structurent le lit mineur du rif puisqu'ils l'encadrent et empêchent des écarts latéraux. Pour cette raison, le lit en eau paraît stable (pavage, absence d'atterrissements).

Tableau 14 : synthèse des ouvrages de franchissement rencontrés au hameau de la Faurie sur le ruisseau du même nom ainsi que le rif du Fournel.

Nom ouvrage	Nature et dimensions amont	Nature et dimensions aval	Remarques
Franchissement route des Travers sur le ruisseau de la Faurie	Déversoir maçonné (1000mm*800) donnant sur buse béton (1200)	Buse béton (1200)	-
Franchissement route des Travers sur le rif du Fournel	Déversoir maçonné (1000*800) donnant sur buse béton (1200)	Buse béton (1200)	Déversoir colmaté à 70% par des flottants. Aval de la buse béton affouillé.
Franchissement voie non nommée sur le rif du Fournel	Déversoir maçonné (1000*800) donnant sur une buse béton (800)	Buse béton (800)	Route à l'aval de la route des Travers

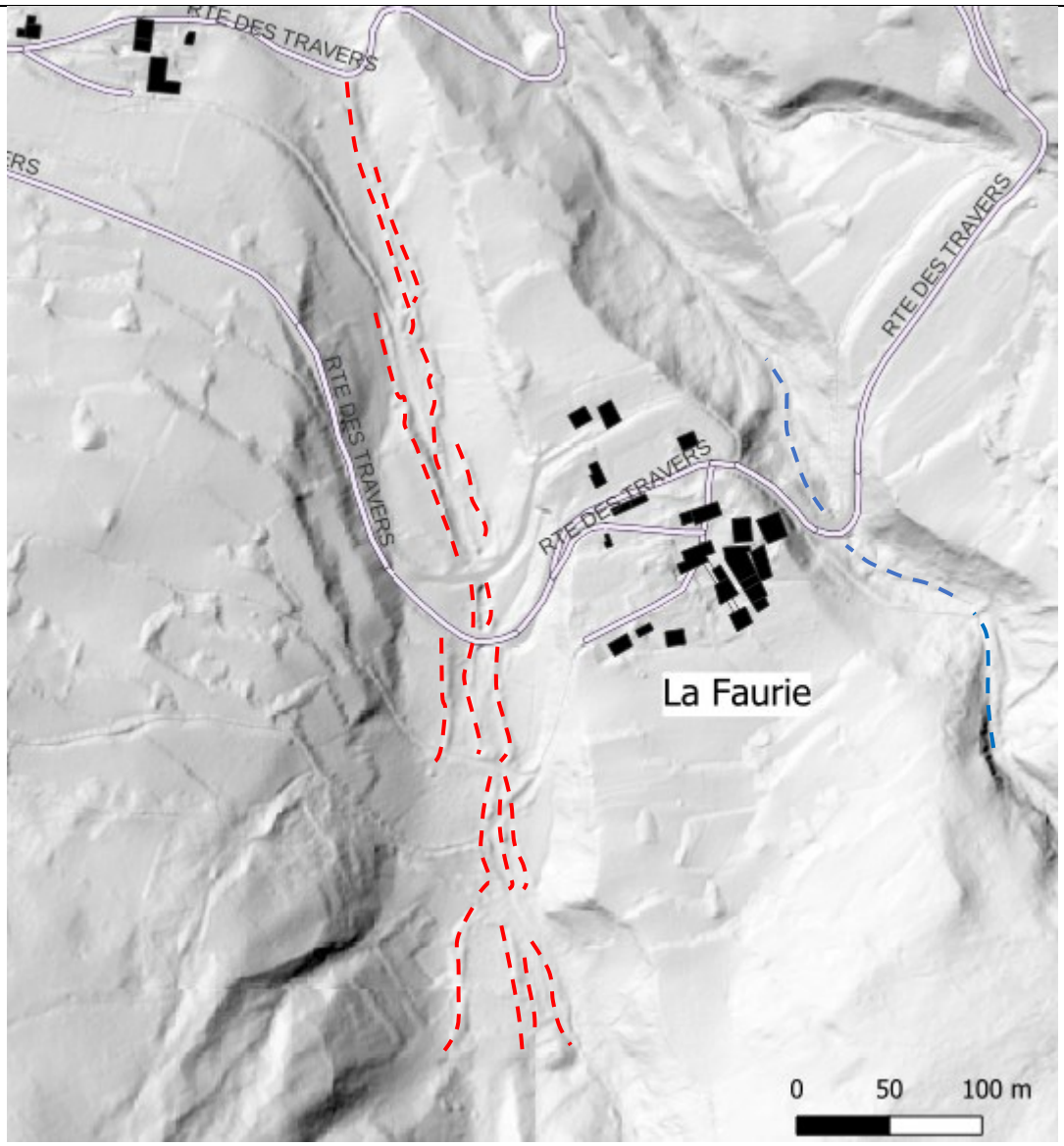


Illustration 75 : MNS issu du LiDAR 2023.

Bourrelets interprétés comme dépôts témoins d'anciens phénomènes torrentiels (laves, charriages). En rouge les très nombreux dépôts du rif du Fournel, en bleu ceux du ruisseau de la Faurie. Ces dépôts contraignent les écoulements et structurent le lit mineur des ruisseaux.

Illustration 76 : franchissement du ruisseau de la Faurie au niveau de la route des Travers. Vue depuis l'aval. Photographie RTM, avril 2023.

Illustration 77 : franchissement du ruisseau de la Faurie au niveau de la route des Travers. Vue du déversoir maçonné. Photographie RTM, avril 2023.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucun ouvrage, ni travaux de protections, ne sont recensés pour ces ruisseaux.

3.5.1.2 Classification de l'aléa

Aucun enjeu n'est impacté par cet aléa. La crue centennale retenue comme scénario de référence est accompagnée d'un important transport en éléments flottants, eu égard du boisement du bassin versant des ruisseaux. Par ailleurs, l'hypothèse de déstockage complexe d'éléments solides sur un événement exceptionnel est toujours permise. Ceci est particulièrement le cas pour le ruisseau de la Faurie, qui franchit plusieurs substrats différents dans des gorges profondes dont les versants peuvent fournir des matériaux. Concernant le rif du Fournel, il est plus difficile de se prononcer. Les calcaires dolomitiques sur lesquels le torrent s'écoule sont particulièrement durs et forment des dalles de dimensions trop importantes pour être mobilisées. Une question demeure à propos des dépôts morainiques ainsi que ceux en « bourrelets » visibles à l'amont et l'aval du hameau de la Faurie. Ces dépôts pourraient éventuellement être remobilisés sur un très grand événement. De même, une reconfiguration du lit mineur pourrait être réalisée après une avalanche et donc mettre au jour des matériaux facilement repris par le régime torrentiel.

Les talwegs du ruisseau de la Faurie ainsi que du rif du Fournel sont une zone d'écoulement préférentielle et presque annuelle pour les avalanches. Un phénomène de très grande intensité laissant un fort dépôt comblant les lits majeurs peut-être imaginé. Un événement exceptionnel correspondant à un orage très intense sur le bassin versant entraînerait des débordements atypiques. La complexité d'un tel événement ne permet pas son anticipation dans la présente cartographie.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur et ses abords.

Le lit mineur des ruisseaux et des talwegs affluents pouvant connaître des crues à caractère torrentiel sont classés en **aléa très fort [T4].** Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des berges et de débordements immédiats très violents. La marge de recul de **l'aléa très fort [T4]** est

établit à 2*5m de part et d'autre de l'axe central du lit en eau.

Aléa fort [T3] de crue torrentielle sur les zones de débordement.

L'ensemble du lit majeur qui est encaissé dans le talweg est classé en **aléa fort [T3a].** Cela représente les premières zones de débordements pouvant être couvertes de flottants (troncs, branches, débris…). Ces zones peuvent aussi, lors d'un événement exceptionnel, être incisées et occupées par un nouveau lit.

3.5.2 Glissement de terrain, coulée boueuse

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé sur le secteur.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur des hameaux de la Faurie et des Travers.

La route des Travers entaille à plusieurs reprises le talus morainique et provoque quelques petits glissements. Plusieurs sources (temporaires ?) sont visibles en rive droite du ruisseau de la Faurie, trahissant des écoulements souterrains complexes.

Le chemin de randonnée qui monte du hameau de la Baronnière à la Faurie présente à l'arrive dans ce dernier hameau des signes de glissements. Il se trouve à la limite de la rupture de pente entre la croupe de la Faurie et le talweg du ruisseau de la Faurie. Les parcelles situées dans les pentes (raides) de la rive gauche – parcelles n°315 à 318 – ont fait l'objet d'une coupe à blanc récente. Il n'est pas impossible que ces travaux aient déstabilisé le terrain morainique en surface. L'éperon sur lequel repose le hameau de la Faurie est constitué de dépôts morainiques dont la profondeur n'est pas connue.

Illustration 78 : mur de soutènement. La Faurie. Photographie RTM, avril 2023.

Fissuration localisée (absence de chainage ?) dans un mur de soutènement de la chapelle de la Faurie. Témoignage de recalages léger du terrain sous-jacent.

Illustration 79 : ruisseau de la Faurie. Photographie RTM, avril 2023.

Source en rive droite du ruisseau de la Faurie, surgissant au travers de la moraine avant de s'infiltrer à nouveau quelques mètres plus bas.

Illustration 80 : hameau de la Faurie. Photographie RTM, avril 2023.

Une coupe à blanc réalisée dans les pentes immédiatement sous le village. Ces dernières, dans la moraine, présentent des petites niches d'arrachement localisées et la mise à nue de la végétation semble avoir générer un glissement du chemin de randonnée qui passe au-dessus à la limite de pentes.

3.5.2.1 Classification de l'aléa

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Quelques zones avec des sources ont été découvertes dans les talwegs au printemps 2023. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue. Ont été zonés en **aléa fort [G3c]** les talwegs du ruisseau de la Faurie et du Rif du Fournel.

Aléa moyen [G2].

La croupe sur laquelle repose le hameau de la Faurie a été zonée en **aléa moyen [G2a]**. L'épaisseur de la moraine n'y est pas connue mais les pentes sont faibles. Aucun signe de déstabilisation n'est observé.

3.5.3 Avalanches

Note : *L'avalanche affectant le hameau de la Baronnière (avalanche de la Rivoire – CLPA n°3 – 4 - 5) est traitée dans le point **3.1.4 Avalanches – secteur du hameau de la Rivoire**. Sera traité dans ce point uniquement l'avalanche CLPA n°6 – la Faurie – la Chalmette.*

3.5.3.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Un seul événement est recensé au niveau du hameau de la Faurie, pour la CLPA 6.

Tableau 15 : Inventaire des avalanches connues sur le site CLPA 6 affectants le hameau de la Faurie

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
Fin mars 1971	En aval de la bergerie	Juste en amont du hameau	6	Le souffle de l'avalanche CLPA 4 aurait déclenché la plaque de la CLPA 6. Un effet de souffle est ressenti au hameau.	RTM 2011

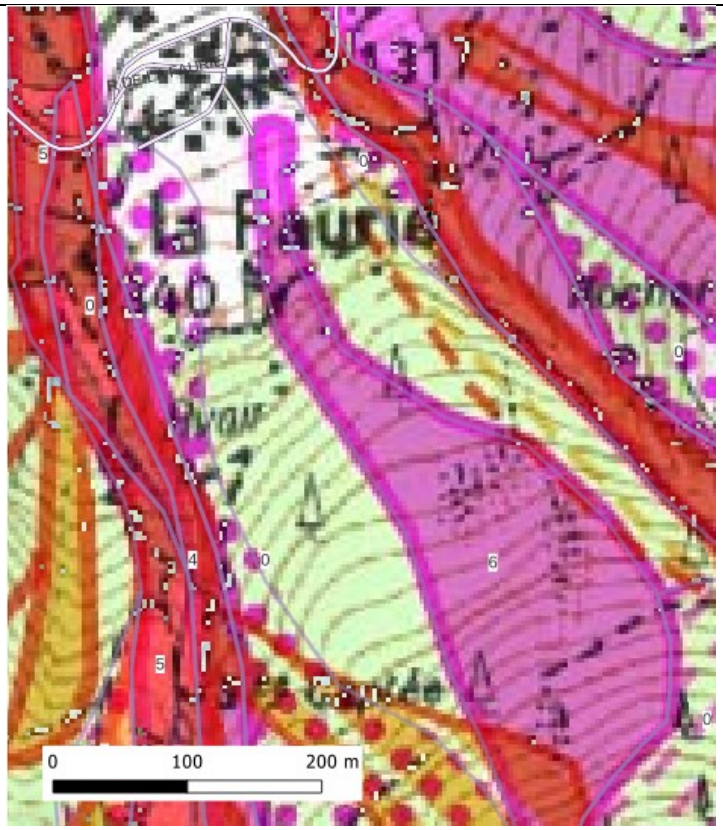


Illustration 81 : détail de la carte CLPA AZ62. INRAE.

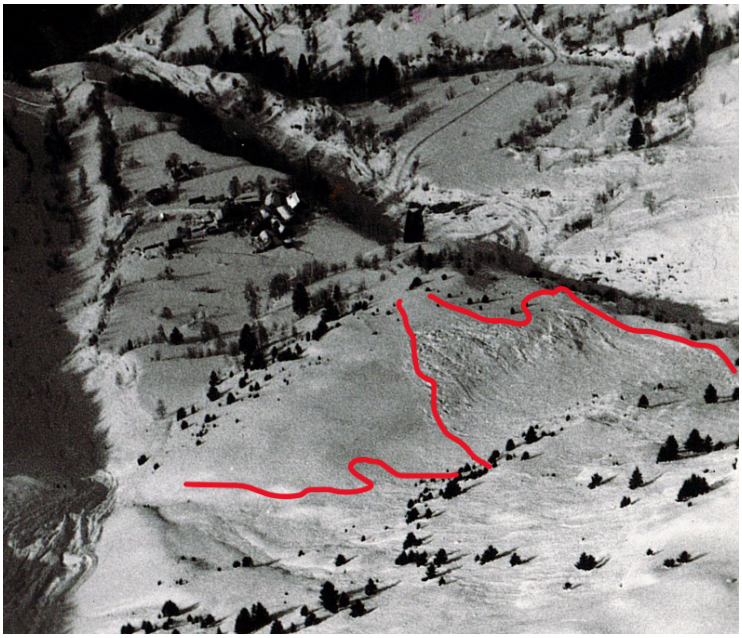


Illustration 82 : emprise de l'avalanche CLPA 6 (1971). Archives RTM.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucun ouvrage de protection n'est connu, protégeant le hameau de la Rollandière.

Suite à la déprise agricole, le reboisement naturel s'est largement étoffé ces 50 dernières années. Au-dessus du hameau de la Faurie, il est constitué d'essences mixtes (épicéa, bouleau, hêtre…).

3.5.3.2 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

L'avalanche qui concerne le hameau de la Faurie se produit le plus souvent au cœur de l'hiver, après de fortes chutes de neige froide et sèche. Son déclenchement pourrait être lié aux avalanches de Pied-Moutet. Elle est accompagnée d'aérosol.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

L'avalanche de référence centennal est une avalanche de neige sèche, produite après d'intenses précipitations en contexte froid. Les dépôts sont consistants (entre 1 et 2 mètres de neige fraiche au sol). Les coulées sont accompagnées d'aérosols.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Aucun ouvrage n'est recensé. Il faut par ailleurs noter que le boisement naturel est en progression, aidé par le réchauffement climatique et la raréfaction des avalanches. Il ne peut cependant être pris en compte dans le présent travail mais son maintien est un facteur favorable de réduction des phénomènes futurs.

- **Classement de l'aléa**

L'emprise de la CLPA 6 est concerné par des aérosols. La coulée de neige est limitée par un relief en marche d'escaliers avec replat prolongé d'environ 100-150 mètres favorisant son dépôt. Un **aléa moyen d'avalanche [A2]** est appliqué.

3.6 Secteur des hameaux de la Baronnière, les Hugues, les Eymards et le Penail

3.6.1 Crue torrentielle : ru de Combe Chave

3.6.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est à rattacher à la Combe Chave.

- **Observations de terrain**

La combe Chave est, comme son nom l'indique, un « creux » dans le terrain. Au fond de ce talweg, le ruisseau (temporaire ?) s'écoule sans lit mineur vraiment identifié. Le bassin versant est de faible dimension et de faible pente.

Illustration 83 : la Combe Chave vue depuis son franchissement de la route du Penail (aval). Photographie RTM, mai 2023.

Tableau 16 : synthèse des ouvrages de franchissement rencontrés au hameau du Penail sur le ru de Combe Chave.

Nom ouvrage	Nature et dimensions amont	Nature et dimensions aval	Remarques
Franchissement route du Penail	Grille et petite buse bétonnée	-	-

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucuns ouvrages ni travaux de protection ne sont recensés.

3.6.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue**

La crue centennale est déclenchée par de très fortes précipitations sur des sols saturés en eau ou sur un manteau neigeux. Elle est accompagnée d'un transport solide modéré, principalement constitué de flottants.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aucun enjeu n'est recensé sur le parcours du ruisseau. Seul le franchissement de la route du Penail pourrait être impacté et couper momentanément le hameau du Penail.

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur et ses abords.

Le lit mineur des ruisseaux et des talwegs affluents pouvant connaître des crues à caractère torrentiel sont classés en **aléa très fort [T4].** Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des berges et de débordements immédiats très violents. La marge de recul de **l'aléa très fort [T4]** est établit à 2*5m de part et d'autre de l'axe central du lit en eau.

Aléa fort [T3] de crue torrentielle sur les zones de débordement.

L'ensemble du lit majeur qui est encaissé dans le talweg est classé en **aléa fort [T3a].** Cela représente les premières zones de débordements pouvant être couvertes de flottants (troncs, branches, débris…).

3.6.2 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.6.2.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé sur le secteur. Un témoignage oral, relaté au hameau de la Baronnière lors de la campagne de terrain du printemps 2023, rapporte la présence d'une fissure d'environ 10cm de large dans une maison du hameau. Elle aurait été colmatée il y a quarante ans.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur des hameaux de la Baronnière, les Hugues, les Eymards ou le Penail. Une grange ancienne, située à l'ouest du hameau du Penail présente de profondes déformations structurelles (murs bombés, toit vrillé, décrochage sous la forme d'une marche décimétrique d'un flanc… Aucune source n'a été contactée dans la zone. Toutefois, l'épaisseur de la moraine semble importante (de l'ordre métrique) et le substratum sous-jacent est triasique (cargneules).

3.6.2.2 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue. Ont été zonés en **aléa fort [G3c]** les talwegs des ruisseaux de Combe Chave, du rif du Fournel ainsi que les anciennes terrasses agricoles à l'amont et à l'aval des hameaux.

Aléa moyen [G2].

Les croupes sur lesquelles reposent les hameaux ont été zonées en **aléa moyen [G2a]**. L'épaisseur de la moraine n'y est pas connue mais les pentes sont faibles. Aucun signe de déstabilisation n'est observé.

3.6.3 Avalanches

L'avalanche affectant le hameau de la Baronnière (avalanche de la Rivoire) est traitée dans le point ***3.1.4 Avalanches – secteur du hameau de la Rivoire***.

3.7 Secteur du hameau du Ponteil

3.7.1 Crue torrentielle : ruisseau du Ponteil

3.7.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé.

- **Observations de terrain**

Le talweg à l'amont du hameau du Ponteil est totalement sec. Des arbres fruitiers sont plantés dans le « lit mineur ». Le ruisseau du Ponteil, en tant que tel, prend sa source au lavoir du village. Plusieurs litres/secondes proviennent d'une buse PVC 200. Le débit perdu est repris par des canalisations enterrées et rejaillit à l'aval de la zone bâtie via une buse béton. Le bassin versant du ruisseau du

Ponteil est de faibles dimensions.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucuns ouvrages ni travaux de protection ne sont recensés.

3.7.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue**

Le ruisseau du Ponteil est mal compris dans ce système complexe. D'où provient le débit capté par le lavoir du hameau ? Le réseau est-il dimensionné à la crue de référence ?

Quoiqu'il en soit, la crue centennale de référence est uniquement liquide. Elle inonde rapidement le carrefour de route et éventuellement la maison de la parcelle 2284. L'eau est claire mais la lame d'eau peut-être relativement importante (10cm ?). A ce débit s'adjoint surtout celui du talweg amont, en ruissellement, qui est accompagné d'un important transport solide en flottants.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur et ses abords.

Le lit mineur des ruisseaux et des talwegs affluents pouvant connaître des crues à caractère torrentiel sont classés en **aléa très fort [T4].** Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des berges et de débordements immédiats très violents. La marge de recul de **l'aléa très fort [T4]** est établit à 2*5m de part et d'autre de l'axe central du lit en eau.

Aléa faible [T1] de crue torrentielle sur les zones de débordement.

Le point bas formé par le carrefour de la route du Ponteil avec l'impasse de la vieille fontaine présente pour le phénomène de référence la possibilité d'inondation par une faible lame d'eau. Le zonage est en **aléa faible [T1a]** de crue torrentielle.

3.7.2 Ruissellement de versant, ravinement

3.7.2.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé.

- **Observations de terrain**

Le talweg à l'amont du hameau du Ponteil est totalement sec. Des arbres fruitiers sont plantés dans le « lit mineur ». Ce lit est toutefois bien individualisé mais masqué par la végétation. Le LiDAR le met en évidence. 400 mètres à l'amont du Ponteil, une zone humide fait figure de source, l'eau s'y infiltre pour rejaillir sous le hameau.

3.7.2.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue**

Le phénomène centennal de référence correspond à de fortes précipitations sur une durée de 1 à plusieurs jours sur des sols saturés et dont le couvert végétal est faible (automne/hiver/début printemps) ou sur un manteau neigeux. Du fait du fort couvert végétal ainsi que des zones humides présentes, des rétentions d'eau sont à prévoir, du moins en début de crue. Le ruissellement est accompagné de matériaux solides flottants (herbes, feuilles, aiguilles…).

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [V4] de ruissellement dans le fond du talweg. La largeur de cet aléa est fixée à 2*5m au minimum sur le fossé.

3.7.3 Glissement de terrain, coulée boueuse

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé.

- **Observations de terrain**

Le hameau du Ponteil est construit au contact même du substratum (amphiboles). L'éperon rocheux sur lequel il est construit est encadré par deux vallons dont le fond est constitué de dépôts morainiques.

Illustration 84 : le bâti du Ponteil est immédiatement positionné sur les affleurements des amphiboles. Photographie RTM, mai 2023.

3.7.3.1 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa moyen [G2].

Les fonds des vallons qui encadrent le hameau ont été zonés en aléa moyen [G2a]. L'épaisseur de la moraine n'y est pas connue et les pentes sont faibles. Aucun signe de déstabilisation n'est observé.

3.8 Secteur du hameau de la Molière

3.8.1 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.8.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé sur le secteur.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur de la Molière. La moraine, située au nord-est du hameau trouve sa terminaison au nord de celui-ci, sous la route des clochettes. A cet endroit, les dépôts morainiques sont de faible profondeur et situés sur un chloritoschiste et le calcaire dolomitique du Trias.

3.8.1.2 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa faible [G1].

Les pentes situées au nord-est du hameau sont classées en **aléa faible [G1]**.

3.8.2 Affaissements, effondrements de cavités souterraines

Rappel au sujet des ouvrages miniers : *les risques miniers résultent de l'exploitation de matériaux listés à l'article L. 111-1 du code minier. Ils ne sont pas traités par la carte d'aléas. Il est rappelé que la distinction entre mines et autres extractions est fondée sur la nature du matériau exploité et non sur le caractère souterrain ou non du mode d'exploitation. Pour les cavités souterraines d'origine anthropique autres que les mines (carrières souterraines, marnière, caves, champignonnières, galeries, etc.), la qualification de l'aléa est réalisée en appliquant la méthodologie décrite aux pages 37 à 51 du guide méthodologique PPRN risque cavités souterraines abandonnées (DPPR, octobre 2012). Les cavités d'origines minières ne relèvent donc pas de la carte des aléas naturels. Ils peuvent toutefois y être signalés.*

3.8.2.1 Observations de terrain

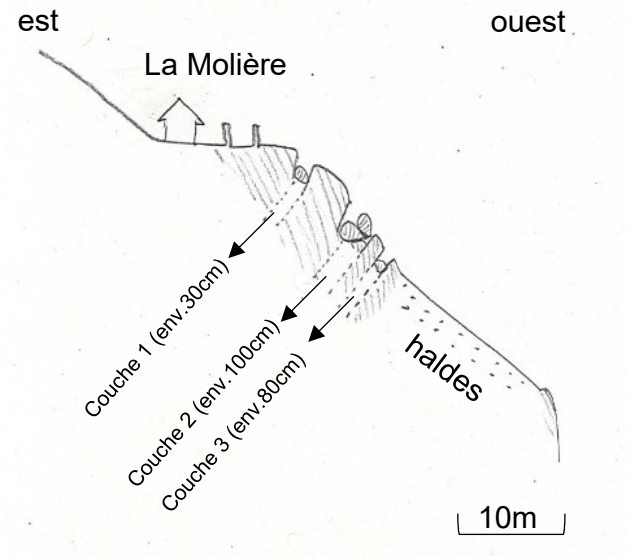


Illustration 85 : coupe schématique interprétative des travaux miniers sous le hameau de la Molière. Les travaux ont été conduits sur trois couches de houille. La profondeur atteinte par les tranchées n'est pas documentée, les têtes de ces travaux sont actuellement effondrées.

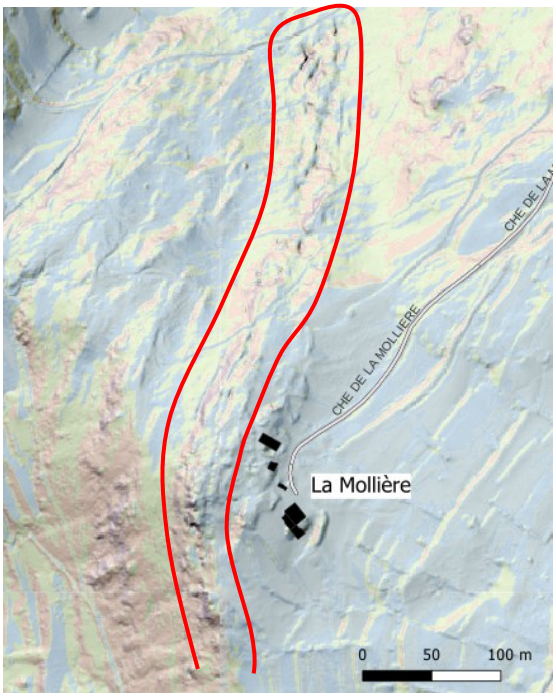


Illustration 86 : l'ampleur des travaux surfaciques est très marquée sur le LiDAR.

Illustration 87 : tête de tranchée effondrée sous le hameau de la Molière, couche n°3. Photographie RTM, mai 2023.

Illustration 88 : Gros désordres de rupture de blocs sous la Molière, couche n°2. Photographie RTM, mai 2023.

3.8.2.2 Représentation cartographique

La couche du houiller (carbonifère) traverse la commune du nord au sud. Elle a été travaillée de manière anarchique durant 150 ans sur toute sa longueur, entre les gorges de l'Infernet et l'aiguille de Vénosc. Plusieurs concessions sont répertoriées mais les travaux sont mal connus. Les prospections menées sur des anomalies identifiées grâce au LiDAR laissent suggérer une ampleur importante de ces travaux. Il a donc été choisi de représenter par une surface hachurée l'emprise supposée de ces désordres.

Rappel : *l'aléa effondrement de cavités souterraines relevant du code minier ne peut être qualifié dans le cadre d'une cartographie des aléas naturels. Le zonage et l'approfondissement de la connaissance de cet aléa peut faire l'objet d'un PPRm (Plan de Prévention du Risque minier).*

3.8.3 Avalanches

3.8.3.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

La Molière est affectée par les avalanches CLPA 90 et 91 ainsi que leurs marges.

Tableau 17 : Inventaire des avalanches connues sur le site CLPA 6 affectants le hameau de la Faurie

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
Février ? 1970	Vers 1800	Arrêt derrière le chalet le plus en amont de la Molière (100m au	90	Avalanche de « poudreuse ».	RTM 2011, BD RTM

		n-e du restaurant).			
03/1971	« Dans le raid à mi-pentes »	Etalement sur le replat de la Molière	90	-	BD RTM
26/03/1972		Derrière le chalet le plus en amont du hameau.	89-90	Les coulées bloquent le bas de la combe.	CLPA 2000, RTM 2011
1981			91	« Plus grande extension connue »	BD RTM
1987	Sous le pylône 14	Praire du centre-équestre	91	La coulée a détruit la barrière du corral située à 10 mètres au sud-ouest du bâtiment en s'étalant sur le replat de l'abreuvoir (1540m).	RTM 2011

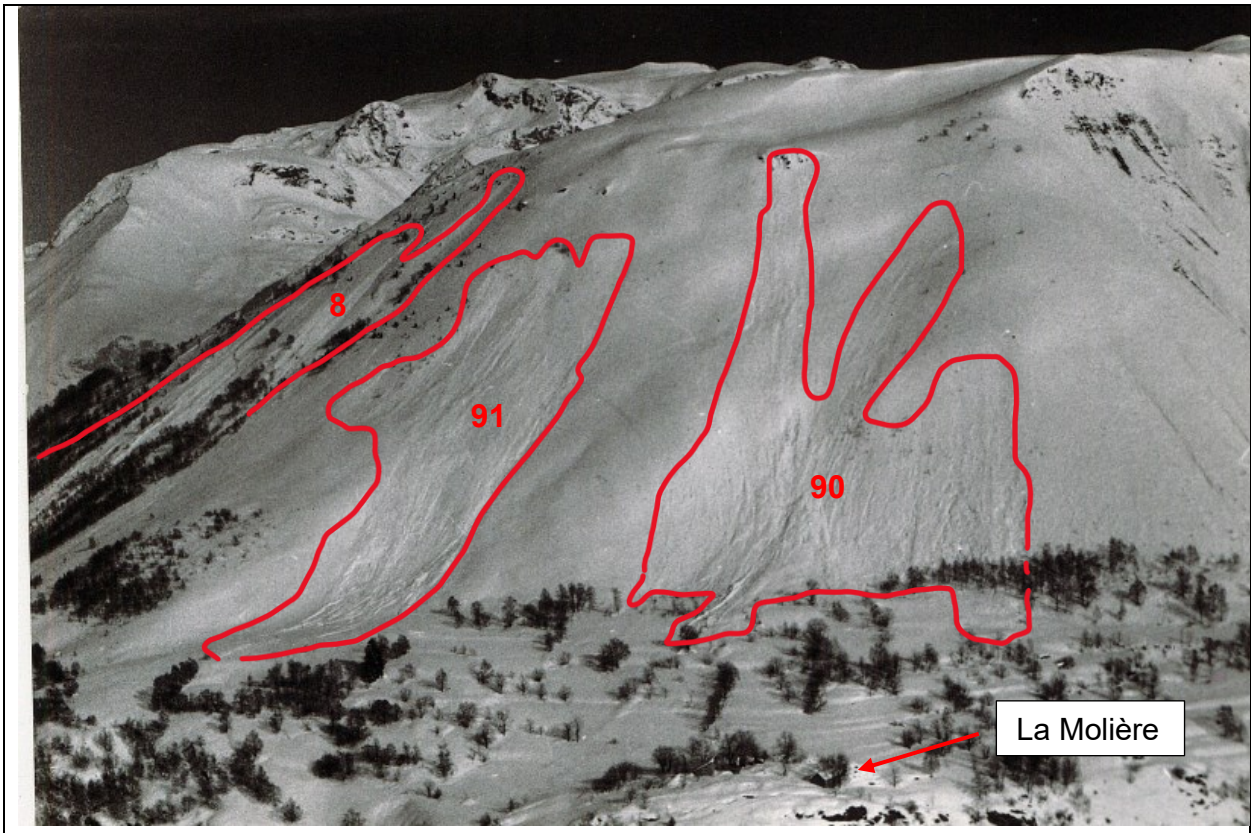


Illustration 89 : avalanches de mars 1971. Habillage des contours et numéro des CLPA associées. Archives RTM.

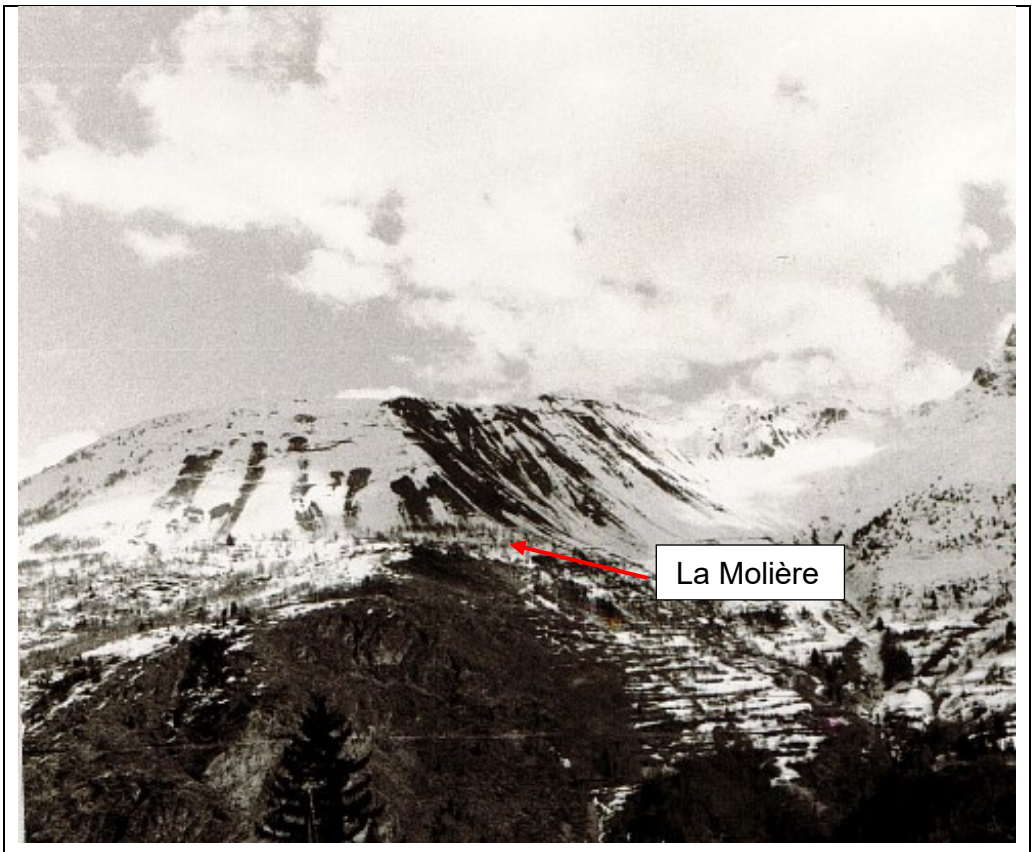


Illustration 90 : avalanches de 1972. Emprises photographiées début avril 1972 depuis Auris. Archives RTM.

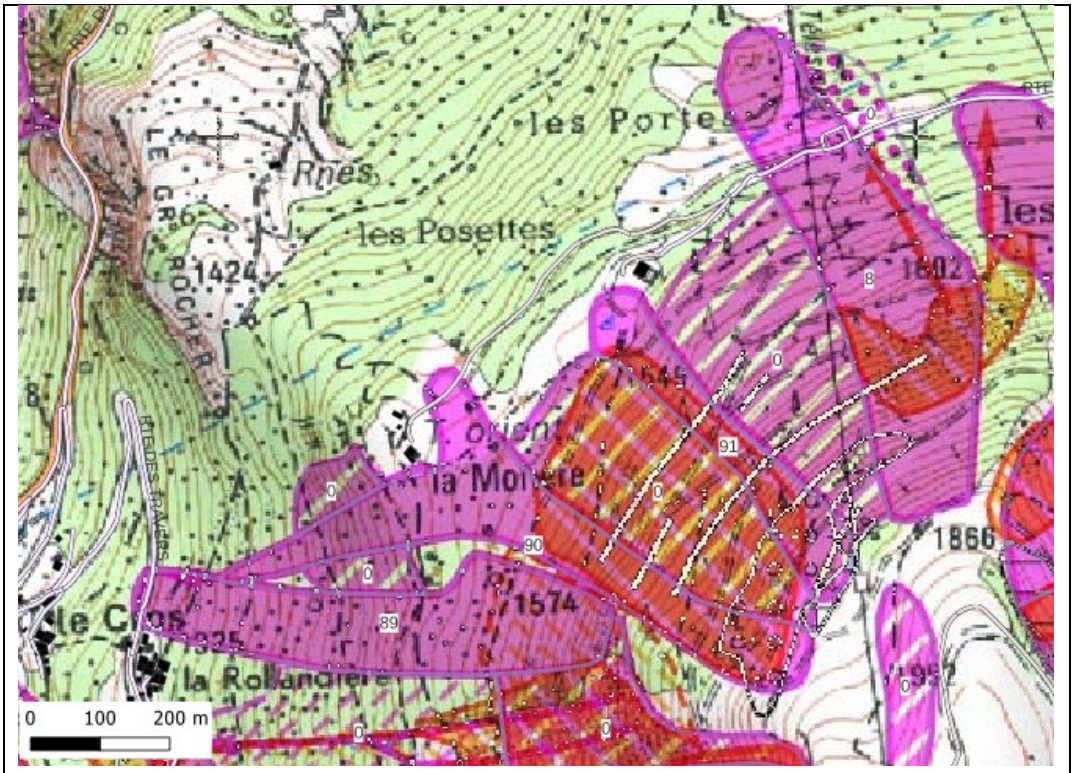


Illustration 91 : détail de la carte CLPA AZ62. INRAE.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Plusieurs ouvrages protègent le hameau de la Molière ainsi que la ferme des Portes.

Tableau 18 : ouvrage de protection présents au-dessus du hameau de la Molière

Numéro d'ouvrage	Type	Localisation	CLPA concernée	Maître d'ouvrage	Date de création	Fonction	Evénement de dimensionnement	Etat
40	Tourne avalanche	Sud ferme de Porte (alt. 1540)	91	Commune	-	Protection du hangar agricole de la Molière	-	-
40	Boisements sur banquette	Haut CLPA (alt. 1770 – 1860)	90 - 91	Commune	Années 1950	Protection du hangar agricole de la Molière et du restaurant de la Molière	-	-
40	Râtelier, filet, claie	Haut CLPA (alt. 1810 – 1860)	91	Commune	1999	Protection du hangar agricole de la Molière	-	-
40	Tripodes	Haut CLPA (alt. 1885)	90	Commune	2001	Protection du hameau de la Molière	-	-

L'état de ces ouvrages n'est pas connu. Le peuplement du boisement sur banquette est sain.

Illustration 92 : tripodes paravalanches. RTM 2011.

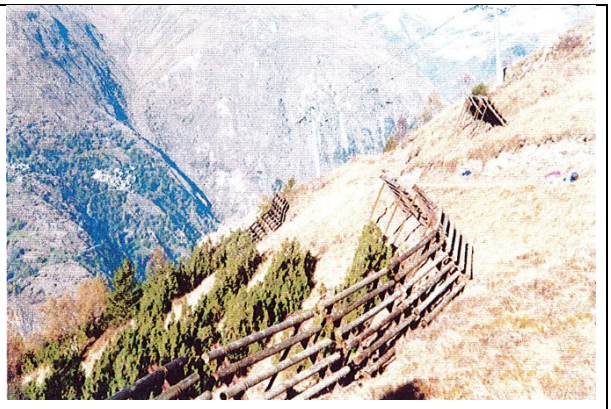


Illustration 93 : claies à neige. Fiche ouvrage N°OU_18849. BD_RTM.

Suite à la déprise agricole, le reboisement naturel s'est largement étoffé ces 50 dernières années. Au-dessus du hameau de la Molière, il est constitué d'essences mixtes (épicéa, mélèze, bouleau, hêtre…).

La protection existante est complétée par le déclenchement du poste de tir n°55 par hélicoptère sur le PiDA 2023 (nord de la CLPA 91).

3.8.3.2 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Les avalanches qui affectent le versant au-dessus de la Molière sont peu fréquents et sont toujours en neige froide. Ces coulées de poudreuse semblent avoir été annuelles dans les années 1970 – 1980. Le reboisement conséquent ainsi que le réchauffement climatique semblent avoir diminuer l'occurrence de ces événements.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

L'extension maximale répertoriée pour la CLPA 90 a eu lieu en 1971, pour la CLPA 91 en 1985. L'avalanche de référence centennal est une avalanche de neige sèche, produite après d'intenses

précipitations en contexte froid. Les dépôts sont consistants (entre 1 et 2 mètres de neige fraiche au sol). Les coulées sont accompagnées d'aérosols qui dépassent les limites CLPA.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Seul la tourne avalanche situé derrière le hangar agricole de la Molière a été pris en compte dans le zonage. Il est affecté par des épaisseurs de neige faible en perte de vitesse et par des aérosols.

- **Classement de l'aléa**

Un **aléa fort d'avalanche [A3]** est appliqué sur l'ensemble des pentes supérieures à 35° d'inclinaison et/ou zones de départ reconnues. Cet aléa est appliqué jusqu'au bas des pentes. L'emprise maximale des avalanches connues ainsi que les premiers mètres de rupture de pente du replat de la Molière (zone de perte d'énergie) est zoné en **aléa moyen d'avalanche [A2].** Cela concerne les aérosols ainsi que les dépôts de neige poudreuse. Enfin, les extensions maximales des aérosols en perte d'énergie sont zonées en **aléa faible d'avalanche [A1]**.

3.9 Secteur de Bons

3.9.1 Ruissellement de versant, ravinement

3.9.1.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Un seul événement est recensé pour le secteur de Bons. Il a été recueilli en mai 2023 lors de la phase terrain de ce présent travail auprès de deux bergers. Une coulée de boue se serait arrêtée au-dessus de l'ancienne école de Bons. Elle serait partie des Clochettes. Ce phénomène n'est malheureusement pas daté.

- **Observations de terrain**

Peu d'observations ont été réalisées lors de la campagne de terrain en 2023. Le haut des pentes des Clochettes est occupé par des dalles calcaires sub-affleurants sont une moraine en lambeaux. La végétation se densifie vers le bas de pente mais reste majoritairement constituée d'essences caduques dans un peuplement semi-ouvert (bouleau, sorbier, hêtre, verne…).

Illustration 94 : bassin versant des Clochettes. Photographie RTM, mai 2023.

3.9.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

Etant donné la raideur des pentes au niveau du vallon des Clochettes ainsi que la faible superficie du bassin versant, les écoulements au niveau de Bons sont à rattacher à des ruissellements. Ils répondent de façon quasi-instantanée à des précipitations très intenses sur une courte durée. Ils occupent préférentiellement le fond du talweg, toutefois, les deux franchissements de la RD213 sont complexes et à même de récupérer une partie de ces écoulements.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

En conditions centennales, un ruissellement diffus peut s'opérer à travers le boisement et se collecter au niveau de la RD213 ou dans le talweg du vallon des Clochettes. L'apport d'éléments flottants (feuilles, branches) et solides (sables, boues) est probable. Le vallon des Clochettes ainsi que la RD213 sont zonés en **aléa moyen de ruissellement [V2a]** comme axe de concentration. La dépression topographique qui traverse l'est du village de Bons est concerné par une lame d'eau diffuse mais boueuse. Un **aléa faible [V1]** est appliqué.

3.9.2 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.9.2.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

La RD 213 qui relie Mont-de-Lans au plateau des Deux-Alpes se trouve en versant nord-est. Elle est positionnée sur une moraine profonde (moraine latérale du glacier de la Romanche + moraine latérale du glacier de l'interfluve glaciaire des Deux-Alpes). De nombreuses niches d'arrachement, de diverses dimensions, sont visibles sur l'ensemble du versant. La plus importante se trouve sous la route départementale, à l'entrée de Bons. Ces anomalies sont très marquées sur le MNS du LiDAR. Un seul événement est toutefois recensé sur le secteur du village de Bons.

Tableau 19 : événements de glissement de terrain recensé sur le secteur du village de Bons

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
19/04/1980	Virage des Clochettes	Coulée de Boue. Importants dégâts à la forêt. La route est coupée 24h.	BD-RTM

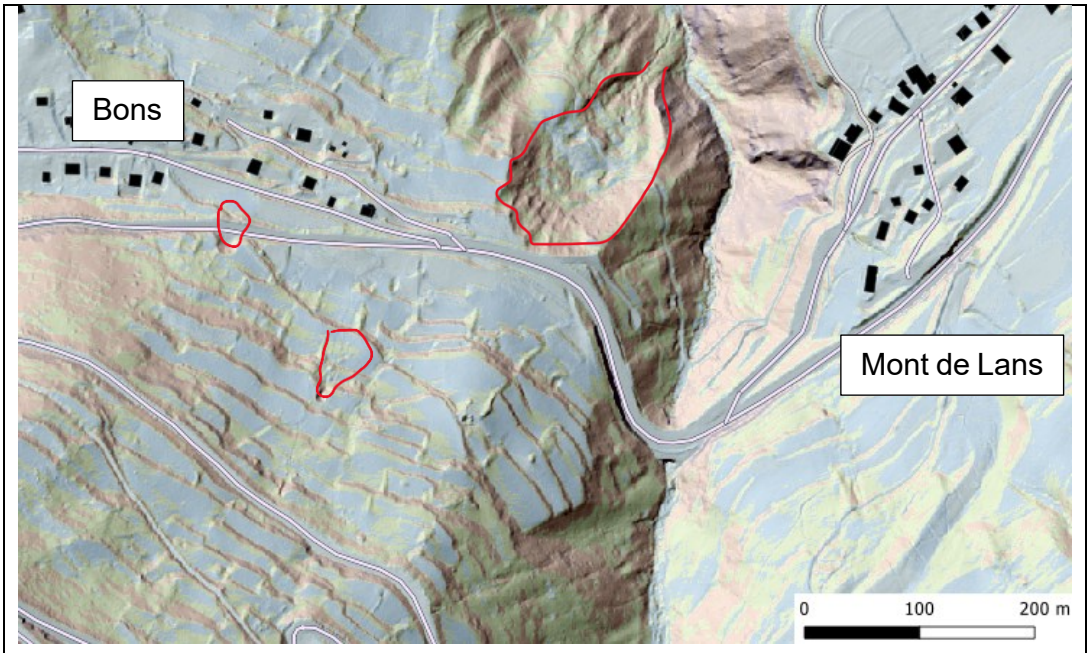


Illustration 95 : glissements de terrain anciens visibles sur le MNS issu du LiDAR.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur du village de Bons. Quelques niches d'arrachements sont toutefois visibles en bordure de route (RD213 et RD 220). Le bâti est sain.

3.9.2.2 Classification de l'aléa

- **Glissement de référence**

L'ensemble de la zone du village de Bons repose sur des dépôts morainiques de plaquage hétérogènes. Les plus grandes profondeurs se retrouvent dans le bassin versant du ruisseau de l'Alpe, lieu de confluence glaciaire. Associé à de fortes pentes, cette zone est instable. Les pentes à l'ouest des Clochettes, globalement moins raides sont à l'écart du bâti est par conséquent moins connues. La moraine peut y être encore profonde. Le replat sur lequel est bâtit le village de Bons est partagé entre de la moraine pour les zones les plus récentes et un substratum rocheux (micaschistes et calcaires dolomitiques) pour le village ancien. Les pentes sont très faibles. Le glissement de référence sera donc un glissement profond et complexe sur les pentes nord-est des Clochettes (secteur RD213) tandis que pour le nord-ouest de la zone, ce sera un arrachement localisé qui sera pris en compte.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il a été réservé à des mouvements dont l'activité historique est confirmée par la présence d'indices géomorphologiques avérés, souvent liés à des sources (plus ou moins temporaires). Pour le secteur du village de Bons, cela correspond à des niches d'arrachements repérées par analyse du MNS issu du LiDAR. De grands désordres dans le vallon du ruisseau de l'Alpe sont aussi zonés en **aléa très fort [G4].**

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue. Ont été zonées en **aléa fort [G3d]** les pentes aval de la RD213 qui encadrent le grand glissement (RG du ruisseau de l'Alpe). Le coteau du vallon des Clochettes, avec ses pentes et son plaquage morainique profond a été zoné en **aléa fort [G3c].** Les pentes plus à l'ouest, situées sur des dépôts nécessairement moins profonds sont classées en **aléa fort [G3b].**

Aléa moyen [G2].

Un ensemble de petites ruptures de pentes (>20°) sur un plaquage morainique localement moins compacte traverse la zone bâtie du village de Bons. Elle est classée en **aléa moyen de glissement de terrain [G2a]**.

Aléa faible [G1].

Ces terrains ne présentent pas d'indices d'instabilité récente ou historique ni, en surface, de venues d'eau aggravant les risques. Il s'agit :

- Soit de terrains situés en pourtour de l'aléa moyen où des tassements légers de terrains pourraient apparaître par décompression des sols (diminution de la compacité) en cas d'aggravation des phénomènes en aval ;
- Soit de pentes modérées, où les terrains sont constitués de moraine dont la compacité peut s'avérer très variable.

Aléa très faible [G0].

Ces terrains sont inaccessibles sous le bâti du village. Ils sont hors aléa en amont de zones de départ

où des interventions inappropriées ou des rejets d'eau pourraient aggraver la probabilité d'occurrence.

3.9.3 Avalanches

3.9.3.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Le versant au-dessus de Bons est affecté par trois avalanches. Celles issues des CLPA 8 et 92 et celle issue du lieu-dit « vallon des Clochettes – Bons ». Ces avalanches n'impactent pas le bâti mais traversent régulièrement la route de la Molière et plus rarement la RD213.

Tableau 20: Inventaire des avalanches connues sur les sites CLPA 8, 92 et vallon des Clochettes au-dessus du village de Bons.

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
1962	Barres rocheuses qui séparent le versant nord de la face est.	Route de la Molière	Vallon des Clochettes - Bons	Déclenchée par le PiDA n°54 ?	BD-RTM
1962		Route de la Molière	8 - 92	Elle coupe la route sur 30m.	BD-RTM
19/02/1963			Vallon des Clochettes - Bons	RD213 fermée à la circulation.	BD-RTM
03/1971	Sous la ligne de crête vers 1850m.	Sous la route de la Molière	8 - 92	Route de la Molière coupée.	BD-RTM
03/1971	Rochers le long de la croupe est.	Entre les deux portions de la RD213 du virage coté 1350.	Vallon des Clochettes - Bons	Route de la Molière coupée sur plusieurs points. RD213 coupée.	BD-RTM
1972		Route de la Molière	8 – 92	Elle coupe la route sur 30m.	BD-RTM
1977	Barres rocheuses qui séparent le versant nord de la face est.	Route de la Molière	Vallon des Clochettes - Bons	Route de la Molière coupée.	BD-RTM
1977		Elle traverse la route	8 – 92	Elle coupe la route sur 30m.	BD-RTM
1990	Barres rocheuses qui séparent le versant nord de la face est.	RD213 de part et d'autre du virage coté 1356.	Vallon des Clochettes - Bons	Route de la Molière et RD213 coupées.	BD-RTM
1990	Au nord-est du pylône 14.	30m en-dessous de la route, en bordure est de la piste de Bons.	8 - 92	Chutes de neige de 50cm. Elle correspond à la moitié est de la CLPA.	BD-RTM
03/1997	Au nord-est du pylône 14.		8 - 92	Elle faisait 80m de large. Elle touche le pylône n°11.	BD-RTM

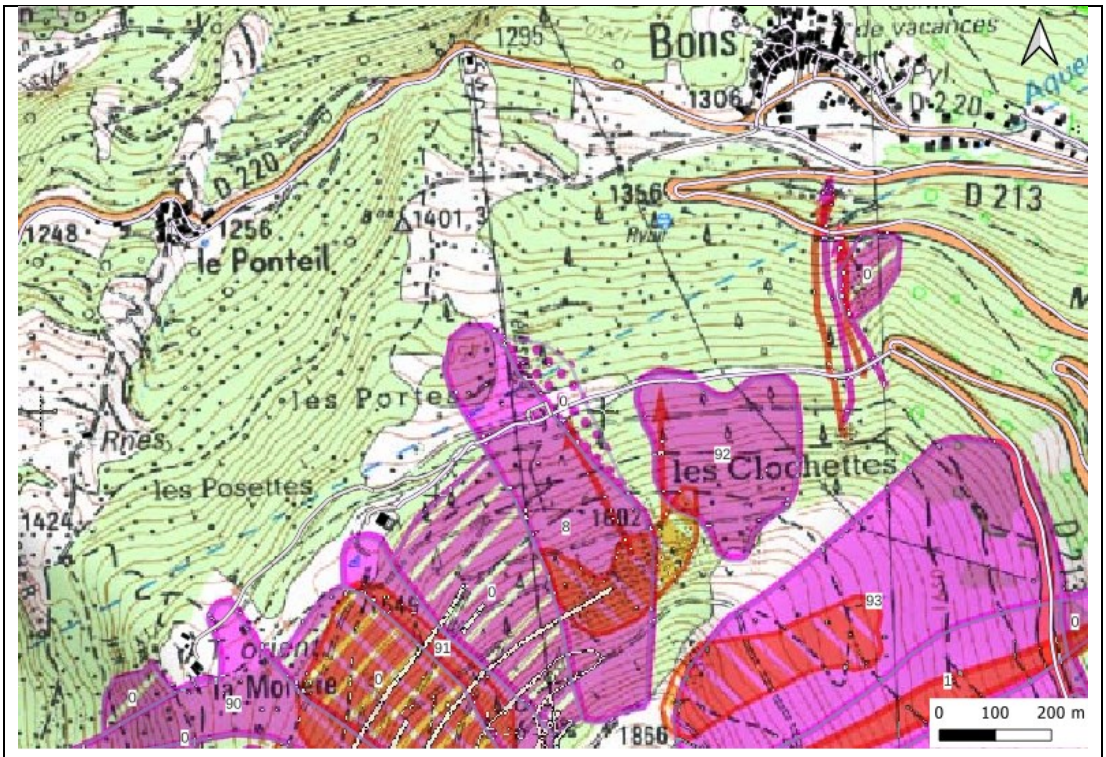


Illustration 96 : détail de la carte CLPA AZ62 (INRAE).

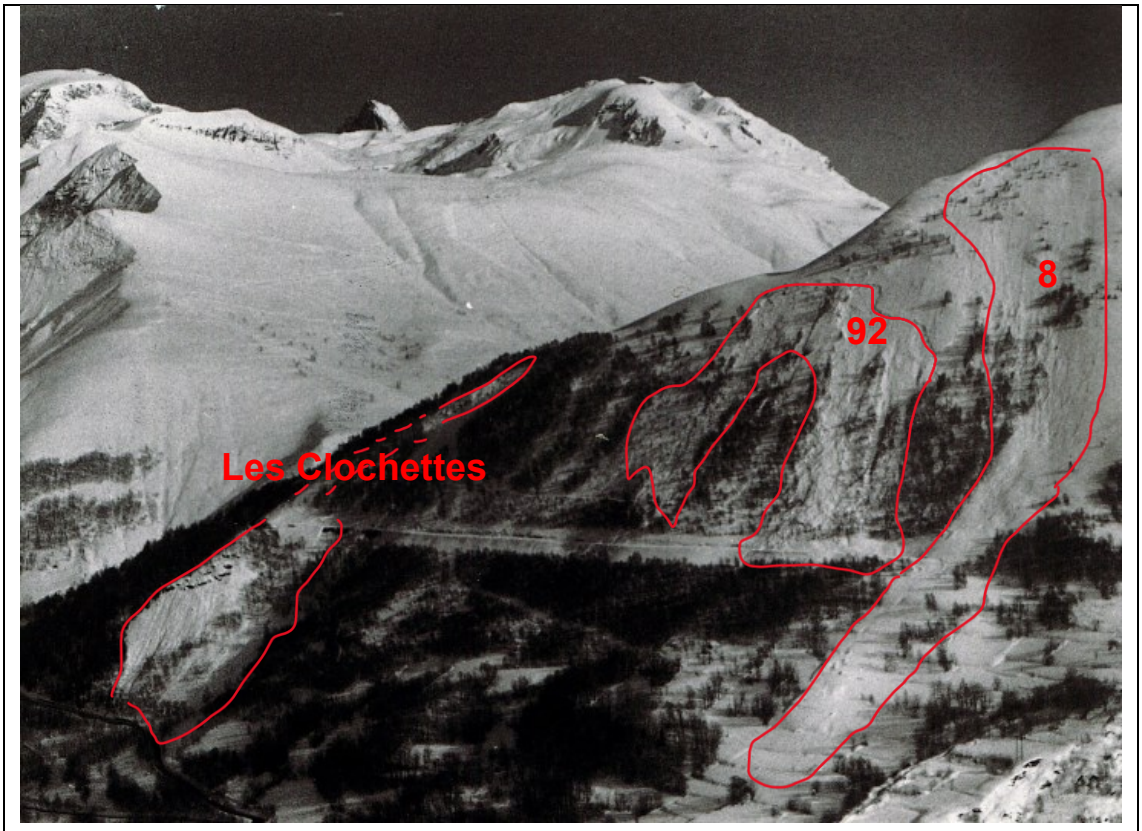


Illustration 97 : avalanches de mars 1971. Habillage des emprises visibles et numéro de CLPA associé. Archives RTM.

- **Observations de terrain**

Peu de témoignages d'avalanche sont visibles sur le terrain. Les boisements au-dessus de la route de la Molière témoignent d'une diminution de la fréquence des événements avec des jeunes arbres n'ayant nécessairement pas connus d'avalanches suffisamment intenses pour gêner leur croissance.

Illustration 98 : boisement au-dessus de la route de la Molière entre les CLPA 8 et 92. Photographie RTM, avril 2023.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Aucun ouvrage de protection n'est recensé sur les emprises des CLPA 8 et 92. Un ancien boisement sur banquette a été réalisé dans le vallon des Clochettes. Sa localisation précise a été perdue et est actuellement noyée dans le reboisement naturel.

Suite à la déprise agricole, le reboisement naturel s'est largement étoffé ces 50 dernières années. Il est constitué principalement d'essences caduques (bouleaux, hêtres, etc.).

Trois postes de tirs sont inscrits au PIDA 2023. Le n°52 concerne l'emprise de la CLPA 8. Les n°53 et 54 concernent le vallon des Clochettes.

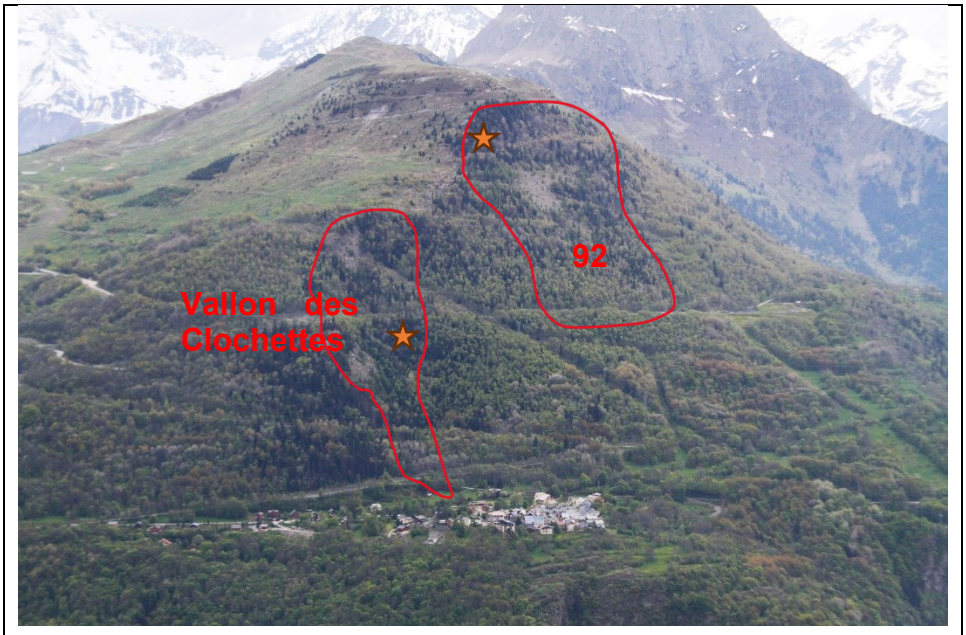


Illustration 99 : localisation des emprises des avalanches au-dessus de Bons. Les étoiles symbolisent les emplacements supposés des anciens boisements sur banquette. Photographie habillée RTM, mai 2023.

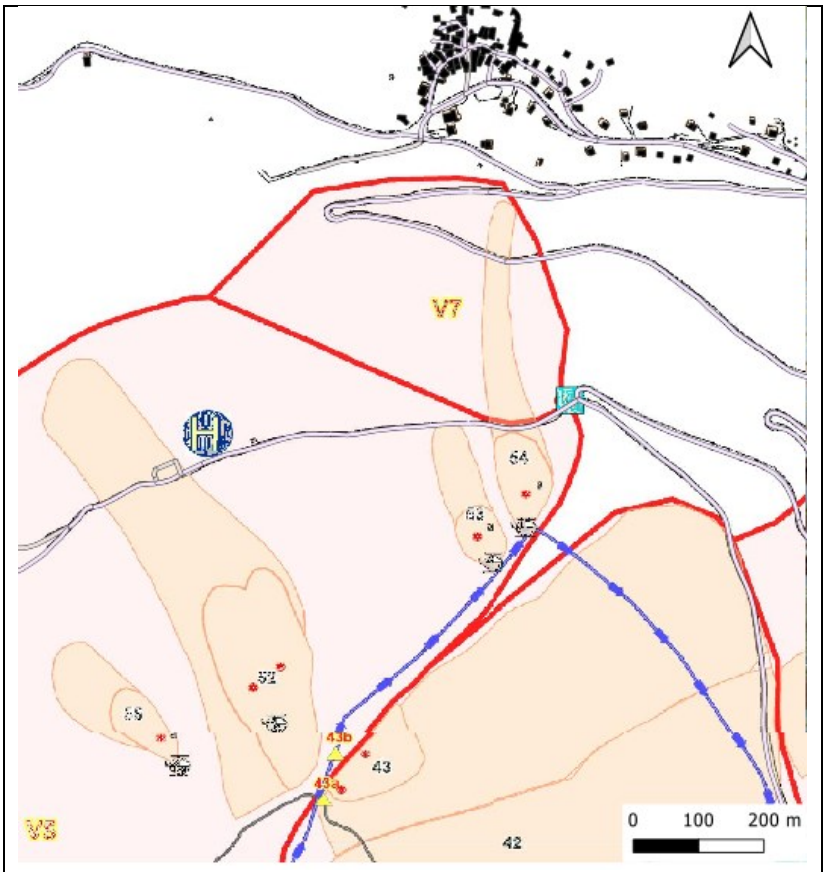


Illustration 100 : détail du PiDA 2023. SATA.

3.9.3.2 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Les avalanches qui concernent les CLPA 8 et 92 se produisent le plus souvent au cœur de l'hiver, après de fortes chutes de neige froide et sèche (entre un et deux mètres). Elles sont presque toujours accompagnées d'aérosols. L'avalanche du vallon de Bons est plus difficile à interpréter. Ses impacts sont plutôt bien connus mais sa nature est complexe. Il s'agit peut-être d'un déclenchement lors d'un redoux qui suit une période de fortes chutes de neige.

Le reboisement naturel du versant ainsi que le réchauffement climatique semblent avoir limité la récurrence de ces avalanches qui n'ont plus été observées depuis près de 25 ans.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

Pour les emprises CLPA 8 et 92 : l'avalanche de référence centennale est une avalanche de neige sèche, produite après d'intenses précipitations en contexte froid. Les dépôts sont consistants (entre 1 et 2 mètres de neige fraiche au sol). Les coulées sont accompagnées d'aérosols qui peuvent localement impacter le boisement.

Pour le vallon des Clochettes : l'avalanche de référence centennale est une avalanche de neige humide, plus rarement sèche, produite lors d'un redoux après d'intenses chutes de neige. L'avalanche s'écoule dans le talweg du vallon des Clochettes en perdant de l'inertie par frottements.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Aucun ouvrage n'est recensé. Il faut par ailleurs noter que le boisement naturel est en progression, aidé par le réchauffement climatique et la raréfaction des avalanches. Il ne peut cependant être pris en compte dans le présent travail mais son maintien est un facteur favorable de réduction des phénomènes futurs.

- **Classement de l'aléa**

Les pentes supérieures du versant au-dessus de la route de la Molière ainsi que les zones de départ et d'écoulement certaines de l'avalanche du vallon des Clochettes sont zonées en **aléa fort d'avalanche [A3]**. Le front des avalanches historiques des CLPA 8 et 92, impactés par des aérosols et des coulées de neige sèche sont zonés en **aléa moyen d'avalanche [A2]**. De même, les deux langues terminales supposées de l'avalanche des Clochettes sont classées en **aléa moyen d'avalanche [A2].** Enfin, les zones impactées uniquement par des aérosols en perte de vitesse sont zonées en **aléa faible d'avalanche [A1]**.

3.10 Secteur de Mont-de-Lans

3.10.1 Crue torrentielle : ruisseau de l'Alpe

Les crues torrentielles du ruisseau de l'Alpe touchent essentiellement la commune du Freney d'Oisans, à l'aval ainsi que le bassin versant des Combes de Belle-Etoile et Valentin. Elles seront traitées dans le présent travail dans la zone du plateau des Deux-Alpes.

Concernant le secteur du village de Mont-de-Lans, seul le franchissement de la RD213 serait impacté par un phénomène centennal. L'ouvrage est très largement dimensionné. Son hypothétique obstruction causerait seulement un débordement dans l'axe de la combe. Un aléa très fort de crue torrentielle avec marges de recul de 5 mètres est appliqué, conformément à la doctrine pour le lit mineur du ruisseau. Dans l'hypothèse d'un contournement de l'ouvrage (alt. 1276m) de la RD213, un aléa fort [T3b] de crue torrentielle est appliqué sur l'emprise occupé par des écoulements puissants chargés de flottants.

3.10.2 Ruissellement de versant, ravinement

3.10.2.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Tableau 21 : événements de ruissellement recensés sur le secteur du village de Mont-de-Lans.

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
Printemps 1994	Les Granges	Des terres sont engravées en amont de la RD 213 aux Granges.	BD-RTM
Printemps 2017	Le Traversant	Le talus aval est affecté par une loupe d'arrachement très localisée et bien marquée. Elle a une profondeur variant de 10m à proximité de la route, à 5m plus en aval dans le versant. Sa largeur est de 5 à 10m. L'accotement aval de la chaussée est déstabilisé. Plusieurs fissures sont en formation.	Département – pôle des risques naturels de Grenoble. BD-RTM

Illustration 101 : Vues depuis l'amont (à gauche) et l'aval (à droite) de l'incision provoquée par le ruissellement en 2017. Pôle risques naturels de Grenoble – Département de l'Isère, juin 2017.

- **Observations de terrain**

Le village de Mont-de-Lans est situé à l'aval de pistes de skis, lourdement aménagées. Les écoulements qui s'y opèrent sont complexes. Plusieurs observations sont relevées :

- Traces de ravinement avec charriage de gravillons en sortie de piste de VTT (alt. 1277m) ;
- Nombreuses traces de boue dans les rues du village et particulièrement sur l'ancienne RD213 ;
- Plusieurs venues d'eau sur le coteau amont de l'ancienne RD213.

Par ailleurs, les bas-côtés de la RD213 entre le hameau du Chambon et le village de Bons présentent des laisses d'écoulements. Le virage (coté 1146m) présente un déversoir entièrement maçonné à l'emplacement des gros désordres de 2017.

Illustration 102 : imposant déversoir maçonné sur l'emplacement des désordres de 2017. Virage alt. 1146m, RD213. Photographie RTM, mai 2023.

Illustration 103 : traces de ravinement au bas de la piste de VTT de Mont-de-Lans. Les gravillons déversent sur la pelouse. Photographie RTM, mai 2023.

Illustration 104 : grille et buse du système de récupération des eaux pluviales dans le village de Bons (parcelle 101). L'ensemble est recouvert de fines (boues) ainsi que de flottants. Photographie RTM. Mai 2023.

Illustration 105 : drain artisanal réalisé parcelle 98 durant la construction d'un habitat individuel. Présence de venue d'eau au travers de la moraine ? Photographie RTM, mai 2023.

3.10.2.2 *Classification de l'aléa*

Trois ensembles sont à distinguer pour le ruissellement dans le secteur du village de Mont-de-Lans :

1. Le coteau amont (pistes de ski et VTT, bretelle de contournement du village – RD213) ;
2. La zone bâtie ;
3. Le secteur du traversant avec les lacets de montée de la RD213 entre le hameau du Chambon et le village de Mont-de-Lans.

- **Type d'épisode de référence**

Le scénario centennal correspond à des orages brefs et très intenses sur des sols saturés ou encore enneigés (début de saison).

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Ensemble 1 :

Plusieurs zones peu végétalisées (barres rocheuses, pistes de ski/VTT ou encore prairies) se situent dans cet ensemble. L'événement de référence, canalisé dans les drayes du versant ou les pistes se retrouve collecté dans la bretelle de déviation de la RD213. Le charriage peut être important. Un **aléa de ruissellement très fort [V4]** est appliqué pour les dépressions incisées par les ravinements. Les axes de collecte majeurs sont classés en **aléa fort de ruissellement [V3].** Le système de pistes de ski à l'amont du secteur ainsi que le point haut de la RD213, concernés par des écoulements moins véloces sont classés en **aléa moyen de ruissellement [V2 - V2a].** Enfin, les têtes de bassin versant ainsi que les marges des écoulements sont concernées par un **aléa faible de ruissellement [V1].**

Ensemble 2 :

En raison de l'importance structurelle de la bretelle de déviation comme collecteur des écoulements superficiels, l'hypothèse de retour d'un événement de ruissellement comme en 1994 est à mettre de côté. Seul le pont qui traverse la RD213 est susceptible de conduire une lame d'eau certainement diffuse. Dans le village, les écoulements largement étalés et la lame d'eau est faible. Cependant, ils confluent tous vers le point bas que forme le parking de la mairie. Ces écoulements sont toutefois peu véloces et ne peuvent charrier que des particules fines ou de légers flottants. L'aléa appliqué est un **aléa faible de ruissellement [V1]**.

Ensemble 3 :

Les écoulements provenant de la bretelle de déviation ou du versant nord-est du mouvement de terrain sont collectés par la dépression de terrain du traversant. Ils sont canalisés par la RD213 (**aléa moyen de ruissellement [V2a]**) mais dans le creux du talweg peuvent aussi « aller au plus court » et être diffus (**aléa faible de ruissellement [V1]**). Les virages de la RD213 et leur cunette de déversement représentent les zones de déversement et d'incision principaux.

3.10.3 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.10.3.1 *Phénomènes historiques et observations de terrain*

- **Phénomènes historiques**

Plusieurs phénomènes historiques sont recensés sur le territoire de Mont-de-Lans. Ils sont tous localisés dans un grand glissement « profond » dit du « Traversant ».

Tableau 22 : événements de glissement de terrain recensé sur le secteur du village de Mont-de-Lans.

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
2ème trimestre 1994	Le Traversant. Talus amont de la RD213	Vaste glissement de terrain débutant à l'entrée de Mont-de-Lans. La RD213 est endommagée. Le glissement menace de couper la route en plusieurs points.	BD-RTM

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
04/03/2010	Le Traversant. Talus amont de la RD213 – alt. 1225m.	Glissement de plaques et débris de couvertures de schistes altérées très argileux. Circulation momentanément interrompue.	Département – pôle risques naturels de Grenoble.
17/03/2010	Le Traversant. Talus amont de la RD213 – alt. 1225m.	Glissement de plaques et débris de couvertures de schistes altérées très argileux. Circulation momentanément interrompue.	Département – pôle risques naturels de Grenoble.

Illustration 106 : vues aval (à droite) et amont (à gauche) du glissement de terrain de mars 2010. Pôle des risques naturels de Grenoble. Département de l'Isère.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur du village de Mont-de-Lans. La rive droite du ruisseau de l'Alpe, à l'aval du franchissement de la RD213, est profondément déstabilisée. Des niches d'arrachements sont visibles ainsi que de nombreuses sources. Les pentes sont très fortes. Des indices de glissements superficiels sont aussi visibles sur la zone bâtie au sud-ouest du village. La gare de départ des télécabines de Mont-de-Lans est ainsi déformée. Des étais ont été placés de façon artisanale pour tenter de stopper le phénomène.

Illustration 107 : étais sous la gare d'arrivée du télésiège du Mont-de-Lans. Photographie RTM, mai 2023.

3.10.3.2 Classification de l'aléa

- **Glissement de référence**

Plusieurs types de glissements sont présents dans le secteur du village de Mont-de-Lans :

1- Secteur du Traversant. Il s'agit d'un vaste glissement profond qui affecte les virages de la RD 213 entre le hameau du Chambon et le village de Mont-de-Lans. Le phénomène est amplifié par les ravinements ainsi que par les remblais constitutifs de la route départementale. L'épaisseur de la moraine et des altérations du substratum rocheux (débris de schistes argileux) est importante ; les sondages réalisés dans le cadre de la remise en état du virage alt. 1146m n'ont pas contacté la roche mère (prof. Max. 15m).

2- Rive droite du ruisseau de l'Alpe. De grandes pentes associées à des venues d'eau créent des loupes d'arrachement importantes sur un plan de glissement constitué de calcaire marneux.

3- La moraine positionnée sous le village et la bretelle de contournement. De faible pente, elle présente toutefois des venues d'eau et est de grande profondeur. Les différents sondages menés dans le cadre de la réalisation de la bretelle de contournement (1999 – Service des Voiries du Département de l'Isère). Les sondages à l'est du village démontrent une épaisseur variable de moraine entre 1 et 7m ainsi qu'une frange altérée de 5m de substratum. Les sondages menés à l'ouest du village démontrent une moraine de 3 à 4 mètres de profondeur, très peu compacte. Au sud du village, les nombreux sondages mettent en évidence une faible épaisseur morainique (moins de 4 mètres) mais une très profonde tranche d'altération des schistes avec des venues d'eau – parfois sur plus de 10 mètres d'épaisseur). Le glissement de référence, compte tenu de la pente, est lié à des déstabilisations superficielles qui pourraient être provoquées par l'urbanisation.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il a été réservé à des mouvements dont l'activité historique est confirmée par la présence d'indices géomorphologiques avérés, souvent liés à des sources (plus ou moins temporaires). Pour le secteur du village de Mont-de-Lans, cela correspond aux désordres du vallon du ruisseau de l'Alpe.

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Le risque est celui d'arrachements qui peuvent être d'ampleur moyenne et qui peuvent dégénérer en coulées de boue. Ont été zonées en **aléa fort [G3d]** les pentes du vallon du ruisseau de l'Alpe. Les portions du secteur du Traversant qui présentent des traces de déstabilisation au LiDAR ont aussi été zonées **en aléa fort de glissement de terrain [G3d]**. Le reste de cette zone raide mais sans témoignages est classée en **aléa fort de glissement de terrain [G3b]** ou moins pentue en **aléa fort de glissement de terrain [G3a]**.

Aléa moyen [G2].

Un ensemble de petites ruptures de pentes (>20°) sur un plaquage morainique localement moins compacte encadre la zone bâtie du village de Mont-de-Lans. Elle est classée en **aléa moyen de**

glissement de terrain [G2a].

Aléa faible [G1].

Ces terrains ne présentent pas d'indices d'instabilité récente ou historique mais peuvent contenir des venues d'eau aggravant les risques. Il s'agit :

1. Soit de terrains situés en pourtour de l'aléa moyen où des tassements légers de terrains pourraient apparaître par décompression des sols (diminution de la compacité) en cas d'aggravation des phénomènes en aval ;
2. Soit de pentes modérées, où les terrains sont constitués de moraine dont la compacité peut s'avérer très variable.

Aléa très faible [G0].

Ces terrains sont inaccessibles sous le bâti du village. Ils sont hors aléa en amont de zones de départ où des interventions inappropriées ou des rejets d'eau pourraient aggraver la probabilité d'occurrence. Les trois zones classées en **aléa très faible de glissement de terrain [G0]** sont surélevées par rapport au reste du village et sont certainement constituées de remblais.

3.11 Secteur du Chambon

3.11.1 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.11.1.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Tableau 23 : événements de glissement de terrain recensé sur le secteur du hameau du Chambon.

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
09/02/2016	Maison « Wlodyka »	Parcelles C286 et C287.	BD-RTM

Illustration 108 : glissement de terrain dans le hameau du Chambon. Archives RTM.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles dans le secteur du hameau du Chambon.

3.11.1.2 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues. Sont concernées les pentes sous la RD213 en bordure du Lac du Chambon. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue. Le zonage est un **aléa de glissement de terrain fort [G3b]**.

Aléa moyen [G2].

Un ensemble de petites ruptures de pentes (>20°) liés à d'anciennes terrasses agricoles sur un plaquage morainique localement moins compacte surplombent la zone bâtie du hameau du Chambon. Elle est classée en **aléa moyen de glissement de terrain [G2a]**.

3.11.2 Chutes de pierres et de blocs, écroulements

3.11.2.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé concernant les chutes de blocs au hameau du Chambon.

- **Observations de terrain**

Les falaises qui surplombent le hameau du Chambon sont constituées du contact entre roches métamorphiques (gneiss) et roches sédimentaires (calcaires). Ce sont des roches très fracturées qui surplombent des éboulis. L'ensemble du sujet a été étudié en 2019[5] et une mise en place de protections a été réalisée en 2020.

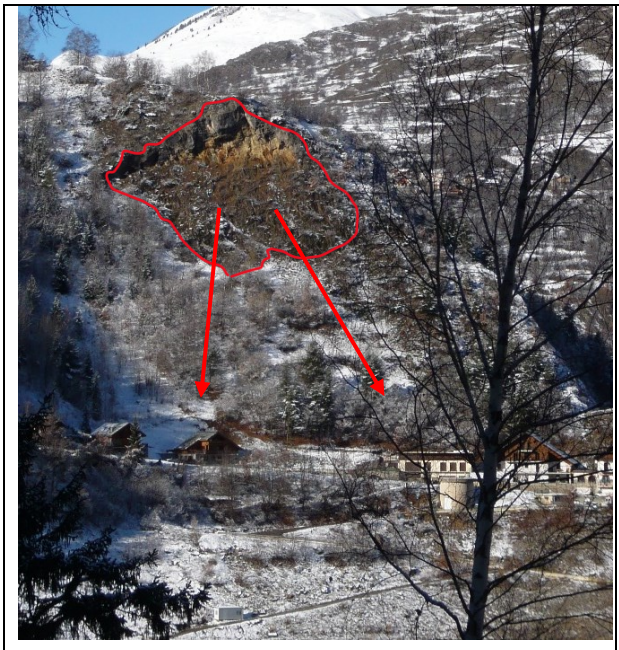


Illustration 109 : la zone active productrice de blocs est nettement visible au-dessus des maisons du Chambon. Archives RTM, 2019.

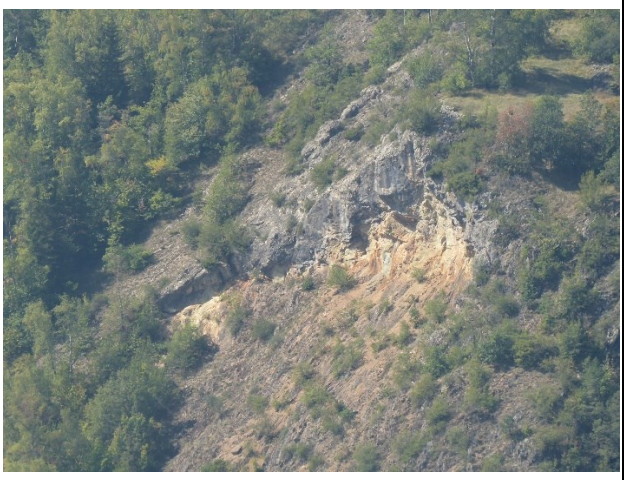


Illustration 110 : aperçu de la partie supérieure des falaises du Chambon. Photographie RTM, 2018.

[5] RTM, (2019). *Etude de protections contre les chutes de blocs. Commune des Deux-Alpes : hameau du Chambon.*

Illustration 111 : éléments fracturés au-dessus du hameau. Photographie RTM, 2019.

- **Ouvrages de protection existants**

Des filets pare-blocs anciens étaient présents au-dessus des maisons du hameau du Chambon, ils ont été démontés au profil de filets écrans et de filets plaqués (2020).

Tableau 24 : ouvrage de protection sur le secteur du hameau du Chambon

Numéro d'ouvrage	Type	Localisation	Maître d'ouvrage	Date de création	Fonction	Evénement de dimensionnement	Etat
37	Filet écran	Amont des maisons	Commune	2020	Pare-bloc	Chute bloc de 2m^3	Bon
37	Filet plaqué	Haut de la falaise (3 zones)	Commune	2020	Pare-bloc	Chute bloc de 2m^3	Bon

Illustration 112 : filets écrans installés en 2020 au-dessus des maisons du Chambon. Archives RTM.

3.11.2.2 Modélisations

Rappel au sujet de la modélisation. *Les conditions complexes de trajectoire et de propagation d'un aléa rocheux ne pourraient être modélisées de façon fiable. Certains paramètres comme les microreliefs, la fragmentation des roches, les trajectoires atypiques, les phénomènes de grande ampleur, etc. ne sont par exemple pas modélisables. De plus, les paramètres implémentés dans le cadre de ce présent travail ne sont qu'une approche de l'opérateur. Seule une étude trajectographique, qui n'est pas l'objet de cette cartographie des aléas, permettrait de réaliser un diagnostic plus fin que celui proposé pour la zone d'étude.*

- **Etude trajectographique 2019**

L'étude trajectographique de 2019 comporte un diagnostic du risque de chute de blocs sur les habitations du hameau du Chambon à travers la méthode MEZAP modélisée via CONEFALL. Les valeurs suivantes de ligne d'énergie sont retenues :

Tableau 25 : lignes d'énergies appliquées pour le hameau du Chambon

Valeur seuil de l'angle géométrique	Qualification de la probabilité de propagation de l'aléa chutes de pierre
>38°	forte
35< <38°	moyenne
32< <35°	faible
28< <32°	très faible mais non nulle

La carte des angles selon la méthode de la ligne d'énergie proposée place deux maisons en zone de forte probabilité de chutes de pierre :

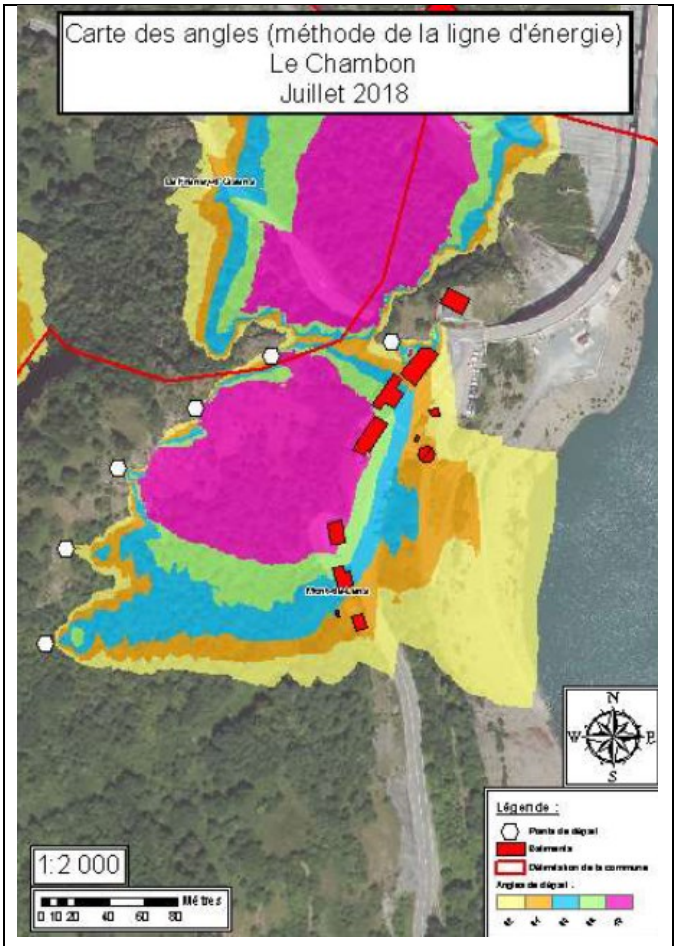


Illustration 113 : carte des angles selon la méthode de la ligne d'énergie. Etude RTM 2019.

- **Modélisation 3D additionnelle**

Une modélisation 3D a été réalisée pour compléter ces résultats à l'aide du logiciel RockyFor3D. Les paramètres suivants ont été implémentés :

Tableau 26 : paramètres d'entrées pour la modélisation 3D

Type de roche	Masse volumique	Taille du bloc	Forme du bloc
Gneiss	2700 kg/m^3	1 à 2m^3	Rectangulaire

1 271 700 départs ont été simulés. Les résultats des zones d'arrêts/dépôts maximums probables permettent de confirmer l'expertise dans le sens où, en l'absence d'ouvrages de protection, l'essentiel des blocs est stocké sur le replat que forme la RD231.

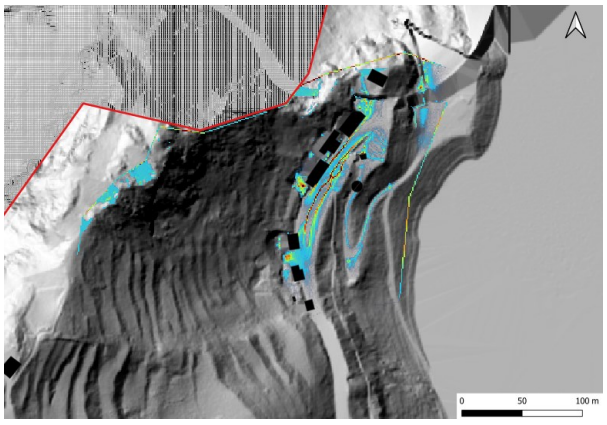


Illustration 114 : modélisation 3D des zones d'arrêts/dépôts probables pour un bloc de 1 à 2m^3 issu des falaises du Chambon.

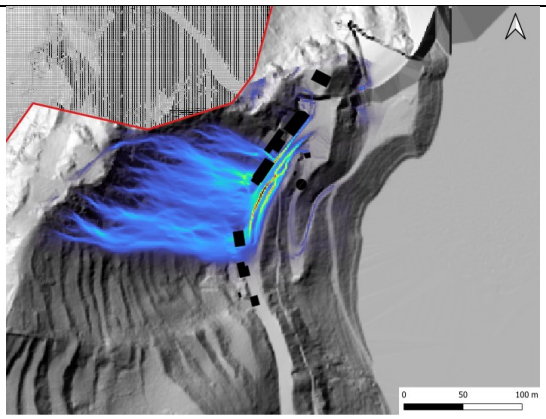


Illustration 115 : modélisation 3D des cheminements préférentiels des blocs modélisés. Ils confirment l'importance structurante de la RD231 dans le profil en long en l'absence d'ouvrages de protection.

3.11.2.3 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Secteur du hameau

Un aléa très fort de **chute de blocs [P4]** est zoné sur les zones de départ (falaises du Chambon) : falaises verticales ou surplombantes constituées de gneiss et calcaires fracturés, parfois sous-cavées. Les éboulis vifs sous-jacents sont aussi zonés en **aléa très fort** : intensité très fortes, indice d'activité moyenne à forte, probabilité de propagation fort. Le flanc amont des maisons situées en pied de pente est entièrement inclus dans cet aléa.

La zone aval, est classée en **aléa fort [P3]**. La probabilité d'atteinte y est faible (activité faible et probabilité de propagation faible) mais l'intensité sera forte à très forte (volume unitaire supérieur à 1m^3).

3.12 Secteur de Cuculet

3.12.1 Crue torrentielle : ruisseau de la Pisse

3.12.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène historique n'est recensé sur le torrent de la Pisse.

- **Observations de terrain**

Le ruisseau de la Pisse draine un très grand bassin versant prenant ses sources au Jandri (3288m). L'ensemble de ses affluents s'écoule sur le domaine skiable des Deux-Alpes. La végétation y est faible et les sols y sont durs (compactés par les aménagements). L'apport en matériaux solides est donc conséquent, que ce soit sur le haut du bassin (secteur skiables) ou dans les gorges sous la cascade. De fait, les versants qui surplombent le torrent sont particulièrement actifs. Un seul franchissement est présent sur la route de Cuculet. Un pont cadre très largement dimensionné y est placé. Le ruisseau de Grand Cros franchit aussi la route de Cuculet plus à l'ouest. Un ouvrage maçonné y est positionné et paraît là aussi très largement dimensionné. Un certain nombre de rus et ruisseaux plus humbles franchit aussi la route du Cuculet. A l'inverse des deux précédemment cités, ceux-ci ne semblent pas posséder d'aménagements suffisamment dimensionnés pour empêcher un risque d'embâcle. La réception de leurs écoulements se fait via des caniveaux, de petites buses ou des grilles.

Tableau 27 : synthèse des ouvrages hydrauliques rencontrés dans le secteur du hameau de Cuculet

Nom ouvrage	Nature et dimensions amont	Nature et dimensions aval	Remarques
Franchissement de la route de Cuculet – ruisseau de la Pisse	Pont cadre 4*3m environ.	Ibid.	Très largement dimensionné.
Franchissement de la route de Cuculet – ruisseau de Grand Cros	Pont maçonné : 3*3m environ.	Ibid.	Très largement dimensionné.
Franchissement de la route de Cuculet – ruisseau de la gorge	Buse béton 400 ?	Buse PVC 200 ?	Insuffisant.
Ecoulement provenant de la Petite Aiguille	Grille.	?	Insuffisant.
Ecoulement provenant du relief surplombant le Mont-de-Lans (Darière et Tumaux)	Buse PVC 400.	Ibid.	Insuffisant.

Illustration 116 : grille réceptionnant les écoulements provenant de la Petite Aiguille. Photographie RTM, mai 2023.

Illustration 117 : buse aval du ruisseau de la Gorge. Photographie Google Map, 2022.

Illustration 118 : aperçu de la Petite Aiguille depuis Cuculet. Les schistes et calcaires marneux de l'Aalénien sont nettement visibles. Un grand nombre de zones en surplomb, sans buttée aval, fournissent au bassin versant des matériaux solides. Photographie RTM, mai 2023.

3.12.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

La crue centennale retenue comme scénario de référence est accompagnée d'un important transport en éléments solides, eu égard du boisement du bassin versant de la Pisse. Par ailleurs, la partie basse du bassin versant étant boisée, la présence de flottants est prise en compte. Elle est le résultat d'orages estivaux très intenses sur le haut bassin versants (sols durcis des pistes de skis) ou en début de saison sur un manteau neigeux.

Pour les plus petits écoulements en rive gauche du ruisseau de la Pisse et franchissant la route de Cuculet, la crue centennale est représentée par des orages très localisés sur le versant nord-est de la Petite Aiguille. Les écoulements sont accompagnés de charriages/petites laves torrentielles particulièrement chargées de débris de schistes argileux.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur du ruisseau de la Pisse et ses abords ainsi que sur les ruisseaux de la Gorge, Grand Cros et de la petite Aiguille.

Le lit mineur des ruisseaux et des talwegs affluents pouvant connaître des crues à caractère torrentiel sont classés en **aléa très fort [T4].** Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des berges et de débordements immédiats très violents. La bande de recul de **l'aléa très fort [T4]** est de 2*5m de part et d'autre de l'axe central du lit en eau de la Pisse.

3.12.2 Glissement de terrain, coulée boueuse

3.12.2.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Seulement deux événements de glissement de terrain sont localisés dans le secteur du hameau de Cuculet, ils sont à rattacher à la route d'accès.

Tableau 28 : événements de glissement de terrain référencés sur le territoire de Cuculet

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
2009	Amont de la route de Cuculet, à 150m de la RD213.	Glissement de terrain dans le talus. 1500m² environ pour une prof de 1 à 3m. Formation d'une fissure de 60m de long en amont de la route. Réactivation en 2010	BD RTM
Mars 2010	Amont de la route de Cuculet, à 150m de la RD213.	« Venues d'eau relativement abondantes venues saturer des matériaux de couverture issus de schistes broyés et relativement argileux reposant sur du rocher compact. Des coulées de neige humide se sont arrêtées sur un ancien mouvement de terrain et ont augmenté la saturation des terrains en eau. »	BD RTM

Illustration 119 : glissement de terrain sur le talus amont de la route de Cuculet en 2010. Archives RTM.

- **Observations de terrain**

La route d'accès au hameau de Cuculet franchit tour à tour les calcaires sableux du Dogger, les schistes de l'Aalénien et des lambeaux de couverture morainique. Les pentes sont très fortes (>25°) et de nombreuses venues d'eau ont été observées. Tous ces terrains présentent une épaisseur variable de matériaux d'altération peu compact. La zone identifiée comme la plus active est située dans le vallon du ruisseau de la Pisse, sur les deux rives. En rive droite au-dessus de la route, un glissement ancien est toujours actif et est répertorié sous le nom de Couagnes. Son activité tend à étendre la zone vers le nord-ouest. La zone actuellement active est estimée à un peu plus d'un hectare. La zone mise à nue et donc « stabilisée » est, quant-à-elle estimée à 12 000m².

La campagne de terrain menée au printemps 2023 a permis d'identifier deux nouvelles zones particulièrement actives sur les deux rives sous la route, en bordure même du torrent. Il semblerait que celui-ci soit à l'origine des niches d'arrachement. La surface en activité est estimée actuellement à environ 12 000m².

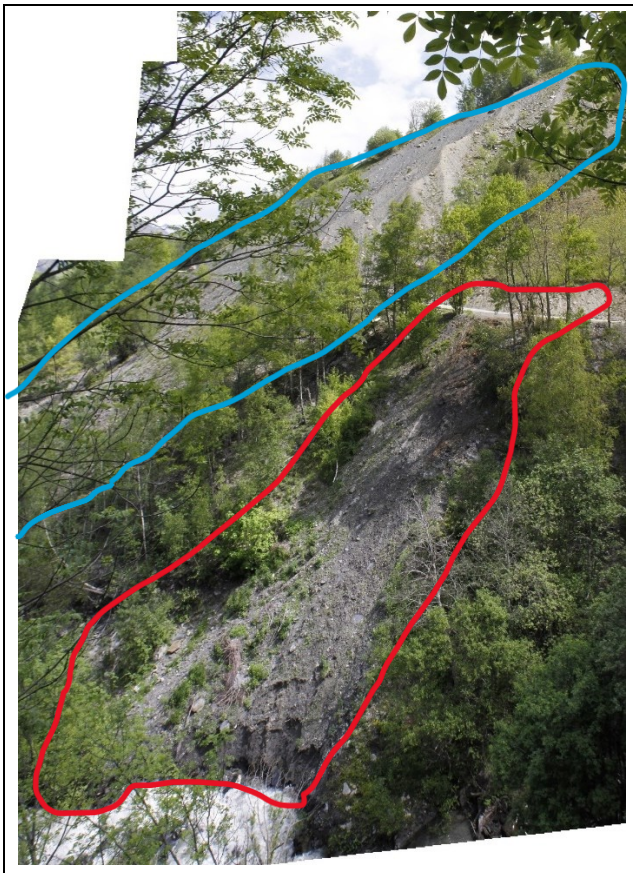


Illustration 120 : En rouge : glissement actif en RD du ruisseau sous la route de Cuculet. En bleu : le glissement de Couagnes. Photographie habillée RTM, mai 2023.

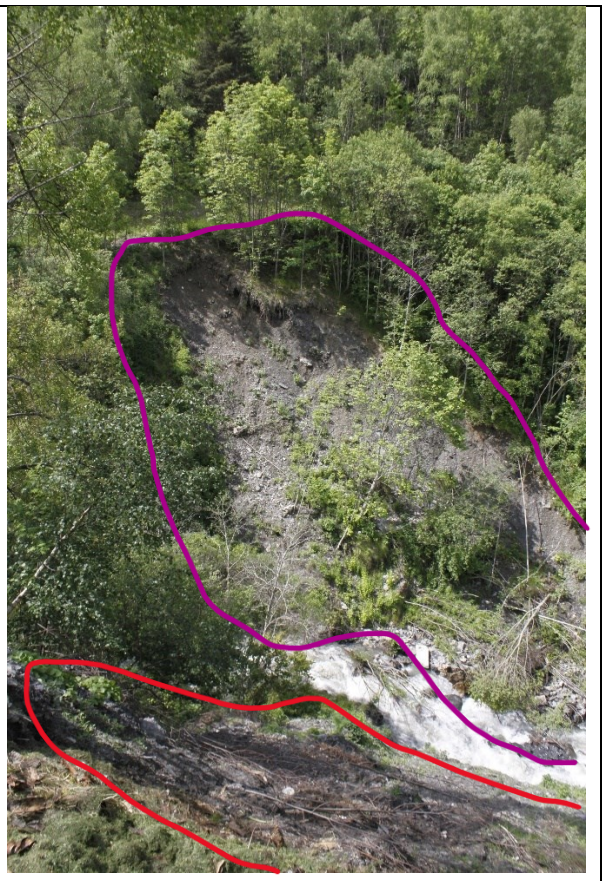


Illustration 121 : En rouge le glissement actif en RD et en violet le glissement actif en RG du ruisseau de la Pisse. Photographie habillée RTM, mai 2023.

Le hameau de Cuculet, bien que positionné sur une couverture morainique ainsi que des schistes argileux de l'Aalénien, ne présente pas de signes de glissement de terrain. Il faut noter les faibles pentes sur lesquelles il est positionné ainsi que le peu d'eau visible.

Un seul point est apparu cependant ; à l'extrémité nord du hameau. Des constructions récentes sont venues amputer le pied d'un petit molle (schistes et moraine). Les pentes à l'arrière de ces bâtiments ont été forcies pour gagner du terrain. Il est à craindre une déstabilisation des terrains en raison de ces forte pente (localement plus de 45°) ainsi que de cette nature argileuse.

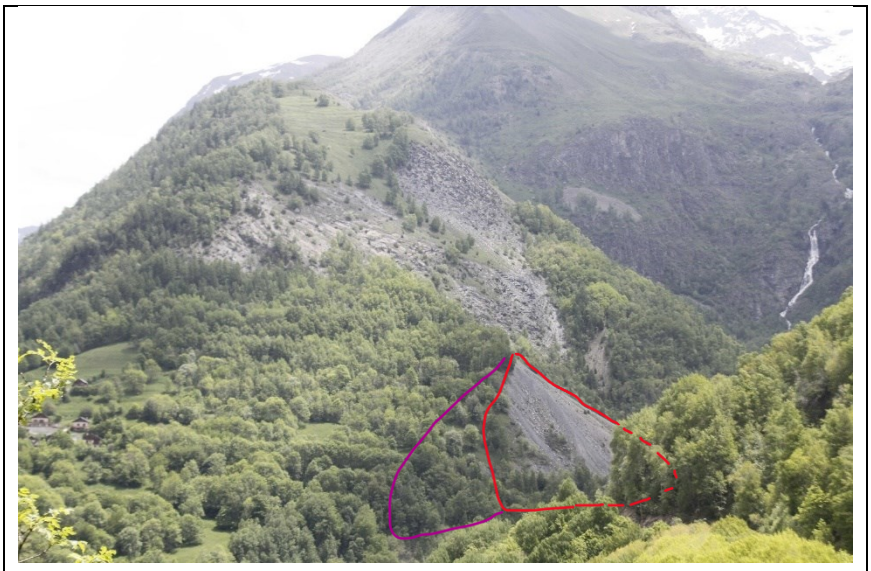


Illustration 122 : glissement de Couagnes vu depuis le Mont de Lans. En rouge la zone active, en violet la zone possiblement déstabilisée à moyen terme. Photographie habillée RTM, mai 2023.

Illustration 123 : habitat moderne contre une pente forte localisée, hameau de Cuculet. Photographie RTM, mai 2023.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

La partie « stabilisée » du glissement de Couagnes (qui est cependant sujette à des chutes de blocs ainsi qu'à du ravinement) est équipée de grillages pendus doubles torsions avec avaloir. Cet ouvrage n'est pas adapté à un glissement de terrain et sa pérennité est compromise ; certains poteaux sont d'ores et déjà déstabilisés.

Illustration 124 : ouvrage de protection de la route de Cuculet sur le glissement de terrain de Couagnes. Photographie RTM, mars 2023.

3.12.2.2 Classification de l'aléa

- **Type d'épisode de référence**

Les portions de moraine à l'aval et à l'amont de la route de Cuculet, ainsi que les surfaces d'altération sont particulièrement sensibles à des venues d'eau. De fait leur faible compacité associée à de fortes pentes, présentent une faiblesse généralisée des premiers mètres du sol. Chaque facteur additionnel, que ce soit une forte venue d'eau, la suppression d'une butée aval ou les deux à la fois, conduit à une déstabilisation qui peut augmenter en dimensions assez rapidement. Plusieurs zones sont encore très actives et s'étendent.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il a été réservé à des mouvements dont l'activité historique est confirmée par la présence d'indices géomorphologiques avérés, souvent liés à des sources (plus ou moins temporaires). Il s'agit, pour le secteur de Cuculet, des glissements de Couagnes ou encore sous et au-dessus de la route de Cuculet.

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Un certain nombre de sources temporaires ont été découvertes au printemps 2023 dans ces zones. Le risque concerne à la fois des arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue (pourtour du hameau de Cuculet) mais aussi des glissements superficiels de plusieurs centaines de mètre carré (secteur de la route). Ont été zonées en **aléa fort [G3c]** les pentes du bassin versant du ruisseau de la Pisse ainsi que celles situées au nord-est du hameau et dominant le lac du Chambon.

Aléa faible [G1].

Cette zone, constituée de moraine ne possède pas de venues d'eau apparentes, ni de fortes pentes. Elle est toutefois située au-dessus de zones potentiellement plus actives.

3.12.3 Avalanches

3.12.3.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Tableau 29 : inventaire des avalanches recensées sur les CLPA n°20, 21, 22, 23 et 82 et l'EPA n°200.

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
Avril		Aval du pont	23	A plusieurs fois obstrué le pont de la route par un dépôt de 5m de haut par 20m de large au mois d'avril.	CLPA
02/03/2010		Route communale de Cros à la Rollandière	21	Coupe la route.	RTM 2011
01/04/1992			23	Avalanche de fonte. Coupe la route de Cuculet au niveau du ruisseau de la Pisse.	BD-RTM
20/01/1981		Aval du pont	23	Très grosse avalanche à la Grande Aiguille pente nord. Passée dessous le pont de la route de Cuculet. Elle est rejointe par l'avalanche de la Sure (CLPA 80). A détruit le Moulin.	BD-RTM
1981			21	Dépôt de 30m de long pour 5m de haut sur la route.	CLPA
1971			21	Gros dépôt sur la route.	CLPA
Années 1950			20	A traversé la route ;	CLPA
Années 1940			22	Descendue en poudreuse et a détruit la forêt au-dessus de la route sur 100m de large.	CLPA

Illustration 125 : avalanche du 2 mars 2010 après la réouverture de la route de Cuculet. Archives RTM.

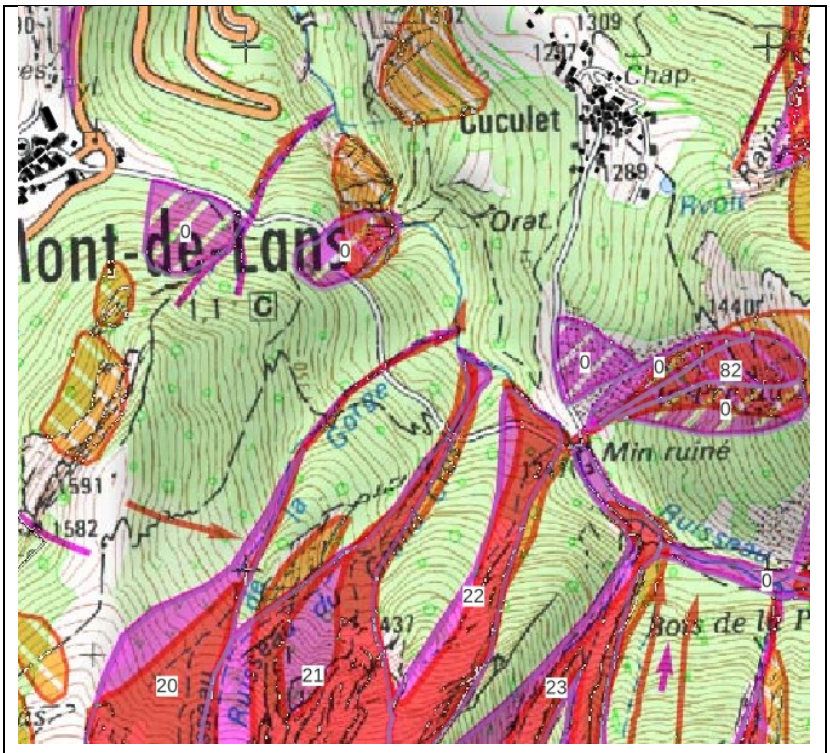


Illustration 126 : extrait de la CLPA AZ62. INRAE.

3.12.3.2 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Ces avalanches partent préférentiellement en fin d'hiver (à partir de mars) quand le manteau neigeux est épais et en voie d'humidification. A noter que l'accumulation d'événements au cours d'une même saison participe à l'extension maximale des avalanches par le comblement des talwegs (notamment celui du ruisseau de la Pisse) qui jouent le rôle de surface de rugosité.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

Les avalanches de référence centennale pour ce secteur ne sont pas connues. Il est fort possible que les extensions maximales ne soient pas connues.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Il n'y a aucun ouvrage paravalanche pour ces avalanches. Il faut par ailleurs noter que le boisement naturel est en progression, aidé par le réchauffement climatique et la raréfaction des avalanches. Il ne peut être pris en compte dans le présent travail mais son maintien est un facteur favorable de réduction des phénomènes futurs.

- **Classement de l'aléa**

Les limites des pentes de départ, des talwegs d'écoulement ainsi que la langue terminale d'arrêt sont zonées en **aléa fort d'avalanche [A3]** jusque dans le lit mineur du ruisseau de la Pisse. Sont zonées en **aléa moyen d'avalanche [A2]** les emplacements supposés d'avalanche (témoignages CLPA, pentes fortes, orientations nord-est). Enfin, la surface à nue du glissement de terrain de Couagnes est zonée en **aléa faible d'avalanche [A1].**

4 Présentation détaillée des phénomènes et des aléas – le plateau des Deux-Alpes

4.1.1 Crue torrentielle : rivière torrentielle de l'Alpe et son bassin versant

4.1.1.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Plusieurs événements sont recensés sur les affluents du ruisseau de l'Alpe. L'événement le plus marquant est celui du 26 juin 1995 qui a entraîné des débordements sur la commune du Freney-d'Oisans.

Tableau 30 : inventaire des événements de crue torrentielle sur le plateau des Deux Alpes

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
2019	Belle-Etoile	Débordement du ruisseau. La cave du bâtiment « les Cimes » route de Campamé est inondée. Les services techniques ont maîtrisé au mieux les écoulements à l'aide de sacs de sable pour les canaliser sur les voiries.	BD-RTM
26/06/1995	Combes Valentin, Belle Etoile et Ruisseau de l'Alpe	Hôtel de la Bérangère et quartier du Prapelier touchés par des coulées de boue.	BD-RTM
1970	Combe de la Belle Etoile	Coulée de Boue.	BD-RTM

Illustration 127 : aperçu sur l'Alpe du Mont-de-Lans en 1921. Archives RTM – 7235W1106.

- **Observations de terrain**

Le haut du bassin versant du ruisseau de l'Alpe correspond environ au tier du plateau des Deux-Alpes. Autrefois pâturages humides et tourbières, le fond de ce vallon est aujourd'hui occupé par la station de ski. Les pentes latérales sont fortes (25-35°) tandis que le fond est d'une très faible déclivité. L'essentiel des écoulements superficiels des versants est collecté par le réseau urbain et rejoint le ruisseau de l'Alpe au niveau de la Côte Gay. Les principaux affluents sont en rive droite :

- La combe de Belle-Etoile ;

- La combe de Prapellier (Valentin) ;
- La combe de Petit Plan.

En rive gauche :

- La combe de la Vallée Blanche.

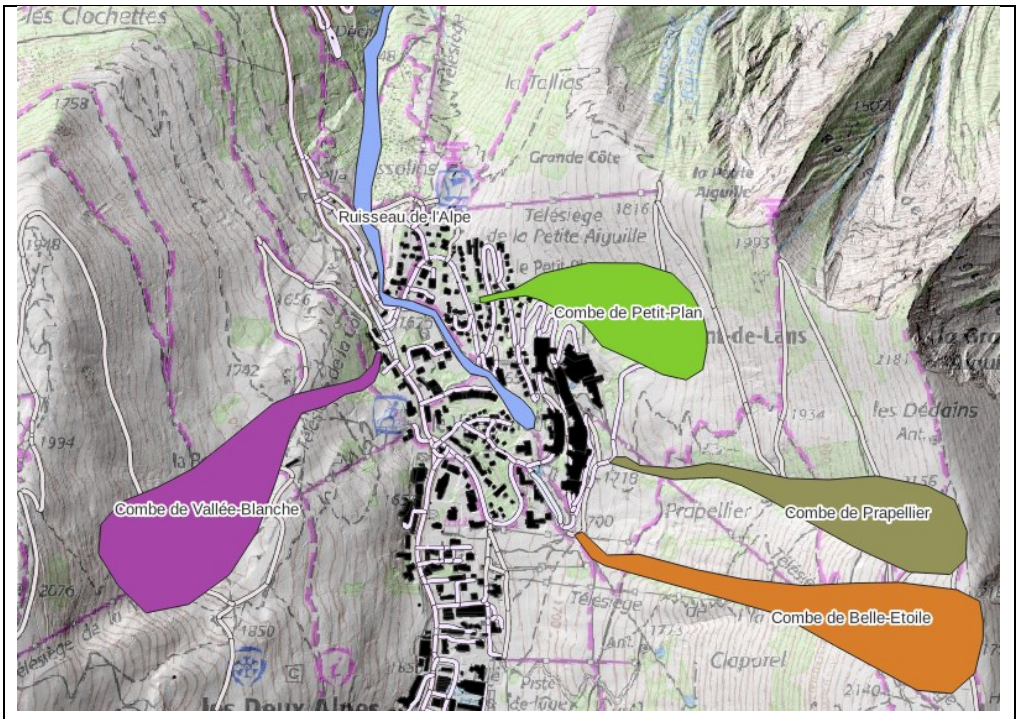


Illustration 128 : représentation schématique des principaux affluents du ruisseau de l'Alpe sur le secteur de l'Alpe du Mont-de-Lans.

La combe de Belle-Etoile est une ravine bien individualisée. A sa sortie, un piège à embâcle est positionné et permet de dévier les écoulements vers le réseau urbain.

Les écoulements de la combe de Prapellier sont aussi bien individualisés dans une ravine. Ils sont réceptionnés par le réseau urbain à l'amont du complexe du Village par un entonnement maçonné (non observé lors de la campagne de terrain de 2023 en raison des travaux).

La Combe du Petit Plan consiste en une vaste zone humide qui conflue à l'amont du bâti. Les écoulements sont canalisés dans le réseau urbain qui laisse deux tronçons à l'air libre dans les virages de la route du Petit-Plan. La buse située la plus à l'amont (alt. 1660m) est totalement colmatée par des graviers et sables et encombrée d'objets. Un « piège à flottants » artisanal est positionné au-dessus de la dernière buse visible (alt. 1645m).

Le ruisseau de l'Alpe traverse la zone bâtie dans un vallon large et plat (piste de ski). L'écoulement est légèrement incisé dans une rigole.

Tableau 31 : principaux ouvrages rencontrés sur le haut bassin versant du ruisseau de l'Alpe

Nom ouvrage	Nature et dimensions	Remarques
Aval Vallée Blanche	Entonnement maçonné puis endiguement RD (béton).	Le ruisseau s'écoule sur la roche mère, pas de transport solide observé.
Franchissement de la route du Petit Plan, alt. 1660 (combe de Petit-Plan)	Buse béton engravée.	Prise d'eau particulièrement engravée et encombrée. Très limitant.
Franchissement de la route du Petit Plan, alt. 1645 (combe de Petit-	Buse béton 400 et grille piège à flottants	Rupture de pente avec « piège à flottants » limitant.

Plan)		
Plage de dépôt combe de Belle-Etoile	Ouvrage bétonné avec buse béton 600	Petit volume.
Entonnement combe de Prapellier	?	Les travaux sur les pistes et le secteur du village au printemps 2023 n'ont pu permettre de prendre le gabarit de l'ouvrage.

Illustration 129 : buse sur le ruisseau du Petit Plan, à l'amont de la route du même nom. Photographie RTM, juin 2023.

Illustration 130 : piège à flottants « artisanal » au-dessus de la buse du réseau urbain. Ruisseau du Petit-Plan. Photographie RTM, juin 2023.

Illustration 131 : le ruisseau de l'Alpe en bordure de piste dans la traversée de l'Alpe du Mont-de-Lans. Photographie RTM, juin 2023.

Illustration 132 : plage de dépôt à l'aval de la combe de Belle-Etoile. Photographie RTM, 2018.

4.1.1.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

L'événement de référence correspond à la crue de juin 1995. Il s'agit de précipitations intenses (>100mm) lors d'orages localisés. En fonction de l'activité de l'aménageur (projet urbanistique, travaux sur pistes, dépôt de déblais…), le volume de solides charrié peut-être très important et venir colmater les petits ouvrages en aval de ravine. Les débordements sont alors complexes et peuvent être renforcés par le ruissellement de surface.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [T4] de crue torrentielle sur le lit mineur et ses abords du ruisseau de l'Alpe ainsi que sur le ruisseau de la combe de la Vallée Blanche. Une marge de recul supplémentaire intègre le risque d'érosion des berges et de débordements immédiats très violents. La largeur de **l'aléa très fort [T4]** est appliquée à 5 mètres depuis le centre du lit mineur (écoulements contraints par l'urbanisation).

Aléas forts [T3] de crue torrentielle dans les ravines en versant ouest. Un **aléa fort de crue torrentielle [T3b]** est appliqué aux combes de Belle-Etoile et Prapellier qui sont impactées par les aménagements de la station. Ces écoulements peuvent être fortement chargés en matériaux solides et éroder leur berge. Pour cela, une marge de recul correspondant à 5 mètres depuis le centre du talweg est intégrée. Un **aléa fort de crue torrentielle [T3a]** est appliqué pour la partie amont du ruisseau de l'Alpe ainsi que le ruisseau de Petit-Plan. Ces dépressions topographiques peuvent se remettre en charge lors de l'épisode de référence dans le cas où le réseau urbain ne réaliserait plus sa fonction de collecteur.

Un **aléa moyen [T2c]** est appliqué pour l'axe d'inondation de la Combe de la Vallée Blanche. Les débordements sont accompagnés de flottants et de boues. La diffusion des écoulements en lames d'eau de faibles hauteur et vitesse sur la chaussée ou dans les marges du ruisseau de l'Alpe sont représentées par un **aléa faible [T1b].**

4.1.2 Crue torrentielle : haut bassin versant du Sellier

4.1.2.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Aucun événement n'est recensé sur les affluents du ruisseau du Sellier. En 2018, le ruisseau du Replat a débordé sur une piste carrossable en y déposant de la boue.

Illustration 133 : débordement localisé en 2018 sur le ruisseau du Replat. Archives RTM.

Illustration 134 : aperçu sur l'Alpe de Vénosc en 1921. Archives RTM – 7235W1105.

- **Observations de terrain**

Le haut du bassin versant du ruisseau du Sellier correspond environ aux deux tiers du plateau des Deux-Alpes. Autrefois pâturages humides et tourbières, le fond de ce vallon est aujourd'hui occupé par la station de ski. Les pentes latérales sont fortes (25-35°) tandis que le fond est d'une très faible déclivité. L'essentiel des écoulements superficiels des versants est collecté par le réseau urbain et rejoint le ruisseau du Sellier sous le plateau. Les principaux affluents sont situés en rive gauche. Certain ne sont concernés que par le ruissellement et seront traités ultérieurement dans le présent rapport :

- La combe de Claparel (ruissellement) ;
- La combe de Côte Courant (ruissellement) ;
- La combe de Côte Brune (ruissellement) ;
- Le ruisseau du Replat ;
- La draye de Combe (ruissellement).

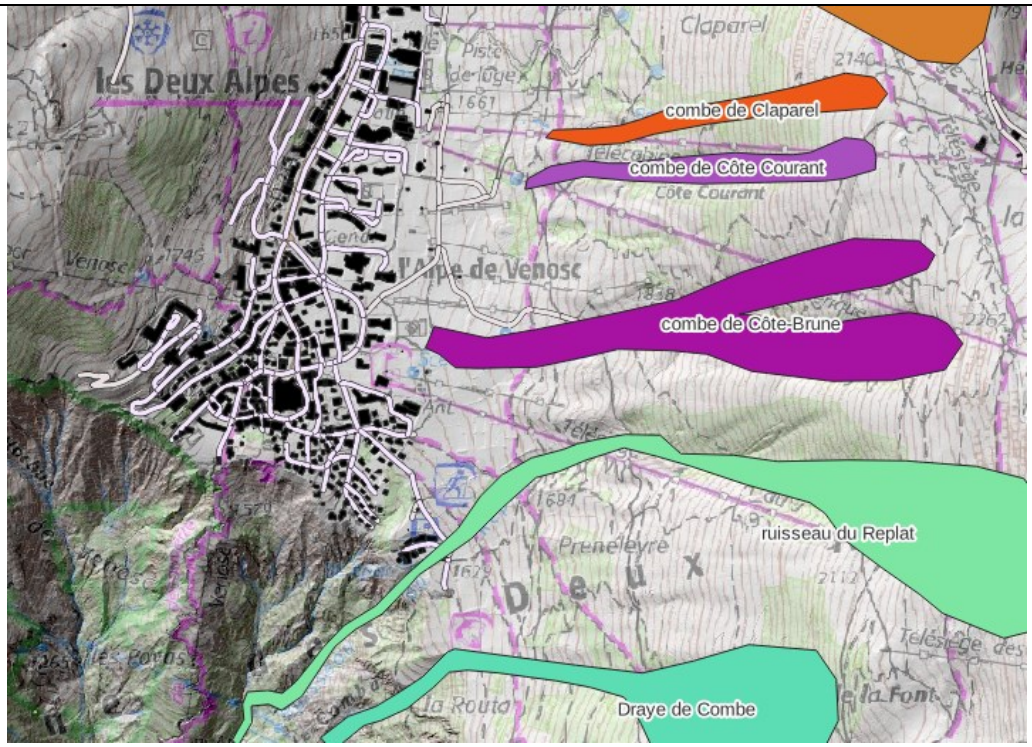


Illustration 135 : représentation schématique des principaux affluents du ruisseau du Sellier sur le secteur de l'Alpe de Vénosc.

La combe de Claparel est une ravine incisée. A la sortie de sa « gorge », une piste la franchit perpendiculairement. Cet emplacement est lourdement aménagé avec busage fortement dimensionné sous la piste, un déversoir d'orage en enrochement et une plage de dépôt. L'emplacement de cet ouvrage correspond à la rupture de pente entre le versant et le plateau des Deux Alpes.

A l'instar des autres écoulements du versant ouest, le ruisseau du Replat est bien individualisé dans un talweg sur sa partie haute et s'étale sur le plateau. Le franchissement de la piste du Diable est réalisé avec 150 ml de buse bétonnée de diamètre 800 et d'un chenal enroché à ciel ouvert. Un petit piège à flottant situé à l'amont des buses ainsi qu'un déversoir d'orage sur la piste en enrochement complètent le dispositif. Le ruisseau acquière dans les pâtures du plateau un caractère méandriforme et il est relativement incisé.

Tableau 32 : inventaire des ouvrages recensés sur les affluents du ruisseau du Sellier sur le plateau de l'Alpe de Vénosc

Numéro d'ouvrage	Nom ouvrage	Nature et dimensions	Remarques
25	Aval de la Combe de Claparel	Busage béton sous la piste. Déversoir d'orage enroché. Plage de dépôt (1 500m^3 ?).	-
23	Franchissement piste du Diable	150 ml de buse diam. 800mm. Suivi d'un chenal enroché à ciel ouvert. Piège à flottant à l'amont du dispositif et déversoir d'orage en enrochement.	-

Illustration 136 : piège à flottant. Ruisseau du Replat. Photographie RTM, 2020.

Illustration 137 : enrochement et traversée de piste sur le ruisseau du Replat. Photographie RTM, 2020.

Illustration 138 : plage de dépôt sur la combe de Claparel. Photographie RTM, 2018.

Illustration 139 : vue générale sur l'ouvrage de franchissement de la piste du Diable par le ruisseau du Replat. Photographie RTM, 2020.

4.1.2.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

L'événement de référence correspond à la crue de juin 1995 qui a impacté le ruisseau de l'Alpe. Il s'agit de précipitations intenses (>100mm) lors d'orages localisés. En fonction de l'activité de l'aménageur (projet urbanistique, travaux sur pistes, dépôt de déblais…), le volume de solides charrié peut-être très important et venir colmater les petits ouvrages en aval de ravine. Les débordements sont alors complexes et peuvent être renforcés par le ruissellement de surface.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Un **aléa très fort de crue torrentielle [T4]** est appliqué au ruisseau du Replat. Ces écoulements peuvent être fortement chargés en matériaux solides et éroder les berges. Pour cela, une marge de recul correspondant à 5 mètres depuis le centre du talweg est intégrée.

Un **aléa moyen [T2b]** est appliqué pour la zone de débordement de la station d'épuration en aval du ruisseau du Replat. Les débordements peuvent être accompagnés de flottants et de boues.

4.1.3 Ruissellement de versant, ravinement du bassin versant de l'Alpe de Mont-de-Lans

4.1.3.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

Un avis rendu en 2022 par le service RTM détaille précisément les ruissellements affectant le secteur Prapellier/Village 1800[6]. Seront rappelées ici les grandes lignes.

- **Phénomènes historiques**

Les événements sont récurrents sur le secteur depuis son urbanisation, malheureusement peu ont été relevés. Ils sont étroitement mêlés aux crues torrentielles précédemment présentées.

Tableau 33 : inventaire des événements de ruissellement sur le secteur de l'Alpe de Mont-de-Lans

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
2017	Secteur village 1800	Inondations de versants par ruissellements. Engravement et détérioration des voiries.	BD-RTM
2008	Hôtel de la Bérangère	Piscine inondée.	BD-RTM

[6] Service RTM, 2022. *Commune des Deux-Alpes. Avis sur les aléas naturels affectant le secteur Prapellier/Village 1800.*

- **Observations de terrain**

Les axes préférentiels des écoulements de ruissellement et ravinement, sur le haut bassin versant du ruisseau de l'Alpe concernent :

- Le bassin versant de Petit-Plan (voiries, zones humides…) ;
- Les côtes de Prapellier et Claparel ;
- L'ensemble des aménagements de piste du domaine skiable.

Ce dernier point apporte une grande complexité à la compréhension des écoulements.

Le bassin versant du Petit-Plan, en dehors de sa portion torrentielle canalisée, comporte une certaine complexité dans ses axes de ruissellement. La zone humide, située à l'amont du bâti joue un rôle tampon mais aussi collecteur des ruissellements du versant. Ceux-ci sont par la suite repris pour l'essentiels par les voiries et la dépression topographique de l'ancien lit du torrent dans la partie résidentielle située sur le versant ouest. La rupture de pente générée par le plateau des Deux-Alpes a tendance à diffuser les écoulements. Une interaction avec le fonctionnement torrentiel du ruisseau de l'Alpe (plus au sud) est possible bien que les écoulements du Petit-Plan vont plutôt avoir tendance à descendre vers le nord (secteur de la Buissonnière).

Les pistes de ski du versant ouest canalisent les écoulements et confluent sur le secteur Prapellier – Bérangère. Une partie de ces ruissellements est reprise par le régime torrentiel, l'autre s'étale et se disperse de manière complexe à la faveur des microreliefs.

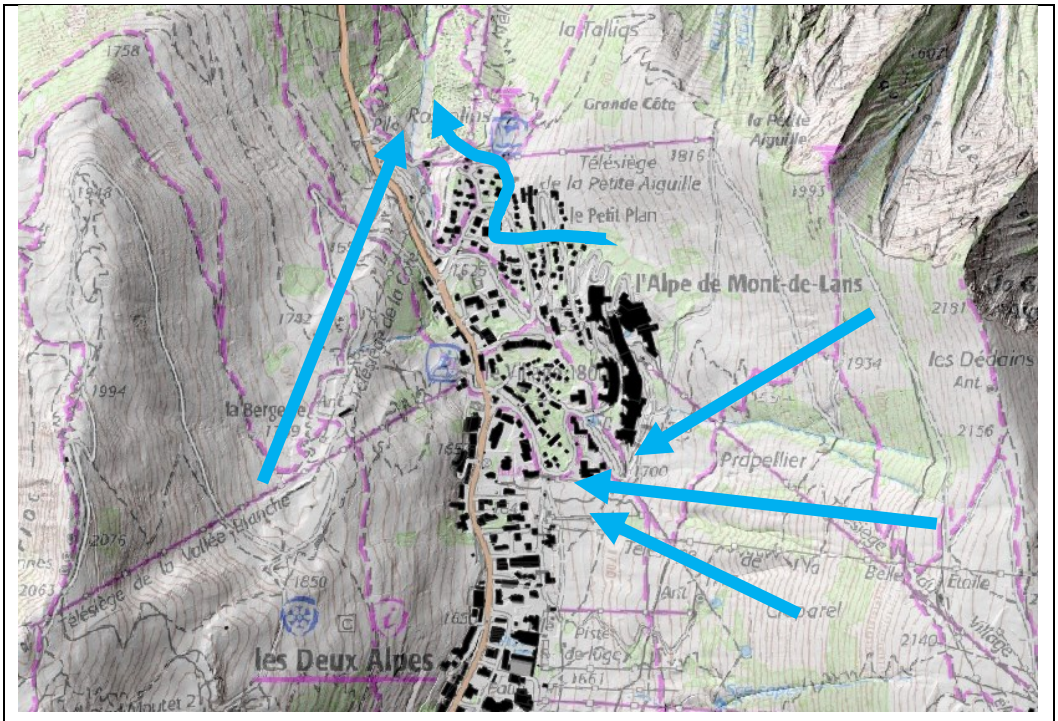


Illustration 140 : représentation schématique des principaux axes de ruissellement sur le secteur de l'Alpe de Mont-de-Lans.

4.1.3.2 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

L'événement de référence correspond aux orages de juin 1995 qui ont impacté le ruisseau de l'Alpe. Il s'agit de précipitations intenses (>100mm) lors d'orages localisés. En fonction de l'activité de l'aménageur (projet urbanistique, travaux sur pistes, dépôt de déblais…), le volume de solides charrié peut-être très important et venir colmater le réseau de canalisation urbain des eaux de pluie. Les débordements sont alors complexes et peuvent être renforcés par des crues torrentielles.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Un **aléa de ruissellement très fort [V4]** est appliqué sur la piste carrossable/de ski sous la Grande Aiguille. Les talwegs, pistes et voiries agissant comme axes préférentiels de ruissellement, les terres à nue sous Rossolins sont concernés par un **aléa fort de ruissellement [V3]**. Ces zones sont sujettes à des dépôts de boues et de graviers.

Un ensemble de ravines et de voiries sont concernés par des écoulements plus diffus avec des lames d'eau moindres. Ils sont classés en **aléa moyen de ruissellement [V2a – V2b]**.

Enfin, les têtes de bassin versant, les marges des écoulements ainsi que les zones d'étalements (ruissellements diffus) sont concernés par un **aléa faible à très faible de ruissellement [V1 – V1a].**

4.1.4 Ruissellement de versant, ravinement du bassin versant de l'Alpe de Vénosc

- **Phénomènes historiques**

Les événements sont récurrents sur le secteur depuis son urbanisation, malheureusement peu ont été relevés. Ils sont étroitement mêlés aux crues torrentielles précédemment présentées.

Tableau 34 : inventaire des événements de ruissellement sur le secteur de l'Alpe de Vénosc.

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
06/06/2015	Station 1650	Ravinement important sur l'emprise des travaux de la piste du Jandri ainsi que sur les aménagements réalisés récemment (VTT) sur le front de neige. Eaux de ruissellement du BV non maîtrisées au cours de cet orage. Deux secteurs principalement impactés : secteur station centre (OT, patinoire, Meijotel) et secteur golf (au droit du Y) jusqu'au TS du Diable. Voiries envasées, caves du Belambra et du Meijotel inondées.	BD-RTM
05/2015	Station 1650	Ravinement important. Deux secteurs principalement impactés : secteur station centre (OT, patinoire, Meijotel) et secteur golf (au droit du Y) jusqu'au TS du Diable.	BD-RTM

Illustration 141 : crête au-dessus de Côte Brune. Photographie RTM, mai 2015.

Illustration 142 : incision dans une piste de ski. Côte Brune. Photographie RTM, juin 2015.

Illustration 143 : dépôts de boues au niveau de l'Office de Tourisme. Cliché France 3 Alpes, juin 2015.

Illustration 144 : vue de l'événement de juin 2015 depuis une caméra de surveillance. Cliché station des 2 Alpes.

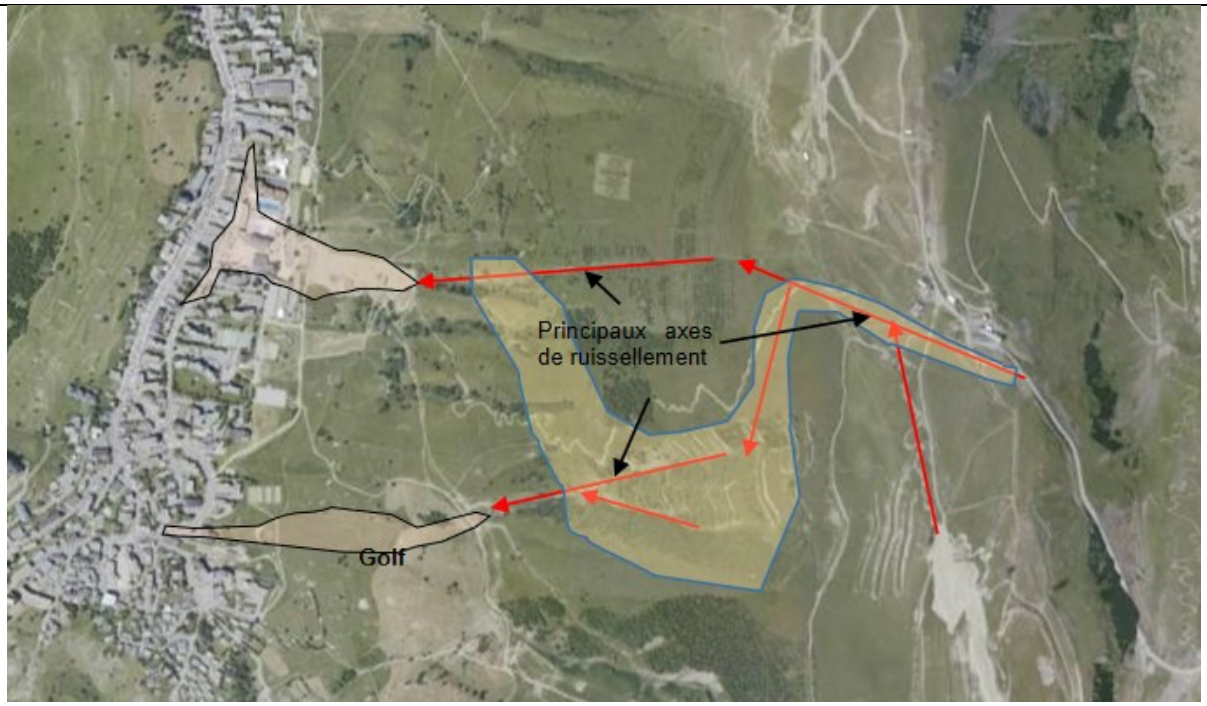


Illustration 145 : analyse rétrospective de l'événement de juin 2015. Fiche événement RTM, juin 2015.

- **Observations de terrain**

Les axes préférentiels des écoulements de ruissellement et ravinement, sur le haut bassin versant du ruisseau du Sellier concernent :

- La combe de Claparel ;
- La combe de Côte Courant ;
- La Combe de Côte Brune ;
- Le versant des Balcons du Soleil ;
- L'ensemble des aménagements de piste du domaine skiable.

Ce dernier point apporte une grande complexité à la compréhension des écoulements.

La piste bleue de Super-Vénosc traverse le versant des Balcons du Soleil et canalise les ruissellements. Plusieurs indices de charriage (sables, graviers) sont observés dans les rigoles. Ces écoulements

gravitent de manière complexe dans la zone urbaine. Un axe préférentiel formé par une série de dépressions semblerait se dessiner selon un axe ouest-est.

Les combes de Côte Courant et de Côte Brune sont lourdement aménagées par le domaine skiable et les ruissellements qui y transitent sont complexes. Ils s'étalent sur les cônes de déjection qui couvrent le plateau des Deux-Alpes et se dispersent à la faveur des microreliefs et zones bâties. Au sein même de la ville, les rues de l'Oisans, du Ser Palor puis des Séquoias regroupent à nouveau ces lames d'eau diffuses.

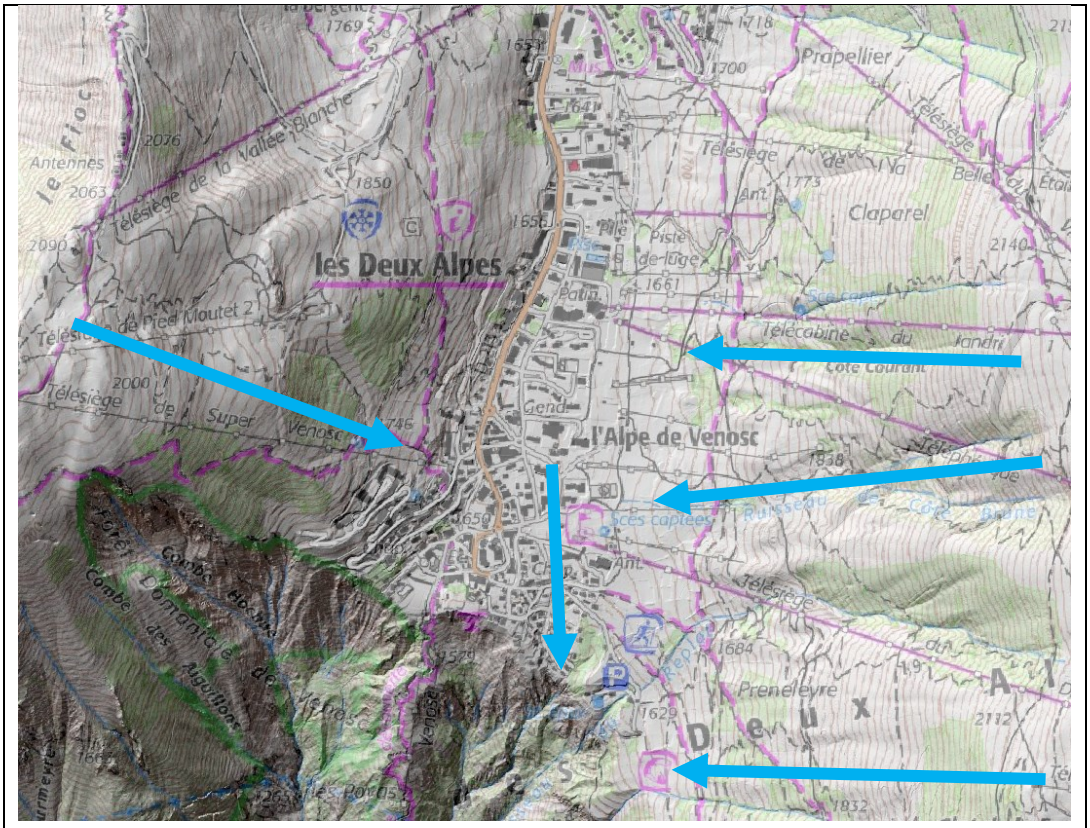


Illustration 146 : représentation schématique des principaux axes de ruissellement sur le secteur de l'Alpe de Vénosc.

Illustration 147 : talus de court de tennis affecté par du ruissellement. Photographie RTM, juin 2023.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Suite aux événements de 2015, plusieurs plages de dépôts ont été réalisées en aval des principaux drayes.

Tableau 35 : ouvrages de protections face aux ruissellements recensés sur le secteur de l'Alpe de Vénosc.

Numéro d'ouvrage	Nom ouvrage	Nature et dimensions	Remarques
26	Aval de la Combe de Côte Courant	Plage de dépôt	-
46	Aval de la Combe de Côte Brune	Plage de dépôt	-

Illustration 148 : plage de dépôt de Côte Brune. Photographie RTM, 2018.

4.1.4.1 Classification de l'aléa

- **Type de crue de référence**

L'événement de référence correspond aux orages de juin 2015 qui ont impacté principalement la combe de Côte Brune. Il s'agit de précipitations intenses (>100mm) lors d'orages localisés. En fonction de l'activité de l'aménageur (projet urbanistique, travaux sur pistes, dépôt de déblais…), le volume de solides charrié peut-être très important et venir colmater le réseau de canalisation urbain des eaux de pluie. Les débordements sont alors complexes et peuvent être renforcés par des crues torrentielles. Localement, des axes de concentration peuvent représenter près de 300 l/s en débits de pointe.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Un **aléa de ruissellement très fort [V4]** est appliqué sur la piste de ski Jandri – le Diable. Les talwegs, pistes et voiries agissant comme axes préférentiels de ruissellement sont concernés par un **aléa fort de ruissellement [V3]**. Ces zones sont sujettes à des dépôts de boues et de graviers.

Un ensemble de ravines et de voiries sont concernés par des écoulements plus diffus avec des lames moindres. Ils sont classés en **aléa moyen de ruissellement [V2a – V2b]**.

Enfin, les têtes de bassin versant, les marges des écoulements ainsi que les zones d'étalements sont concernées par un **aléa faible à très faible de ruissellement [V1 – V1a]**, le charriage et les lames d'eau y sont moins forts mais possiblement très boueuses.

4.1.5 Inondation de pied de versant (centre station)

- **Phénomènes historiques**

Aucun phénomène n'est recensé sur le secteur du plateau des Deux-Alpes. Cela est la conséquence des phénomènes de ruissellement qui sont plus visibles.

- **Observations de terrain**

Les inondations de pied de versant qui touchent le plateau des Deux-Alpes sont dues à l'imperméabilisation des anciennes tourbières et zones humides. Les événements extrêmes de ruissellement remplissent alors des points bas qui devront être pompés ou mettront du temps à s'assécher. Le principal secteur concerné se trouve au centre de la station, à la limite entre les deux bassins versants (ruisseau de l'Alp et ruisseau du Sellier). Quelques autres points bas sont localisés sporadiquement plus au sud (arrivée du téléphérique Super Vénosc, divers immeubles semi-enterrés).

Illustration 149 : un point bas imperméabilisé comme on en rencontre beaucoup dans la station. Photographie RTM, juin 2023.

Illustration 150 : une entrée de parking souterrain ; zone sensible aux inondations de pieds de versant. Photographie RTM, juin 2023.

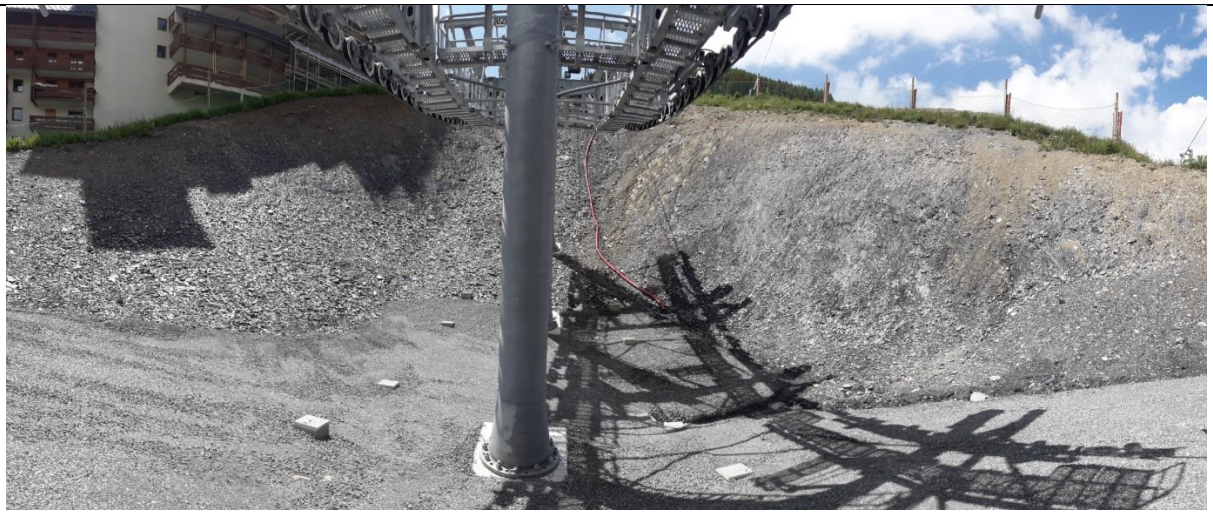


Illustration 151 : vaste point bas situé à l'arrivée de la piste bleue de Super Vénosc. L'inondation peut y représenter entre 1 et 2 mètres de fond. Photographie RTM, juin 2023.

4.1.5.1 Classification de l'aléa

- **Type d'événement de référence**

Les points bas sont inondés lors d'événements orageux durant la période estivale ou en fin de printemps durant la fonte du manteau neigeux.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Un **aléa d'inondation de pied de versant fort [I'3]** est donné aux secteurs sujets à des hauteurs de submersion entre 1 et 2 mètres. Les zones inondées par des hauteurs comprises entre 50cm et 1m sont concernées par **un aléa moyen [I'2].** Enfin, les hauteurs de submersion faibles (inférieures à 50cm) sont classées par un **aléa d'inondation de pied de versant faible [I'1]**.

4.1.6 Glissement de terrain, coulée boueuse de l'Alpe de Mont-de-Lans

4.1.6.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Tableau 36 : inventaire des glissements de terrain recensés sur le secteur de l'Alpe du Mont-de-Lans

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
2019	Piste de ski de la Buissonnière	Loupe d'érosion de 10m de large sur 3m de haut. Coulées de boue sur 50m aval. Arrivées d'eau via fuite de canalisations enterrées.	BD-RTM
2019	Alt. 1450m. Arrivée sur piste de ski. Rossolins.	Dimension de 10*10m. Glissement superficiel. « Ce glissement prolonge vers le sud une zone précédemment glissée et corrigée par des banquettes plus ou moins stables. ». La piste de ski est partiellement obstruée.	BD-RTM
08/2018	Rossolins.	Glissement sur plusieurs mètres vers l'aval d'une ligne de gabion de stabilisation de versant.	BD-RTM
31/03/2014	Zone de départ : remblais sous la DZ à l'entrée des 2 Alpes. Zone d'arrivée : piste de ski et ruisseau de l'Alpe.	Fuite canalisation souterraine suspectée + venues d'eau naturelles. Rupture de câbles de basse tension enfouis.	BD-RTM
04/2012	Zone de départ : RG du ruisseau de l'Alpe dans le virage n°4 de la RD 213. Zone d'arrivée : ruisseau de l'Alpe.	Glissement de remblais et terrain naturel (couverture limono argileuse d'épaisseur variable 1 à 2m). 1ha concerné pour plusieurs m³. Obstruction du lit du ruisseau.	BD-RTM

Illustration 152 : glissement de terrain en rive gauche du ruisseau de l'Alpe, sous le virage de l'actuelle déchetterie. Archives RTM, 2012.

Illustration 153 : glissement de terrain sous la "DZ" (rive gauche du ruisseau de l'Alpe. Archives RTM, 2014.

Illustration 154 : glissement de terrain de la Côte Gay. Archives RTM, 2004.

Illustration 155 : glissement de terrain de la Côte Gay. Reprise du phénomène sur les ouvrages récemment construits. Archives RTM, 2007.

- **Observations de terrain**

Au nord de l'Alpe du Mont-de-Lans, plusieurs phénomènes de glissement de terrain sont visibles. Premièrement, un épais dépôt de moraines peu consistantes existe au-dessus des terrains jurassiques. Plusieurs événements de glissement sont recensés dans ces formations. De plus, un certain nombre de niches d'arrachements est mis en évidence par le MNS issu du LiDAR. Ces phénomènes sont presque généralisés dans les pentes immédiatement à proximité du ruisseau de l'Alpe. A noter particulièrement les glissements de Côte Gay.

Par ailleurs, de très importants déblais peu compactés ont été stockés pendant plusieurs décennies. Ils supportent actuellement la RD213, des pistes de ski mais aussi pour partie le lac de la Buissonnière. Ils sont sujet à de fréquentes déstabilisations, généralement liées à des venues d'eau. A noter particulièrement les glissements de la « DZ », de la déchetterie et de la Buissonnière.

Illustration 156 : Vue aérienne sur le dépôt de déblais de la Buissonnière. Archives RTM, 1990.

- **Ouvrages et travaux de protection**

Tableau 37 : inventaire des ouvrages de lutte contre les glissements de terrain au nord de l'Alpe du Mont-de-Lans

Numéro d'ouvrage	Nom ouvrage	Nature et dimensions	Remarques
32	Glissement de l'Alpe – Petit Plan	Banquettes, seuils bois et seuils béton.	-
34	Glissement de l'Alpe	Boisement sur banquette, seuils bois, seuils enrochements bétonnés, génie biologique, banquettes grillagées, etc.	-
35	Correction du ruisseau de l'Alpe	Replat avec fosse, merlon de protection et entonnement avec avaloir béton.	Ouvrage de correction torrentielle. Effet de butée et pied et d'assainissement des écoulements.

Illustration 157 : seuils bois, banquettes, génie végétal à la Côte Gay. Archives RTM, 2006.

Illustration 158 : seuils bois, enrochements maçonnés, banquettes etc. Côte Gay, archives RTM, 2006.

4.1.6.2 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il a été réservé à des mouvements dont l'activité historique est confirmée par la présence d'indices géomorphologiques avérés, souvent liés à des sources (plus ou moins temporaires). Il s'agit des glissements de Côte Gay, de la « DZ », de la déchetterie, de Petit-Plan, etc.

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues, et lorsqu'elles sont boisées, ces traces peuvent ne pas avoir été repérées. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements de faible à moyenne ampleur qui peuvent dégénérer en coulées de boue. Ont été zonés en **aléa fort [G3c]** les coteaux en RD et RG du ruisseau de l'Alpe.

4.1.7 Glissement de terrain, coulée boueuse du versant est (le Fioc)

4.1.7.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
2006	Piste de ski de Super Vénosc	Glissement et coulées de boue.	Archives photographiques RTM

Illustration 159 : glissement de la piste de Super Vénosc. Archives RTM, 2006.

Illustration 160 : glissement de la piste de Super Vénosc. Archives RTM, 2006.

- **Observations de terrain**

Très peu de traces d'instabilités sont visibles sur ce versant. Il semblerait que l'essentiel des événements trouvent une origine anthropique (déstabilisations suite à l'aménagement). L'épaisseur de la moraine est hétérogène. Toutefois, les nombreux travaux conduits lors du passage terrain du printemps 2023 ont permis d'observer la nature du sous-sol, constituée d'une épaisse couche d'altération de schistes argileux. Certains bâtiments, sont construits avec des affleurements particulièrement pentus de ces altérations à leur amont. Un glissement couche sur couche, tel ceux rencontrés sur la RD213 entre le hameau du Chambon et le village de Mont-de-Lans est possible dans ces conditions.

Illustration 161 : importante couche d'altération des schistes argileux visible derrière un immeuble du plateau des Deux-Alpes. Photographie RTM, juin 2023.

4.1.7.2 Classification de l'aléa

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues et les terrains sont constitués d'une couverture morainique d'épaisseur hétérogène sur une épaisse couche de schistes argileux altérés. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue, notamment lors de travaux exécutés par l'aménageur. Ont été zonés en **aléa fort [G3b]** les pieds de coteaux, de fortes pentes (30°).

Aléa moyen [G2].

Il correspond à des étendues possédant une épaisseur morainique moindre et/ou des pentes plus faibles que précédemment. Le risque est celui d'un arrachement localisé qui se dégénère en coulée de boue. Les pentes situées immédiatement au-dessus de l'aléa fort, et possédant encore une inclinaison relativement importante sont zonées en **aléa moyen de glissement de terrain [G2c].** Les pentes situées plus haut sur le versant et possédant peu ou pas de couverture morainique sont classées en **aléa moyen de glissement de terrain [G2b]**.

Aléa faible [G1].

Cette zone, constituée de moraine ne possède pas de venues d'eau apparentes, ni de fortes pentes. Elle est toutefois située au-dessus de zones potentiellement plus actives.

4.1.8 Glissement de terrain, coulée boueuse du versant ouest (Grande Aiguille à Clot de la Font)

4.1.8.1 Phénomènes historiques et observations de terrain

- **Phénomènes historiques**

Tableau 38 : inventaire des glissements de terrain sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes

Date	Localisation	Observations / Dégâts	Sources
1989	Le quartier du Village	La route qui domine le « nouveau » quartier du Village est endommagée par un glissement de terrain important.	BD-RTM
1970	Combe de Belle-Etoile	Coulée de boue.	BD-RTM

Illustration 162 : niche d'arrachement dans la Combe de Cote Brune. Archives RTM, 2004.

Illustration 163 : importants travaux de prévention du risque de glissement de terrain. Piste du Jandri. Archives RTM, 2017.

- **Observations de terrain**

Peu de traces directes de glissements de terrain sont visibles sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes. Toutefois, un certain nombre de déformations sont mises en évidences via le LiDAR.

4.1.8.2 Classification de l'aléa

- **Glissement de référence**

Le versant ouest du plateau est constitué à sa base de dépôts (moraines et cônes de déjection). Le haut du versant correspond aux affleurements Jurassiques (principalement schistes argileux et schistes roux). Le glissement attendu dans ce contexte est un glissement localisé, formé par de fortes venues d'eau et très certainement déstabilisé par des aménagements anthropiques liés à la l'exploitation du domaine skiable.

- **Scénarios de référence et classements de l'aléa**

Aléa très fort [G4].

Il correspond à deux anomalies repérées par l'analyse du MNS obtenu du LiDAR. Elles sont interprétées comme des niches d'arrachements et dépôts anciens.

Aléa fort [G3].

Il s'agit de zones où n'ont pas été relevées d'indices d'activité de mouvements. Toutefois, les pentes moyennes sont soutenues et les terrains sont constitués d'une couverture morainique d'épaisseur hétérogène sur une épaisse couche de schistes argileux altérés. Le risque n'est pas celui d'un glissement de versant profond mais d'arrachements isolés et circonscrits qui peuvent dégénérer en petites coulées de boue, notamment lors de travaux exécutés par l'aménageur. Ont été zonés en **aléa fort [G3c]** les surfaces de fortes pentes (30°).

Aléa moyen [G2].

Il correspond à des étendues possédant une épaisseur morainique moindre et/ou des pentes plus faibles que précédemment. Le risque est celui d'un arrachement localisé qui se dégénère en coulée de boue. L'ensemble des pentes sur le versant sont zonées sans distinction en **aléa moyen de glissement de terrain [G2b].**

Aléa faible [G1].

Cette zone, constituée de moraine et de cônes de déjection ne possède pas de fortes pentes. Elle est toutefois largement impactée par des venues d'eau en provenance du versant ouest.

4.1.9 Avalanches du versant est (le Fioc)

4.1.9.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

L'essentiel des phénomènes historiques est recensé sur le secteur des Clochettes (CLPA 1, 93 et 94). Les avalanches issues de la crête y menacent la RD213. Trois autres avalanches (CLPA 15, 97 et 98) ne présentent pas d'événement recensé mais menacent directement les secteurs bâtis des Clarines et des Balcons du Soleil.

Tableau 39 : inventaire des avalanches connues pour les CLPA 1, 93, 94 – EPA n°5

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise concernée	Description	Sources
28/03/2006	1800	1640	EPA 5	Dépôt de 100m de long, 40m de large et 2m de haut. Suite à vent fort du sud et chutes de neige faible puis	EPA

				redoux (pluie).	
29/01/1999	1920	Route d'accès aux Deux-Alpes	CLPA 1 - 93 - 94	Avalanche de plaque. Vent fort durant les jours précédents.	BD-RTM
07/03/1991	1900	1620	EPA 5	Redoux avec pluie.	EPA
1981		RD 213	CLPA 93	La RD213 est coupée sur 500 mètres de large.	BD-RTM
14/03/1937	1930		CLPA 1 - 93 - 94	La RD 213 est coupée. Un car est isolé par les coulées.	BD-RTM

Illustration 164 : avalanche de 2006 sur le site EPA n°5. Archives RTM.

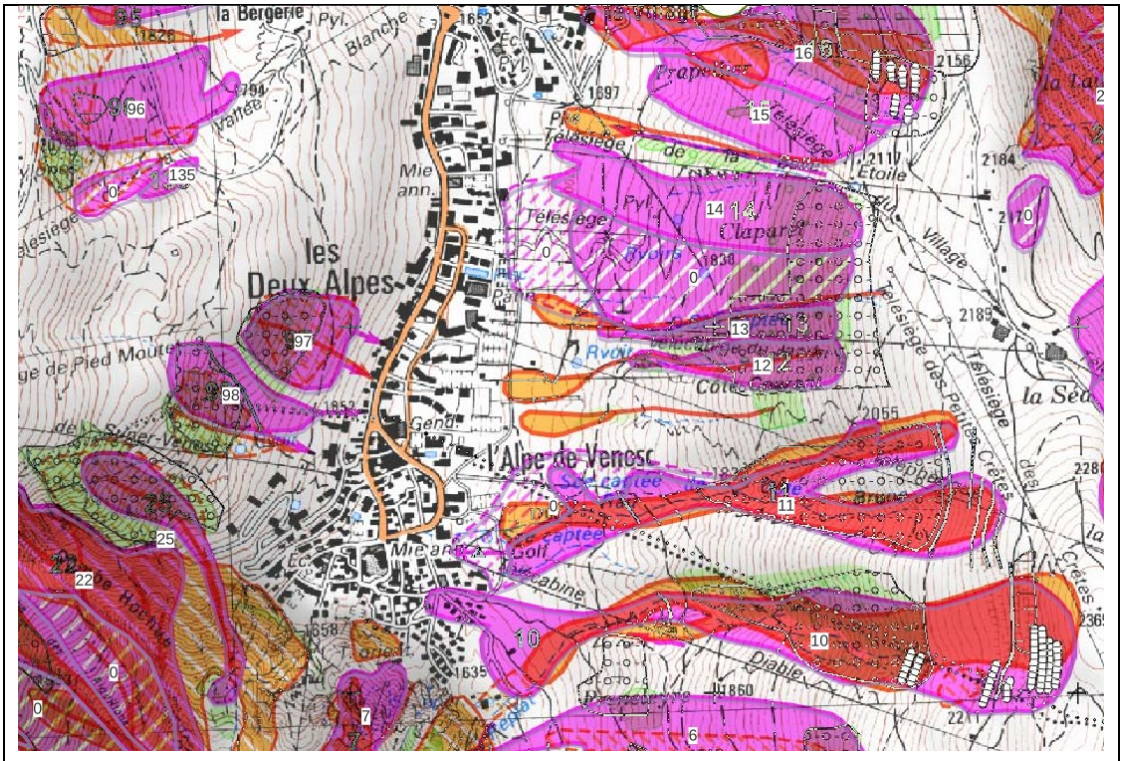


Illustration 165 : détails de la carte CLPA BA-62. INRAE.

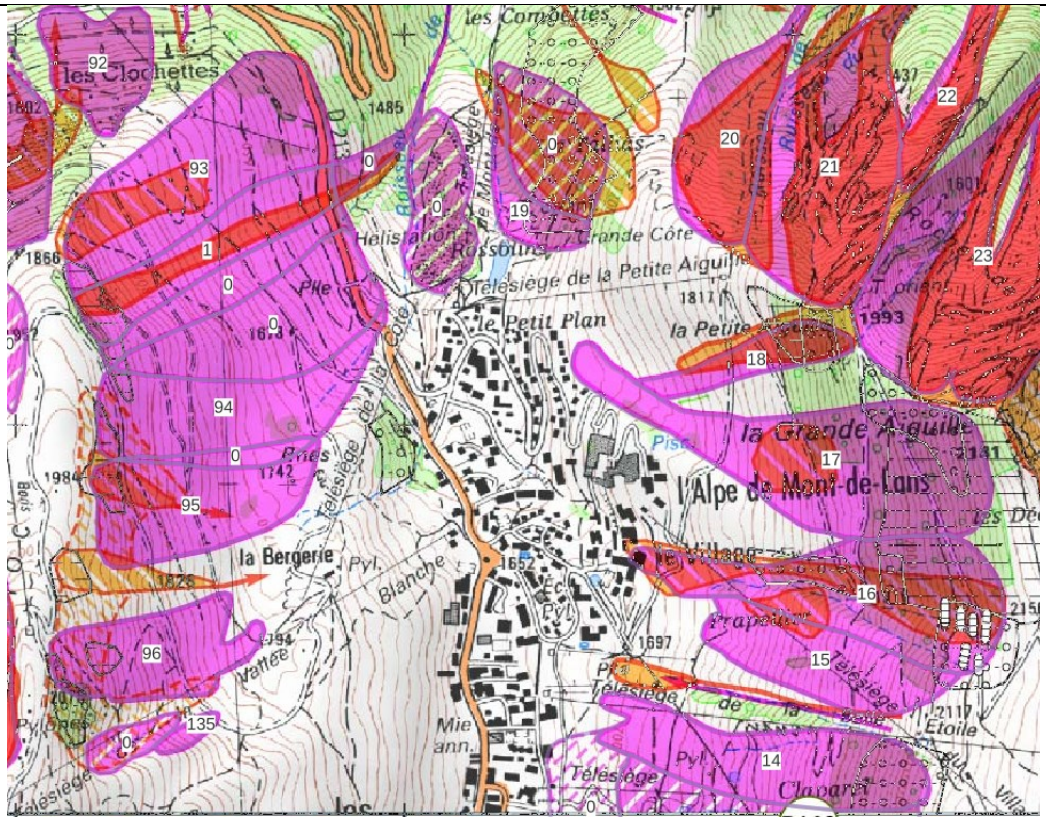


Illustration 166 : détails de la carte CLPA AZ-62. INRAE.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Tableau 40 : ouvrage de protection présents sur le versant est du plateau des Deux-Alpes

Numéro d'ouvrage	Type	Localisation	CLPA concernée	Maître d'ouvrage	Date de création	Fonction	Evénement de dimensionnement	Etat
20	Tripodes, claies à neige, boisement sur banquette	Sous la crête (alt. 1900)	1	Commune	2022	Protection RD213	-	bon
20	Boisements sur banquette	Mi-pentes (alt. 1700)	94	Commune	Av 2000	Protection RD213	-	sain
19	Claies à neige, boisements sur banquettes	Sous la crête (alt. 2000)	96	Commune	1960	Protection domaine skiable	-	Projet de regarnis pour 2023
15 – 16 - 17	Boisements sur banquettes	Sommets des CLPA (env. alt. 1800)	25 – 98 – 97	Commune	Années 1950	Protection secteur les Clarines et Balcons du Soleil	-	Derniers travaux : éclaircie en 2010

Illustration 167 : tripodes paravalanches sur le sommet de l'emprise CLPA n°1. RTM 2022.

Illustration 168 : mise en place de claies à neige suspendues. Emprise CLPA n°1. RTM 2022.

La protection existante est complétée par un important système inscrit au PiDA 2023 : CATEX n°40a à 50b-c.

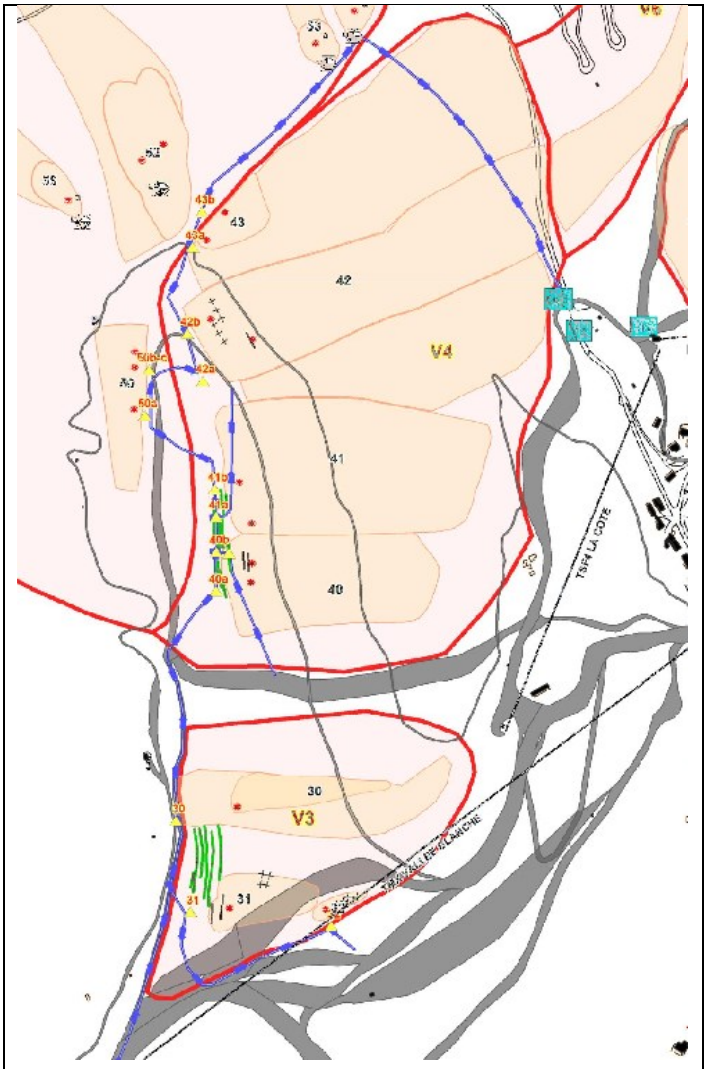


Illustration 169 : détails du PiDA 2023. SATA.

4.1.9.2 Modélisations

Rappel au sujet de la modélisation. *Les conditions complexes de trajectoire et de propagation d'un aléa avalancheux ne pourraient être modélisées de façon fiable. Certains paramètres comme les microreliefs, la typologie de neige, les trajectoires atypiques, les phénomènes de grande ampleur, l'hétérogénéité du manteau neigeux, la compacité de la neige, etc. ne sont par exemple pas modélisables. A ceci s'ajoute l'absence volontaire des ouvrages de protection dans le modèle, ce qui*

entraîne une plus forte propagation. De plus, les paramètres implémentés dans le cadre de ce présent travail ne sont qu'une approche de l'opérateur. Seule une étude spécifique, qui n'est pas l'objet de cette cartographie des aléas, permettrait de réaliser un diagnostic plus fin que celui proposé pour la zone d'étude.

Pour compléter la compréhension des données terrain, une modélisation des trajectoires et dépôts avalancheux pour un phénomène de retour centennal a été réalisée. Les cumuls de neige mobilisés sont extrapolés du rapport RTM sur les avalanches de la Côte Brune[7]. Le logiciel de propagation utilisé est RAMMS avalanches.

Tableau 41 : paramètres d'entrée (RAMMS) pour la modélisation des avalanches du versant ouest du plateau des Deux-Alpes.

Densité de la neige	Epaisseur mobilisée	Récurrence de l'avalanche	Catégorie	Fractionnement des départs	Valeurs μ / x
300 kg/m^3	1.05 m	Centennal	small	Simultanés	Valeurs machine

Les résultats présentent pour le secteur des Clochettes de forts dépôts sur la RD213 et jusqu'au ruisseau de l'Alpe. Pour le secteur Prapellier – Balcons du Soleil, le dépôt se fait en pied de pente, sans réelle propagation (rupture de pente forte et dissipation d'énergie cinétique). Ceci confirme bien la pertinence des boisements sur banquettes et de leur nécessaire entretien.

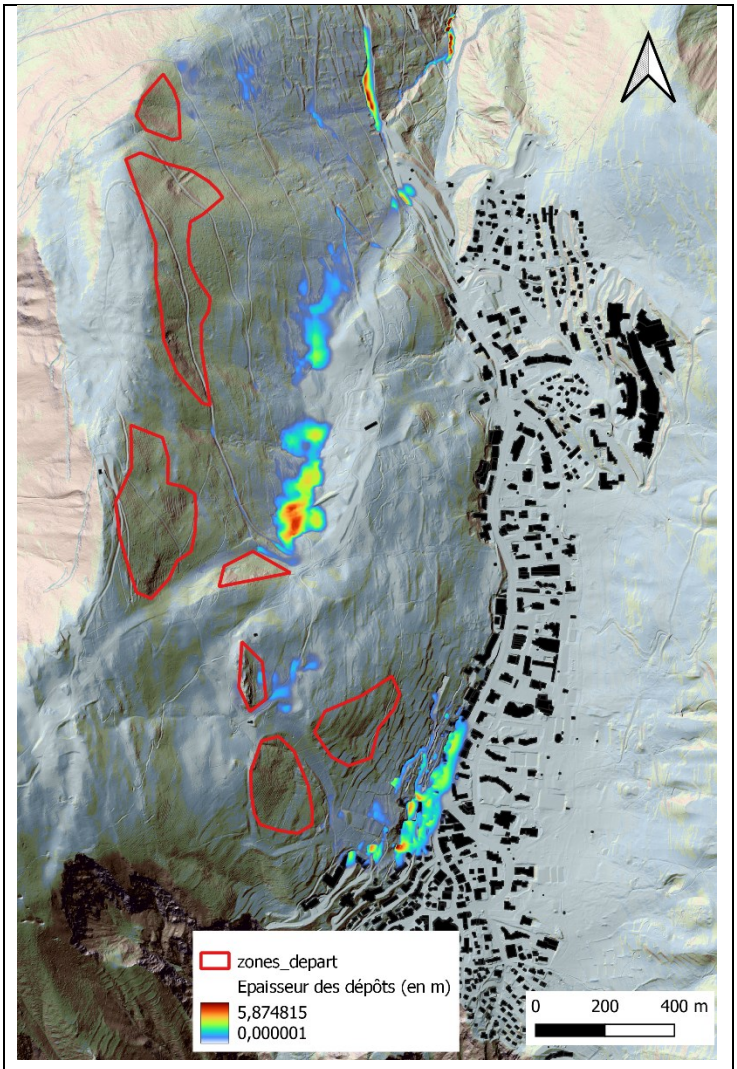


Illustration 170 : localisation par modélisation (RAMMS) des dépôts avalancheux pour un phénomène centennal sans prise en compte des ouvrages paravalanches.

[7] RTM, 2012. *Etude d'incidence des terrassements de la piste de Côte Brune sur le risque d'avalanche – prise en compte d'une surcharge des remblais liée à la neige*.

4.1.9.3 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Historiquement, ces avalanches partent préférentiellement au cœur de l'hiver après des phénomènes de chutes de neige fortes avec vent du sud.

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

Les avalanches de référence centennale pour ce secteur ne sont pas connues. Il est fort possible que les extensions maximales n'aient pas été observées.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Les travaux réalisés par le domaine skiable, les nombreux boisements de protection ainsi que les ouvrages paravalanches participent à une très nette réduction des phénomènes depuis les années 1980. A ceci s'ajoute le boisement naturel qui, malgré l'altitude, s'étoffe nettement. La doctrine actuellement appliquée ne permet pas de prendre ces nombreux ouvrages de protection en compte dans le zonage.

- **Classement de l'aléa**

L'**aléa fort d'avalanche [A3]** correspond aux zones de départ reconnues (CLPA, pentes >35°), aux zones de transits ainsi qu'aux zones d'arrêt reconnues ou supposées des avalanches. Un **aléa moyen d'avalanche [A2]** est appliqué aux marges des extensions maximales des avalanches principales, sur des zones de perte d'énergie. Enfin un **aléa d'avalanche exceptionnel [AE]** est cartographié pour les zones de départ topographiques mais historiquement non observées ainsi que pour les zones de transit et dépôts théoriquement probables.

4.1.10 Avalanches du versant ouest (Grande Aiguille à Clot de la Font)

4.1.10.1 Phénomènes historiques, observations de terrain et ouvrages de protection

- **Phénomènes historiques**

Tableau 42 : inventaire des événements avalancheux sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes.

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
1984			16	-	BD-RTM
28/01/1973	Partie sommitale de la combe.		10	-	BD-RTM
1973	Au pied des banquettes boisées.	1750	14 - 15 - 16	Avalanche en départ de plaque.	BD-RTM
05/02/1972			10 - 11	Avalanche en neige poudreuse sur le versant au-dessus de l'Alpe de Vénosc.	BD-RTM
1967			-	Avalanche des Combettes issue du versant « d'en soleil ». Elle atteint le télésiège de Mont de Lans.	BD-RTM
01/1963			14 – 15 - 16 - 17 - 18	Avalanche en départ de plaque.	BD-RTM
1963	2050	1750	14	-	BD-RTM
17/02/1962	2 350	1 650	10	L'avalanche se déclenche sur la crête, s'engouffre dans le ravin et débouche à l'altitude 1 650m ; à 150m des chalets au sud de la station de l'Alpe de Vénosc. 3	BD-RTM

				skieurs décédés.	
1962			13	Dépôt 50m en aval du 3ème pylône du télécabine de Jandri.	BD-RTM
16/01/1961			16	-	BD-RTM
21/01/1959			10	Avalanche à la tête du Diable. Deux skieurs décédés.	BD-RTM
25/02/1956			16	-	BD-RTM
01/1955			16 – 17	-	BD-RTM
1953		Téléski de Côte Brune	11	La langue de neige s'arrête vers le départ de l'actuel télécabine du Diable. L'avalanche a emporté sur 50m la cabane amont du téléski de Côte Brune.	BD-RTM
1950		1660 – le Petit Plan	17	-	BD-RTM
1945		Aurait atteint le plateau	12 - 13	-	BD-RTM
1936			10	Il semblerait que cette avalanche soit de très grande ampleur et soit en partie sur la CLPA 6 puisque l'ardoisière est impactée.	BD-RTM
17/03/1930			15	-	BD-RTM
12/03/1930			16	-	BD-RTM
1927			17 - 18	-	BD-RTM

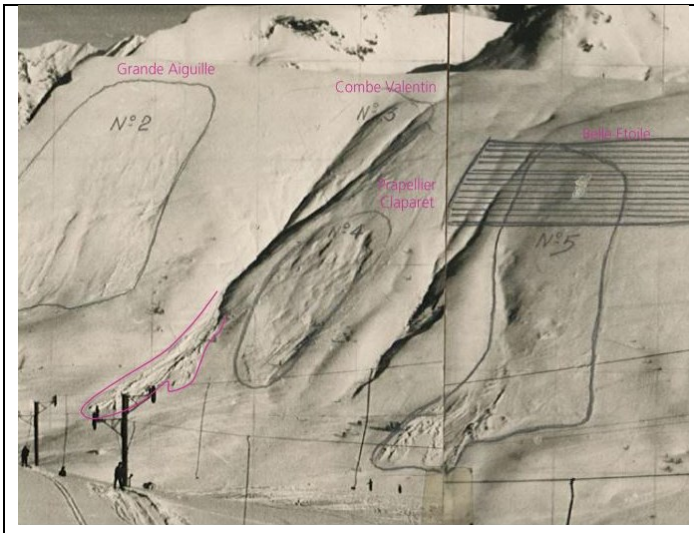


Illustration 171 : avalanches de janvier 1963. Etude Barnéoud.

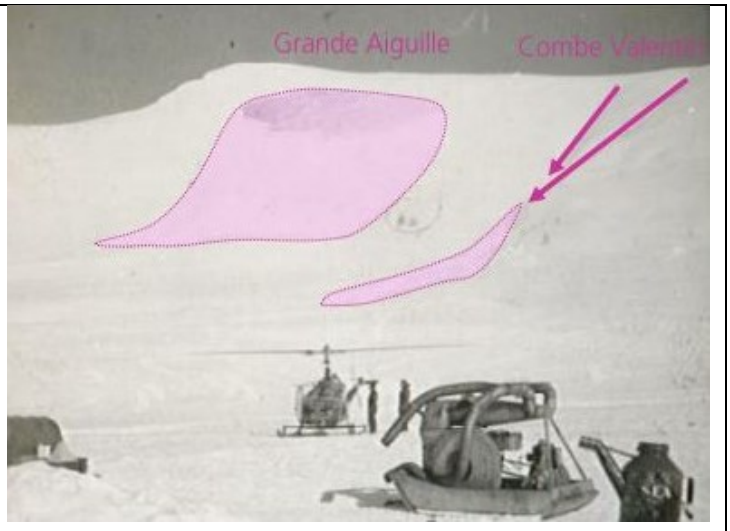


Illustration 172 : avalanches de janvier 1955. Etude Barnéoud.

- **Ouvrages et travaux de protection existants**

Tableau 43 : ouvrage de protection présents sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes

Numéro d'ouvrage	Type	Localisation	CLPA concernée	Maître d'ouvrage	Date de création	Fonction	Evénement de dimensionnement	Etat
29	Protections intrinsèques	Hôtel Belambra – les Deux-Alpes 1800	16	Inconnu	Inconnu	Digue paravalanche.	Inconnu	Inconnu

30	Boisements sur banquettes et banquettes	La Grande Aiguille	17 - 18	Commune	Années 1970	Protection Les Deux Alpes 1800 et les Village	-	Derniers regarnis en 2016.
27	Boisements sur banquettes, banquettes, rateliers métalliques, seuils bois	Combe Valentin	16	Commune	-	Protection les Deux-Alpes 1800	-	Derniers travaux effectués en 2016.
28	Banquettes	Côte Prapellier	15	Commune	-	Protection les Deux-Alpes 1800	-	-
24	Banquettes et boisements sur banquettes	Côte Courant, côte de Vernettes et ravin des crêtes.	12 – 13 - 14	Commune	Années 1960	Protection centre station	-	Dernière éclaircie en 2009.
22	Boisements sur banquettes, râteliers, tripodes, banquettes.	Côte Brune	11	Commune	Années 1960	Alpe de Vénosc	-	-
21	Banquettes, boisements sur banquettes, râteliers, claies à neige, barrière à neige	Combe du Replat	10	Commune	Années 1960	Lotissements du secteur des Perrons, station d'épuration	-	Dernier entretien en 2016.
11	Boisements sur banquettes	Clot de la Font, les Perrons	6	Commune	Années 1950	Vénosc (Sellier)	-	Dernière éclaircie : 2011
12	Banquettes	Clot de la Font	2	Commune	Années 1960	Vénosc (Sellier)	-	-

Illustration 173 : barrière à neige au sommet de la Séa. Archives RTM, 2013.

Illustration 174 : claies paravalanches au-dessus de l'avalanche de la Molière. Archives RTM, 2013.

Illustration 175 : boisements sur banquettes et râteliers paravalanches. Secteur de l'avalanche de Côte Brune. Archives RTM 2013.

Illustration 176 : banquettes et boisements sur banquettes. Secteur de la Grande Aiguille. Archives RTM, 1992.

La protection existante est complétée par un important système inscrit au PiDA 2023 : CATEX, points de tirs, tir par hélicos, etc.

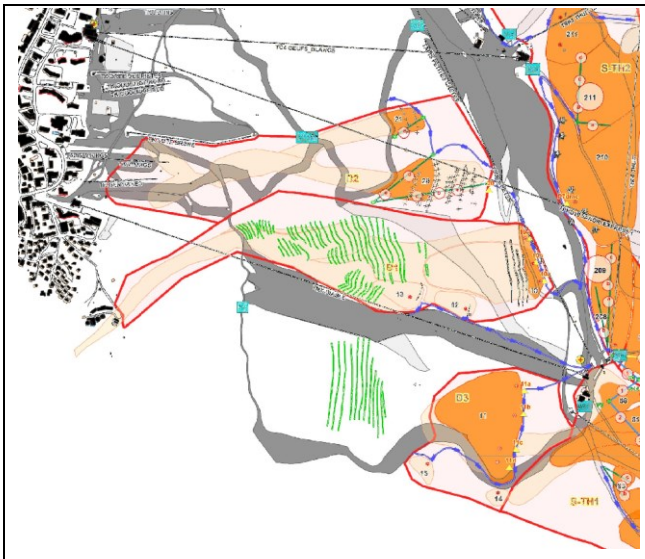


Illustration 177 : détails du PiDA 2023, secteur de combe Brune et de combe du Replat. SATA.

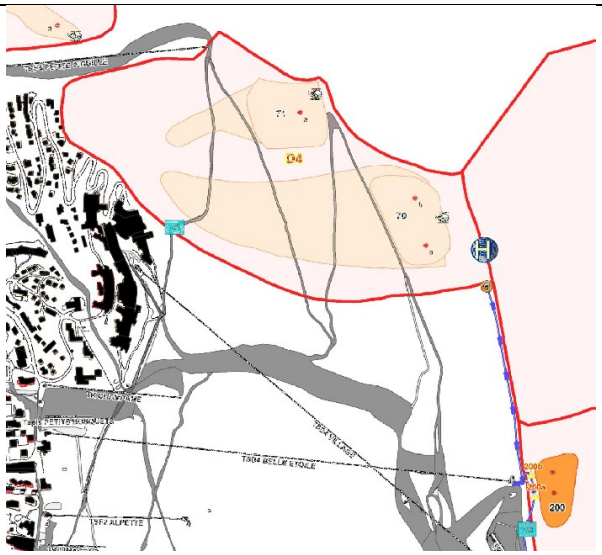


Illustration 178 : détails du PiDA 2023, secteur de la Grande Aiguille. SATA.

4.1.10.2 Modélisations

Rappel au sujet de la modélisation. *Les conditions complexes de trajectoire et de propagation d'un aléa avalancheux ne pourraient être modélisées de façon fiable. Certains paramètres comme les microreliefs, la typologie de neige, les trajectoires atypiques, les phénomènes de grande ampleur, l'hétérogénéité du manteau neigeux, la compacité de la neige, etc. ne sont par exemple pas modélisables. A ceci s'ajoute l'absence volontaire des ouvrages de protection dans le modèle, ce qui entraîne une plus forte propagation. De plus, les paramètres implémentés dans le cadre de ce présent travail ne sont qu'une approche de l'opérateur. Seule une étude spécifique, qui n'est pas l'objet de cette cartographie des aléas, permettrait de réaliser un diagnostic plus fin que celui proposé pour la zone d'étude.*

Pour compléter la compréhension des données terrain, une modélisation des trajectoires et dépôts avalancheux pour un phénomène de retour centennal a été réalisée. Les cumuls de neige mobilisés

sont donnés par le rapport RTM sur les avalanches de la Côte Brune[8]. Le logiciel de propagation utilisé est RAMMS avalanches.

Tableau 44 : paramètres d'entrée (RAMMS) pour la modélisation des avalanches du versant ouest du plateau des Deux-Alpes.

Densité de la neige	Epaisseur mobilisée	Récurrence de l'avalanche	Catégorie	Fractionnement des départs	Valeurs μ / x
300 kg/m³	1.2 m	centennal	small	simultanés	Valeurs machine

Les résultats présentent pour le versant ouest de la station de forts dépôts sur l'ensemble des cônes de déjection déjà reconnus comme zones d'arrêt des avalanches dans les différents avis amis par le service RTM.

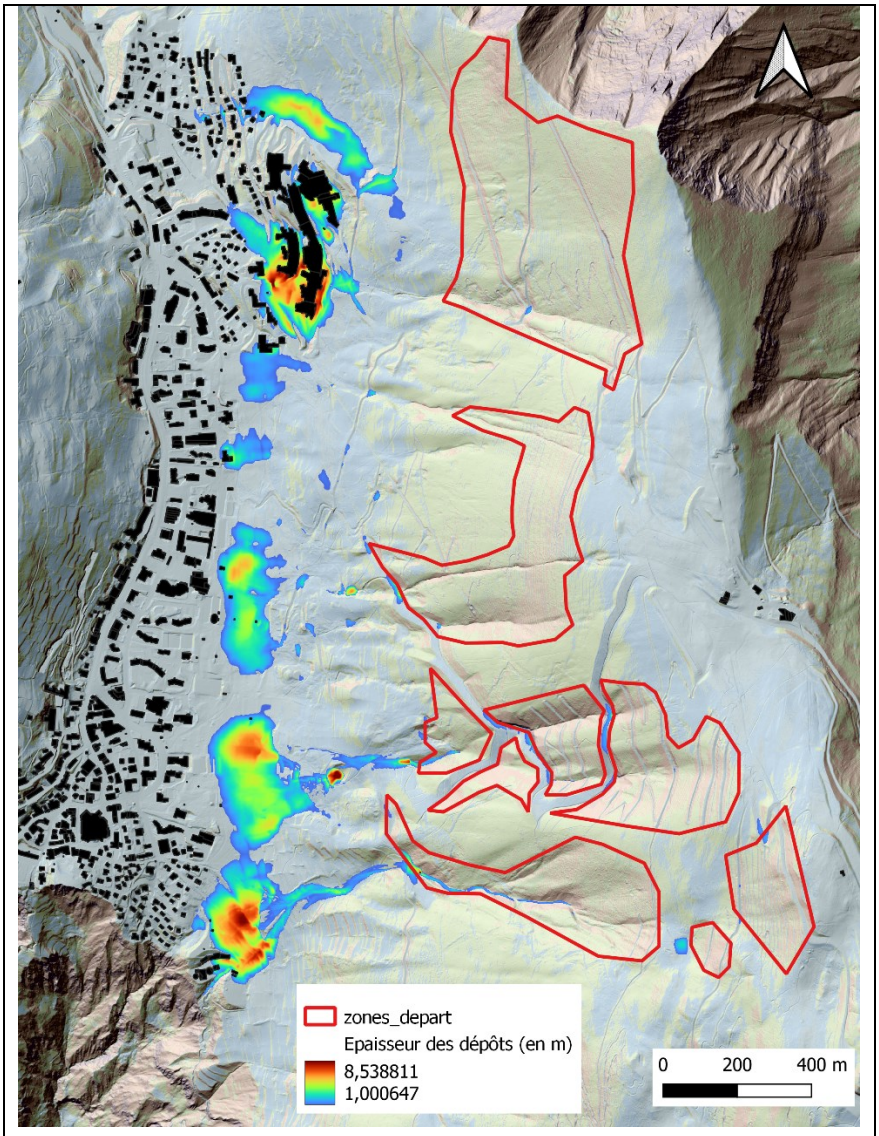


Illustration 179 : localisation par modélisation (RAMMS) des dépôts avalancheux pour un phénomène centennal sans prise en compte des ouvrages paravalanches ni des bâtiments.

[8] RTM, 2012. *Etude d'incidence des terrassements de la piste de Côte Brune sur le risque d'avalanche – prise en compte d'une surcharge des remblais liée à la neige*.

4.1.10.3 Classification de l'aléa

- **Type d'avalanche**

Un grand nombre d'avalanches est recensé sur le versant ouest du plateau des Deux-Alpes. Il s'agit presque toujours d'avalanches de neige sèche, au plus froid de la saison, après de fortes chutes de neige. Les CLPA sont centrées sur les ravines et drayes mais en fonction des événements, il semblerait que des « interactions » entre couloirs aient pu avoir lieu. C'est le cas d'un événement fréquemment raconté par les « anciens » de l'Alpe de Vénosc qui auraient vu « tout le versant partir ».

- **Détermination de l'Aléa de Référence Centennal (ARC)**

L'Avalanche de Référence Centennale correspond à un événement d'ampleur, à l'échelle du versant et mobilisant des hauteurs de neige de l'ordre du mètre. Il s'agit de neige sèche avec puissants aérosols.

- **Prise en compte des ouvrages de protection pour l'avalanche de référence**

Les travaux réalisés par le domaine skiable, les nombreux boisements de protection ainsi que les ouvrages paravalanches participent à une très nette réduction des phénomènes depuis les années 1980. A ceci s'ajoute le boisement naturel qui, malgré l'altitude, s'étoffe nettement. Il faut mentionner également les bâtiments du « Village » construits spécifiquement pour résister aux avalanches (ce sont les seuls de la station). La doctrine actuellement appliquée ne permet pas de prendre ces nombreux ouvrages de protection en compte dans le zonage.

- **Classement de l'aléa**

Les emprises de CLPA et avalanches reconnues par photo-interprétation ainsi que les zones dont la pente est supérieure à 35° sont classées en **aléa fort d'avalanche [A3].** Les immeubles du secteur « Village », affectés par les avalanches de la Grande Aiguille/Prapellier, ne sont pas pris en compte dans le zonage des aléas. Pour autant, leur conception initiale (murs renforcés, déflecteurs aux fenêtres et ouvertures) et leur hauteur (plus de 10m) interdit tout aléa au-delà du front bâti, mais engendrent par contre un stockage et un étalement latéral des dépôts. La carte des aléas cumule les deux doctrines en prenant les scénarios le plus défavorables.

Pour les avalanches du Replat, de Côte Brune et du ravin des Crêtes, les cônes de déjection sont classés en **aléa moyen de risque d'avalanche [A2].** Il s'agit de zones d'étalement des coulées avec présence d'aérosols encore importants. Le front des avalanches de Côte Brune ainsi que du Replat, sujets à des aérosols en perte de vitesse, sont classés en **aléa faible d'avalanche [A1].**

Enfin un **aléa d'avalanche exceptionnel [AE]** est zoné pour les zones de départ topographiques mais non observées ainsi que pour les zones de transit et dépôts théoriquement probables. Ceci correspondrait aux témoignages d'une avalanche généralisée sur le versant.

5 Présentation détaillée des phénomènes et des aléas – hameaux de l'ancienne commune de Vénosc

5.1 Secteur de Vénosc (le Sellier, la Ville/le Courtil, le Ballatin)

Ce secteur est exposé à plusieurs aléas (crues torrentielles, chutes de blocs, glissement de terrain).

5.1.1 Crues torrentielles

5.1.1.1 Replat/Sellier

Ce secteur est principalement soumis à des problématiques de crues torrentielles du ruisseau du Replat et aux dynamiques de glissement lié à l'encaissement de ce torrent. Des aléas forts à très fort **(G4, G3, T4,**

T3) existent dans le lit et les berges.

Les quelques maisons en rive gauche du torrent, à l'aval immédiat du parking (fig. 180), sont partiellement menacés par les crues d'ampleur et par les affaissements dans les pentes d'encaissement du cours d'eau.

De part et d'autre du torrent, les versants de pente plus faible sont soumis à un aléa faible de glissement de terrain **(G1)**.

5.1.1.2 Le Courtil, la Ville

Les débordements du torrent du Merdaret, en cas de crues torrentielles (laves ou charriage hyperconcentré), peuvent menacer quelques maisons. En effet, une protection de berge renforcée surmontée d'une digue est présente sur la rive gauche à l'amont du secteur habité. Elle se situe en débouché d'une zone plus encaissée à l'amont. Cette digue de protection ne semble pas suffisamment dimensionnée pour une crue d'ordre centennal issu de ce bassin versant (100 Ha, Q100 liquide estimée entre 2,5 et 4 m3/s, laves boueuses estimées entre 1500 et 6000m3). Des écoulements boueux résiduels sont possibles à l'aval de la digue sur la rive gauche. Il en découle un aléa faible de crue torrentielle **(T1b)** sur deux maisons.

La conception de la digue, un terrassement en terre armée qui surmonte une berge renforcée (murs en béton armé), ne la prédispose pas à un risque de rupture ou d'érosion pour le phénomène dimensionnant considéré ici, à savoir une lave boueuse de forte magnitude mais de faible durée.

(Avant urbanisation)	Ruisseau Sellier ETRM	Torrent du Merdaret
Bassin versant à Venosc	5 km²	1.5 km²
Q10 (m3/s)	4 à 4,5	1,2 à 1,35
Q100 (m3/s)	12 à 13,5	2,4 à 4,05
Volume 10 (m3)	1 500 à 6 000	De l'ordre de 500 à 1 500
Volume 100 (m3)	6 000 à 20 000	De l'ordre de 1 500 à 6 000

Tableau 3 : Résultats de l'étude ETRM, 1997 ; extrapolation par surface de bassin versant au torrent du Merdaret

Le phénomène de référence est celui du 18 juin 1984. La hauteur d'écoulement de la lave atteignait 4m. Dès le premier pont sur la route d'accès au Collet (voir
Figure 13), le gabarit devient insuffisant. Cependant en 1984, il n'y a pas eu de dommages liés à la crue. A noter que la correction torrentielle et l'influence du mouvement de versant en rive droite accentue la diminution de la pente au niveau de la digue et donc les dépôts. Une surveillance est indispensable pour garantir une capacité suffisante.

Figure 13 : vue du pont de la route d'accès au Collet depuis l'amont. Les impacts de crue sur les canalisations sont visibles.

Illustration 180 : Extrait de l'étude hydraulique du Merdaret (ETRM - 1997)

5.1.2 Glissement de terrain, coulée boueuse

5.1.2.1 Bassin versant amont du Merdaret – Combe Hochue

Il est important de souligner que dans le bassin versant du Merdaret, au niveau de la Combe Hochue, de nombreux phénomènes de glissements de terrain et de masses rocheuses qui se déstructurent sont décelés dans plusieurs zones. Les volumes potentiellement mobilisables sont considérables (de l'ordre plusieurs dizaine de milliers de m3). Des phénomènes de grande ampleur peuvent se produire à ce niveau et ne sont pas intégré dans la prise en compte d'un aléa de type centennal. Il est toutefois judicieux de garder cela à l'esprit et de maintenir un suivi visuel régulier du bassin versant et de signaler toute activation importante des mouvements de versant (se reporter aux conclusions de l'étude de bassin de risques – RTM 2020).

5.1.2.2 Merdaret aval

Les pentes d'encaissement du torrent du Merdaret sont le siège de phénomènes actifs. Les formations rocheuses altérées et déstructurées migrent vers le fond du lit avec des vitesses variables selon les zones. Ainsi, les berges à l'aval de la digue sont classées en alea fort à très fort **(G3 à G4).** Le retrait potentiel des sommets de berges menacent donc une partie du secteur de la ville. Notons également le classement en aléa fort **(G4)** d'une zone traversée par la RD530, en aval de Ballatin, dont la réactivation s'est accélérée depuis la fin d'année 2024.

Cette zone est classée en glissement fort **(G3a)** car elle se trouve en bordure immédiate des pentes d'encaissement de la rive gauche du Merdaret. La rive gauche est en étroite interaction avec la rive droite. En effet, sur la rive droite un glissement actif vient « pousser » le Merdaret et donc déstabiliser ensuite la rive gauche.

Au niveau du lit du Merdaret des ouvrages communaux (barrages seuils) ont été réalisés dans les années 80 pour limiter les effets de ces mouvements et stabiliser au mieux le lit.

La zone **(G3a)** se justifie nettement pour deux bâtiments qui pourraient être menacé à long terme si la berge venait à se dégrader.

5.1.3 Chutes de pierres et de blocs, écroulements

La crête de l'ardoisière (le Fartail – Ponsonniere) produit des chutes de blocs unitaires de temps à autres pour des volumes inférieurs à 1 m3. Elle a été partiellement munie de parades actives par la pose de filets plaqués, et de parades passives par des écrans de filets métalliques en pied de versant et par un merlon pare-blocs qui protège principalement une habitation. Toutefois, quelques pointements rocheux sont encore susceptibles d'être le siège de départ de chutes d'éléments rocheux, et le merlon ne permet pas de stopper toutes les trajectoires potentielles. Par ailleurs l'entretien des filets n'est pas connu et leur niveau d'efficacité est à déterminé à l'avenir.

5.1.4 Avalanches

5.1.4.1 Replat/Sellier

Un aléa fort d'avalanche centennale (A3) est présent également jusqu'à l'amont du parking en lien avec le couloir avalancheux du Replat (CLPA n°6). A ce niveau, la terminaison potentielle de la coulée neigeuse ne menace pas les habitations. L'aléa exceptionnel (AE) est matérialisé jusqu'à l'aval de la place du Sellier.

Illustration 181 : avalanche de l'Ardoisière le 22 avril 1927. Fonds archives RTM, 7235W1899.

Illustration 182 : avalanche de l'ardoisière le 22 avril 1927. Fonds archives RTM, 7235W1901.

5.1.4.2 Merdaret

L'avalanche qui parcourt la combe Hochue parvient aussi, rarement, jusqu'à la digue de la Ville et peut recouvrir/impacter le pont de la route du Collet, comme ce fut le cas en janvier 1981. La rupture de pente topographique induite par la route marque l'arrêt des avalanches historiques documentées **(= avalanche de référence centennale – aléa fort A3)**. Un aléa exceptionnel **(AE)** est cartographié au-delà dans l'amorce de la combe.

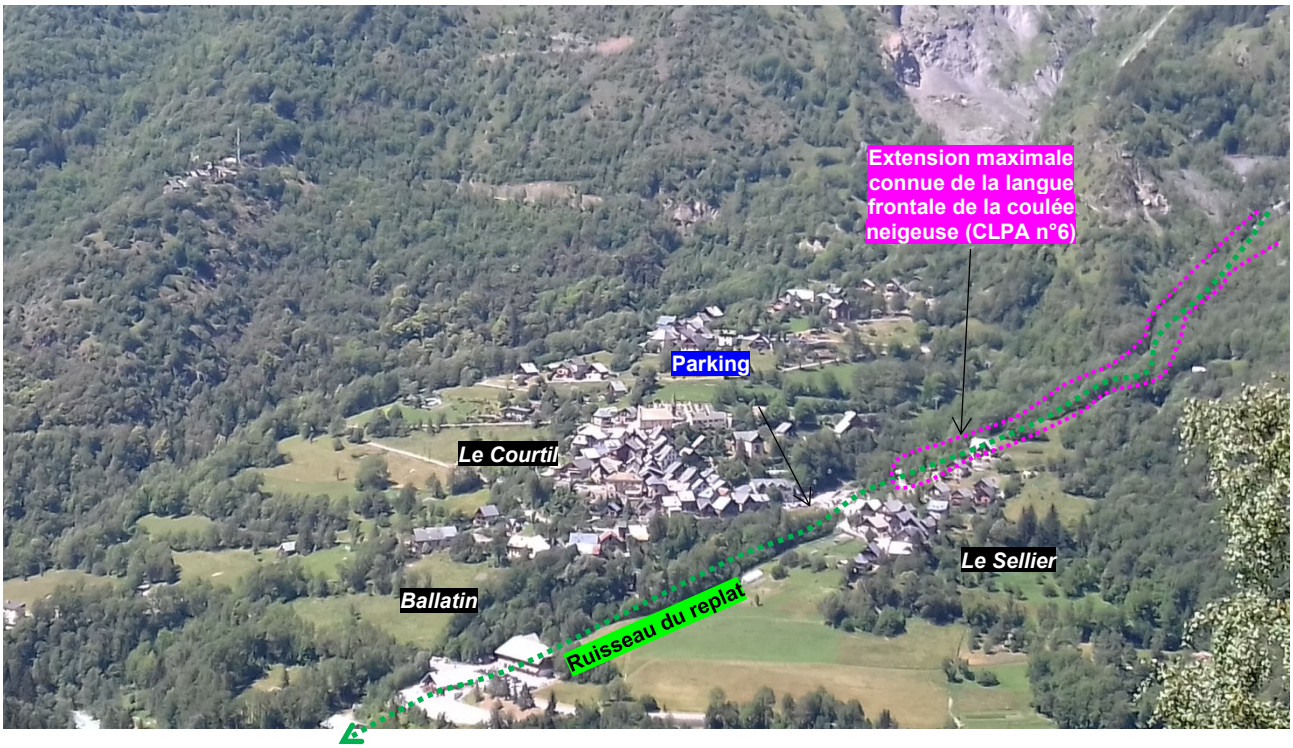


Illustration 183 : Vue sur les hameaux du Courtil, Ballatin et du Sellier et le torrent du Replat (RTM-septembre 2017)

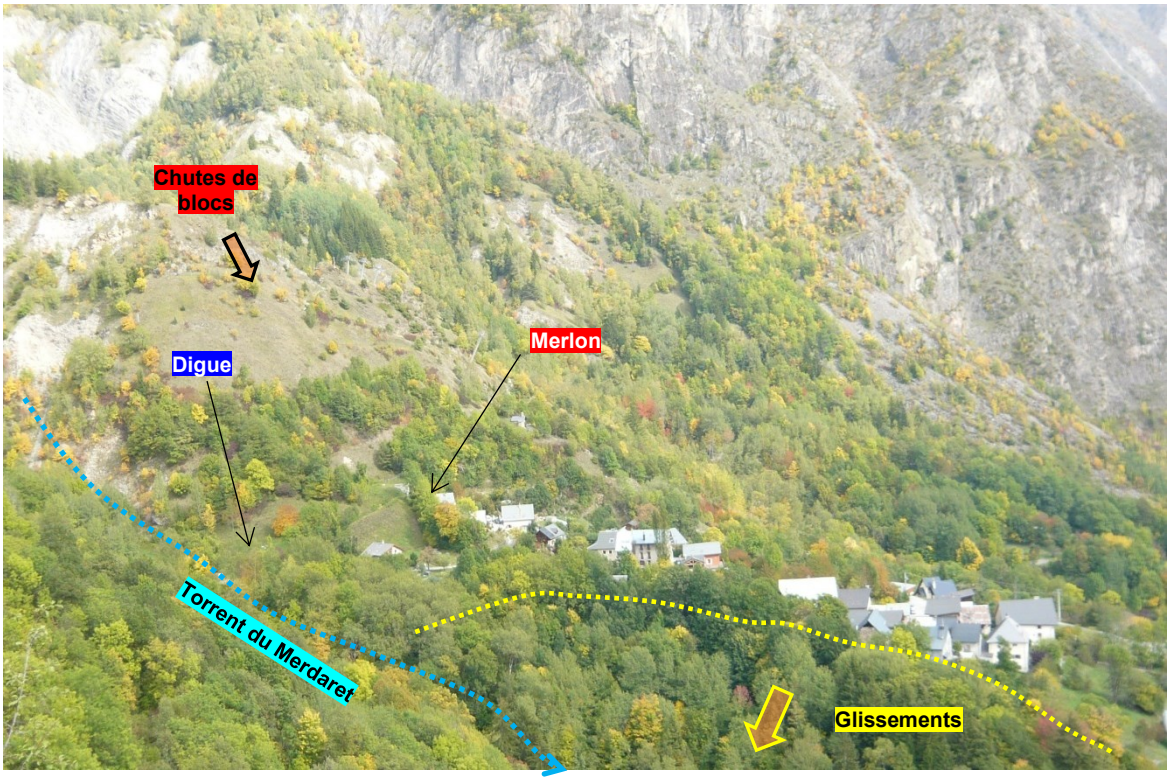


Illustration 184 : Vue sur le secteur de la Ville depuis le Collet – (RTM38 – Septembre 2017)

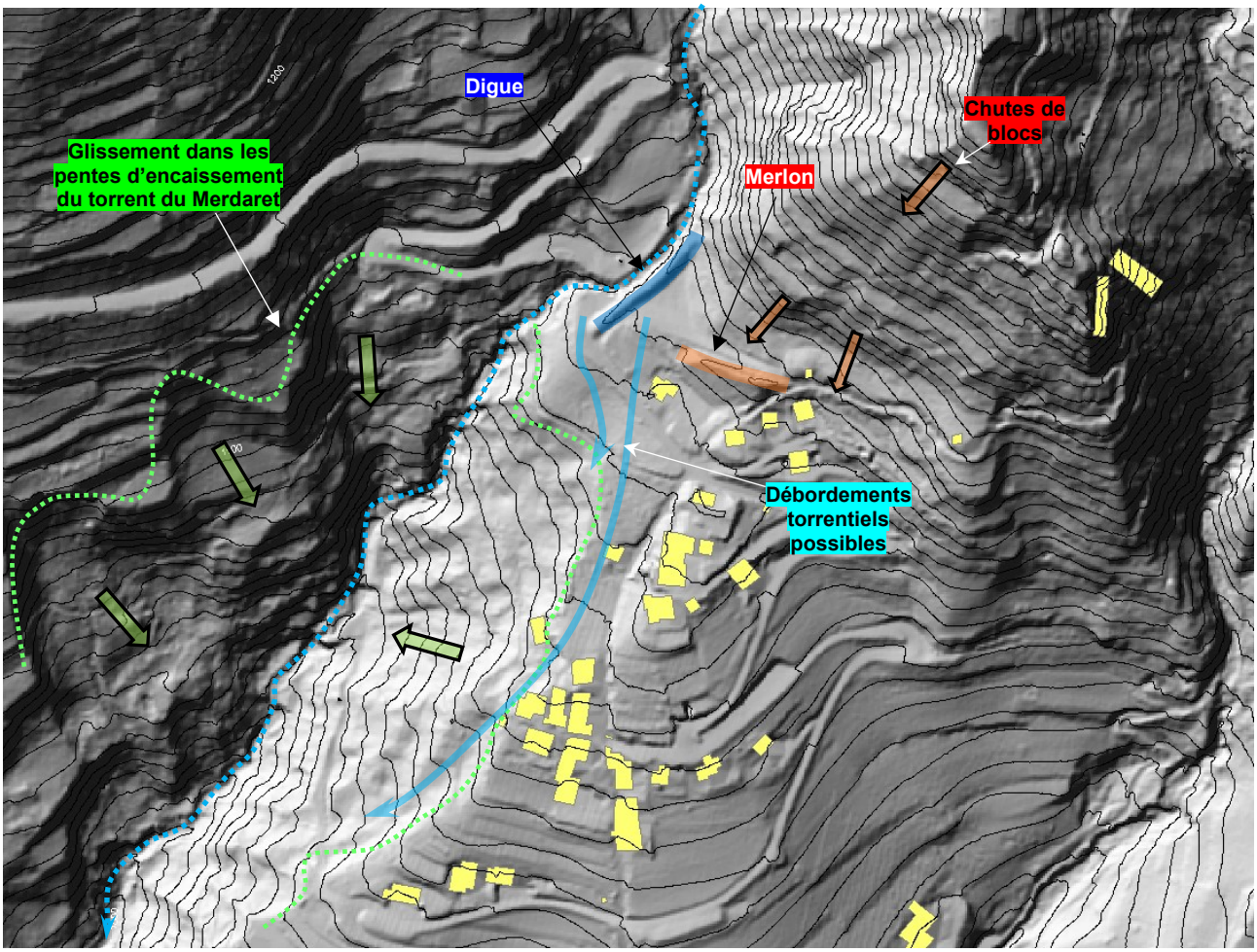


Illustration 185 : Morphologie du secteur – Modèle Numérique de Surface – Levé LIDAR 2016 (RTM38)

5.2 Secteur du Collet

5.2.1 Glissement de terrain, chutes de pierres et de blocs

Ce secteur habité, malgré sa position perchée, est peu soumis aux aléas naturels. Il se trouve sur un pointement rocheux ou quelques phénomènes de glissement localisés peuvent se produire **(aléa G1).** Les glissements potentiels, de plus grande ampleur **(G3 et G4),** se produisent dans les combes de part et d'autre de cette croupe rocheuse. De même les propagations des chutes de blocs pouvant provenir de l'amont se répartissent dans les combes à l'est et à l'ouest du hameau **(P4).**

Illustration 186 : Vue sur le secteur du Collet (depuis l'amont de l'Alleau) – (RTM38 – Septembre 2017)

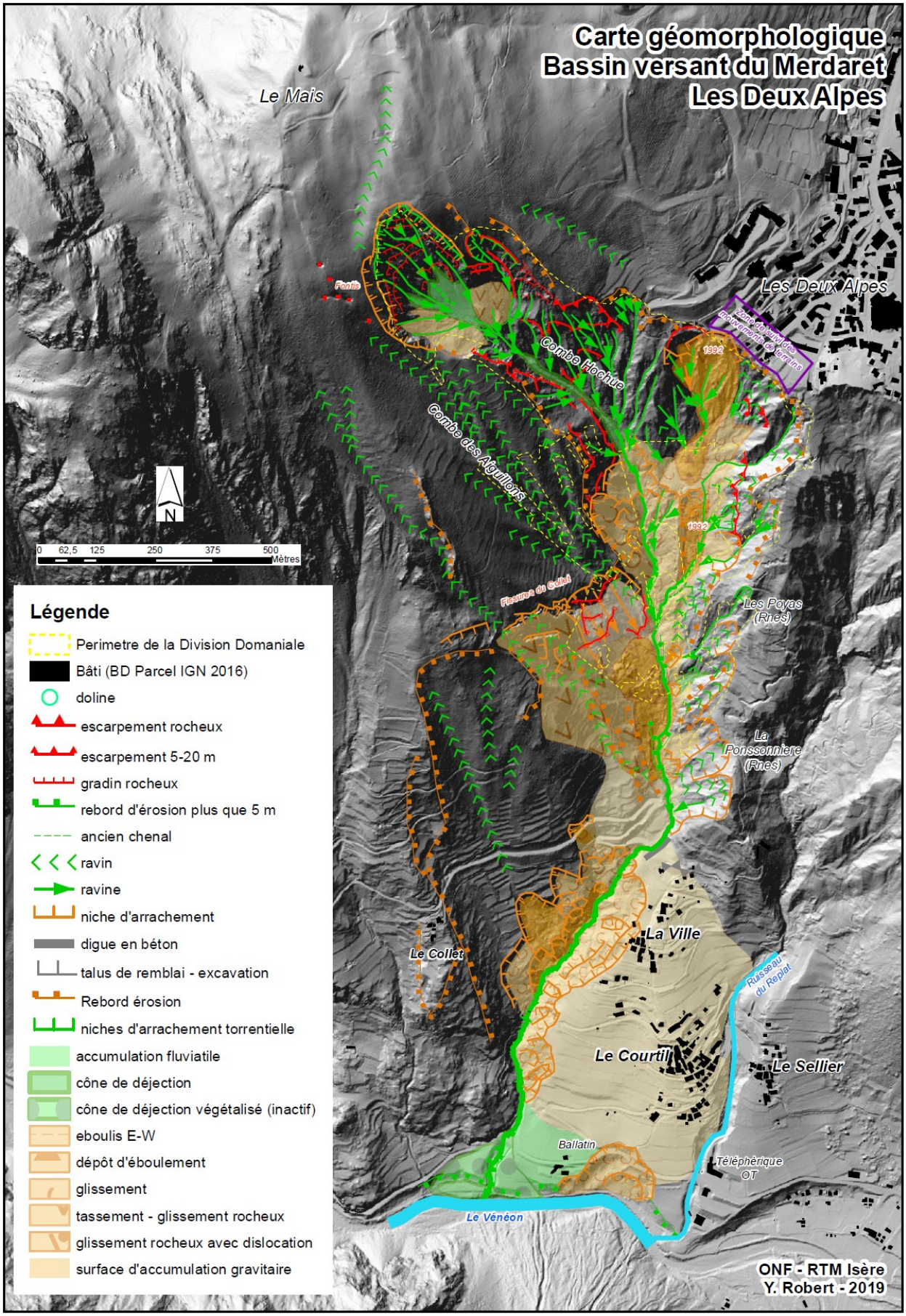


Illustration 187 : Carte géomorphologique du Merdaret – (RTM38 – Etude de bassin de risques – forêt domaniale de Venosc – Décembre 2020)

5.3 Secteur du Bourg d'Arud

5.3.1 Chutes de pierres et de blocs, glissements de terrains

Ce secteur est particulièrement exposé aux chutes d'éléments rocheux provenant du versant rocheux du Meare. Ce versant s'étage entre 940 m (hameau) et 1850 m (sommet des Perrons). Il est constitué des vires successives de gneiss migmatisés fracturés et d'un cône d'éboulis en pied (entre 1050 et 950 m d'alt).

Historiquement, des éboulements remarquables ont eu lieu le 14 février 1980 ainsi que le 30 mars 1983 (cf. fiches évènements BDRTM Isère). Lors de ces évènements des blocs de l'ordre du mètre cube se sont arrêtés à proximité d'habitations et le balcon d'un chalet a même été détruit.

C'est à la suite de ces chutes de blocs qu'un merlon pare-blocs a été réalisé à l'automne 1983. Il a été construit en 2 parties distinctes (sur 100 m de long pour la partie nord et 215 m de long pour la partie sud). La hauteur utile (parement non raidi) variait entre 4,8 m et 3,5 m et il présente toujours une fosse de largeur variable (entre 4 m et 30 m). Un complément de filet pare pierre de 2,5 m de hauteur sur 100 m de long (partie nord) a été posé en 1986.

Une étude trajectographique du bureau d'étude SAGE datant de juillet 1999 a eu pour but d'analyser le risque résiduel à l'aval du merlon de protection. Elle a conclu à une probabilité de dépassement de l'ouvrage de 3% dans la partie Nord du merlon et de 30% dans la partie Sud du Merlon.

Cette probabilité importante de dépassement dans la partie sud est notamment liée, à notre sens, au sous dimensionnement de la fosse amont (largeur de moins de 5 m). L'étude de SAGE conclu à des travaux de rehaussement du merlon et de raidissement du parement amont (pas d'élargissement de fosse spécifié).

Ces travaux de raidissement du parement amont et rehaussement ont été réalisés entre 2012 et 2013 sur l'ensemble du merlon (en enrochements secs pour les parties périphériques sud et nord et en pneutex pour la partie central)

L'élargissement de la fosse aurait été également judicieux pour limiter les possibilités de dépassement de l'ouvrage.

Par ailleurs, une étude de SAGE de juin 2005 a analysé les chutes de blocs pouvant menacer l'Immeuble « Le refuge » Elle a conclu à un aléa négligeable de chutes d'élément rocheux sur ce bâti.

Au vu des éléments sus cités l'emprise de l'aléa fort de chutes de blocs **(P3)** a été étendue à l'aval du merlon pour la partie nord et sur la section est de la partie sud. Seule la zone centrale de la partie sud est considérée comme efficace avec un aléa nul à négligeable à l'aval de l'ouvrage. Toutefois, aucun bâtiment n'est présent dans ce zonage d'aléa chutes de blocs. Les habitations sont suffisamment en retrait, seuls des parcelles de jardins sont exposées.

Mis à part la problématique de chutes de blocs, le secteur de Bourg d'Arud est très peu exposé aux autres phénomènes naturels (nb : les crues du Véneon sont traités dans le chapitre suivant).

Quelques zones d'aléa fort de glissement de terrain **(G3a)** sont à noter au niveau des bâtiments qui se trouvent à l'amont Est de la piscine. Ils sont situés en pied d'un talus qui est lié à une berge ancienne du Vénéon. La pente de ce talus peut être à l'origine de glissements de terrain pouvant menacer localement quelques bâtis.

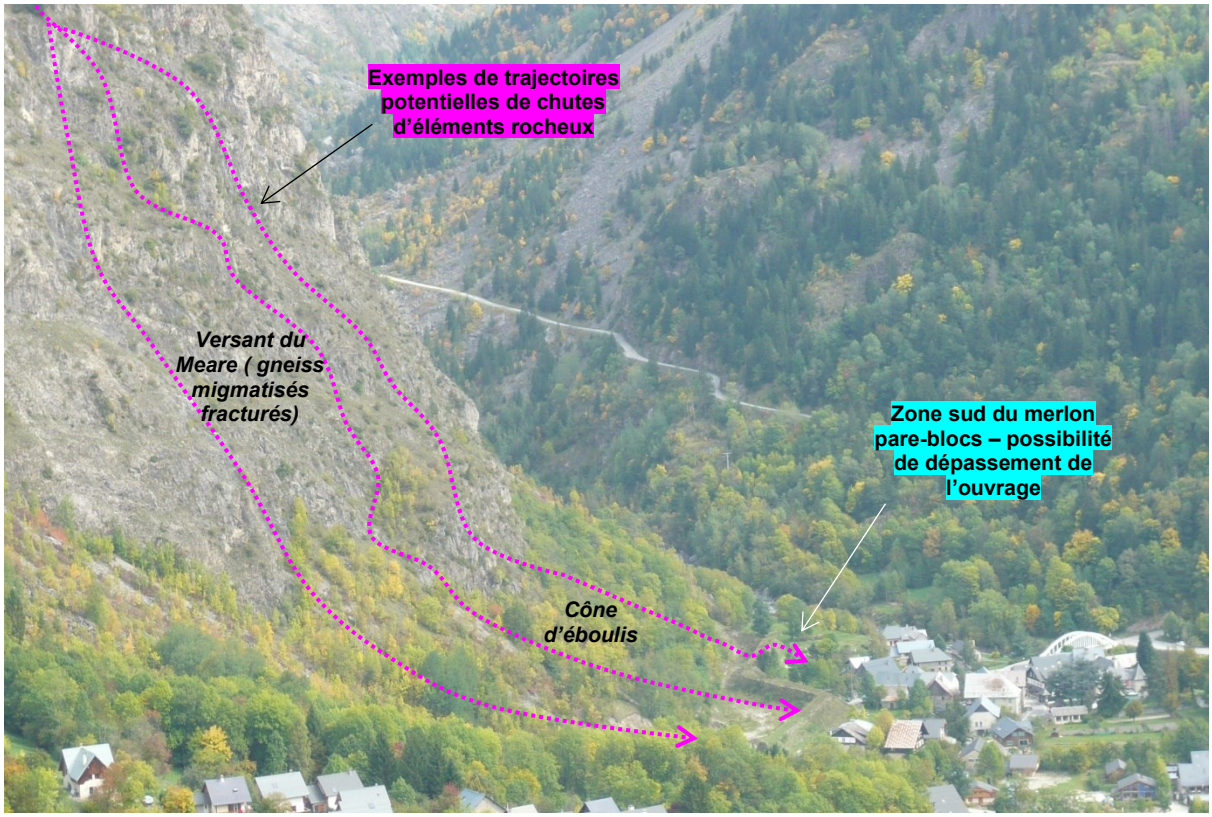


Illustration 188 : Vue sur le secteur du Bourg d'Arud (depuis le Collet) – (RTM38 – Septembre 2017)

Illustration 189 : Vue sur le merlon du Bourg d'Arud et ses différentes largeurs de fosse – (RTM38 – Décembre 2017)

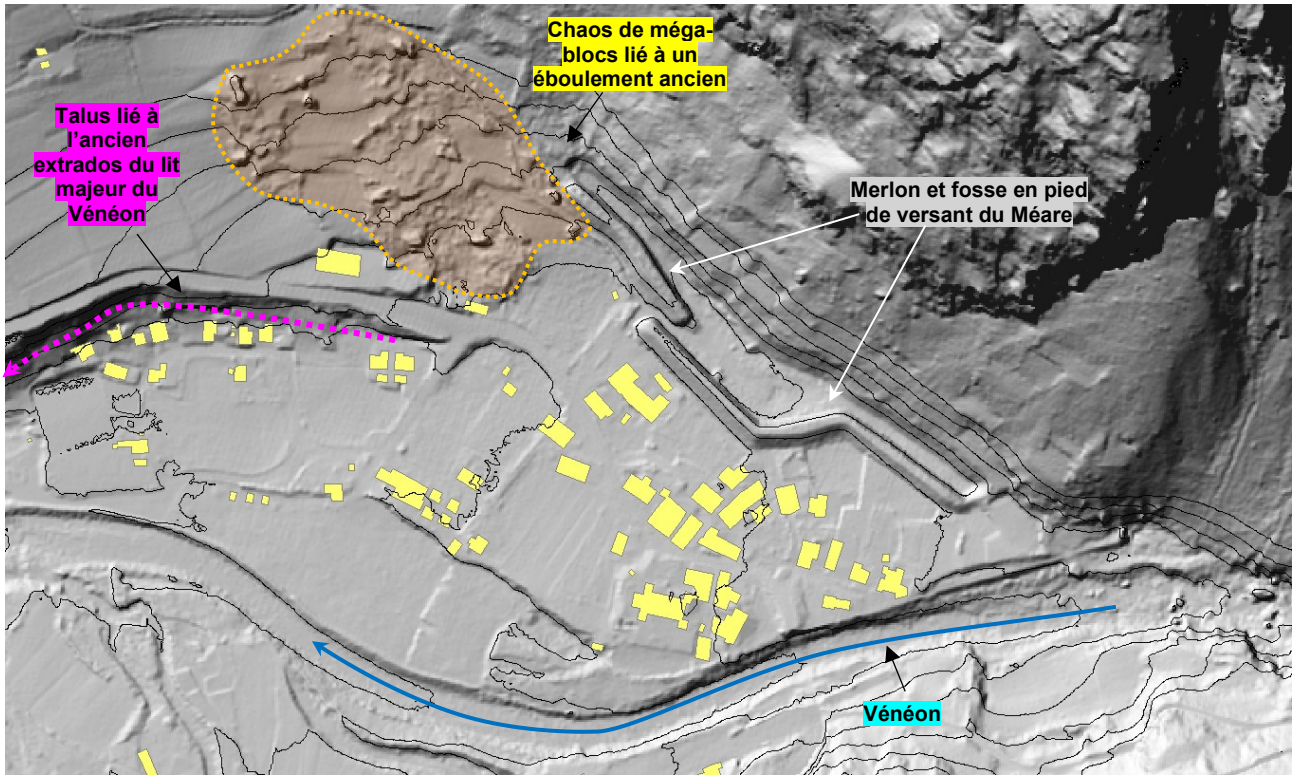


Illustration 190 : Morphologie du secteur – Modèle Numérique de Surface – Levé LIDAR 2016 (RTM38)

5.3.2 Crue torrentielle : rivière torrentielle du Vénéon et ruisseau de la Muzelle

Entre le pont de Bourg d'Arud et le cône de déjection du ruisseau du replat, le Vénéon coule dans une vallée relativement ouverte. Ainsi, en cas de crues, la rivière peut potentiellement divaguer sur les berges des rives gauche et droite.

Plusieurs ouvrages de protection existent au niveau de ces berges. Ce sont pour la plupart des digues de protection en enrochements libres. Les capacités de ces ouvrages à retenir le Vénéon dans son lit mineur peuvent être parfois limitées par endroits pour une crue de d'ordre centennale (points bas).

Bien que les débits soient inconnus, les crues de 1852 et du 29 septembre 1928 peuvent constituer des crues de référence au débouché dans la plaine de l'Oisans, avec des débits très élevés, proche d'un débit d'ordre centennal. Les crues de 1948 et 1955 ont aussi apportées de gros volumes de matériaux (cf. bibliographie – étude ETRM-SUEZ de 2020). Il semble que la crue du 8 juin 1955, au niveau de Bourg d'Arud, puisse être considérée d'ordre centennale au vu des matériaux charriés et des zones inondées.

La crue du 24 octobre 2006 avait emporté une partie de la digue en enrochement au niveau du camping du Champ du Moulin et de la piscine. Los de cet évènement il avait été estimé un débit décennal et la cote de l'eau était montée au niveau du sommet de digue. A quelques dizaines de cm plus haut, la surverse à cet endroit aurait été possible, inondant potentiellement les terrains à l'arrière de la digue.

Les crues récentes du 20 octobre 2023 et du 21 juin 2024 ont largement confirmé ce scénario, avec un apport solide très conséquent et un élargissement du lit mineur. Les rapport RTM sur ces deux évènements sont joints en annexe.

Ainsi, en fonction :
Des évènements historiques / des indices morphologiques de débordement / des morphologies d'anciens lits ou chenaux de divagations / des points bas de certains ouvrages / d'un dimensionnement insuffisant de certains ouvrages pour une crue centennale / des conséquences des crues du 20 octobre 2023 et du 21 juin 2024 ;

Il a été cartographié un aléa très fort de crue torrentielle **(T4)** dans le lit mineur actuel du Vénéon, avec

une marge de recul de 10m au-delà des berges naturelles. Un aléa fort de débordement torrentiel, plus probable sur la piscine **(T3d)** que sur le camping rive droite **(T3c, T3b)** est cartographié, sans tenir compte des éventuels futurs aménagements de protection, non réalisés à ce jour.

Ainsi, un bon nombre d'emplacements de campings sont en en alea fort ainsi que la piscine. De plus les bâtiments d'accueil et de fonctionnement du camping sont en alea faible.

Les extensions maximales des crues de Vénéon en cas de phénomène d'ordre centennale sont classées en rive droite en aléas moyens **(T2c)** ou faible **(T1a)**, selon la topographie. On observe ainsi que le bourg historique est clairement hors d'atteinte de la crue de référence. Pour des crues supérieures, les habitations historiques pourraient être touchées. Elles sont englobées dans un aléa exceptionnel **(TE).**

Illustration 191 : Le Vénéon avant la crue de 2023. Vue sur les enrochements au niveau de l'amont du camping depuis le pont de Bourg d'Arud – points de débordements potentiels rive gauche et rive droite– (RTM38 – Septembre 2017)

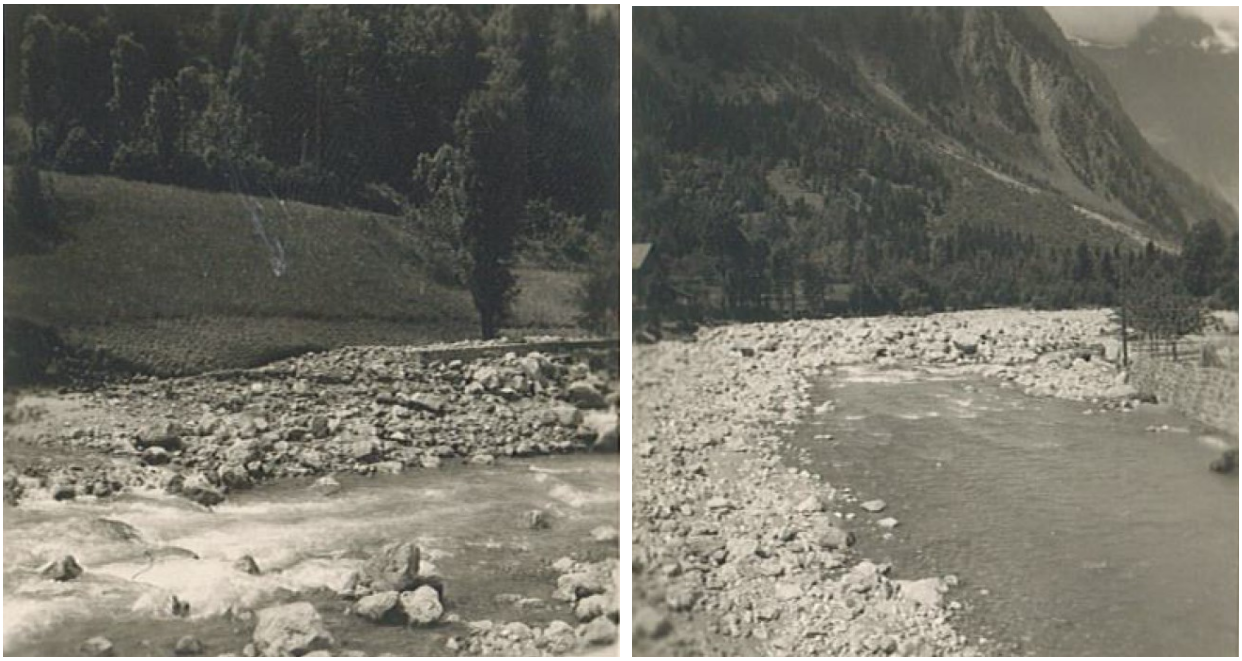


Illustration 192 : Aspects du Lit du Vénéon suite à la crue du 8 juin 1955 à Bourg d'Arud (fond photographique RTM) – à gauche, amont du pont ; à droite aval du pont.

Illustration 193 : Aspects du Lit du Vénéon suite à la crue du 8 juin 1955 à Bourg d'Arud (fond photographique RTM) – à gauche, gros bloc charrié en aval du pont et vue au loin sur le lit de graves, site actuel du camping du Champ du Moulin et de la piscine ; à droite passerelle de l'Argentière emportée.

Illustration 194 : Le lit du Vénéon à Bourg d'Arud après les crues de 1928 (photographie aérienne IGN 1952)

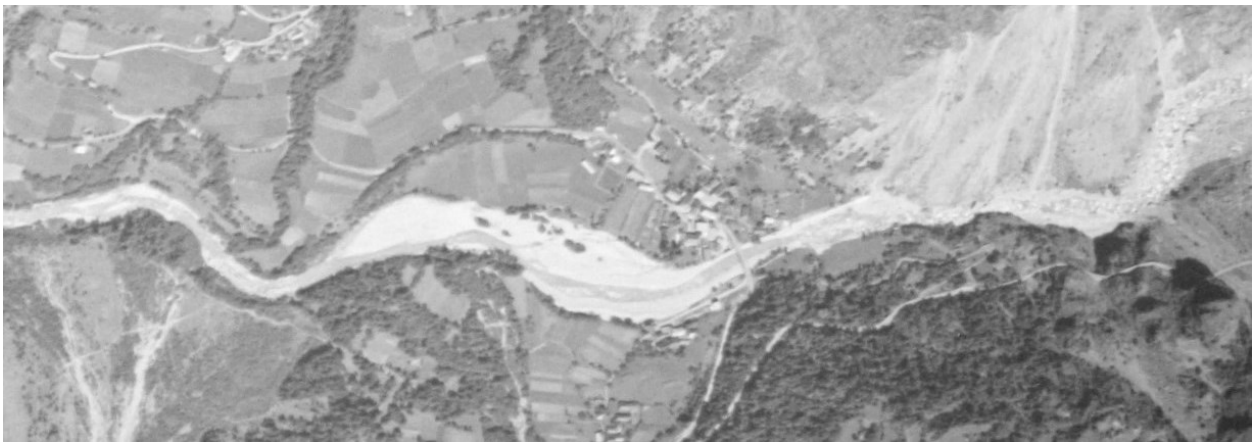


Illustration 195 : Le lit du Vénéon à Bourg d'Arud après les crues de 1955 (photographie aérienne IGN 1956)

5.4 Secteur de l'Alleau

5.4.1 Aléas crues torrentielles et glissements de terrain

Sur ce secteur habité, la dynamique de l'aléa « crues torrentielles », en lien étroit avec l'aléa « glissements de terrain », se distingue à proximité des bâtiments. En effet le torrent de l'Alleau, ou de la Muzelle, qui draine un bassin versant de 758 hectares est un cours d'eau significatif qui passe proche du hameau (en rive droite). Toutefois, aucune menace n'est identifiée sur le bâti historique.

Historique

Aucun phénomène historique significatif n'est recensé sur ce secteur dans les données d'archives qui ont été consultées. Cependant, une photo du secteur datant de 1910 met en avant la dynamique du torrent de l'Alleau (largeur du lit, engravement, divagation avant la confluence avec le Vénéon) ainsi que des zones d'arrachements et de glissements en rive droite à l'amont du hameau.

Il apparait aujourd'hui un lit plus végétalisé et stable. De même le versant en mouvement de la rive droite est moins actif qu'il y'a un siècle et présente un aspect plus boisé.

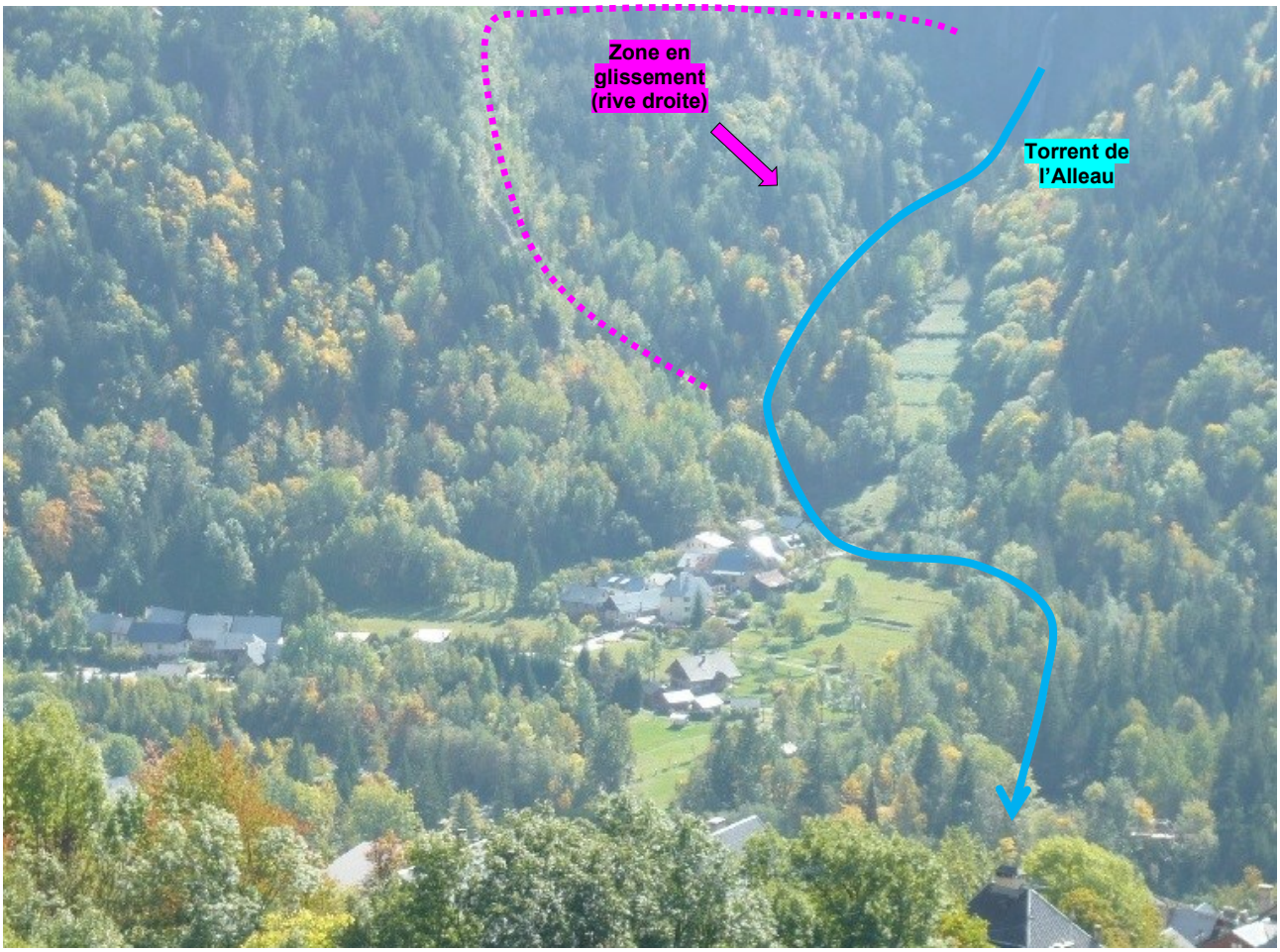


Illustration 196 : Vue sur le hameau de l'Alleau (depuis le versant de La Ville) et le torrent du même nom (RTM- septembre 2017)

Illustration 197 : Photo du Bourg d'Arud et du hameau de l'Alleau de 1910 (Fond André Brun)

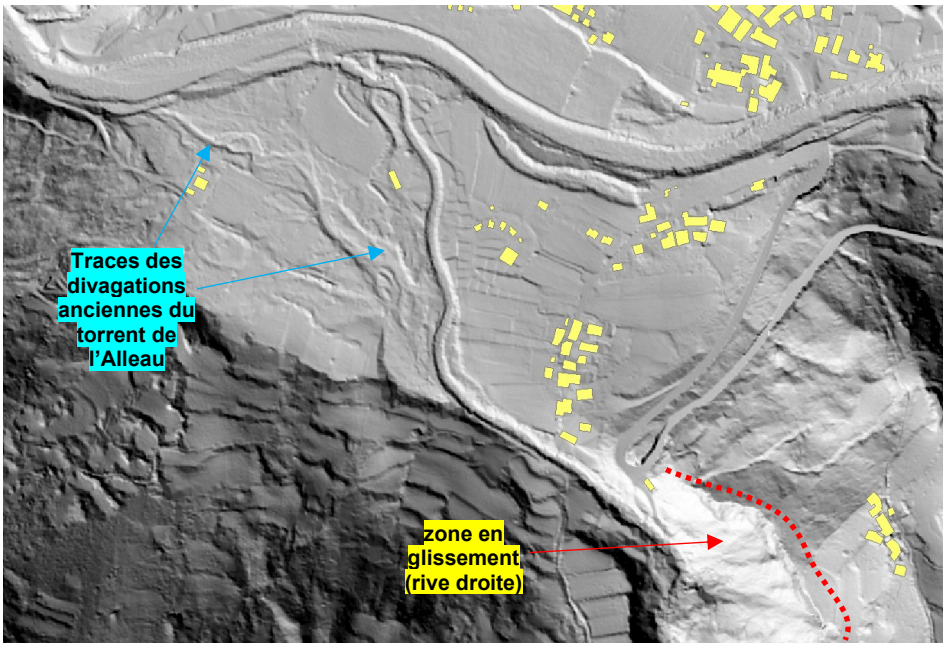


Illustration 198 : Morphologie du secteur – Modèle Numérique de Surface – Levé LIDAR 2016 (RTM38)

Zonage des aléas

Seul un bâtiment et la micro-centrale électrique se trouve dans une zone de glissement de terrain (bordure de la grande zone en glissement en rive droite de l'Alleau – aléa **G4**).
Quelques zones de jardin sont également menacées en rive droite au niveau de la première maison qui borde le torrent (aléa fort de débordement **T3c**).
En se rapprochant du camping de la Cascade et de la scierie, les aléas de débordements deviennent forts **(T3a),** avec des scénarios conformes à ceux détaillés dans l'étude ETRM/SUEZ de 2020 (voir bibliographie).
La berge rive gauche du torrent, parfois constituée de matériaux de curages érigés en merlons et supportant le chemin communal, est souvent plus basse que la berge rive droite. Les hauteurs ne deviennent identiques qu'à partir de l'amont immédiat du pont du camping rejoignant la scierie, ce qui

justifie les débordements en aléa fort **(T3a)** sur les deux rives du cône de déjection. Un aléa moyen **(T2c)** est cartographié en amont rive droite, qui tient compte d'une probabilité d'atteinte et une intensité moindre en lien avec une berge plus haute.
Ce zonage ne prend pas en compte les glissements de grande ampleur qui pourrait « boucher » le torrent et créer des phénomènes exceptionnels d'embâcles/débâcles. Si un tel phénomène venait à se produire, un aléa spécifique exceptionnel **(TE)** est matérialisé sur l'ensemble du cône de déjection.

5.5 Secteur de la Danchère

Sur ce secteur habité, la principale problématique vient de l'aléa avalancheux.

Des glissements localisés et superficiels peuvent également se produire à l'aval du hameau mais ne concernent pas directement le bâti.

Les aspects torrentiels se situent dans les combes périphériques (notamment le torrent du Lauvitel) et n'impactent pas directement les habitations.

5.5.1 Avalanches

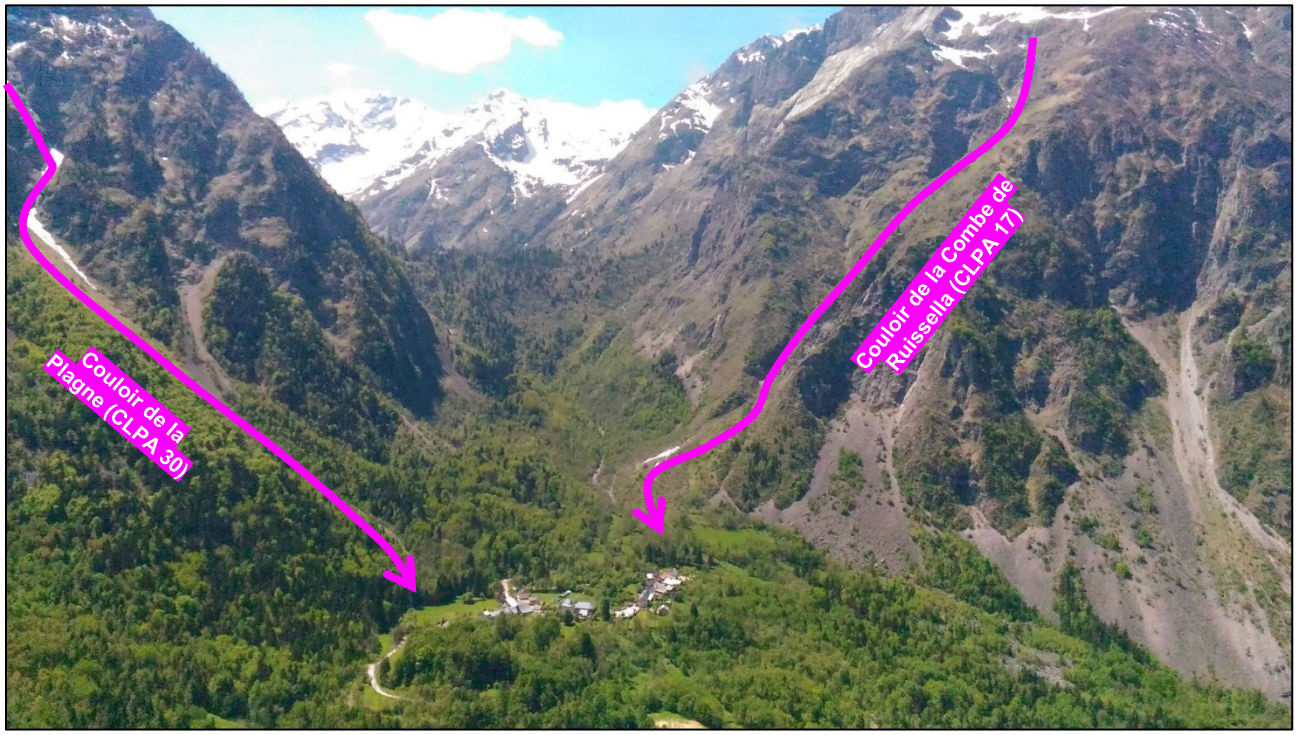


Illustration 199 : Vue sur le hameau de la Danchère (depuis le versant du Pied Moutet) et principaux couloirs avalancheux pouvant menacer le hameau (RTM- mai 2017)

Historique

Numéro de localisation	Phénomène	Date	Description	Sources
CLPA 17	Avalanche de la Combe de Ruissella	Février 1904	Première observation : 1904 : Très gros phénomène (voir photos) avec un dépôt venant contre la moraine rive droite du vallon (extension	CLPA

Numéro de localisation	Phénomène	Date	Description	Sources
			fréquente) et ayant suivi le torrent vers les Gauchoirs et un aérosol très violent qui passa en amont de la Danchère (dégâts forestiers -> 20ha). Le souffle aurait balayé entièrement une forêt de Mélèzes. Cassure dans la zone de départ dans toute la combe (1km de large) Observée depuis Venosc. Enquête : avril-sept. 2000. Très fréquente.	
CLPA 17	Avalanche de la Combe de Ruissella	1905		CLPA
CLPA 17	Avalanche de la Combe de Ruissella	26/02/1844	— On lit dans le *Courrier de l'Isère*, du 7 mars : « Le 26 février dernier une avalanche, partie du sommet de la montagne de la Rousse, qui domine à l'ouest le hameau de la Danchère qui fait partie de la commune de Venosc, est venue fondre avec impétuosité sur ce hameau ; plusieurs maisons ont été détruites et les dommages sont fort considérables. »	Journal « Le Constitutionnel »
CLPA 30		Février 1904	Les plus gros évènements connus sont en neige froide. En 1904, le dépôt est allé très bas sur le cône	CLPA

CLPA

La cartographie CLPA recense les enveloppes des couloirs avalancheux à la fois sur l'emprise des dépôts neigeux mais également sur l'emprise du souffle (aérosol). Les contours violets se basent sur des faits historiques. L'avalanche de référence sur ce secteur est celle de février 1904. Cette cartographie a été remise à jour en 2016 par l'IRSTEA Grenoble. Un extrait est présenté ci-dessous.

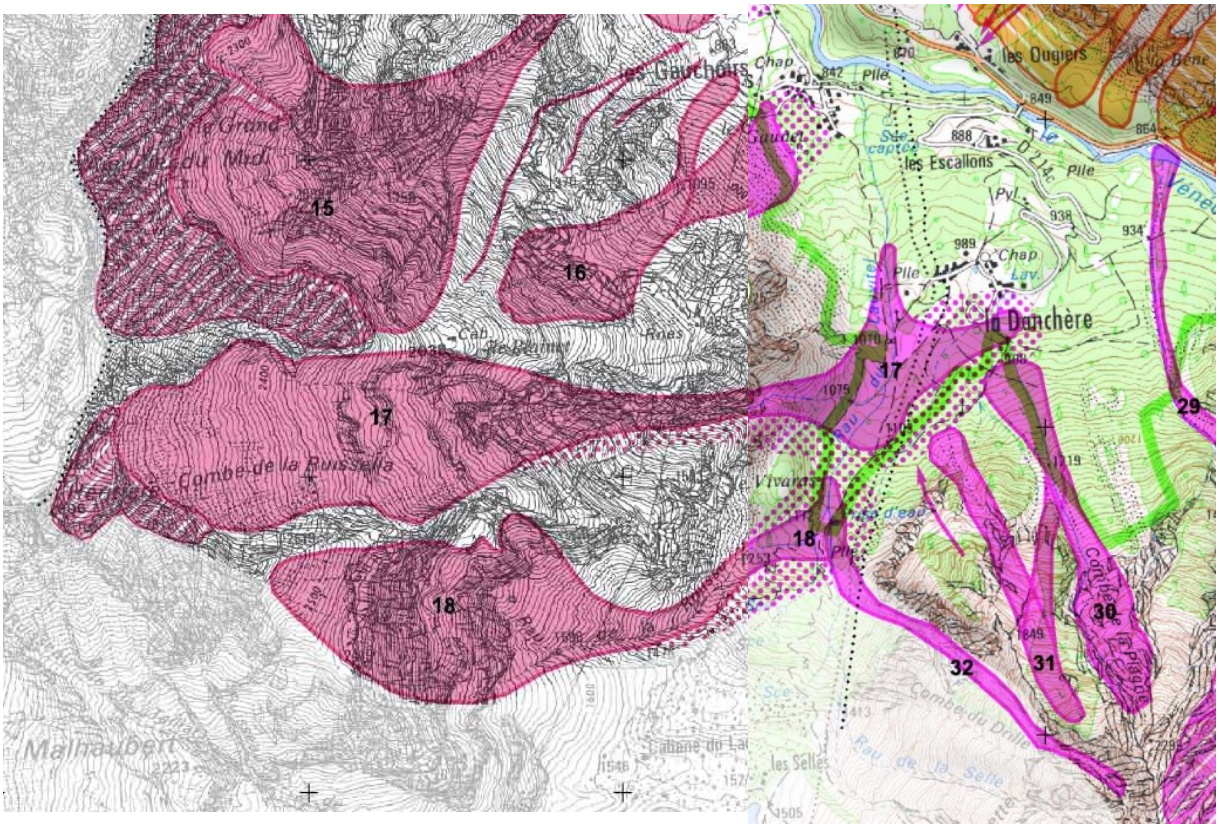
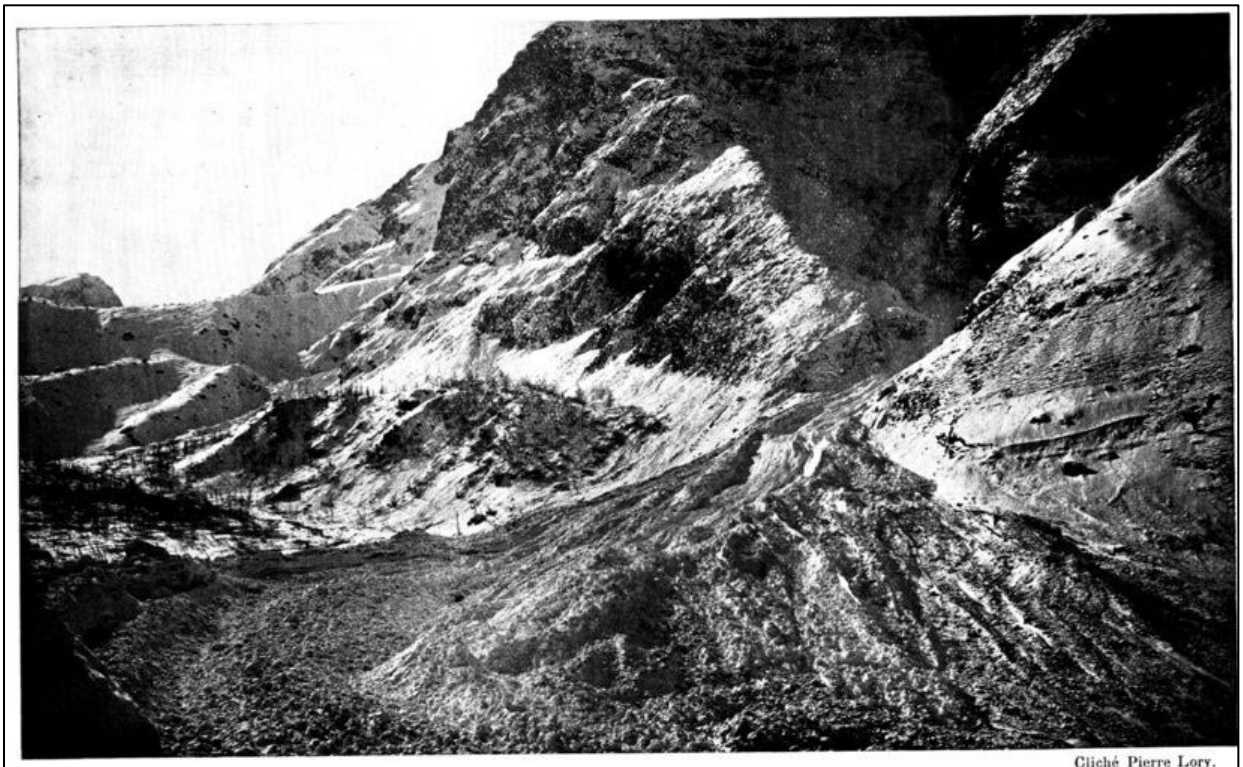


Illustration 200 : Extrait des cartes CLPA n°BA61 et BA62 – Irstea 2016

Les photographies de Pierre Lory ci-dessous datent de 1904. Elles permettent de constater l'ampleur de l'avalanche de février 1904 à la fois au niveau des dépôts neigeux mais également sur la violence du souffle en pied de la combe de Ruissella au niveau de la confluence avec le ruisseau du Lauvitel.

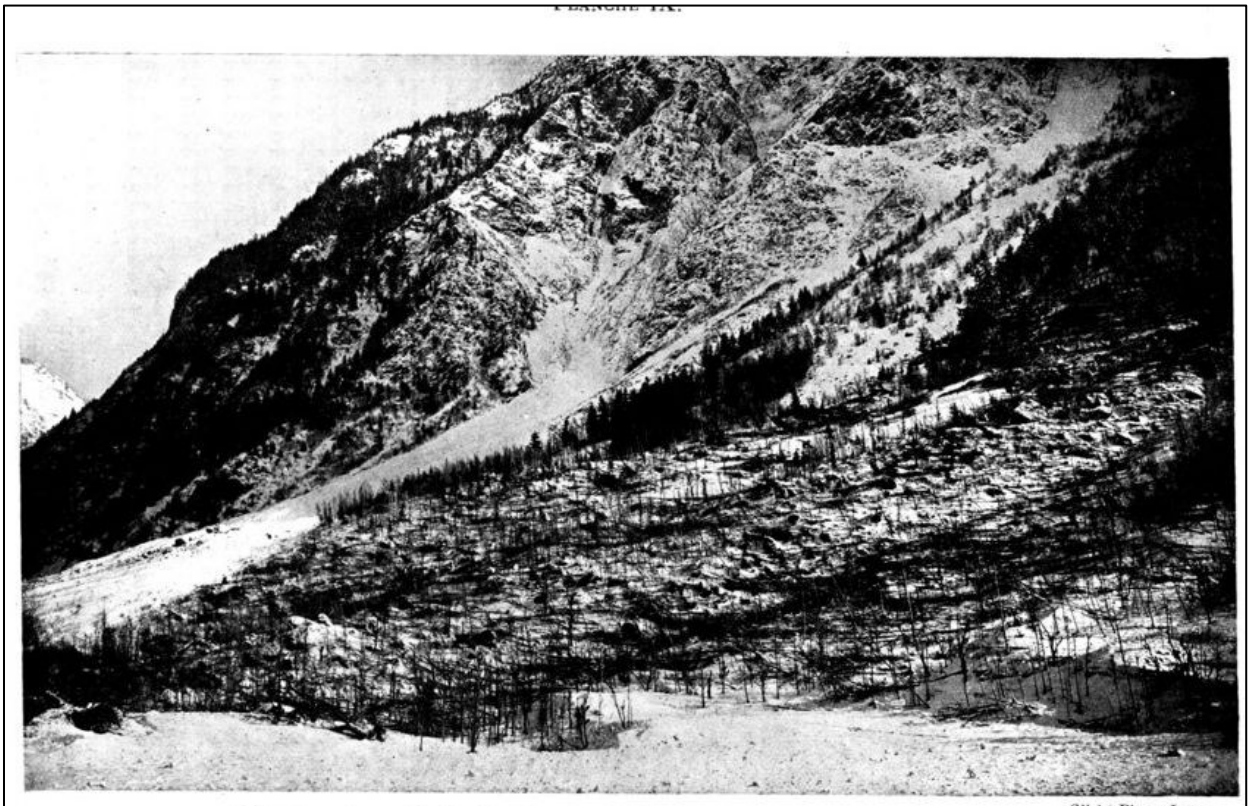
Un témoignage de souffle ayant « plâtré » des portes de Grange dans le hameau de la Danchère il y'a environ 30 ans a été recensé lors des observations de terrain de 2017/2018.



Cliché Pierre Lory.

Phot. 7. — Avalanche complexe de La Danchère (Venosc, Oisans), février 1904.

Illustration 201 : Photographies de 1904 (Pierre LORY)



Phot. 14. — Le vent de l'avalanche : effets de l'avalanche de La Danchère en février 1904.

Cliché Pierre Lory.

Illustration 202 : Photographies de Pierre Lory après l'avalanche de février 1904

Modélisation 2D avec Ramms

Afin de confirmer les données historiques (CLPA, etc…) et en fonction des observations de terrain, il a été réalisé une modélisation avalancheuse en 2D avec le logiciel Ramms sur le couloir de la Combe de Ruissella.

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT - grille à 1 m) issu des données LIDAR de fin 2016, a permis d'établir un certain nombre de cartographies préalables sur le secteur de la modélisation. Ces cartes sont présentées en annexes (carte des pentes, des isolignes, des ombrages, etc.).

Les données d'entrée dans le logiciel pour la modélisation concernent la zone de départ (surface et volumes mobilisables) et l'épaisseur du manteau neigeux.

Selon l'avalanche historique de 1904 qui témoigne d'une cassure sommitale d'environ 1000 m, la zone de départ a été estimée à environ 40 Hectares (l'ensemble du bassin d'accumulation neigeuse). L'épaisseur mobilisable sur cette surface est estimée à 1,5 m. Cela correspond donc à une modélisation d'un volume de 600 000 m^3.

Dans le cadre de la cartographie des aléas, les principaux résultats choisis pour l'exploitation de la modélisation sont les hauteurs de dépôts et les pressions d'atteinte. Des extraits des cartes résultantes sont présentés ci-dessous.

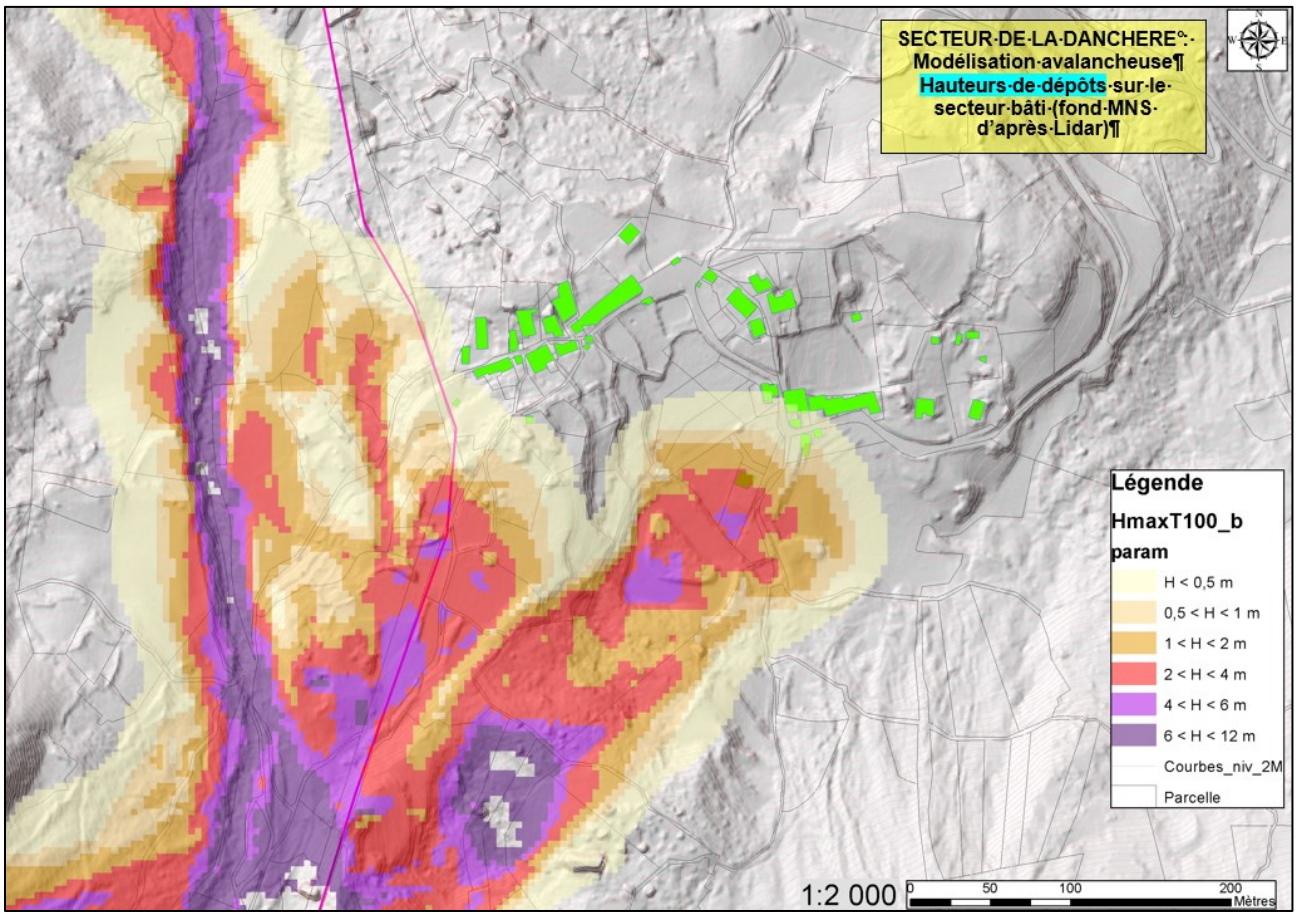


Illustration 203 : Résultats de modélisation avec Ramms sur la Danchère – Hauteur maximum de dépôts

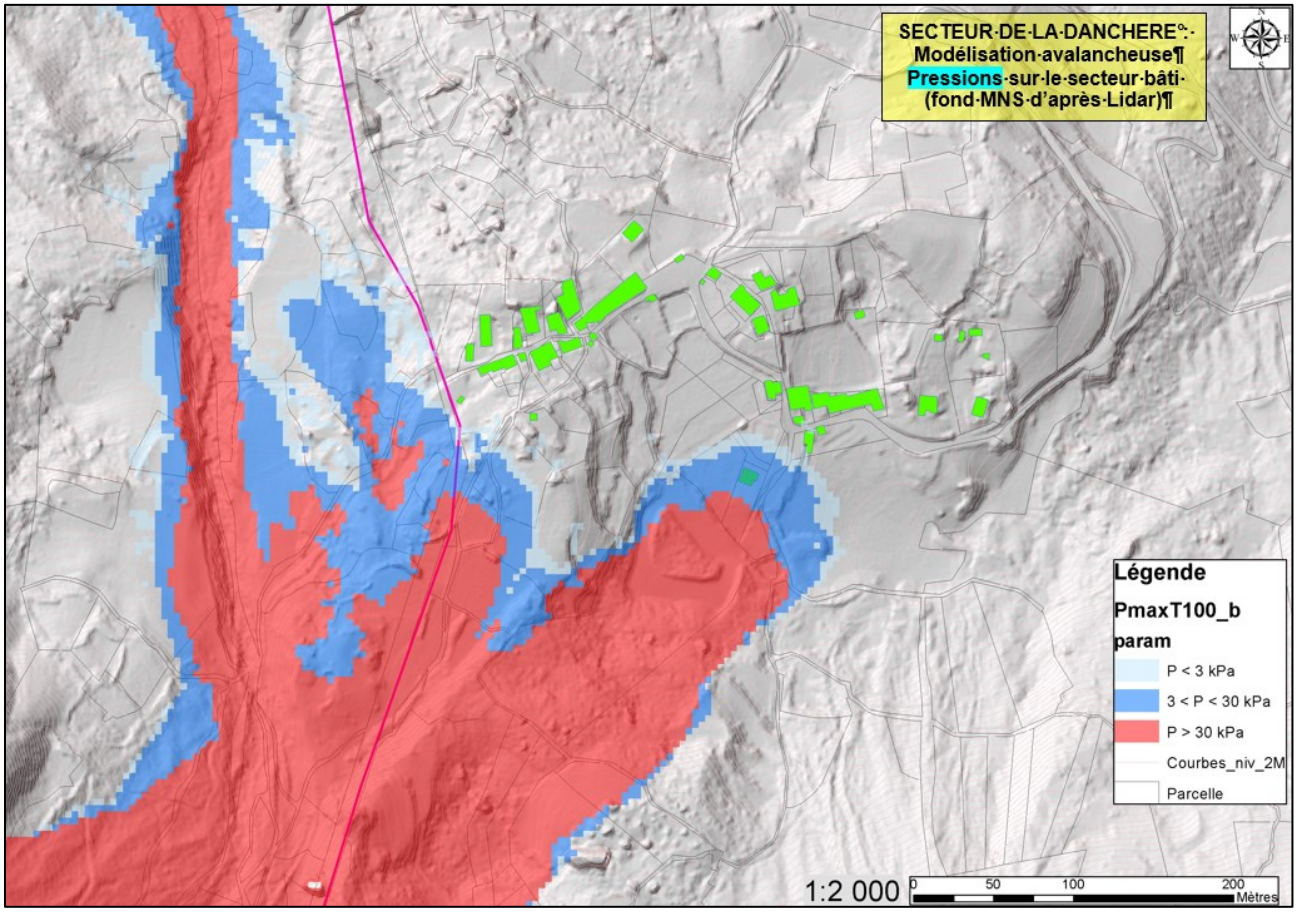


Illustration 204 : Résultats de modélisation avec Ramms sur la Danchère – Pressions d'atteinte

Zonage des aléas

A partir de ces résultats, des données historiques et des observations de terrain (morphologie du secteur), la carte des aléas est réalisée sur le secteur de la Danchère.

Il est important de retenir que :

- la plupart des maisons du hameau sont situés en zone d'aléa faible **(A1)** ;
- du fait de l'effet de souffle, de la possibilité de dépôts peu épais (<0,5 m), et de pressions inférieures à 3kPa, un bâtiment se trouve exposé à un aléa moyen **(A2)** d'avalanche ;
- un bâtiment d'habitation est exposé à un aléa fort **(A3)** d'avalanches avec une pression potentielle d'atteinte > 3 kPa et des dépôts estimés à plus de 2 mètres d'épaisseur.

Illustration 205 : Fonds RTM avalanches de l'Argentière - 7235W1416 01/05/1923

5.6 Secteur Les Escallons

Illustration 206 : Vue sur les hameaux des Escallons et de la Danchère (depuis le versant du Pied Moutet) (RTM- mai 2017)

Zonage des aléas

Sur ce secteur, les dépôts morainiques et fluvio glaciaire sont très grossiers (blocs >10 m^3 par endroits) et relativement stables.

Du fait de la géologie propice, de l'absence de couloirs avalancheux à ce niveau et de problématiques torrentielles relativement éloignées des bâtiments, aucun aléa n'est à recensé sur ce hameau.

5.7 Secteur du hameau des Ougiers

5.7.1 Crues torrentielles, chutes de pierres et de blocs, avalanches

Ce secteur à fait l'objet d'une étude récente de 2017 par le service RTM, pour le compte de la Sovemat (Colas) en rapport à l'exploitation de la Carrière. Dans ce cadre, l'ensemble des aléas menaçant le pied de versant de Pied Moutet, et par conséquent le hameau des Ougiers, a été étudié. Cela concerne les aléas chutes de blocs, crues torrentielles et avalanches.

Ainsi il sera fait référence à cette étude spécifique (avec modélisations notamment) pour la description des aléas : **« Sovemat - Extension de la carrière des Ougiers – Diagnostic des risques naturels et propositions de parades – novembre 2017 » - Réalisation RTM 38.**

VI.1Principales combes et bassins versants

De nombreuses combes torrentielles sont visibles dans tout le versant Sud-ouest du Pied Moutet qui domine le replat des Ougiers (carrière et hameau). Elles ont été numérotées de 1 à 7 (n°3 : Combe Blanche et n°5 combe du Peuye). Les combes n°1 et n° 7 sont hors de la zone d'étude, elles ont été représentées car des évènements de crues torrentielles ont été recensés avec notamment des atteintes sur la RD 530. Toutes ces combes ont un écoulement temporaire et fonctionnent principalement lors d'évènements climatiques à fortes précipitations.

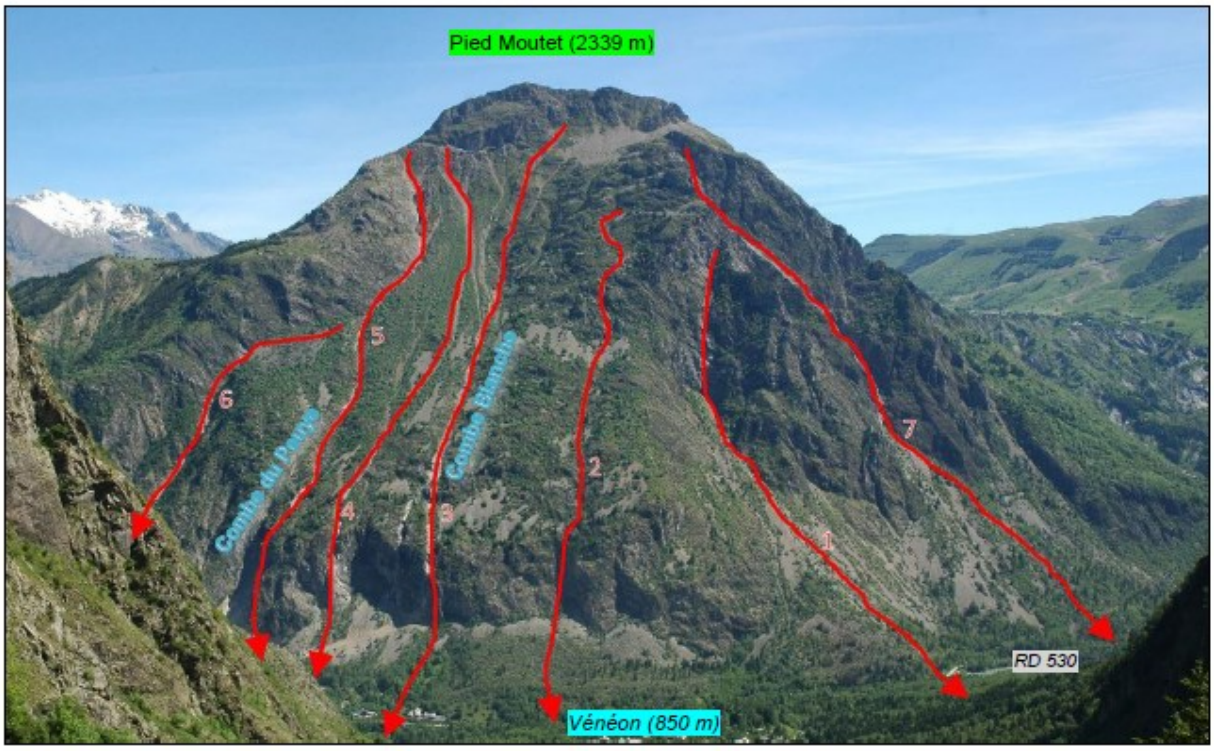


Figure 10 : Principales combes torrentielles de la zone d'étude (RTM 38- juin 2017)

Pour chaque combe une estimation de la surface de son bassin versant a été réalisée (pris au débouché de la combe au niveau du replat des Ougiers). Une estimation des surfaces en « érosion active » a également été faite afin notamment de déterminer les volumes mobilisables de matériaux (charriage torrentiel).

La « carte des bassins versants » qui synthétise ces données estimatives est présentée en figure 11.

Illustration 207 : extrait (1) de l'étude RTM de novembre 2017

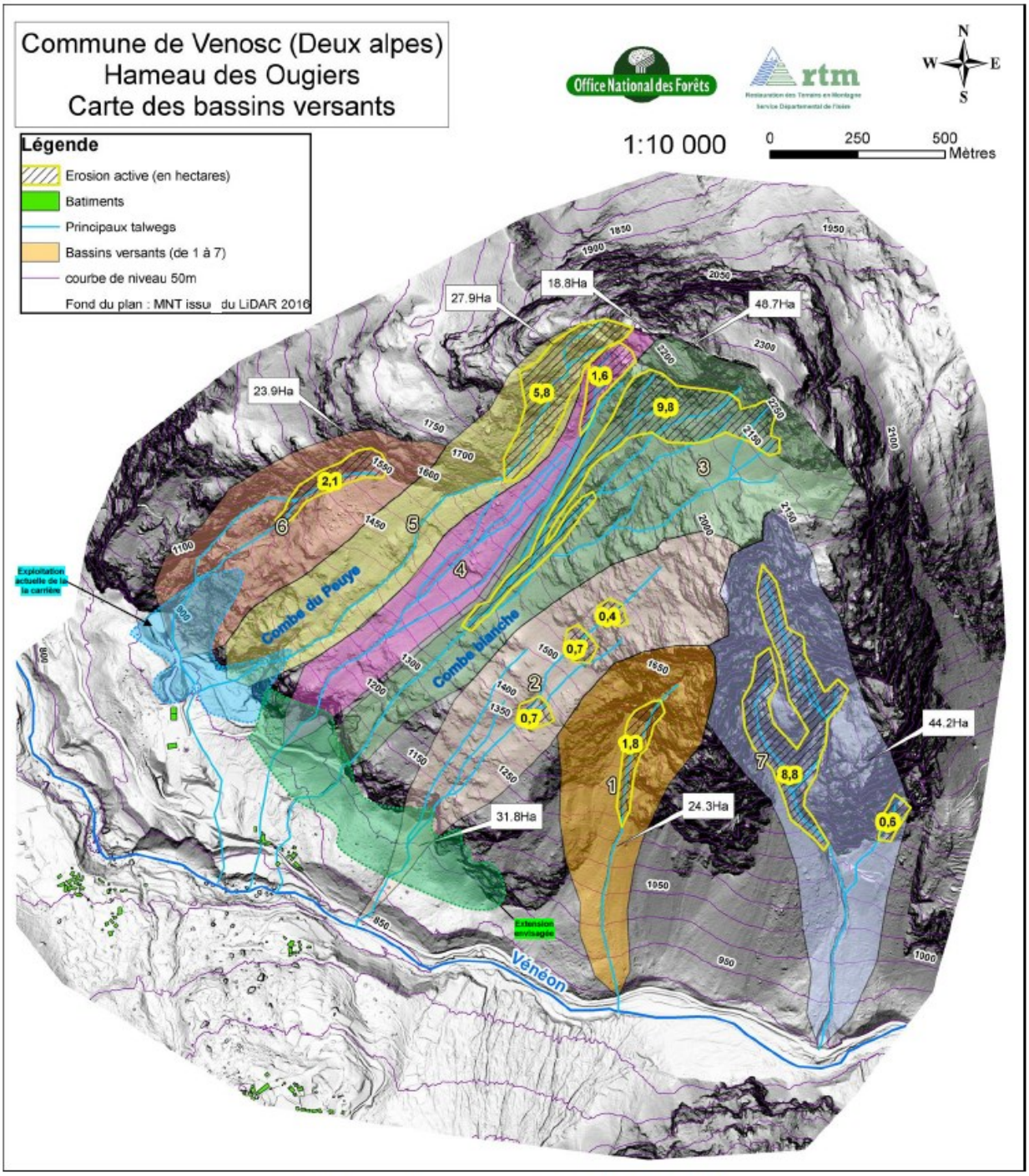


Figure 11 : Carte des bassins versants sur le site d'étude (RTM 38- juin 2017)

Illustration 208 : extrait (2) de l'étude RTM de novembre 2017

Illustration 209 : Vue sur le hameau des Ougiers (depuis le versant du Lauvitel) et principal couloir de propagation le menaçant (RTM- mai 2017)

Historique

Plusieurs phénomènes historiques ont été recensés sur le hameau ou à proximité. Ils concernent les 3 aléas cités précédemment. Les évènements de 1947 font référence avec des blocs qui sont allés jusqu'à l'école, (de l'autre cote de la RD530) et une crue torrentielle qui s'est arrêté dans la cour de l'école. La crue de 2015, dont la photo est présentée ci-dessous, montre clairement l'exposition de cette ancienne école (actuellement rénové). La crue du Vénéon en juin 2024 a également fortement impacté la RD530 entre les Ougiers et Venosc, avec des érosions de berges marquées en rive gauche et en rive droite, nécessitant des travaux de confortement et de reprise de la route en rive droite pour maintenir un accès à la vallée. Notons également les chutes de blocs successives en novembre 2023 puis en décembre 2024 sur la RD530, sous la paroi de « la Grande Roche ».
Le tableau et l'illustration ci-dessous sont extraits de l'étude Sovemat de novembre 2017.

Date	Description du phénomène	Observations
02/07/1987	**Eboulement rocheux (hors zone d'étude)**	Eboulements en masse ayant engendré des phénomènes torrentiels au niveau de la Draye de Crémiou
10/05/1986	**Eboulement rocheux (hors zone d'étude)**	Eboulements en masse ayant engendré des phénomènes torrentiels au niveau de la Draye de Crémiou
01/11/1948	**Eboulement rocheux**	Zone de départ à 1700m d'altitude au niveau d'une falaise dominant la combe du Peuye- Volume estimé de 2000 à 3000 m³- Zone d'arrêt en rive droite du débouché de la combe du Peuye – Blocs unitaires en pied entre 0,5 et 100m³
1947	**Eboulement rocheux**	Chutes de pierres jusqu'à la cour de l'école des Ougiers et jusqu'au Vénéon – propagation par la combe Blanche
21/07/2015	**Crue torrentielle**	Transport solide modéré en amont falaise et recharge sédimentaire très importante par forte incision des éboulis en pied de falaise du Hameau des Ougiers; écoulement de type charriage hyperconcentré ou lave torrentielle fluide; tous les chenaux du versant ont été actifs
04/08/2003	**Crue torrentielle**	Ruissellement dans les combes du versant SW du pied Moutet et cône d'éboulis au-dessus des Ougiers; coulée de boue
06/08/1947	**Crue torrentielle**	Traverse le hameau et s'arrête dans la cour de l'école, de l'autre côté de la route
1957/1960	**Avalanche**	L'avalanche s'arrêterait à l'amont immédiat des maisons

Illustration 210 : Tableau des évènements historique sur la zone du hameau des Ougiers (RTM- nov 2017)

Illustration 211 : Ecoulements et dépôts lors de l'évènement du 21/07/2015 (RTM 38)

Cartographie issue de l'étude Sovemat

D'après les données historiques, les observations de terrain, les analyses et calculs, hydrauliques, les modélisations trajectographiques de chutes de blocs, les données de la CLPA pour les avalanches, etc… ; il a été réalisé une cartographie des aléas sur le secteur des Ougiers (cf. étude Sovemat).

Une cartographie des aléas résiduels après travaux et exploitation de la carrière (programmation vingtennal) a été réalisée dans l'étude de 2017. Elle est présentée en annexe.

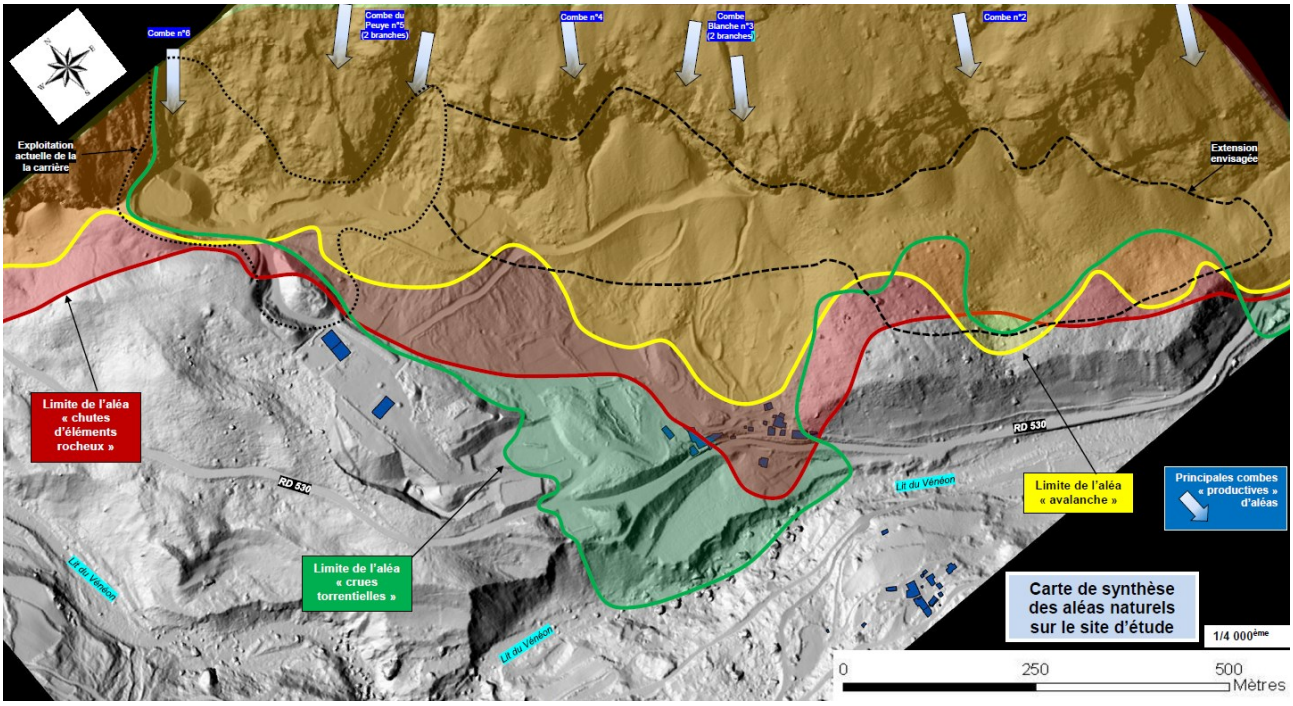


Illustration 212 : Cartographie des aléas sur les Ougiers d'après l'étude Sovemat de 2017

Zonage des aléas

D'après les données de l'étude Sovemat de 2017, des observations de terrain complémentaires de l'été 2018 puis des crues de 2023 et 2024, une cartographie uniformisée a été finalisée sur ce secteur.

Il apparait que :

- Les bâtiments situés à l'est du hameau sont exposés à des aléas fort à très fort de crues torrentielles et de chutes de blocs.
- Les bâtiments situés à l'ouest du hameau sont situés en aléa faible de crues torrentielles.

6 ANNEXES hors texte du rapport

6.1 Tableau des phénomènes historiques

6.2 CARTE DES PHENOMENES HISTORIQUES

6.3 Tableau récapitulatif des ouvrages de protection

6.4 Rapport d'évènement de la crue du 20 octobre 2023 sur le Vénéon

6.5 Rapport d'évènement de la crue du 21 juin 2024 sur le Vénéon

6.6 BIBLIOGRAPHIE

DESCRIPTIONS																Impacts												Source	
Commune	Communes	Année	Id Evénement BDRTM	Id site BDRTM	Site Associé	Phénomène	Intensité	Nature	Causes	Durée	Zone de départ	Zone d'arrivée	Actions	Etudes	Témoignages	Commentaires	Victimes	Nbre de morts	Nbre blessés	Commentaires victimes	Degats	Lieu dégats	Nature dégats	Commentaires dégats	Perturbations	Lieu perturbations	Nature de la perturbation	Commentaire perturbations	Source 1	Précision source 1
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1402	EV_26214	Sy_14702	Gde Aiguille perte N-(ouest)	A - Avalanche	A4 - Elevé	Avalanche dans le Forêt du Sappey	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Archives départementales 4 7 E 6 3360,]Bibliographie 4 7 E 6 3360, [Bibliographie 4 7 E "Redaction du Alpes" de P. MOUDRE]	N/A	N	0	0	N/A	O	**1923(Mont-de-Lans)** -> Forêt du Sappey	Forêt totalement détruite	N/A	N			N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1450	EV_26213	Sy_13654	territoire communal	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche [manque de précision]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Bibliographie 4 7 E "Les avalanches" d'André ALLIX], [Bibliographie 4 7 E Publications / Bibliographie 4 7 E 6 3360, [Bibliographie 4 7 E Publications / Bibliographie 4 1025 et Extrait de la Revue des Géographes Alpins 1924 Index V 1925.]	[Type phenomene initial "A" sonnerait sur site de coste risque "7"]	O	5	0	**1853(Vénosc)** -> ?	O			N/A	N			N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1644	EV_26212	Sy_14703	Perrons-(Sy)-E	A - Avalanche	A4 - Elevé	Avalanche au Ruisseau du Selfer	N/A	N/A	N/A	Le Vénéon	N/A	N/A	[Bibliographie 4 7 E "Les avalanches" d'André ALLIX], [Bibliographie 4 7 E Dossier Risques Naturels], [Media/Presse # 35/13/1972 # Le Dauphiné Libéré]	N/A	N	0	0	N/A	O	**1853(Vénosc)** -> Mas du Clos	Le Mas du Clos détruit aux 3/4	N/A	N			N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1670	EV_25091	Sy_13654	territoire communal	T - Crue torrentielle	Inconnu	"Crue et glissement de terrain" [manque de précision]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Archives départementales 4 7 E 6 7513 "1970 / 1"]	[Type phenomene initial "T" sonnerait sur site de coste risque "7"]	I	I	I	N/A	O	**1853(Vénosc)** -> ?	30 cultivées emportées par les 5 torrents qui traversent la communauté	N/A	I	N/A	N/A	N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	1712	EV_25018	Sy_13796	Gorges de l'infernet RG	P - chute de blocs	3	Eboulement dans le Ravine des Commères.					Non	Non		Important dispositif contre les chutes de pierres ; Deux installs récemment (gennon 1024 -80). Mesures à prendre : purge falaise en technique alpine, le volume des interventi.ements ascendre après	N					**1853(Mont-de-Lans)** -> En amont des Travers		O								
Vénosc	Vénosc	1757	EV_26211	Sy_13654	territoire communal	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche de neige [manque de précision]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Archives départementales 4 7 E-C 416]	[Type phenomene initial "A" sonnerait sur site de coste risque "7"]	O	0	0	N/A	O	**1853(Vénosc)** -> ?		N/A	N			N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1785	EV_25092	Sy_13654	territoire communal	T - Crue torrentielle	Inconnu	"Inondations, débordement, crue" du torrent du Vernéaux (Février 7).	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Archives départementales 4 7 E-C 485, pièce n° 1]	[Type phenomene initial "T" sonnerait sur site de coste risque "7"]	I	I	I	N/A	O	**1853(Vénosc)** -> ?	Crimes et dimmolation de Lalie pour le vieux du Joseph SAUVYN (Livre emprunté)	N/A	I	N/A	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Le Bourg-d'Oisans ; Vénosc	1852	EV_25093	Sy_13815	Vénéon Plan-du-Lac/Pont-Escoffier	T - Crue torrentielle	T3 - Moyen	Crue torrentielle du Vénéon.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Bibliographie 4 7 E "Redaction du Alpes" de P. MOUDRE]	[Type phenomene initial "T" sonnerait sur site de coste risque "7"]	N	0	0	N/A	O	-> Pont de pierres de Vénosc	Pont de pierres de Vénosc détruit.	N/A	O			N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1880		SI_13798	Gorges de l'infernet RG	P - chute de blocs		éboulement considérable, de 80 m3 sur la route national 91 relant Grenoble à Briançon au point km 55,500, secteur Ravine des Commères	pluies violentes				débloiement pour rétablir la circulation et réfection de la route		archives départementales, cote 1501/07					O	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	route endommagée		O	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	circulation interrompue		
Vénosc	Vénosc	1886	EV_25094	Sy_13654	territoire communal	P - chute de blocs	3	Eboulement sur le chemin ancien "(Il y [manque de précision] de) à 30 m de rochers"	Dû aux pluies.	Fin octobre 1885.			Non	Non	[Type phenomene initial "P" sonnerait sur site de coste risque "7"]						O	**1853(Vénosc**	60 à 70 m3 de rochers sont tombés sur la route.		O	**1853(Vénosc**	Circulation interrompue pendant plusieurs jours.		
Vénosc	Mont-de-Lans ; Vénosc ; Saint-Christophe-en-Oisans	1908	EV_25057	Sy_13819	Arêtes-du-Diable-Bourg-d'Arud	P - chute de blocs	4	Ecroulement au Plan du Lac. Environ 25 000 m3.	Chutes de pierres encore 4 jours plus tard.			Vénéon.		Non			N				O	**1853(Vénosc**	Chemin de randonnée emprunté par les 5 torrents qui traversent la communauté		O	**1853(Vénosc**	Le couperet sur la route de la Bérarde sur plusieurs centaines de mètres au niveau de la Jonction magnifié.		
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1523	EV_26213	Sy_14544	Travers-(Sy)-E 3-4-5	A - Avalanche	A4 - Elevé	Avalanche à la Rivoire	N/A	N/A	2 200 m	Pied de Roche du Pied Moutet. (Quelques mètres au dessus de la route - 920 m.	N/A	N/A	[Bibliographie 4 7 E "Redaction du Alpes" de P. MOUDRE]	N/A	N	0	0	N/A	I	N/A			N		N/A	N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1527	EV_26067	Sy_14557	Grands-et-petits-Aiguilles-(Sy)(S1-)B	A - Avalanche	Inconnu	Un ancien du Mont-de-Lans (Bens), aurait vu tout le "torrent de Belle Etoile " descendre avec départ sur la Bérarde.	N/A	N/A	N/A	peut-être en 1927.	N/A	N/A		N/A	N	0	0	N/A	I	N/A			N		N/A	N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1527	EV_26208	Sy_13804	territoire communal	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche à l'Alpe de Venosc	N/A	N/A	N/A	Bord du glacier de Mont-de-Lans	N/A	N/A	[Bibliographie 4 7 E "Redaction du Alpes" de P. MOUDRE]	[Type phenomene initial "A" sonnerait sur site de coste risque "7"]	O	2	0	**1853(Vénosc)** -> Alpe de Venosc	Dégâts matériels importants à l'artésienn Chalets détruits	N/A	O	**1853(Vénosc)** -> Alpe de Venosc	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Le Bourg-d'Oisans ; Vénosc	1928	EV_25095	Sy_13815	Vénéon Plan-du-Lac/Pont-Escoffier	T - Crue torrentielle	T2 - Faible	Crue torrentielle du Vénéon.	N/A	N/A	N/A	Route allant à Bourg d'Arud. Route de Vénosc à Bourg d'Oisans. Pont des Oughers.	Il vera réalisoarie de reconstruire des digues dont le coût total est évalué à 300 000 fr.	[Media/Presse # 30.09.1928 # le Petit Dauphinois]	N/A	[Volume de l'avalanche : environ 2 000 000 m3, 500 000 m3 sur les installations des exploitation	N	0	0	**1853(Vénosc)** -> Alpe de Venosc [Deux journées successives Dudit]	Dégâts matériels importants à l'artésienn Chalets détruits Une maison appartenant à M. RAVAIL également emportée. Le barrage de la prise d'eau de la Société Hydroélectrique de Vénéose a été détruit. Le barrage formé entre les 2 ponts. Route de Vénosc à Bourg d'Oisans coupée. Pont des Oughers aux Escoffiers également emporté.	N/A	O	**1853(Vénosc)** -> Bourg d'Arud	N/A	N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	1935	EV_25017	Sy_13796	Gorges de l'infernet RG	P - chute de blocs	2	Eboulement rocheux entre le Chalet et la jonction de la route de Mont-de-Lans.				RN 91.	Non	Non			N				O	**1853(Mont-de-Lans**	Rampe des Commères	Flots sous marins et grillages emportés.		O	**1853(Mont-de-Lans**	Rampe des Commères						
Vénosc	Vénosc	1936	EV_47984	Pennins-(quo)-E	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche du Pierre du Rana, ou Rasoire, et Perrons	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Archives départementales 4 7 E 6 3360,]	[Type phenomene initial "A" sonnerait sur site de coste risque "7"]	N	0	0	N/A	I	N/A			N		N/A	N/A	RTM	Rapport 996
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1937	EV_26222	Sy_14549	Tros-(quo)-93-94-95	A - Avalanche	A3 - Moyen	Avalanche entre Bons et Mont-de-Lans	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N	0	0	N/A	N				O	**1(Mont-de-Lans**	Route coupée ; un car isolé pur les voyées		O	**1(Mont-de-Lans**	Route coupée ; un car isolé pur les voyées	N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc ; Saint-Christophe-en-Oisans	1937	N/A	1737E	Vénéon Rd-entre-Pont-du-Lac	T - Crue torrentielle	T1 - Très faible	Vénéon Rd-entre-Pont-du-Lac	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Archives départementales 7S(2W3)		N	0	0	N/A	N				O	**1(Bourg d'Oisans** -> le Chalet	Digues submergées Pont droite du Vénéon à l'amont du confluent avec le Romanche, au Pont du Lac, Le Chalet"		O	**1(Bourg d'Oisans** -> le Chalet		N/A	Archives départementales	7S(2W3)
Mont-de-Lans	Vénosc ; Mont-de-Lans	1942	EV_26207	Sy_14538	Replat-(quo)-E(SV)	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche au Replat	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[RTM # 12/11/1954 # Dossier Risques Naturels, Rapport de M. BARBOUZE], [Particulier # 8 Janvier 1942]	Joseph Martin, précurseur du ski sur le plateau. Se grimpe a ce une perte enfondre par l'avalanche dans la vallée.	N	0	0	**1853(Vénosc)** -> Le Replat	Dégâts à l'artésienn de Venosc	N/A	N			N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1945	EV_26072	Sy_14556	Versant-N-Deux-Alpes-(quo)-13-14-15	A - Avalanche	A3 - Moyen	Avalanches-du-ravin-des-Crêtes-(Qui 1)* (affluent-aval-les-ravines-juste-au-Nord-du-ravin-d'en-bas-ensemble-(Qui 13)	N/A	dans les années 1945/50	N/A	sur/vent attient la pleine.	[ARTICLE # 2002 # site internet]	N/A	N	0	0	N/A	I	N/A			N		N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Mont-de-Lans ; Vénosc ; Saint-Christophe-en-Oisans	1946	EV_25018	Sy_13819	Arêtes-du-Diable-Bourg-d'Arud	P - chute de blocs	0	Ecroulement rocheux	Massif de roches cristallophylliennes très fracturées	Date incertaine, à priori en 1946	1 600 m	En amont de Bourg d'Arud - Les matériaux dévalés ont formé un barrage sur le Vénéon qui s'est reformé, d'après	N/A	N/A	Un ouvier descendant jusqu'au Vénéon a constaté l'éboulement		O	**1853(Vénosc**	Impacts sur la chaussée de la RD 530.		O	**1854(Vénosc**	Le Balme					
Le Bourg-d'Oisans ; Vénosc ; Mont-de-Lans	1947	EV_25096	Sy_13822	Versant-Dugiers	P - chute de blocs	0	Ecoulement rocheux aux Dugiers.			Pied-Moutet	Hameau des Dugiers et Vénéon.		Non	Non			N				O	**1854(Vénosc**	poteau téléphonique cassé						
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1950	EV_26062	Sy_14557	Grands-et-petits-Aiguilles-(Quo)1-2E	A - Avalanche	A3 - Moyen	Avalanche de la zze-17.	N/A	Dans les années 1940 au-50 (?)	N/A	l'avalanche aurait atteint le petit plan (cote 1660m)	N/A	N/A	[ARTICLE # 2007 # site internet]	N/A	N	0	0	N/A	N			N/A	N		N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	1950			Rocher-du-Fayol	P - chute de blocs		éboulement Combe Noire			probablement Rocher du Fayol ou Sabre Rouge	780 à 780 m d'altitude RD 530	Non	Non	Dauphiné Libéré 19/09/1950		N				O	**1853 Mont-de-Lans**	RD 530 entre Carrefourchon et le HAMEAU de Fayolle		O	**1853 Mont-de-Lans**	RD 530 entre Carrefourchon et le HAMEAU de Fayolle		
Vénosc	Mont-de-Lans ; Vénosc ; Saint-Christophe-en-Oisans	1951	EV_25097	Sy_13819	Arêtes-du-Diable-Bourg-d'Arud	P - chute de blocs	4	Eboulement rocheux entre Bourg-d'Arud et Pan du Lac. Volume : environ 3 à 400 m3.	Dû aux pluies récentes.				Non	Non			N				O	**1854(Vénosc**	Comte Chalvé	0,5 ha de forêts.		O	**1854(Vénosc**	Comte Chalvé						
Vénosc	Vénosc	1951	EV_48507	Pennins-(quo)-E	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche du Pierre du Rana ; ou Rasoire, et Perrons	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N	0	0	N/A	I	N/A			N	0	-> Profondeur -> Profondeur	Cavalier de neige entre le pont du Selfer et			Rapport 996
Vénosc	Vénosc	1952	EV_48505	Pennins-(quo)-E	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche du Pierre du Rana ; ou Rasoire, et Perrons	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			N	0	0	N/A	I	N/A			N	0	-> Profondeur -> Profondeur	L'avalanche a emporté un 50m la cabane amont du téléski du Glas			Rapport 996
Vénosc ; Mont-de-Lans	1953	EV_28063	Sy_14555	Côte-Brune -(quo)1OC	A - Avalanche	A4 - Elevé	Avalanche de Côte Brune. Avalanche de poudreuse.	N/A	N/A	N/A	N/A	Téléski de Côte Brune	N/A	N/A	[ARTICLE # 2007 # site internet], [Particulier # 1 Février 1953]	L Ruzard a été le propriétaire de parcelles de pâturage sur le versant Nord-Ouest de la Pierre Dodu à désarmé une langue de neige s'arrêter vers le départ de l'actuel téléphérique du Chalet et 1954.	N	0	0	N/A	O	**1853(Mont-de-Lans)** -> Côte Brune	L'avalanche a emporté sur 50m la cabane amont du téléski du Glas Brune.	N/A	N			N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1955	EV_25016	Sy_13387	territoire communal	G - Glissement de terrain	Inconnu	Coulée lessivase sur la RN 91 (remarque de précision)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Media/Presse # 08.1955 # Le Dauphiné Libéré]	[Type phenomene initial "G" sonnerait sur site de coste risque "7"]	N	0	0	N/A	N				O	**1853(Mont-de-Lans)** -> RN 91	RN 91 entièrement obstruée.	N	RTM	80
Le Bourg-d'Oisans ; Vénosc	1955	EV_25098	Sy_13815	Vénéon Plan-du-Lac/Pont-Escoffier	T - Crue torrentielle	T3 - Moyen	Crue torrentielle du Vénéon.	N/A	N/A	N/A	Passerelle de l'ergentière.		N/A	N/A	[RTM # 12.01.1955 # Dossier Travaux communs (Route torrentielle du Vénéon)], [RTM # # Archives photos (Tome 7 n° 2009 à 1014)]		N	0	0	N/A	I	N/A		Passerelle de l'ergentière emportée. Plusieurs ouvrages de protections détruits à l'aval.	N	Bourg-d'Arud -> Bourg-d'Arud	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1957	EV_48508	Sy_13654	territoire communal	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche de la Pierre du Rana	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		Type de phenomene impossible à renseigner dans la BD	N	0	0	N/A	I	N/A		N/A	N		N/A	N/A	RTM	Rapport 996
Vénosc ; Mont-de-Lans	1958				Avalanche-du-Rana	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche de la Vallée du Selfer.	Vent du midi violent	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Media/Presse # 1958 # Le Dauphiné Libéré]		N	2	0	**1854(Vénosc**	-> La Tête du Diable		N	N			N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1960	EV_26071	Sy_14554	Travers-(Qui)-3-4-5	A - Avalanche	A4 - Elevé	Avalanche de la Combe du Pic Lépa 4)	N/A	N/A	N/A	La Planche Effet de souffle sur l'autre côté de la Pointe côté Ouest	N/A	[ARTICLE # 2007 # site internet, Interpretation de photos de 1971 + Confirmation R. Cass.]		N/A	N	0	0	N/A	N	**1853(Mont-de-Lans)** -> Versant Ouest	Effet de souffle ressenti à la Fourre côté Ouest	N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	1965	EV_25015	Sy_13796	Gorges de l'infernet RG	P - chute de blocs	1	Eboulement dans le Rampe des Commères.		A 14h.	Entrée nord du tunnel	Rampes des Commères.		Non			N					— SILENCIEUSE de Lans) —			— SILENCIEUSE de Lans) —			
Vénosc ; Mont-de-Lans	1962	EV_26205	Sy_14538	Replat-(Qui)OCO	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche dans le couloir du Replat	N/A	N/A	N/A	Pentes de la Voûte, vers 2 350 m	Hôtelets à 1650 m. A 150 m des chalets au fud de la station de l'Alpe de Venosc.	N/A			N/A	N	1	0	**1854(Vénosc)** -> Couloir du Replat		N							
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1962	EV_26073	Sy_14556	Versant-N-Deux-Alpes-(quo)2-13-14-15	A - Avalanche	A3 - Moyen	Avalanche du ravin des Crêtes (qui 13).	N/A	N/A	N/A	Abyeh-Sim en aval de. Même pattire du télécabine et en aval du Sème pattire du télécabine de Jarjet.	N/A	[ARTICLE # 2007 # site internet]		N/A	N	0	0	N/A	N				N/A	N		N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1962	EV_26204	Sy_14551	Clos-de-la-Petit-(qui)	A - Avalanche	Inconnu	Avalanche sur la piste rouge du Chalet (Les Vallons)	Tourmente dans les jours précédents	N/A	Vers 2 000 m	N/A	N/A	N/A	[Media/Presse # 1962 # Le Dauphiné Libéré]	L'avalanche s'arrête à 150 mètres des chalets au Sud de la station de L'arbjas de Vénosc	O	1	0	**1854(Vénosc)** -> Piste rouge de Chalets (les Vallons)	N						N/A	RTM	80
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1963	EV_26103	Sy_14548	Gde-Aiguille-perte-N-(qui)3	A - Avalanche	A2 - Moyen	Avalanche au dessus de Bons	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	[Media/Presse # 1963 # Le Dauphiné Libéré]		N	0	0	N/A	N				O							
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1965	EV_28069	Sy_14557	Rofondeau-Moléne-dju-89-90-91	A - Avalanche	A3 - Moyen	Avalanche du Vallon de Bons (dju 91) importante en vingt-trois	N/A	N/A	N/A	Vallon de Bons	N/A	N/A	[ARTICLE # 2007 # site internet]		N	0	0	N/A	N		Plus grosse valanche connue						
Mont-de-Lans	Mont-de-Lans	1966	EV_25008	Sy_13387	territoire communal	G - Glissement de terrain	G2 - Faible	Coulée de boue sur la route des Travers reliant "Le Rosette " à Mont-de-Lans.	N/A	N/A	N/A	Longueur : 10 m Hauteur : 1 m	N/A	N/A	[Media/Presse # 30 / 04 / 1966 # Le Dauphiné Libéré]	[Type phenomene initial "G" sonnerait sur site de coste risque "7"]	N	0	0	N/A	N				O							
Mont-de-Lans	Auris ; Mont-de-Lans ; Le Freney-d'Oisans	1966			Gorges de l'infernet RG	P - chute de blocs		Ecroulement dans la Rampe des Commères.																						
Vénosc	Vénosc ; Mont-de-Lans	1966	EV_46388	Sy_13731	Hochua-Aiguilles	A - Avalanche	A2- Faible	Fiche réalisée sur la base d'une photo.			N/A	avalanche N/A	N/A	N/A			N	0	0	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> ?	débordements dans les parafoes latérales de la digue	N/A	I	N/A	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc ; Mont-de-Lans	1955	EV_48505	Sy_13824	Venosc village	G - Glissement de terrain	G2 - Faible	Glissement de terrain à La Ville		N/A	N/A	N/A	Une étude sonclue sur la zone de glissement et le stockage de versant	N/A	N/A			N	0	0	N/A	O	**Venosc** -> ?	Des maisons situées un rive gauche du torrent du Merdaret se fissurent.	N/A	N			N/A	RTM	Rapport 996
Vénosc	Vénosc	1982	EV_48008	Sy_13816	Merdaret	T - Crue torrentielle	Inconnu	Crue du torrent du Merdaret	N/A	N/A	N/A	Bourg-d'Arud	N/A	N/A			I	I	I	N/A	I	N/A		N/A	N/A		N/A	N/A	RTM	Rapport 996
Vénosc	Mont-de-Lans ; Vénosc ; Saint-Christophe-en-Oisans	1960	EV_39545	Sy_13819	Arêtes-du-Diable-Bourg-d'Arud	P - chute de blocs	2	Chutes de blocs	Géologiques	Instantané.		Falaises des Ferrons surplombant Bourg-d'Arud. Grand éboulis au pied, gravis lors de l'extract.	Non	Non			O	2	0	**1854(Vénosc**	-> Alpe de Venosc	Dégâts matériels importants à l'artésienn Chalets détruits	N/A	O	**1854(Vénosc**	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc ; Mont-de-Lans	1983	EV_48010	Sy_13824	Venosc village	G - Glissement de terrain	Inconnu	Glissement de la route du Collet	Une rivière géologique relevée en 1983 ouvrira à l'existence d'un glissement actif de 0,1 ki m de profondeur.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			I	I	I	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> ?		N/A	I	N/A	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	1984	EV_25103	Sy_13816	Merdaret	T - Crue torrentielle	T2 - Faible	Lave torrentielle du torrent du Merdaret.	N/A	N/A	Vers 1400 m.	Le Vénéon (920 m).	N/A	N/A	[RTM # 07.1984 # Dossier risques naturels]	N/A	N	0	0	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> ?	[Type phenomene initial "T" sonnerait sur site de coste risque "7"] Reactivation très probable, avec la purge naturelle de la mine d'arachement (et des autres mêtres légèrement plus anciennes en périphérie). Des éléments sont susceptibles d'être dendellolés suite à des phénomènes pluvieux, mais également par l'action du gel-degel durant la période hivernale. La probabilité d'atteinte du versier reste la même que celle des éléments risque de le stocker en pied de la zone, dans l'étendue. Toute nouvelle chute d'éléments atteignant la zone boisée, devra être signalée. Nombreuses photos du phénomène faisant suite à la crise hebdomada.	N	0	0	N/A	O				N						
Vénosc	Vénosc	2008	EV_39436	Sy_13818	Autres torrents-Vénosc	T - Crue torrentielle	T1 - Très faible	Crue torrentielle sur le cône de l'ergentière. Un dépôt de matériaux s'est formé à la confluence avec le vénéon. (Volume 1 000 m3. Le Vénéon a déjà son écoulement en rive droite, contournant un îlot de végétation et emportant une partie de la route longeant la RD 530 menant à la Bérarde.	Dragon violent tocatial sur le versant W et sur le massif du Pied Moutet. Les cônes d'éboulis du pied de faisse ont été entaillés sur 3 à 4m.	environ 1/4 h, durant l'après midi du 12/07/08	Sous l'Aiguille, altitude 2500 m environ. Formation d'un couloir d'avalanche dans la zone d'éboulis. Cônes d'éboulis en aval.	Le cône de déjection de l'Infernet (sur la rive droite du Vénéon) a été entaillé sur 3 à 4m de hauteur sur environ 80 m de longueur. Le matériau a atteint la route.	N/A	N/A	[RTM # 14/07/2008 # Visite du 14/07]	Les emplacements de protection de la poste de vie n'ont pas bougé : seuls les déversoirs nos, entre-écroulements et la route, ont été atteints. Même problème qu'en amont "dans le Cain" mais, en l'absence d'enrochements, le talus aval de la route, ai été située la proie de m. risque de s'effondrer. Ecoulements à prévoir. Mesures d'urgence conseillées : - Purge des blocs en rive droite. - Volent une chute de blocs - Intervention Entreprit vacant CDV.	N	0	0	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> Cône de l'ergentière	Le pied de ski de fond, située sous la route départementale, a été emporté sur 30 m, sur subsistance.	N/A	N			N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	2008	EV_39454	territoire communal	T - Crue torrentielle	T3 - Moyen	Crue torrentielle sur le cône de l'ergentière. Un dépôt de matériaux s'est formé à la confluence avec le vénéon. (Volume 1 000 m3. Le Vénéon a déjà son écoulement en rive droite, contournant un îlot de végétation et emportant une partie de la route longeant la RD 530 menant à la Bérarde.	Crue torrentielle sur le cône de l'ergentière. Les éboulements et dépôts d'avalanche ont atteint la route. Le Vénéon a été obligé de contourner le cône torrentiel du torrent de l'ergentière (voir en particulier fiche-événement du 12/07/2008) qui a purgé à l'occasion de plein responsa et vient obstruer le lit mineur du Vénéon.	Pluies intenses dans le nuit du 4 au 5/2008. Phénomène résumant. Les éboulements et dépôts d'avalanche ont atteint la route. Le Vénéon a été obligé de contourner le cône torrentiel du torrent de l'ergentière (voir en particulier fiche-événement du 12/07/2008) qui a purgé à l'occasion de plein responsa et vient obstruer le lit mineur du Vénéon.	Nuit du 4 au 5/6/2008.	Forte pluies sur sols saturés : la pluie a démarré à 14 H avec de fortes intensités en début d'épisode , niveau des eaux très importants en début de nuit et pic de crue vers minuit à plein du jus.	Torrent sud ouest du pied Moutet - altitude 2500 m. Plusieurs couloirs relais, des affleurements rocheux et des éboulis de 20 à 30 m de diamètre/blocs. Les Chenaux distinctifs en sommet de cône, sont de 2 à 3 m de large, et impactent la hameau des Dugiers, avec principalement le combe blanche.	Torrent sud ouest du pied Moutet - altitude 2500 m. Plusieurs couloirs relais, des affleurements rocheux et des éboulis de 20 à 30 m de diamètre/blocs. Les Chenaux distinctifs en sommet de cône, sont de 2 à 3 m de large, et impactent la hameau des Dugiers, avec principalement le combe blanche.	Bucket ; Tortes eaux sur Romanche en fin de nuit avec des niveaux atteints similaires au 26/5/2008	N/A	N/A	[RTM # 7 # Dossier Risques Naturels]	Fiches RTM 2008 sur Bourg d'Arud. Afin de permettre la réparation urgente des réseaux aeux usées (SACO) et la stabilisation du talus de la RD 530 en amont du pont de la Romanche, la circulation a été interdite à tout véhicule de plus de 3,5 t entre le virage avant le pont et le carrefour avec la route de l'Alpe d'Huez. Les travaux ont commencé le 14 juillet et ont été terminés le 31 août. Ils ont consisté à : - Evacuer les déblais emboîtements après épaulement rive droite. - Reconstruire le talus. - Travaux : aménager l'exutoire du torrent de l'Ergentière et faciliter à l'avenir le reprise de matériaux par le Vénéon.	N	0	0	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> Confluence Vénéon torrent de l'Ergentière	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> Confluence Vénéon torrent de l'Ergentière	N/A	N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	2008	EV_39451	territoire communal	T - Crue torrentielle	T2 - Faible	Crue torrentielle sur le cône de l'ergentière. Un dépôt de matériaux s'est formé à la confluence avec le vénéon. (Volume 1 000 m3. Le Vénéon a déjà son écoulement en rive droite, contournant un îlot de végétation et emportant une partie de la route longeant la RD 530 menant à la Bérarde.	Pluies intenses dans la nuit du 4 au 5/2008. Phénomène résumant. Les éboulements et dépôts d'avalanche ont atteint la route. Le Vénéon a été obligé de contourner le cône torrentiel du torrent de l'ergentière (voir en particulier fiche-événement du 12/07/2008) qui a purgé à l'occasion de plein responsa et vient obstruer le lit mineur du Vénéon.	Inconnue. Nuit du 4 au 5/6/2008	Aene du cône de l'Argentière	Le Vénéon - Altitude : 890 m	N/A	N/A	[RTM # 12/11/2008 # Dossier Risques Naturels]	[Type phenomene initial "T" sonnerait sur site de coste risque "7"] Phénomène météorique à celui du 12/7/2008. Travaux de lutunge suite à la crue du 12/7/2008. Mesures à prendre : -reouverture du chenal du Vénéon en rive gauche Il est impératif de vaiur un ancien dépôt de crue formant un îlot boisé qui donne successivement le naissin de la rive droite du Vénéon, puis de la rive gauche, et ainsi de suite. Ce dépôt a déjà été colonisé par des arbres et arbustes, dont certains dépassent la RD qui sera à menacés à terme. Mesures à prendre : -conforter la berge érodée par des enrochements bétonnés, et remblayer les cavaliations (on court de cubature). -Rerider le chenal d'écoulement pour le Vénéon en rive gauche -Combler les brèches et le fit actuel en rive droite avec les matériaux de bouchon, conforter le cordon lisatoal avec les plus gros enrochements. (découvert, évacuer les matériaux excédentaires : ne pas rebiser dans le lit du Vénéon, mais les mettre en dépôt définitif). Mener la bloc déposé au milieu du lit du Vénéon Le débit du cours d'eau de ce matin (14/07) ne permet pas l'intervention d'un engin. Les travaux devront si faire à plus rapidement possible, dès diminution en crue(maintien entreprise ERP) : Tiser un planning d'intervention, un rapport de coordonnée pour prévenir le chauffeur de l'engin de la présence de la conduite d'eau potable, et de la présence de nouvelles arrivée de matériaux très pointes dans les prochains jours. Une fois le débit revenu à un faible niveau, la pelle traversera l'écoulement une fois, réalisera le chenal pour remettre les écoulements en rive gauche et ensuite travaillera à ses pour conforter les enrochements de la berge rive droite préalablement décolmatés Autres travaux : - Rétablissement du GRS4 plus en amont dans la traversée du cours d'eau de l'ergentière - Mesures des talus aux blocs (démolir bétons anciens (1m3) arrêtés en cache) et renfiliement avec le	N	0	0	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> Vénéon	[Type phenomene initial "T" sonnerait sur site de coste risque "7"] Fiche RTM 2008 sur Bourg d'Arud. Afin de permettre la réparation urgente des réseaux aeux usées (SACO) et la stabilisation du talus de la RD 530 en amont du pont de la Romanche, la circulation a été interdite à tout véhicule de plus de 3,5 t entre le virage avant le pont et le carrefour avec la route de l'Alpe d'Huez. Les travaux ont commencé le 14 juillet et ont été terminés le 31 août. Ils ont consisté à : - Evacuer les déblais emboîtements après épaulement rive droite. - Reconstruire le talus. - Travaux : aménager l'exutoire du torrent de l'Ergentière et faciliter à l'avenir le reprise de matériaux par le Vénéon.	N	0	0	N/A	O	**1854(Vénosc)** -> Vénéon	Le barrage (ah.170m) est endommagée Effet de souffle ressenti à la Fourre côté Est	N/A	N			N/A	RTM	80
Vénosc	Vénosc	2008	EV_39434	territoire communal	T - Crue torrentielle	T3 - Moyen	Crue torr

ID	Phénomènes et dispositifs	Enjeux	Maître d'ouvrage : connu? Pérenne?	Gestionnaire	Caractéristiques de l'ouvrage	Ouvrage dimensionné pour l'aléa de référence (oui/non)	Aléa aggravé pour les aléas exceptionnels (A et T) : (oui/non)	Nécessité d'avoir un prestataire spécialisé après chaque événement d'intensité <= à celle de l'aléa de référence : (oui/non)	L'ouvrage augmente la vulnérabilité ou aggrave le risque vis-à-vis d'autres aléas : (oui/non)	Observations et conclusions
Ouvrages mixtes (crues torrentielles, chutes de blocs, éboulements, avalanches, glissements de terrain)										
5	Phénomènes torrentiels et laves du Merdaret ; glissement de terrain de la Ville. Seuils de correction torrentielle et drains.	La Ville de Vénosc.	Commune	Commune? Symbhi?	Barrages, seuils, digue. 1976-1979 : digue seuils BA. 1983 : barrage. 1984 : digue seuil. 1985 : réparations. 1992, création seuil.	Non?	Non		Non?	
7	Phénomènes torrentiels et laves du Merdaret. Avalanches de la combe Hochue et de Merdaret. Digue tourne-avalanche.	La Ville de Vénosc.	Commune	Commune? Symbhi?	1979. 1992 création mur béton soutènement de berge amont du virage de la route du Collet. 1998 : réhaussement de la digue RG Merdaret.	Non?	Oui?		Non	
31	Glissement de terrain et ruissellement du Petit Plan? Drains	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Réalisé en 1987.	Non?	Non		Non	
32	Glissement de terrain et crue torrentielles du Ru de l'Alpe? Banquettes, seuils bois, seuils béton.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Année? Entretien de banquettes, ajout 500 boutures. Construction de 94 ml de caissons bois (+196ml payé par MDL directement). Grillage plaqué ; 310m².	?	Non		Non	
34	Glissements de la digue du plan d'eau du Petit Plan et glissement de l'Alpe, avalanche sans nom. Boisement sur banquettes, seuils bois, seuils enrochements bétonnés, génie biologique, banquettes grillagées…	Plan d'eau du Petit Plan et domaine skiable.	Commune	Commune	Lot 1 : seuil enrochements bétonnés 22m³ et aménagement ravine aval sur 65ml. Travaux de génie biologique pour stabiliser les combes : 4 zones différenciées. Lot 2 : 9 seuils gabions bois pour 88m³. Lot 3 : banquettes grillagées de 1138m, banquettes renforcées de pieux explosés 100m, plus value banquettes drainantes 25m, clayonnages à pieux morts 210m, engazonnement manuel avec toile de jut 720m², végétalisation hydraulique 10000m², confection de potets semi travaillés 1000, 7100 plants (mélèzes, pins à crochets).	Non	Non		Non	
Ouvrages de protection contre les crues torrentielles										
1	Phénomènes torrentiels et laves des combes du Peuye et Blanche. Plage de dépôt, chenal de dérivation du torrent, digues de curage et merlon.	Carrière (bâtiments d'exploitation au Clot) et hameau des Ougiers.	Commune	Commune	Digue d'arrêt au Clot créée en 1990, plage de dépôt des Ougiers et merlons en 2005, chenal de dérivation en 2015. Projet d'extension de la carrière vers l'est avec longue digue d'arrêt T/A/P en projet.	Non?	Non		Non	
2	Phénomènes de crue torrentielle du Vénéon dans la traversée du Bourg d'Arud et de l'Alleau. Digues, parements, enrochements, épis et seuils de correction torrentielle.	Les hameaux de Bourg d'Arud et de l'Alleau. Campings de la Cascade et du Champ du Moulin. Parc de Loisir.	Commune	Symbhi?	Pour la RG (BD-RTM): 1988 : enrochements longitudinaux. 1990 : création de 5 seuils transversaux (1316m3 enrochements); enrochements longitudinaux (1184m3) sur géotextile non lissé. 1991 : enrochement Bourg d'Arud e piste de ski de fond (304m3). 2015: Vénéon : reprise d'enrochements secs, Muzelle : création de 3 barettes de stabilisation et création d'un piège à flottants. Pour la RD (BD-RTM) : 2001 Vénéon, démontage et remontage d'enrochements libres en rive droite à l'aval du camping 600m3. 2003 Vénéon, camping Champ du Moulin : démontage et remontage d'enrochements sur 80m et réhaussement d'1m. Toujours pour la RD (carte Lucie Elie) remodelage du merlon du Bourg-d'Arud en 2012-2013. Création? digue Camping Champ du Moulin en 1983.	Non	Oui?		Non	
3	Phénomènes torrentiels et laves du Ruisseau de la Pisse/Muzelle. Enrochements, piège à flottant et digues.	Le Camping de la Cascade. Dans une moindre mesure, le hameau de l'Alleau.	Commune	Symbhi?	Enrochements bétonnés dans le camping en RG (BDRTM) - 2001). Traversée du camping: curage et protection de berge par enrochemens en 1988, endiguement seuils et recalibrage du lit entre 1969 et 1990.	Non	Oui		Non	L'information de la BD_RTM à propos de l'enrochement + passe à poisson dans le camping est difficile à interpréter : visible confusion entre RG et RD ainsi qu'entre amont et aval.
4	Phénomènes torrentiels et laves du ruisseau du Sellier. Pont cadre, piège à flottants, seuils de correction torrentiel et enrochements.	Hameau de le Sellier.	Commune	Symbhi?	Au niveau de la gare de départ du téléphérique de Vénosc : digue en enrochement en 1990, reprise en 1998. Pour la place du Sellier : travaux réalisés en 2022. Pont cadre : dimensions 2*1m apparemment prévu pour la décennale.	Non	Oui?		Non	
23	Ravinement et crues torrentielles du ruisseau du Replat. Passage busé, chenal maçonné, déversoir d'orage en enrochement et piège à flottant.	L'Alpe de Vénosc.	Commune	Commune	Réfection du passage busé sous la piste du diable dans des terrains en remblai érodables. Buse 800mm suivie d'un chenal à ciel ouvert sur le talus. Travaux suite à la rupture de l'ancienne buse longue de 150ml.	Non?	Non		Non	
25	Ravinement et crue torrentielle, combe de Claparel (côte Courant). Plage de dépôt, déversoir enroché.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Plage de dépôt + entonnement? Création en 2012-2013?	Oui?	Non		Non	
26	Ravinement du Ravin des Crêtes. Plage de dépôt.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Plage de dépôt + entonnement? Création en 2012-2013?	Oui?	Non		Non	
35	Crue torrentielle du ru de l'Alpe. Replat avec fosse, merlon de protection et entonnement avec avaloir béton.	RD213, Le Freney.	Commune	Commune?	Voir étude ERGH en 1997. Travaux réalisés en 1998-1999?	Oui?	Non		Non	
45	Lave torrentielle de la Combe des Ruines. Crue du Vénéon. Enrochement.	RD530	Symbhi	Symbhi	Enrochement libre en RD face à la confluence Combe des Ruines et Vénéon. 50m*3m.	Non	Non		Non	
46	Ravinements de Côte Brune. "ruisseau" de Côte Brune.	L'Alpe de Vénosc.	Commune	Commune	Merlon en enrochement maçonné.	Oui?	Non		Non	
Ouvrages de protection contre les chutes de blocs										
8	Chute de bloc en provenance de l'aiguille du Fartail. Merlon pare-bloc, filets écrans et ancrages.	La Ville de Vénosc.	Commune	Commune	1998: amarrage blocs et purge du versant. 2000-2001 : filets plaqués (et ancrage en croix sous le filet dynamique), filet dynamique + poteau bois : 70m, filet statique de classe 5 : 50m, 3*écran grillagé de classe 2 : 15m, merlon de 45m, purge. Merlon pneutex et écran grillagé 100kj en 2006.	Oui?	Non		Non	
10	Chute de blocs et éboulements des rochers de Méare. Ouvrage d'arrêt ou déflecteur.	Le Bourg d'Arud.	Commune	Commune	Suite à l'étude SAGE (PPR Vénosc), dimensions du merlon réalisé en 1983 avérées insuffisantes. APS en 2003, PRO en 2004 qui prévoyait de raidir le parement amont des 2 merlons en pneutex sur 6m. En septembre puis décembre 2004, 2 évènements ont largement franchi le merlon avec toiture déchetterie impactée et bloc dans la cour de la maison Garcia. Suite à cet événement, mise en oeuvre de la procédure Barnier pour expopriation Garcia e refonte du PRO suite à cette rocédure. Les deux extrémités E et W des merlons existants sont raidis en enrochements sur 6m. Fosses amont élargies et les parties centrales sont déplacées à l'emplacement de la maison Garcia et de la voirie communale qui a été condamnée. 2013 : merlon ouest : raidi en enrochements secs sur 6m. longueur : 104m. Merlon est raidi en enrochements secs sur 6 m. Longueur 81m. Confection merlon pneutex H=6m; longueur 134m. Intégration de 2 casiers à graviers et à sables.	Oui?	Non		Non	
18	Arête sous les télécabines de Vénosc. Cloutage.	Pylônes des télécabines de Vénosc?	Commune	Commune	Cloutage d'écailles.	Oui	Non		Non	Pertinence de ce dispositif vis-à-vis du phénomène?
36	Glissement de terrain de Couagnes/chute de pierres. Grillage pendu double torsion avec avaloir.	Route de Cuculet.	Commune	Commune	Longueur : 110m, 14 poteaux.	Non	Non		Non	
37	Rochers du Chambon. Filets, filets écrans.	Hameau du Chambon.	Commune	Commune	Ecran classe 5 de 140m à l'amont des maisons. 72m² en 3 zones de filets plaqués sur la falaise.	Oui?			Non	
39	Bloc isolé de la Rollandière. Cloutage et mur de soutènement.	Hameau de la Rollandière.	Commune	Commune	Suite avis RTm sur bloc "instable", probablement basculé depuis tranchée minière. Pose extensomètre + mur soutènement.	Oui	Non		Non	Réel aléa?
43	Chutes de blocs des falaises du Moutet. Merlon mixte IPN/pneu/gabbions inséré dans le mur de la construction.	Centre technique communal du Garcin.	Département de l'Isère	Département de l'Isère	Merlon intégré au bâtiment (qui joue le rôle de parement aval) avec élément déformable et amortissant entre les gabbions/IPN:Pneutex et le mur. Réalisation en 2023.	Oui?	Non		Non	
Ouvrages de protection contre les avalanches										
11	Avalanches de la draye de la Comba, la Pierre du Raou, Le Replat, Les Vallons. Boisements paravalanches sur banquettes.	Le Replat, Vénosc.	Commune	Commune	1959 : plantations 1500 mélèzes, 600 épicéas, 200 pins à crochets. 1972-1974 : filets neige, filets protection skieurs, aménagement de piste et banquettes larges (ouvrage réalisés sur d'autres sites également). 1976: terrassement (banquettes?). Fin des années 1990 : éclaircie. 2003 : entretien de BT au sommet de Pierre du Raou (1700ml). 2010-211 : éclaircie.	Oui?	Non		Non	
12	Avalanche du Clot de la Fond. Banquettes	Le Replat, Vénosc.	Commune	Commune	1965 : banquettes plantations. 1976 : terrassements (banquettes?).	Non	Non		Non	
13	Avalanche du Merdaret. Boisements sur banquettes.	Vénosc.	Commune	Commune	Travaux cités en 1972-1974 (voir ouvrages 11).	Oui?	Non		Non	
15	Avalanche de la pente sud TS de Super Vénosc. Banquettes et boisements sur banquettes., mur en zone de départ?	La Ville de Vénosc.	Commune	Commune	1954 : 2500m de banquettes. 1955: plantation mélèzes. 1962-1963 : plantations. 1985 : rénovation banquettes, plantations 5000m (80% pins à crochets, 20% mélèzes).	Oui?	Non		Non	
16	Avalanche de Pied Moutet. Boisement sur banquettes.	L'Alpe de Vénosc.	Commune	Commune	Travaux cités en 1972-1974 (voir ouvrages 11). 2002 : entretien BT : 1100m. 2010 : éclaircie de 2ha.	Oui?	Non		Non	
17	Avalanche de Pied Moutet. Boisement sur banquettes.	L'Alpe de Vénosc.	Commune	Commune	2001 : entretien 4500ml de BT. 2010 : éclaircie de 1,3ha.	Oui?	Non		Non	
19	Avalanche du téléski du Fioc. Claies à neige, banquettes et boisement sur banquettes.	Téléski du Fioc, Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Banquettes réalisées au début des années 19607 2002 : entretien, élagage bas taille 500u. 2007 : entretien, élagage bas taille 900u. Projet extension boisement 2022-2023.	Oui?	Non		Non	
20	Avalanches du Fioc et des Anémones. Boisements sur banquettes, claies à neige, rateliers, filets, tripodes.	L'Alpe du Mont de Lans. RD213. Domaine skiable.	Commune	Commune	**Zone 1**, alt 1900 : 12 claies à neige ECOPROTEC ER 30 de Avenir Protection en 2 lignes. 2001 : 1500 regamis et entretien BT 2600m. 2002 : 800 reg et entretien BT plants.2005 : entretien plantation 1820pl. 2013 : regarnis colectis 250pl. 2014-2015 : entretien avec 150 regamis. Projet de plantation pour 2024-2025. **Zone 2**, alt 1850 : 8 claies paravalanches ECOPROTEC ER 30 de Avenir Protection. Ancrage Ancraflex. 2002 : entretien 3200m de Bt et regamis 2300 plants. 2005-2008 : entretien de 4650ml de banquettes et plants. 2013 : entretien plantation : 2ha. 2015 : entretien plantations 1,7ha. Projet de plantation pour 2025-2026. **Zone 3**, alt 1650 : 2009 entretien plantation : 2ha.	Oui?	Non		Non	
21	Avalanche de la Combe du Replat. Banquettes, boisements sur banquettes, rateliers, claies à neige, barrières à neige.	L'Alpe de Vénosc.	Commune	Commune	1960 : banquettes + plantations. 1961 : plantations. 1963: claies 88m. 1970 : claies 216m. 1985 : rateliers 417m. 1986 : ratelier 375m, barrières à vent 28m + clais 305m + banquettes plantations 14000 plants. 2001-2007 : entretien de BT : 4200ml. 2005 : regarnis (DAL) 200 plants. 2008 : remise en état barrière à vent. 2009 : éclaircie 3,4ha. 2011 : regarnis 1000pl. 2013-2014 : regarnis entre claies et rateliers, 350pl. 2013-2016 : entretien plantation.	Oui?	Non		Non	
22	Avalanche de Côte Brune/Combe du Y. Boisement sur banquettes, banquettes, tripodes, rateliers.	L'Alpe de Vénosc/L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	1960's : banquettes paravalanches dans la partie supérieure des deux branches. 1971 : banquettes larges.	Non	Non		Non	
24	Avalanches de Côte Courant, Côte de Vernettes et Ravin des Crêtes. Banquettes et boisements sur banquettes.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	1960's : banquettes partie supérieure. 2004 : entretien plantation 500pl. 2005-2008 : entretien BT 10200ml. 2009 : éclaircie 0,8ha.	Oui?	Non		Non	
27	Avalanche de Combe Valentin. Rateliers, banquettes, boisements sur banquettes, seuils bois.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	2002 : entretien sur rateliers L2, L4, L5. 2005 : entretien de banquettes (3300ml). 2008 : éclaircie 0,52 + 0,66ha. 2010 : entretien boisements (élagage bas). 2016 : 2 seuils bois simple paroi dans une ravine 10m².	Oui?	Non		Non	
28	Avalanche de la Côte de Prapelier. Banquettes.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Banquettes étroites.	Non	Non		Non	
29	Avalanche de Combe Valentin. Protection intrinsèque au bâtiment.	L'Alpe de Mont de Lans.	Non pérenne	Privé	Bâtiment conçu pour être paravalanche (murs aveugles, résistance de 700kj?, forme tourne-avalanche…) Aucun suivi des aménagements ultérieurs y compris actuels d'agrandissements, aucune entité de gestion identifiée.	Oui	Oui		Oui	
30	Avalanches de la Grande et de la Petite Aiguille. Boisement sur banquettes et banquettes.	L'Alpe de Mont de Lans.	Commune	Commune	Création en 1975-19777 2001 : entretien de BT. 2002 : entretien de BT (5000ml). 2003 : plantations 1500pl. 2005 : regamis 600 plants (DAL). 2006 : entretien. 2008 : éclaircie de 0,77ha. 2009 : création de 190potets. 2010 : entretien plants + BT. 2011 : élagage bas. 2012 : plantation 300 plants. 2013 : entretien + 500 plants. 2014 : 50 plants. 2016 : regarnis 140pl et entretien plantations et BT. 2013 : entretien et regarnis (7,70ha), 500 plants.	Oui?	Non		Non	
33	Avalanche de Rossolin. Boisement et boisement sur banquettes.	Domaine skiable.	Commune	Commune	Eclaircie dans les pins en 2006-2007. 5,2ha.	Oui?	Non		Non	
38	Avalanches de Les travers. Banquettes larges, boisement sur banquettes.	Hameaux de La Rivoire etc..	Commune	Commune	Banquettes larges réalisées en 1971. Environ 1 000m de long pour 4 mètres de large.	Non	Non		Non	Les avalanches de 2006 partent depuis ces banquettes.
40	Avalanche du Vallon de Bons. Tourne avalanche, charpentes, boisement sur banquettes, ratelier, filet, claie.	Ferme de la Molière.	Commune	Commune	2001 : 1000 plants, 200ml de Bt, 1008G ml de BG, 20 TRI. 2005-2006-2009 : entretien plantation 1400ml/an. 2011-2012 : 1,28ha. 2015 : regamis 150 plants. 2016 : entretien 0,25ha et regamis sur micro-banquettes 160pl en collectifs. Projet de plantation pour 2025.	Oui?	Non		Non	Pas de suivi régulier.
41	Avalanche de la Molière. Boisement sur banquettes et tripodes.	La Molière et la Rollandière.	Commune	Commune	Boisements sur banquettes + tripodes.	Oui?	Non		Non	
42	Avalanche des Clochettes. Boisement sur banquettes.	RD213 et Bons.	Commune	Commune	Boisements sur banquettes ancien.	Oui?	Non		Non	Zonage du boisement sur banquettes perdu et noyé dans du boisement naturel actuellement. Une "bande" de résineux se situe dans le creux du passage de l'avalanche : reliquat de la plantation?
Ouvrage de protection contre les glissements de terrain										
6	Glissement de terrain de la Ville. Tranchées drainantes, collecteur drainant, inclinomètres et extensomètres.	La Ville de Vénosc.	Commune	Commune	1981 : tranchées, drains géotextile, gravette.	Oui?	Non			
9	Glissement de terrain/rocheux de l'aiguille du Fartail. Filets plaqués, clouage; écrans grillagés, purges.	Hameau de Sellier, ruisseau du Sellier.	Commune	Commune	Filets plaqués, clouage, écrans grillagés, purges. Non datés. Encore existants? Encore suivis?	Oui	Non		Non	
14	Glissement de terrain du Collet. Drain.	Ruisseau du Merdaret.	Commune	Commune	1982 : étude drainage, ouvrages de correction; 1983 : reverdissement de l'emprise drains et mise en place dispositif de surveillance. 2004 : purge du talus de la route du Collet.	Oui?	Non		Non	
44	Combe Hochue. Drain.	Ruisseau du Merdaret.	Commune	Commune	1987 : drainage source en régie communale d'une source située cote 1510 : éperon drainants à 2,5m de prof (bidim, pvc drainant diamètre 100, enkadrains sur parois, collecteurs 150 vers Merdaret). 1993 : études géotechniques et poses d'inclinomètres, confortement du talus de la route de la ZAC (cloutage) par Can. 2000 : protection complément tube inclino.	Non	Non		Non	

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE *Liberté Égalité Fraternité* Office National des Forêts rtm Restauration des Terrains en Montagne Service Départemental de l'Isère	**Agence RTM Alpes du Nord** **Service Départemental RTM de l'Isère**
	Rapport financé dans le cadre de la mission d'intérêt général RTM pour le Ministère de la Transition Ecologique.

Communes des Deux Alpes et de St Christophe en Oisans
Rapport d'évènement - Crue du Vénéon du 20/10/2023

Site(s) impacté(s) : SI_13735 T - Vénéon Bérarde-Plan du Lac SI_13815 T Vénéon Plan du Lac – Pont Escoffier	Id EVT : EV_50088
Date de diffusion : 17/11/2023	Version de document : 1.0
Archivage & identifiant document RTM : 2023-ONF-RTM 26/38-0087; https://biblio.onf.fr/risques_naturels/notice/92282.html	
Liste de diffusion :	**Rédigé et relu par :**
Mairie des Deux Alpes & St Christophe en Oisans **DDT service Sécurité et Risque, Préfecture** **SYMBHI, Conseil Departemental, INRAE**	K. ROYER & R. MAINIERI **Validé par :** Y. ROBERT

1. Contexte

Durant la journée du 20/10/2023, une crue du Vénéon a entrainé des désordres sur plusieurs secteurs le long du tronçon allant de La Bérarde (St Christophe en Oisans) jusqu'au Buclet (Bourg d'Oisans). Une première visite sur site a été réalisée pendant l'évènement par le service RTM (M. Schmitt et K. Royer), en présence du SYMBHI (L. Delacour).

2. Situation

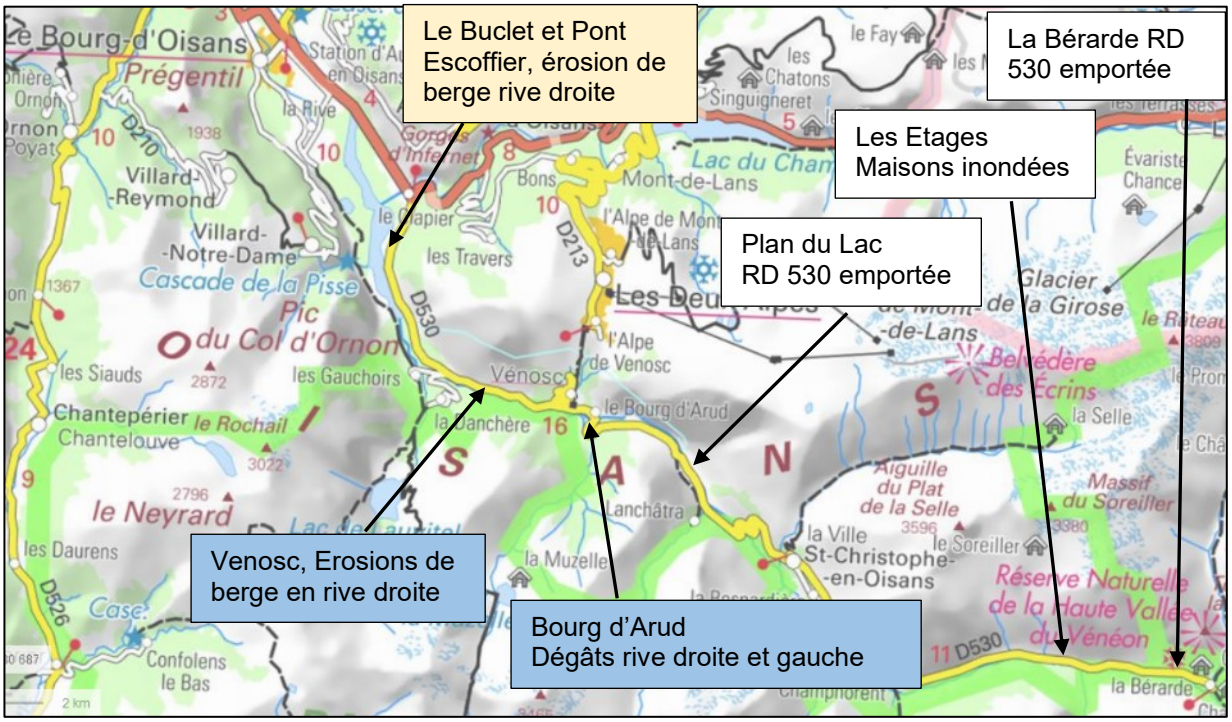


Figure 1 : localisation des impacts constatés

3. Constats et Observations

3.1. Nature du phénomène

Les pluies ont provoqué la montée des eaux dans le Vénéon à partir de la Bérarde, avec un exhaussement du niveau du lit. La montée du niveau d'eau a engendré de nombreux désordres sur les berges sur une grande partie de son linéaire.

Nota : le secteur des Etages et de la Bérarde n'étaient pas accessible le jour des intempéries en raison de la coupure de route à Plan du lac.

- ***St Christophe en Oisans, Secteur de la Bérarde :***

Une érosion de berge en rive droite a été constaté entre le pont du camping et la combe de Pierre Noire. Elle a induit un sous-cavement de la route sur environ 30 ml sur un tronçon où la route est surélevée de 5 à 6 m au-dessus du lit du Vénéon. La circulation a été interrompue. Cette berge était déjà sollicitée par la présence de la combe de Pierre Blanche en rive gauche, contraignant le Vénéon sur l'autre rive. Des protections anciennes de type épis en gabions renforçaient le pied de berge et permettaient de protéger la plateforme de la route.
Cette protection de berge était fragilisée par les précédentes crues et par l'exhaussement du lit.

Figure 2 : localisation de l'érosion de berge sous la RD530 secteur Bérarde

Figure 3. Vue de l'aval de l'érosion de la RD530 secteur Bérarde (photo 20/10/2023)

Figure 4. Erosion de la RD530, secteur Bérarde (photo 20/10/2023)

➢ *St Christophe en Oisans, Secteur des Etages*

Au hameau des Etages, la crue a créé un débordement boueux sur la rive rive droite au niveau d'un sentier situé 60 m en amont des habitations. Il s'est propagé jusqu'aux maisons et a entrainé l'inondation d'au moins deux d'entre elles, les plus proches de la berge.

Sur la rive gauche, une crue a eu lieu dans le ruisseau des Etages en même temps que celle du Vénéon et a créé également un débordement boueux sur le sentier rive gauche jusqu'à l'habitation. Celle-ci a été inondée. Ce débordement a pu être amplifié par des installations privées dans le ruisseau.

Au pont des Etages, la mise en charge de la pile centrale a provoqué la submersion du pont et l'endommagement de la murette et de la canalisation d'eau courante le long du tablier. Dans le lit du Vénéon, des matériaux se sont déposés contre la rive droite depuis l'amont du hameau jusqu'au pont sur une longueur de 60 m et une largeur de 8 m, correspondant à la moitié de la largeur du lit mineur.

Le niveau d'eau dans le Vénéon est resté en dessous des murettes rive droite protégeant les jardins. Les jardins ont été inondés par la circulation d'eau le long du sentier rive droite et non par submersion de la murette par le Vénéon

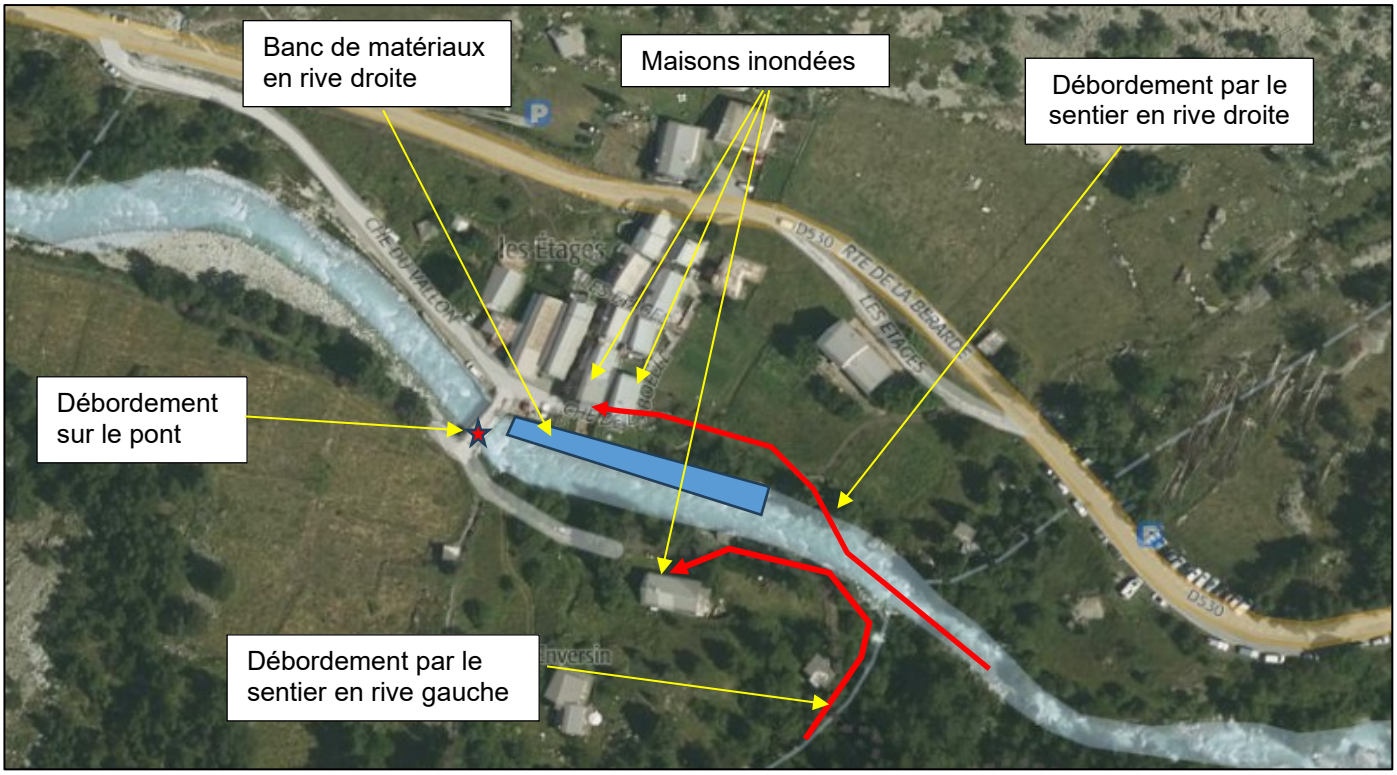


Figure 5 : localisation des dégâts, secteur des Etages

Figure 6. Confluence Vénéon ruisseau des Etages vue de la rive droite (photo23/10/2023)

Figure 7. Zone de débordement du Vénéon rive droite avec dépôt de sable (photo 23/10/2023)

Figure 8. Banc de matériaux déposé rive droite (photo 23/10/2023)

Figure 9. Pont des Etages avec parapet et conduite d'eau abimés (photo 23/10/2023)

- ***St Christophe en Oisans, secteur de Plan du Lac***

Au Plan du Lac, les écoulements occupaient la totalité de la largeur du lit avec des exhaussements localisés conséquents du niveau du fond du lit.

Des débordements boueux ont eu lieu sur l'ancien camping de Fontaine Bénites avec dépôts de matériaux contre la berge.

Au droit de la Combe des Perrons, on note des érosions de berge et arrachements de la RD 530 sur 100 ml. L'érosion s'est faite sur un point de faiblesse de la berge dépourvue de protection sur 20 ml environ, en face de la combe des Perrons. La destruction de la plateforme routière est complète sur la longueur. En fin d'évènement, des écoulements se sont propagés en pied de versant, sur l'amont de la route. Ils ont trouvé leur exutoire à la combe Croze, créant une petite érosion de la route à cet endroit.

La chaussée au niveau du secteur érodé en aout 2023 a été submergée. La précédente réparation de la chaussée n'a pas été affectée.

En rive gauche, la protection en enrochement du pylône EDF mise en place suite à la destruction d'un des pylônes en aout 2023 a été emportée. La berge est érodée sur près de 10 ml en profondeur.

On note également un débordement sableux sur la berge rive gauche avec inondation du sentier de Lanchatra et incision autour des culées de la passerelle. Des bancs de matériaux se sont formés dans le lit à l'amont immédiat de la passerelle de Plan du Lac. Les batardeaux réalisés pour la mise en assec des travaux sur la prise d'eau EDF ont été emportés.

Figure 10. Route emportée sur 100ml à plan du Lac au droit de la combe du Perron (photo 20/10/2023 vers 13h00)

Figure 11. Débordement au niveau de la réparation de la route d'aout 2023 (photo 20/10/2023 vers 13h00)

Figure 12. Retour des écoulements au niveau de la combe Croze le 20/10/2023 vers 13h00)

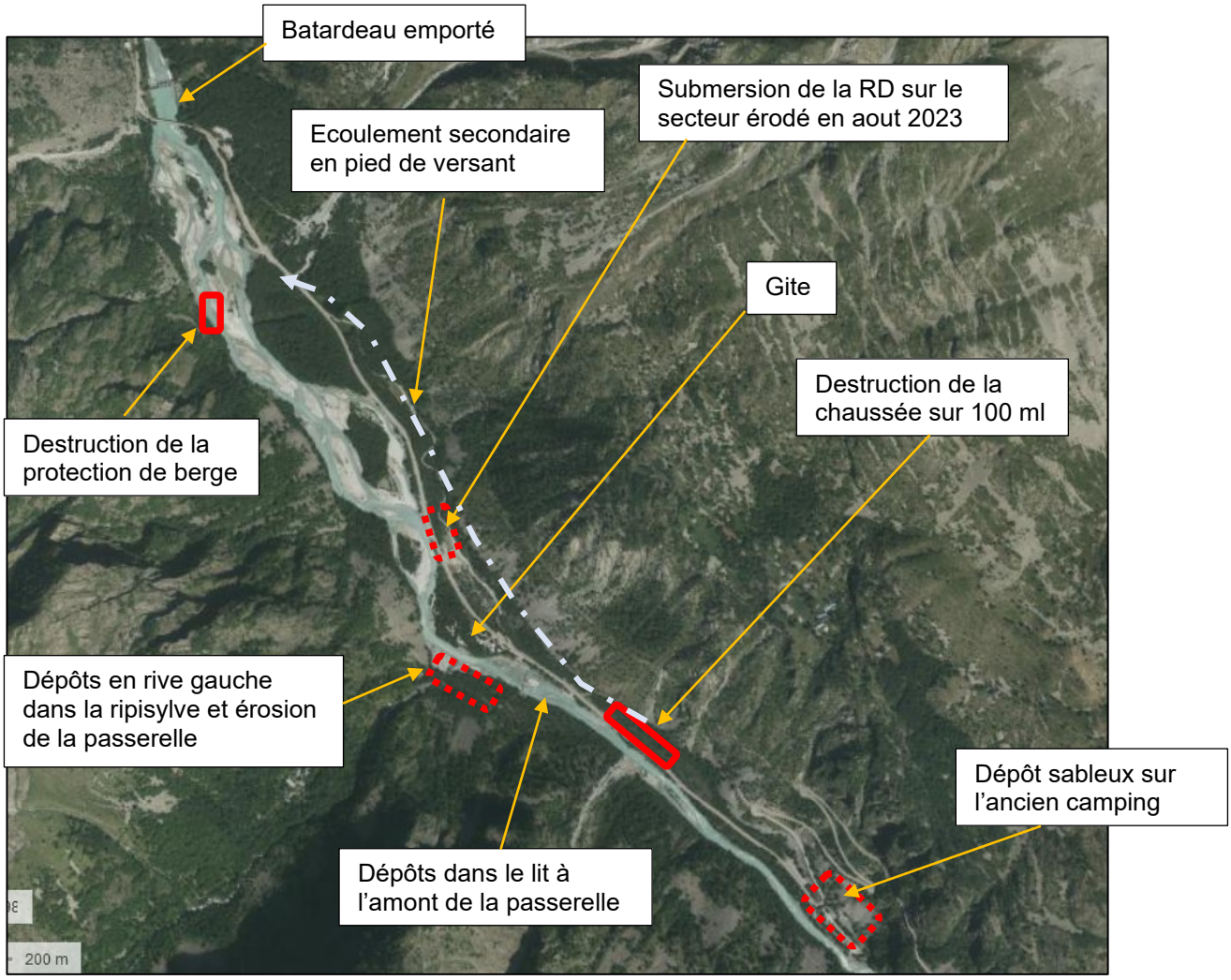


Figure 13: évènements secteur de Plan du Lac

Figure 14. Niveau d'eau à la passerelle de plan du lac (photo 20/10/2023 vers 13h00)

- ***Commune des Deux Alpes, Secteur de Bourg d'Arud / l'Alleau***

Ce secteur a été particulièrement impacté à l'aval du pont de la RD 530 sur le Vénéon. Sur le secteur des gorges entre Plan du Lac et Bourg d'Arud des érosions se sont produites dans les clapières en rive droite, dans un coude du torrent.

En rive droite, à l'aval du pont :

De l'eau boueuse a débordé sur la terrasse basse au droit du château de la Muzelle. Les écoulements se sont propagés sur une partie du camping du Moulin avec des hauteurs d'eau ne dépassant pas 50cm, mais avec des vitesses limitées. Les protections de berges entre le château et le pont sont localement détruites en 2 endroits de quelques mètres.

La digue en enrochement le long du camping a résisté. Elle a été submergée sur sa partie amont. Des signes de renardage sont visibles sur sa crête.

Au niveau de la piscine, la berge a cédé, laissant s'engouffrer des écoulements boueux importants avec des vitesses plus fortes. Le niveau d'eau sur l'aire de loisir et le bas de la piscine est de 1 à 1.5 m. Un chalet HLL du camping a été déplacé.

Vers 12h50, le déplacement d'un embâcle dans le Vénéon a provoqué une montée rapide du niveau d'eau sur les terrains, noyant les terrains de tennis, le terrain de volley et se propagent jusqu'aux deux maisons du lotissement en pied de versant. L'une d'elle a été légèrement inondée (10cm d'eau) dans la pièce la plus basse. Deux maisons ont été évacuées préventivement. La voie verte et le lac sont détruits à l'aval de l'aire de loisir.

En rive gauche, à l'aval du pont :

La rive gauche a connu de fortes érosions de berges allant localement jusqu'à 20ml. Le lit est porté à une largeur allant jusqu'à 50m.

Au niveau du parking, les remblais ont été emportés sur quelques mètres, laissant des réseaux à nus (adduction d'eau, eaux usées, eaux pluviales) à hauteur du bâtiment abritant des WC et un transformateur EDF.

L'anse d'érosion s'accentue au nveau des jardins et du camping de la Cascade pour emporter jusqu'à 20ml de terrain. L'ancien merlon de curage datant de 1958 a été emporté. Le volume érodé en rive gauche est estimé à 17 000 m^3.
Les réseaux d'eaux usées et adduction d'eau traversant le lit du Vénéon au droit de la piscine ont été partiellement emportés et les maisons les plus proches évacuées préventivement.

Dans le lit du Vénéon, un important dépôt de matériaux a été constaté sur une longueur de 200 ml depuis le parking rive gauche jusqu'à la piscine, zone correspondant à l'élargissement maximal en rive gauche. Le volume total déposé dans le lit est estimé par levé drone à 36 000 m^3. Le volume estimé à extraire au niveau du banc de matériaux est de 2 700m^3.

En amont du pont, on note des érosions de berge localisées et de faible ampleur. Le torrent de la Muzelle n'a pas connu de crue notable (aucun débordement constaté).

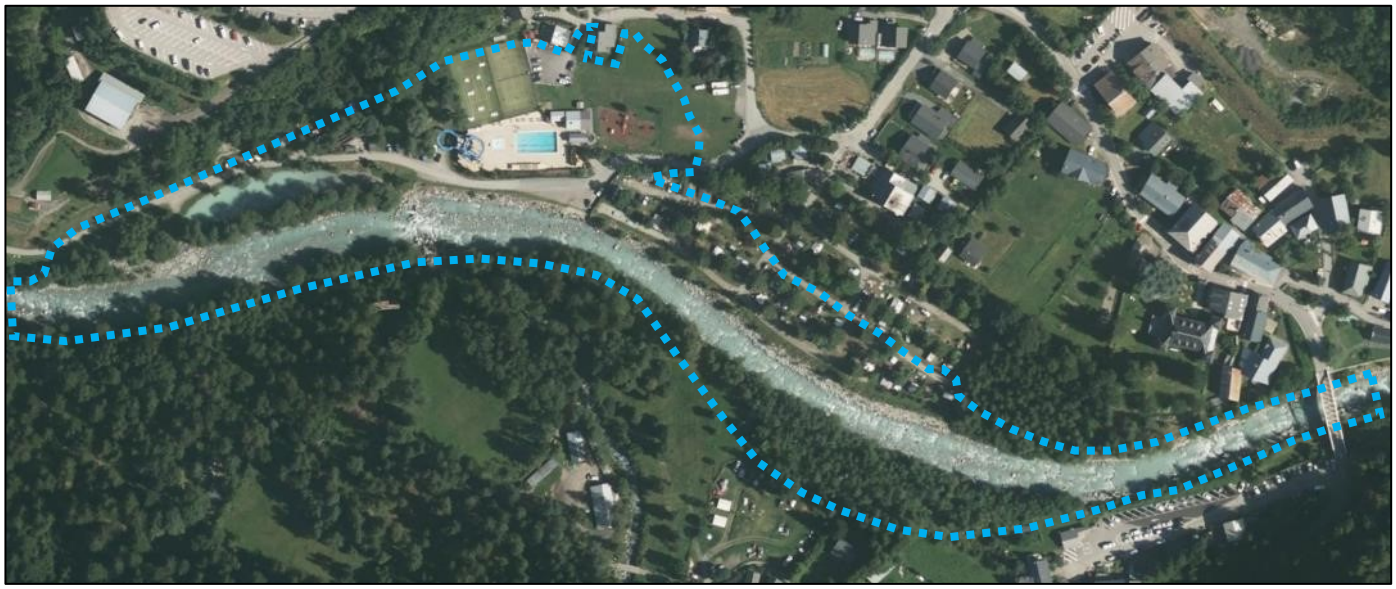


Figure 15 : relevé des limites de l'inondation

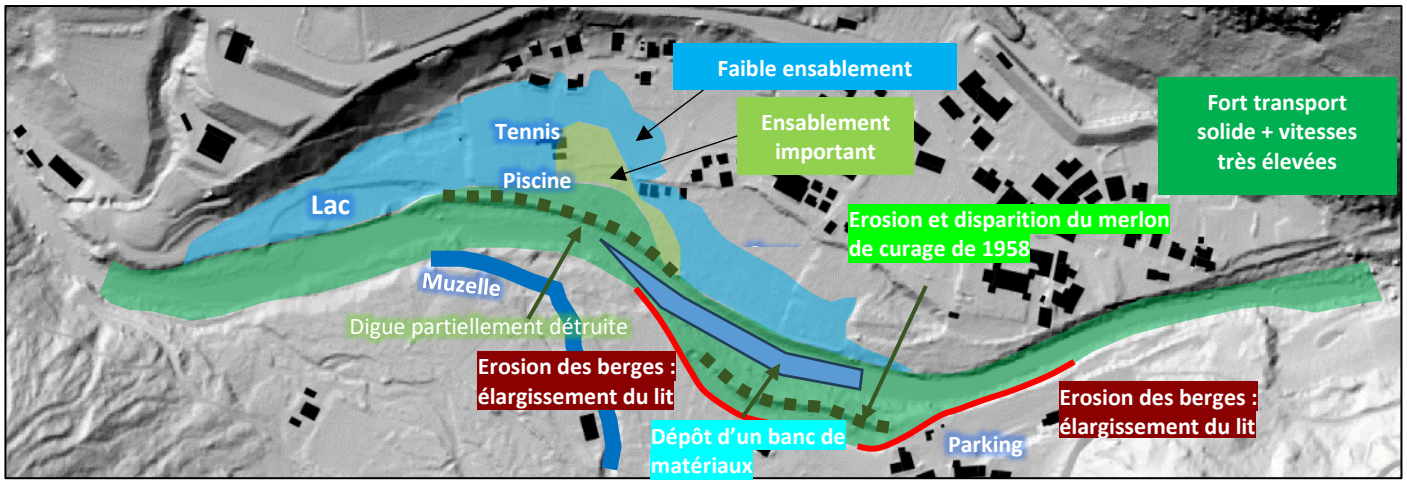


Figure 16 : Types de dépôts et processus constatés post crue le 21/10/2023

Figure 17. Parking de l'Alleau avec réseaux à nu le 20/10 à 12h10

Figure 18. Vue sur le camping du moulin le 20/10 à 12h10

Figure 19 : traces de débordement rive gauche à l'aval du camping de la Cascade le 20/10 à 12/10

Figure 20 Le ruisseau de la Muzelle à l'amont de la passerelle du camping le 20/10 à 12h20

Figure 21 vue du pont de la RD 530 le 20/10 à 12h30

Figure 22 : aire de jeu le 20/10 à 12h45

Figure 23 : aire de jeu le 20/10 à 13h50 pendant une montée rapide des eaux avec chalet emporté

Figure 24 partie aval du camping le 20/11 à 13h55

Figure 25 submersion de la berge et montée des eaux rapides à 12h50 au niveau de la piscine (photo 20/10/2023 à 12h50

Figure 26 montée de l'eau au niveau des maisons rive droite le 20/10 à 13h56

Figure 27 : niveau d'eau rive droite le 20/10 à 13h56

- ***Commune des Deux Alpes, secteur des Etroits :***

Entre Vénosc et les Ougiers, on note une mise en charge de la pile centrale de la passerelle des Etroits, avec des dépôts de sable sur le tablier. Néanmoins, le niveau d'eau global reste inférieur au niveau du pont.

La voie verte a été localement submergée sur les tronçons les plus bas. Des érosions et destructions partielles des deux protections de berges en rive droite à l'aval des Etroits et au droit de la combe de la Ruine ont été constatés. Sur ce dernier secteur, la voie verte a été partiellement emportée.

Une érosion d'une berge non protégée a entrainé la déstabilisation de la voie verte. A noter que ce point a été impacté par la suite par des chutes de blocs le 01/11/2023.

Au droit de la passerelle des Ougiers, le cheminement en haut de la pile du pont en rive gauche a été partiellement détruit et la voie verte est impraticable.

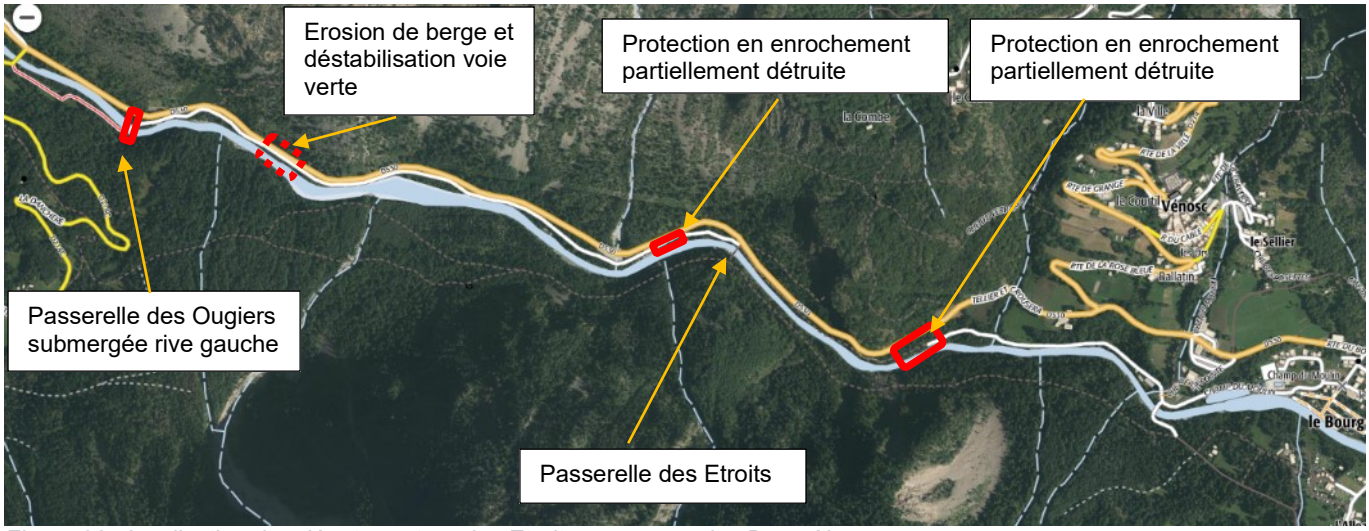


Figure 28 : localisation des dégâts secteur des Etroits, commune des Deux Alpes

Figure 29 : inondation voie verte secteur des Etroits (photo 20/10/2023)

Figure 30 : Passerelle des Etroits, mise en charge de la pile de pont (photo 20/10/2023 à 11h45)

Figure 31 destruction partielle de l'enrochement aux Etroits (photo 25/10/2023)

Figure 32 Chute de l'enrochement au droit de la combe de la Ruine (photo 25/10/2023)

Figure 33 Erosion de berge et déstabilisation de la voie verte (point qui sera impacté par une chute de bloc le 01/11/2023 (photo 25/10/2023)

Figure 34 Erosion du haut de berge au-dessus de la pile de pont affouillant le cheminement de la voie verte (photo 15/11/2023)

Figure 35 : niveau d'eau au pont des Ougiers le 20/10 à 14h20

- ***Commune de Bourg d'Oisans, secteur du Buclet :***

A Pont Escoffier, une érosion de berge s'est produite en rive droite et un mur de protection sous la centrale EDF a basculé.

Au Buclet, le Vénéon s'est écoulé sur toute la largeur du lit au moment de la crue. Une érosion de la berge en rive droite en forêt Domaniale de l'Oisans est visible, sur la parcelle louée par l'entreprise Gravier comme dépôt de matériaux inertes. Des matériaux entreposés sur la berge sont tombés dans le Vénéon.

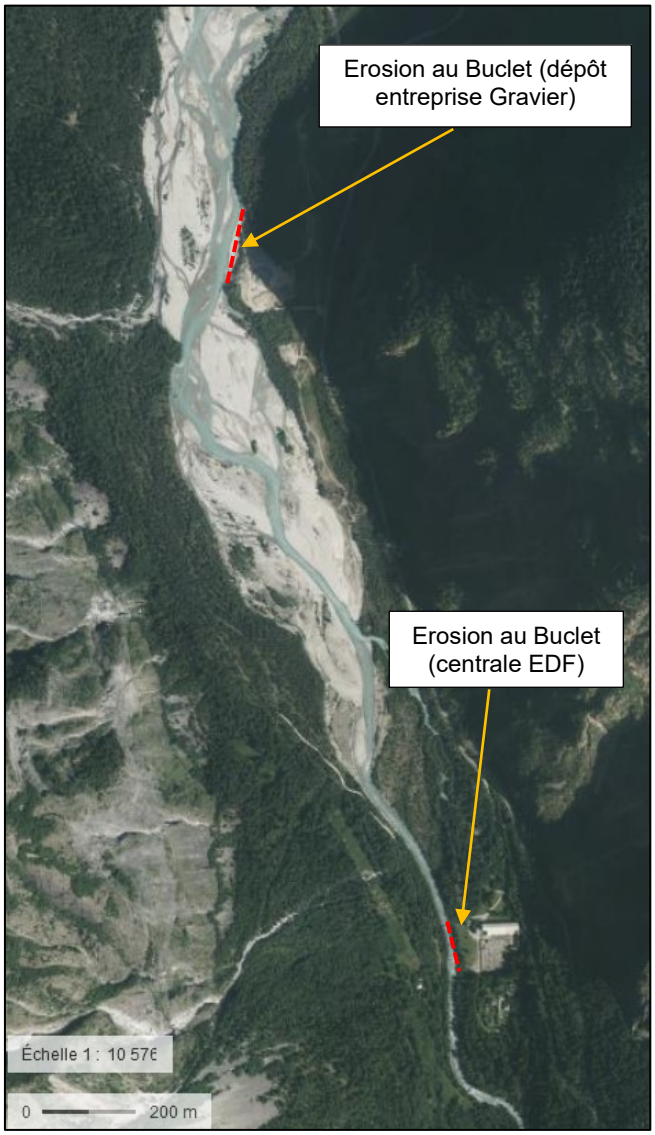


Figure 36 : localisation de l'érosion au secteur de Pont Escoffier et du Buclet

Figure 37 : basculement du mur de protection de berge à Pont Escoffier (photo 15/11/2023

3.2. Causes et durée du phénomène

Les précipitations sur le secteur constituent la cause principale de l'évènement avec 40 mm mesurés à Bourg d'Oisans.

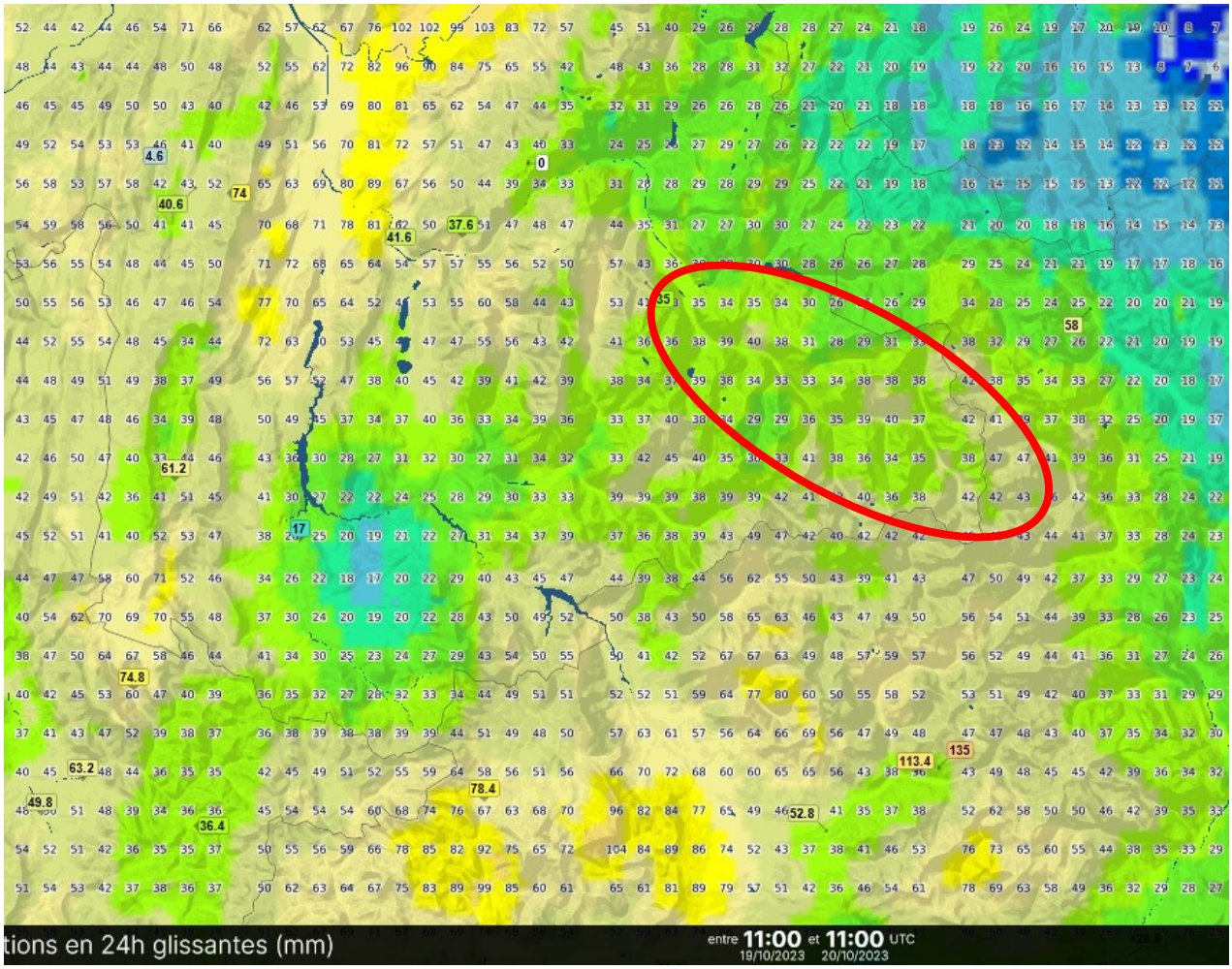


Figure 38. Estimation des cumuls de lame d'eau sur 24h (19/10/2023 au 20/10/2023 11h). Source : infoclimat

Les premiers dégâts sont annoncés en début de journée, à partir de 9h00. EDF précise que les mesures de débit sont relevées à 205 m3/s vers 10h au Pont de Bourg d'Oisans, y compris 1m3/s provenant de la Romanche au Clapier d'Auris. L'estimation est de 200 m3/s au Pont Escoffier.

La mesure de débit à la station située aux Etages est de 51 m3/s.

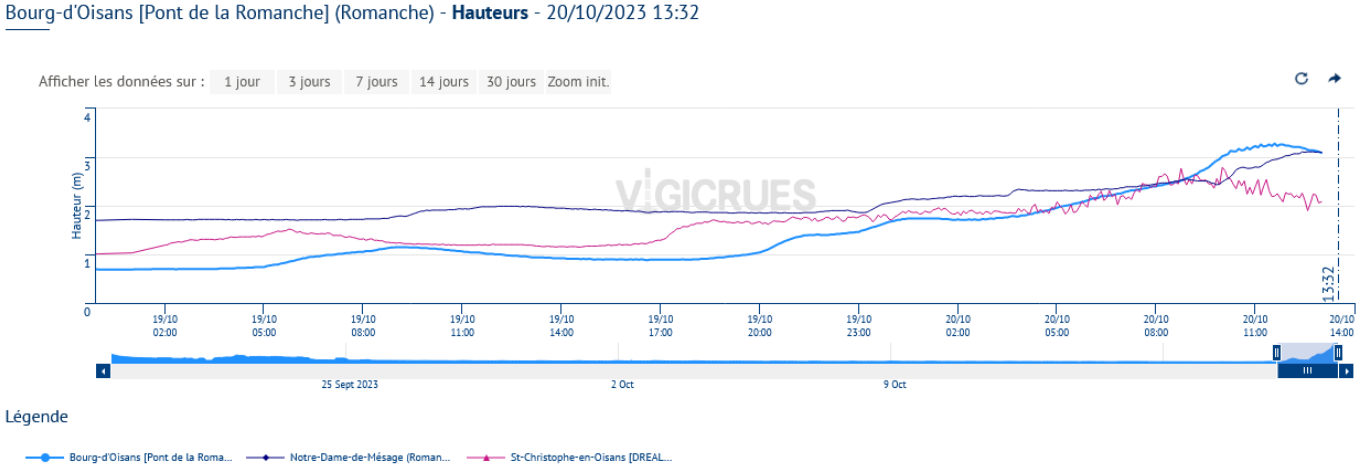


Figure 39. Graphique de la hauteur d'eau (en m) au Pont de la Romanche au Bourg d'Oisans. Source : vigicrues

3.3. Impacts

- ***Dégâts :***

Aux Deux Alpes :

- Destructions importantes sur le secteur de Bourg d'Arud / l'Alleau
- En rive droite, dépôts de sables sur le camping du Moulin et un chalet emporté par la crue.
- Dégâts sur les infrastructures de l'aire de loisir et de la piscine.
- Digue localement emportée. Voie verte détruite au niveau de la piscine.

A St Christophe en Oisans :

- Route RD 530 emportée à Plan du lac sur 100 ml
- Aux Etages, 2 maisons inondées. Dégâts sur le parapet du pont et sur la conduite d'eau qui y circule.
- A la Bérarde : RD 530 emportée entre le camping et la combe de Pierre Noire.

- ***Perturbations :***

Aux Deux Alpes :

- Réseau d'assainissement coupé à Bourd d'Arud et sous la voie verte à l'aval de Venosc.
- Base de loisir impraticable à Bourg d'Arud
- Camping du Moulin impraticable en l'état.
- Voie verte détruite à Bourg d'Arud au niveau de la Piscine et impraticable à plusieurs endroits à l'aval de Venosc.
- Passerelles sur le Vénéon endommagées et fermées à la circulation.

A St Christophe en Oisans :

- Circulation coupée sur la RD 530 sur les secteurs de Plan du Lac et la Bérarde.
- Evacuations des réseaux d'eau usées bouchées par le dépôt de matériaux dans le Vénéon à la Bérarde et aux Etages.

Aucune victime n'est à déplorer.

3.4. Témoignages

Une tournée sur site a été réalisée le 20/10/2023 par le service RTM en compagnie du SYMBHI, au moment de la crue.

Des échanges avec la préfecture ont également permis de faire remonter des informations.

4. Documents de référence

4.1. Carte des aléas naturels à la Bérarde (St Christophe en Oisans)

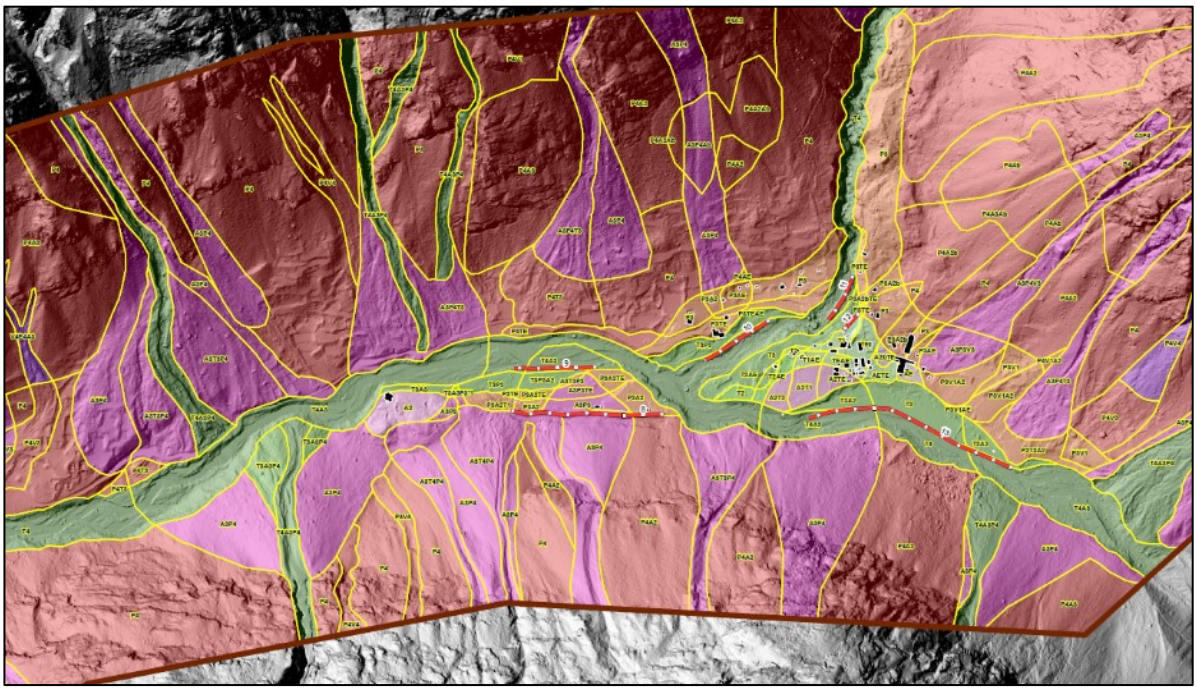


Figure 40 : carte des aléas naturels secteur de la Bérarde (juillet 2023)

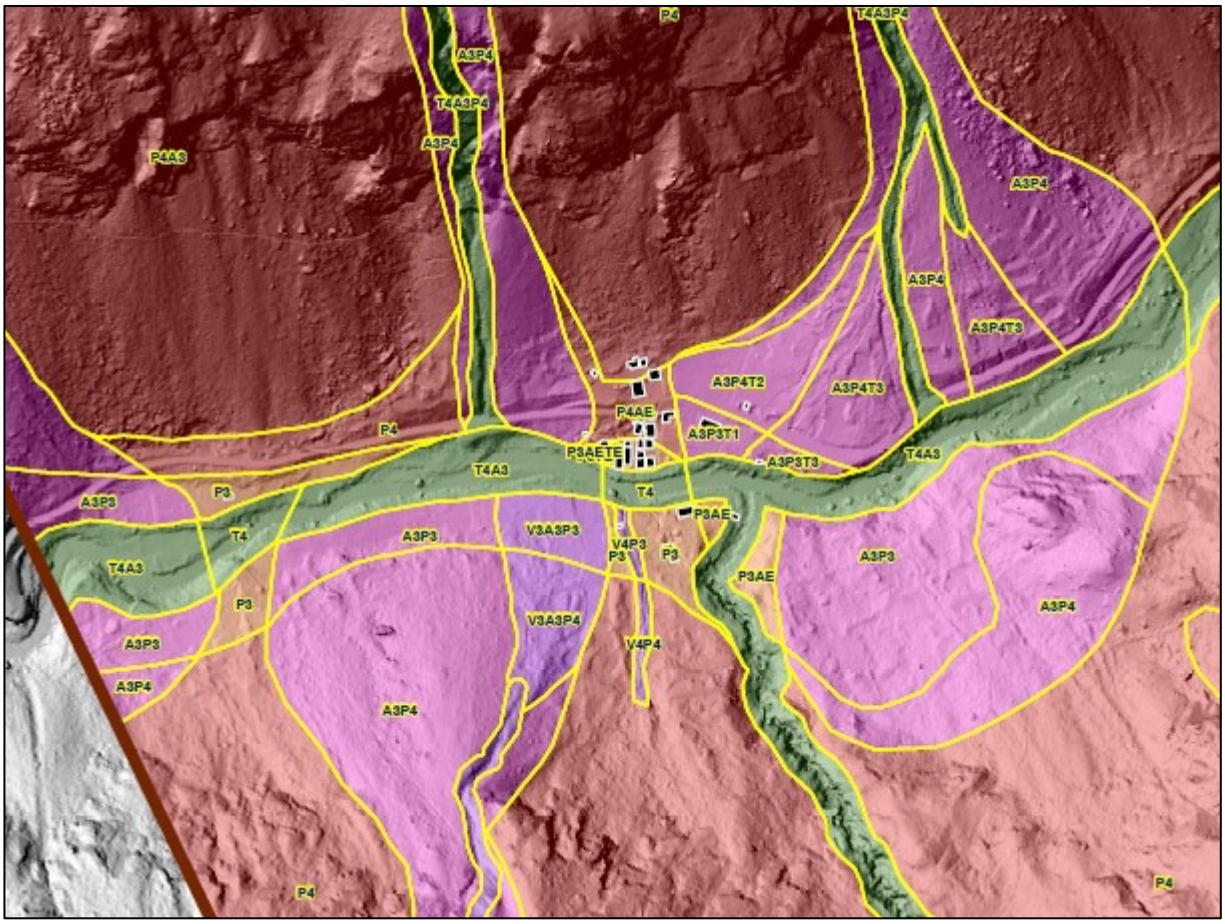


Figure 41 : carte des aléas naturels secteur des Etages (juillet 2023)

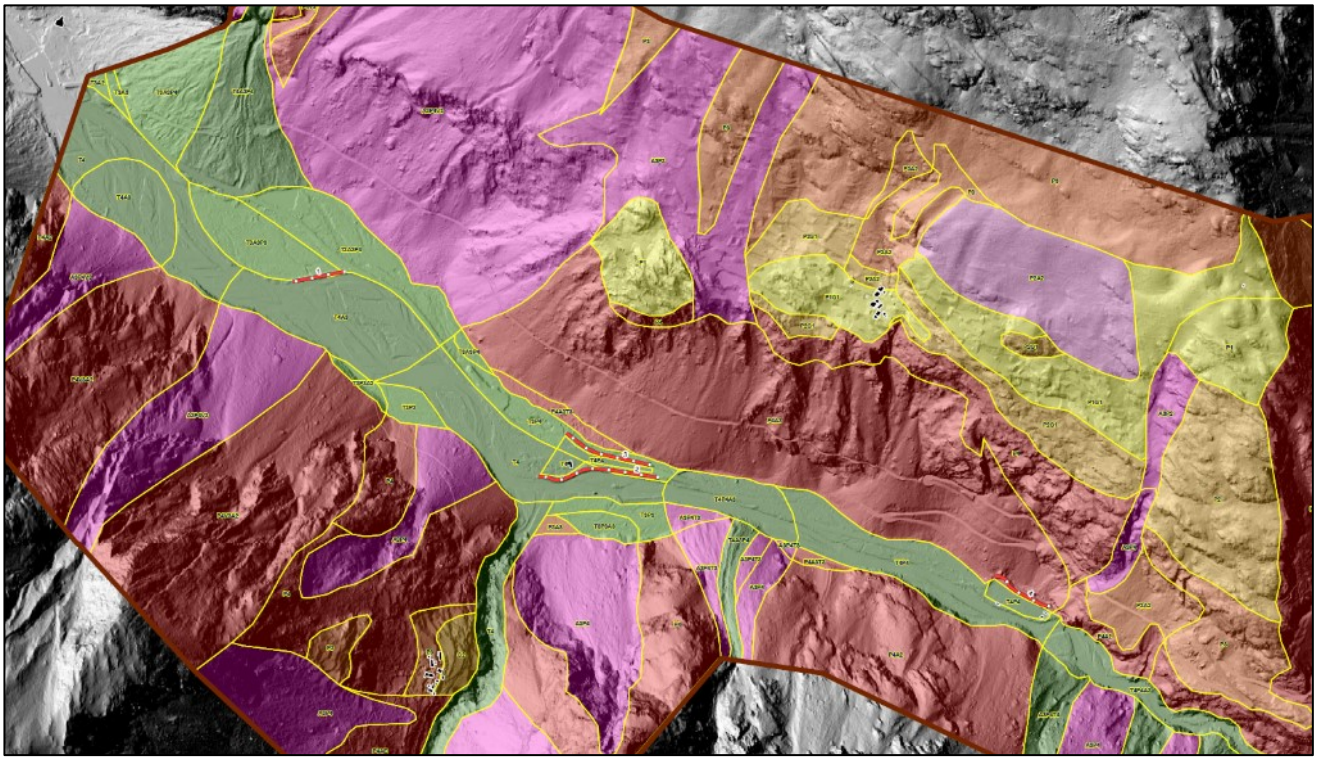


Figure 42. carte des aléas naturels secteur de Plan du Lac (juillet 2023)

4.2. Carte provisoire des aléas à Bourg d'Arud (Les Deux Alpes)

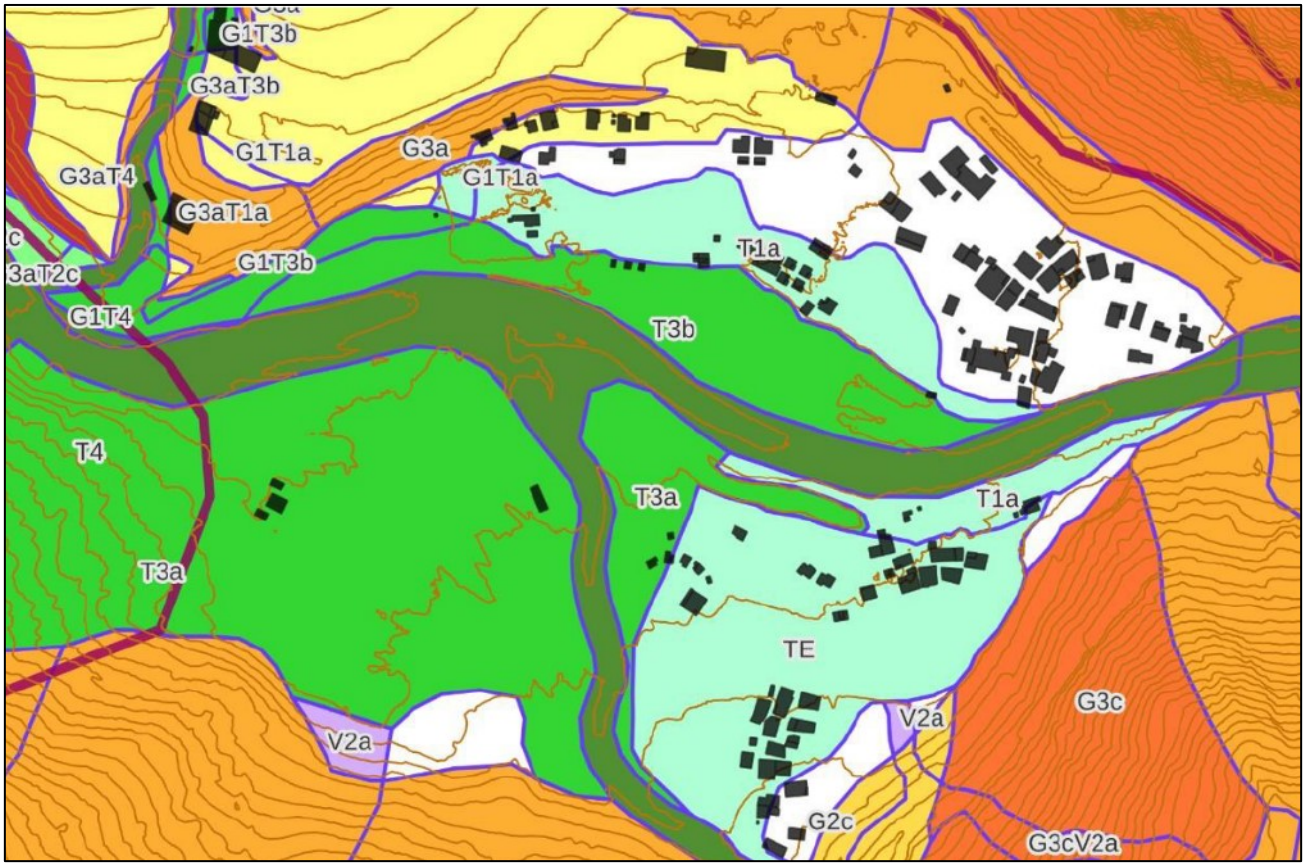


Figure 43. Extrait de la carte des aléas provisoire des Deux Alpes sur le secteur de Bourg d'Arud.

Sur la carte provisoire des aléas datant d'aout 2023, il a été envisagé des aléas fort de crues torrentielles (T3) sur la rive gauche et sur la rive droite du Vénéon. Les extensions maximales des crues du Vénéon en cas de phénomène d'ordre centennale, sont par endroits classés en alea faible (T1). Ainsi, un bon nombre d'emplacements de campings sont en aléa fort (campings de la rive gauche et de la rive droite) ainsi que la piscine. De plus les bâtiments d'accueil et de fonctionnement du camping et de la piscine sont en aléa faible.

4.3. Etudes

- RTM, Travaux de correction torrentielle à Bourg d'Arud et l'Alleau, Mémoire explicatif, 2000.
- ETRM-SUEZ, Etude hydraulique de la confluence du torrent de la Muzelle avec le Vénéon, 2020.
- ETRM-SAFEGE, Travaux de restauration de l'espace de liberté du Vénéon et de protection contre les crues torrentielles de la Muzelle (Venosc - Deux Alpes), 2020.

4.4. Historique

Le tableau ci-dessous recense les évènements recensés dans la BD-RTM sur les sites « *Vénéon Bérarde – Plan du Lac* » et « *Vénéon Plan du Lac/Pont -Escoffier* ».

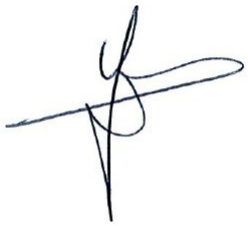
Date	Nature
09/1579	Crue torrentielle du Vénéon.
1700	Crue du Vénéon : 154ha de terres emportées à la Bérarde, aux Etages et à Champhorent
03/08/1785	Crue torrentielle du Vénéon. Plusieurs habitants de la Bérarde et des Etages emportés. 11 passerelles, 1 bâtiment, 3 ha de terres, 4 ha de prés et 2 ha de pré-bois emportés.
1852	Crue torrentielle du Vénéon. Pont de pierres de Vénosc détruit.
23/08/1877	Crue torrentielle du Vénéon. Aux Etages, pont en maçonnerie datant de 60 ans emporté. Tous les ponts et passerelles en bois ont été emportés. Le torrent étant sorti de son lit, a emporté des chemins et des terres, notamment au hameau des Etages.
02/08/1888	Crue torrentielle du Vénéon.
1899	Crue exceptionnelle du Vénéon de l'été 1899. Brèche de 11 m dans le barrage du Plan du Lac
07/1900	Crue du Vénéon de l'été 1900 (Juillet)
23/07/1914	Crue torrentielle du Vénéon. Passerelle de St-Christophe à la Bérarde emportée.
1922	Crue torrentielle du Vénéon. Pont des Etages sérieusement ébranlé.
29/09/1928	Crue torrentielle du Vénéon. Route au Bourg d'Arud emportée sur 80 m. Une maison également emportée. Pont du Bourg d'Arud impraticable et miné pour débloquer un barrage formé entre les 2 arches. Route de Vénosc à Bourg d'Oisans coupée. Pont des Ougiers aux Gauchoirs également emporté.
22/10/1930	Crue du Vénéon amont. La route qui remonte la vallée du Vénéon jusqu'au village de la Bérarde a été dégradée en 5 points. Elle a été complètement coupée ou emportée. Des dizaines de millier de m3 de terre ont été enlevée. Des blocs de rocher atteignant 100 m3 ont été charriés sur plusieurs centaines de mètres, certains considérés jusqu'à présent comme inébranlables servaient d'appui au chemin ou à une passerelle. A Bourg d'Arud, le Vénéon a doublé la largeur de son lit entrainant d'énormes pans de terre et emportant chemin, maisons et constructions diverses.
4ème trimestre 1937	Crue du Vénéon d'automne 1937. Digues corrodées rive droite du Vénéon à l'amont de la confluence avec la Romanche, au lieu-dit "Le Clapier"
08/06/1955	Crue torrentielle du Vénéon. Passerelle de l'Argentière emportée. Plusieurs ouvrages de protection détruits à hauteur de Bourg d'Arud.
22/08/1965	Crue torrentielle du Vénéon. Route de la Bérarde emportée sur 300 m de long et recouverte par 1,50 m d'eau à cause du barrage.
23/10/2006	Crue torrentielle du Vénéon. Pas de données hydrologiques mais débit estimé d'ordre supérieur à décennal. Au Bourg d'Arud, enrochements secs déstabilisés sur 30 m. Déstabilisation de berge en rive gauche au niveau de la place de l'Alleau (vers sanitaires) sur 15 cm ; affouillements ponctuels rive gauche à l'aval du pont.

08/08/2013	Crue torrentielle du Vénéon. La Bérarde : Affouillement de berges, notamment au camping rive gauche du Vénéon (enrochements détruits et route camping dégradée par des affouillements ; impacts moindres aux Etages (affouillement d'enrochements). Plan du Lac : Nombreux affouillements de berges notamment rive droite en aval du gite (enrochements de protection emportés, pylône EDF et route départementale menacés), nombreux ilots boisés emportés jusqu'à la retenue, passerelle de Lanchatra emportée. Bourg d'Arud : Affouillement de berges, notamment enrochements de protection de la digue RD en amont du pont de Bourg d'Arud. Les Ougiers : Débordement passerelle des Ougiers et affouillements RG : les niveaux d'eaux ont été très hauts, à quelques décimètres de la passerelle
29/08/2020	Crue du Vénéon ayant entrainé une érosion de berge rive droite à Plan du Lac.
27/08/2023	Crue torrentielle sur le Vénéon ayant emporté partiellement la R530 et un pylône EDF à Plan du Lac. Rive droite du Vénéon, RD530 partiellement emportée : une demi-chassée érodé sur 30m.Un pylône EDF affouillé à l'extrémité amont de l'affouillement

5. Conclusion

La crue du Vénéon le 20 octobre 2023 a causé de nombreux dégâts sur le tronçon allant de la Bérarde jusqu'au Buclet. Des érosions de berges ont par endroit entrainait un élargissement du lit et par conséquence des inondations/submersions de terrain et de voies de communication. Des relevés topographiques ont également mis en évidence un dépôt important de matériaux dans le lit sur les secteurs de Plan du Lac et du Bourg d'Arud.

Par conséquent, des actions d'urgences doivent être menées pour limiter le risque de nouveaux dégâts/perturbations lors des prochaines crues. Au Plan du Lac, la route départementale menant au hameau de la Bérarde doit être confortée à l'amont du gite. Sur le secteur de Bourg d'Arud, une réflexion devra être menée sur le projet déjà existant d'élargissement du lit et de reprise des protections de berge.

Rédacteurs de l'avis	**Validation**
Robin MAINIERI Pole expertise RTM Isère **Kristian ROYER** Responsable RTM Oisans	**Yannick ROBERT** Responsable du Pole expertise Isère 

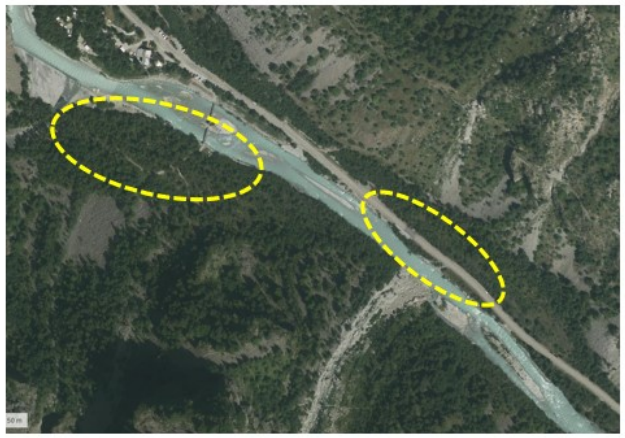
6. Annexes

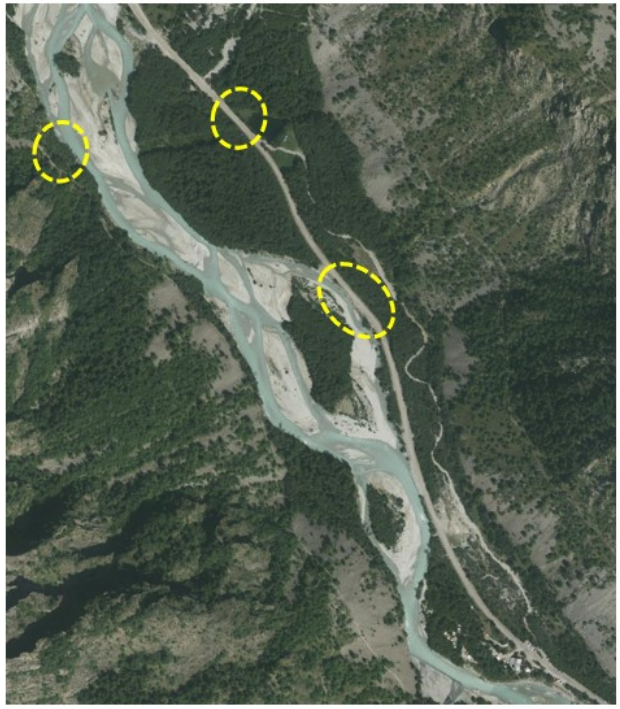
Figure 44. plan du Lac, submersion de la RD530 au niveau de la réparation de route d'aout 2023

Figure 45. plan du lac depuis le pont

Figure 46. Prise d'eau EDF de plan du Lac le 20/10/2023

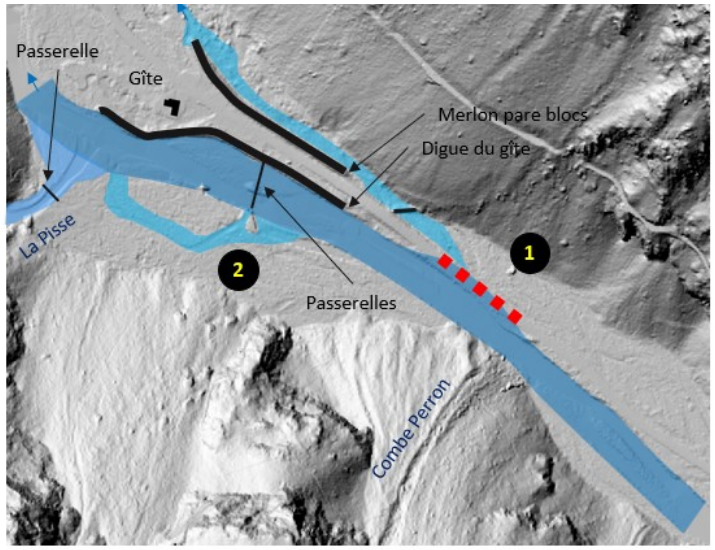
Plan du lac





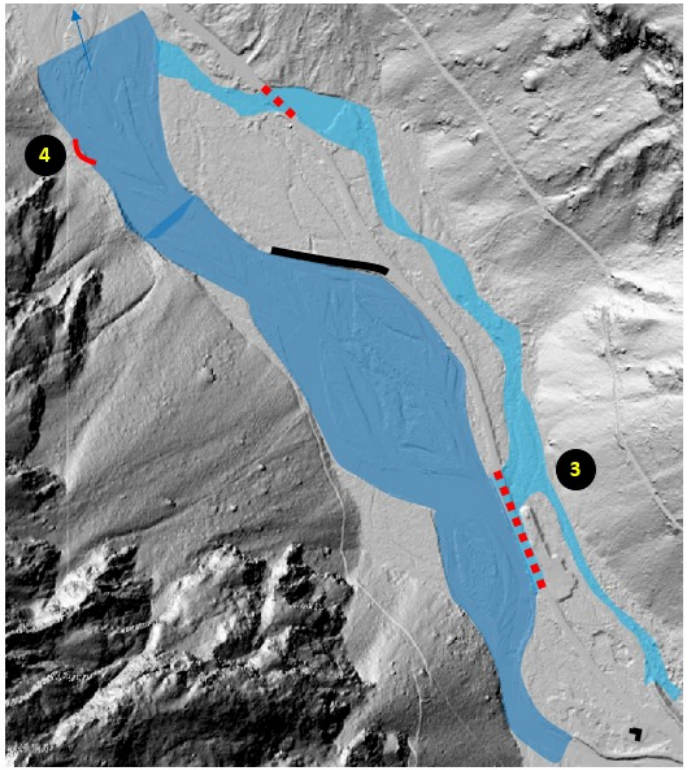
1 – Poursuite de l'engravement du lit -> élargissement de la bande active -> érosion du remblai de la RD 530 -> **disparition du remblai et de la chaussée** -> remise en eau d'un ancien chenal à flanc de versant.

2 – Légers débordements en rive gauche -> dépôts de sables dans la ripisylve -> inondations du sentier de Lanchâtra.



3 – **Submersion de la chaussée de la RD 530** au niveau de l'érosion/débordement de la crue du 29 aout 2023. La nouvelle chaussée à bien tenue -> les débordements ont rejoint ceux provenant de l'amont -> retour des eaux au niveau du cône de déjection de la Croze, par **submersion de la RD530**.

4 – Protection du pylône RTE mise en place après la crue du 29 aout 2023 : **emportée**.



Secteur 1 : Amont du gîte

2 *Sentier de Lanchâtra et dépôts sableux en rive droite (aulnaie) - Le 21/10 à 14h*

Photos : RTM

Bras rive droite de l'autre côté de la RD 530 remis en eau par la crue

4

Photos : RTM

Amont et aval du pont de la RD 530 à plan du lac

Secteur Gros Clapiers : sapement des éboulis : non visibles sur orthophotographies de 2021

20/10/2023 : amont du pont 13h30

20/10/2023 à 15h30

20/10/2023 : centre du camping à 13h50

20/10/2023 : aval du pont 13h30

20/10/2023 à 13h30

20/10/2023 : aval du camping à 13h50

20/10/2023 : aval du pont 13h30

20/10/2023 à 13h55

20/10/2023 : 3e HLL du camping emporté !

20/10/2023 à 13h30 : aval du parking. Le merlon a disparu !

20/10/2023 : bâtiments de la piscine à 13h30

20/10/2023 : Villas-chalets en rive droite, à 13h56

Photos : RTM

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE *Liberté Égalité Fraternité* Office National des Forêts rtm restauration des terrains en montagne	**Agence RTM Alpes du Nord** **Service Départemental RTM de l'Isère**
	Rapport financé dans le cadre de la mission d'intérêt général RTM pour le Ministère de la Transition Ecologique.

Communes de Saint Christophe en Oisans, des Deux Alpes et Bourg d'Oisans.
Crue torrentielle du Vénéon et des Etançons
--
Rapport d'événement

Date de diffusion : sept-2024	Version de document : 5
Archivage & identifiant document RTM : 2024-ONF-RTM 26/38-0065	

Liste de diffusion :	**Rédigé par :**
Mairies **Préfecture** **DDT** **DGPR** **SYMBHI** **Conseil départemental** **SDIS et USEM** **RTM :** Secteur B	R. MAINIERI - A. BLANC - V. MANO : Ingénieurs RTM38 Y. ROBERT : Responsable pole expertise RTM38 **Validé par :** P. VERRY – Chef de service RTM38

Sommaire

SOMMAIRE 1

1. CONTEXTE 1

2. LOCALISATION 2

3. CONSTATS ET OBSERVATIONS 3

3.1. NATURE DES PHENOMENES 3
3.2. CAUSES ET DUREE DE L'EVENEMENT 40
3.3. IMPACTS 43
3.4. HISTORIQUE 44

1. Contexte

Le 21 juin 2024, plusieurs hameaux situés sur les communes de St-Christophe-en-Oisans, des Deux Alpes et de Bourg-d'Oisans ont été impactés par des crues torrentielles de la rivière torrentielle du Vénéon et de ses affluents, en particulier du torrent des Etançons à la Bérarde.

Ces crues ont causé de nombreux dégâts nécessitant l'évacuation d'environ 110 personnes, notamment au hameau de la Bérarde. Plus en aval, au niveau de Plan du Lac et de Bourg d'Arud des dégâts sur les réseaux et infrastructures (routes, ponts, etc) ont été constatés. Au total, trois campings et un gîte ont été

évacués par anticipation, en partie la veille des événements au vu des conditions météorologiques annoncées.

Ce rapport a pour objet de dresser un état des lieux des constats effectués depuis le 21 juin par le service RTM de l'Isère mais aussi à partir des informations récoltées auprès des autres services intervenant lors de la gestion de crise (SDIS, SYMBHI, Conseil Départemental, Météo France).

Une précédente version de ce rapport a été diffusée le 27 juin 2024. Depuis, des visites sur site ont été faites au niveau des zones sources d'apports en matériaux situées sur le secteur des Etançons aval et du vallon de Bonne Pierre. Un vol en hélicoptère effectué le 28 juin a permis d'acquérir des orthophotographies ainsi qu'un relevé précis de la topographie post-événement.

Des travaux d'urgence ont également été entrepris par les communes et gestionnaires (SYMBHI, Conseil Départemental) afin de rétablir les voies de communication ou de protéger les biens et les personnes les plus exposées.

Une rétro-analyse plus approfondie pilotée par le RTM pour le compte de l'Etat sera réalisée au cours des prochains mois sur le secteur de la Bérarde, dont le caractère exceptionnel nécessite de recueillir des informations complémentaires pour une meilleure compréhension du phénomène.

2. Localisation

Les crues du 20 et 21 juin 2024 ont impacté le linéaire du Vénéon en différents points, comme illustré sur la carte ci-dessous. Néanmoins, les impacts les plus importants sont observés au hameau de la Bérarde en lien avec une crue exceptionnelle du torrent des Etançons alimentée par le torrent de Bonne Pierre.

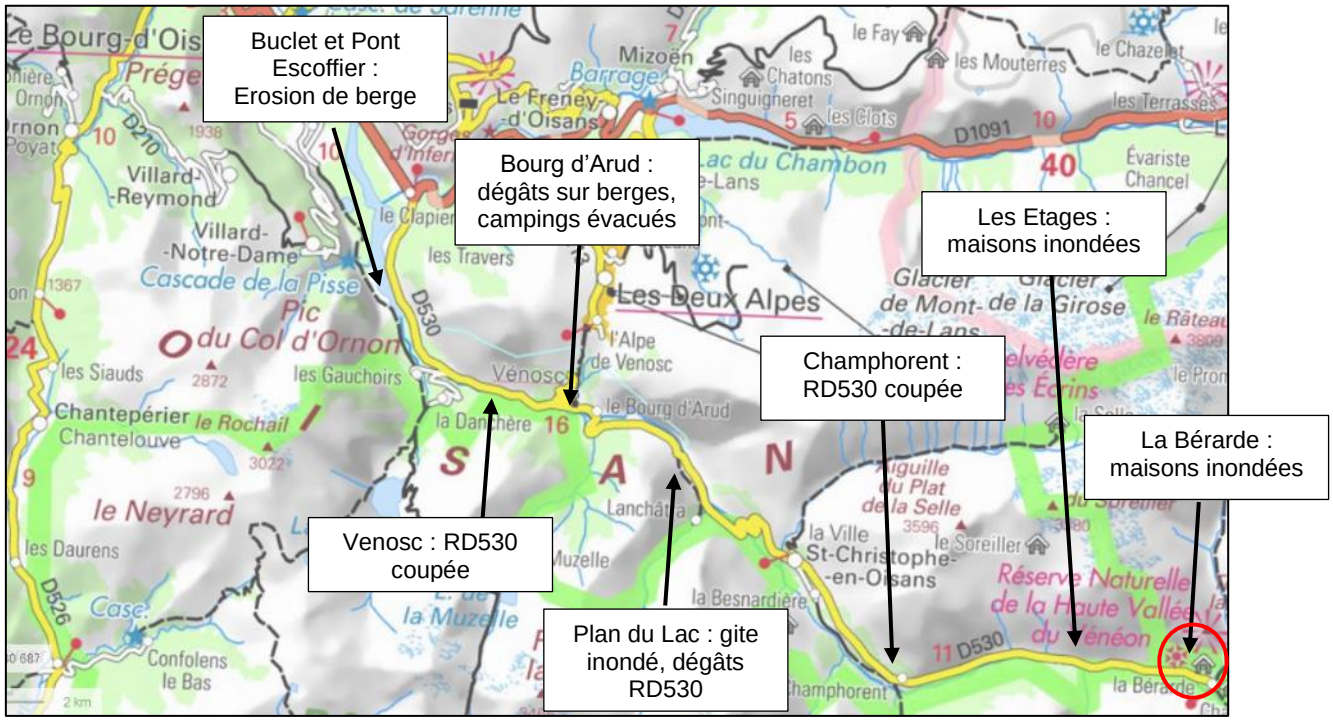


Figure 1. Localisations des principaux enjeux impactées par les évènements du 21 juin 2024 dans la vallée du Vénéon

3. Constats et observations

3.1. Nature des phénomènes

➢ Commune de St-Christophe en Oisans : Vallon des Etançons et de Bonne Pierre

Les reconnaissances en hélicoptère effectuées le 22 juin 2024 et les visites sur le terrain les 28 juin et 10 juillet montrent qu'un important apport de matériaux s'est déposé au niveau du cône de déjection du vallon de Bonne Pierre, à la confluence avec le torrent des Étançons.

Les photographies aériennes et les constats réalisés sur place semblent indiquer qu'une vidange de lac supraglaciaire s'est produite au niveau du glacier de Bonne Pierre. En effet, une photographie datée du 13 juin 2024 montre un lac visible à la surface du glacier. Lors de la première reconnaissance de terrain le 22 juin 2024, ce lac avait été vidangé. Ce lac supraglaciaire semble présent (ou partiellement présent) sur les images satellites de printemps ces dernières années : il s'agirait donc d'un lac temporaire se créant au printemps à la faveur de la fonte nivale, et disparaissant en début d'été. Ce lac drainerait une surface de 3 km² selon le MNT Lidar 2021 à 10 m (IGN). Le lac se forme dans plusieurs dépressions situées à la surface du glacier noir qui communiquent entre elles pour ne former qu'un seul lac à partir d'un certain niveau.

La surface du lac estimée à partir des analyses de terrain est de 13 000 m² pour un volume de l'ordre de 90 000 m³.

La vidange s'est effectuée en intra-glaciaire puis sous le glacier puisqu'aucune trace d'érosion et aucune brèche n'est visible en surface du glacier. L'exutoire du lac est visible au fond de la dépression situées la plus à l'aval, avec un entonnoir s'enfonçant dans le glacier. Les dimensions de l'entonnoir sont de l'ordre de 10 m par 10 m à la surface puis de 1.5 m par 2.5 m en plongeant dans le glacier (réduction de la section très probable en plongeant dans le glacier mais pas d'observation possible depuis la surface). La vidange s'est possiblement déroulée en plusieurs heures puisque la section d'écoulement est limitée (contrairement à un écoulement à surface libre) et qu'aucune rupture de bouchon de glace n'a été constatée au front du glacier. Ces hypothèses seront à affiner au regard de la rétro-analyse à venir à laquelle seront associés des experts glaciologues. La reconstitution de la vidange du lac sera dans tous les cas un exercice complexe et entaché de fortes incertitudes.

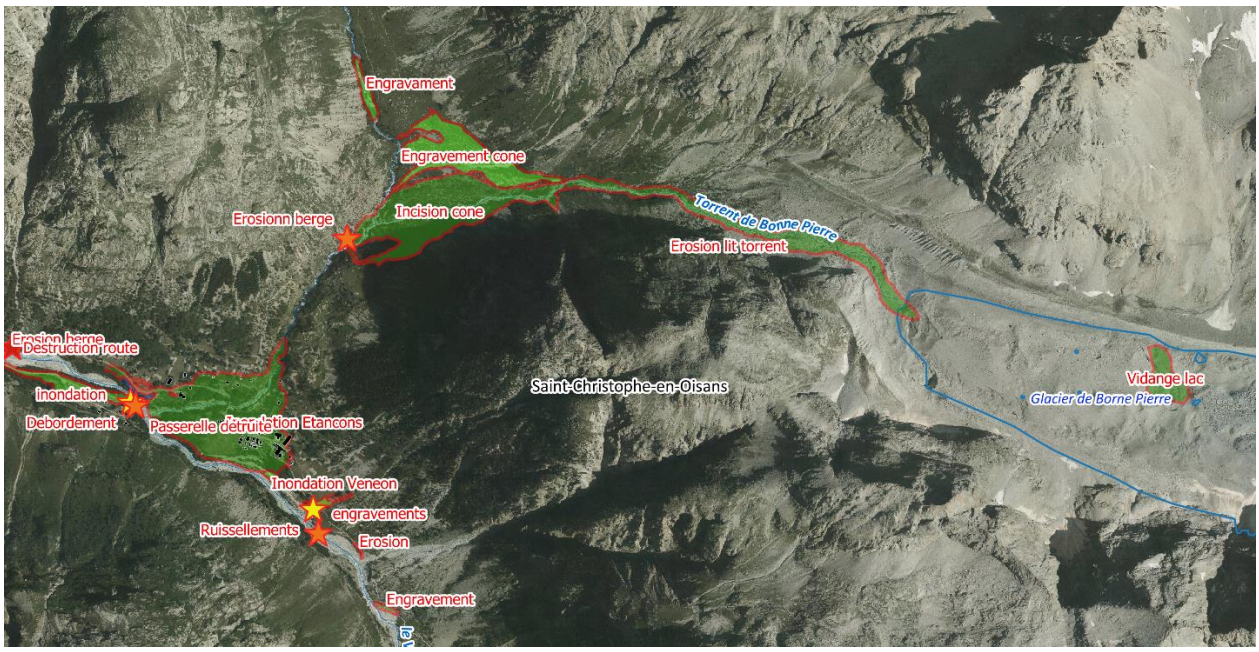


Figure 2. Cartographie des emprises du phénomène constaté dans le vallon de Bonne Pierre.

Figure 3. Lac sur le glacier de Bonne Pierre le 13 juin 2024 (source : Camp2Camp)

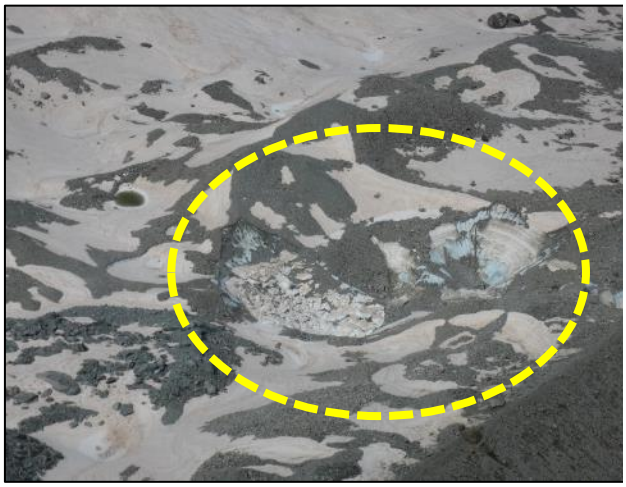


Figure 4. Lac vidangé sur le glacier (RTM, 22/06/2024)

Figure 5. Chenal de vidange le 28 juin (RTM)

Figure 6: Emplacement approximatif du lac, en rive droite du glacier de Bonne Pierre

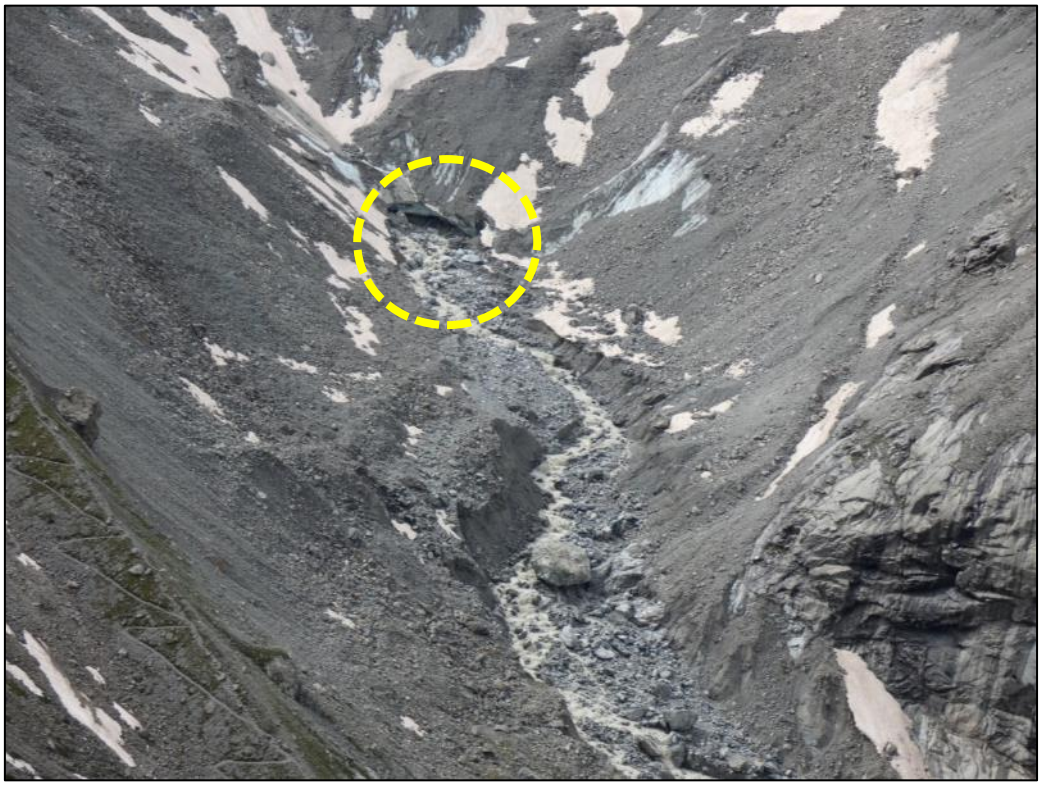


Figure 7. Front du glacier de Bonne Pierre et incision dans les matériaux morainiques (RTM, 22/06/2024)

Figure 8. Chenal de vidange du lac le 11/07/2024 (RTM)

Figure 9. Front du glacier de Bonne Pierre le 11/07/2024 (RTM)

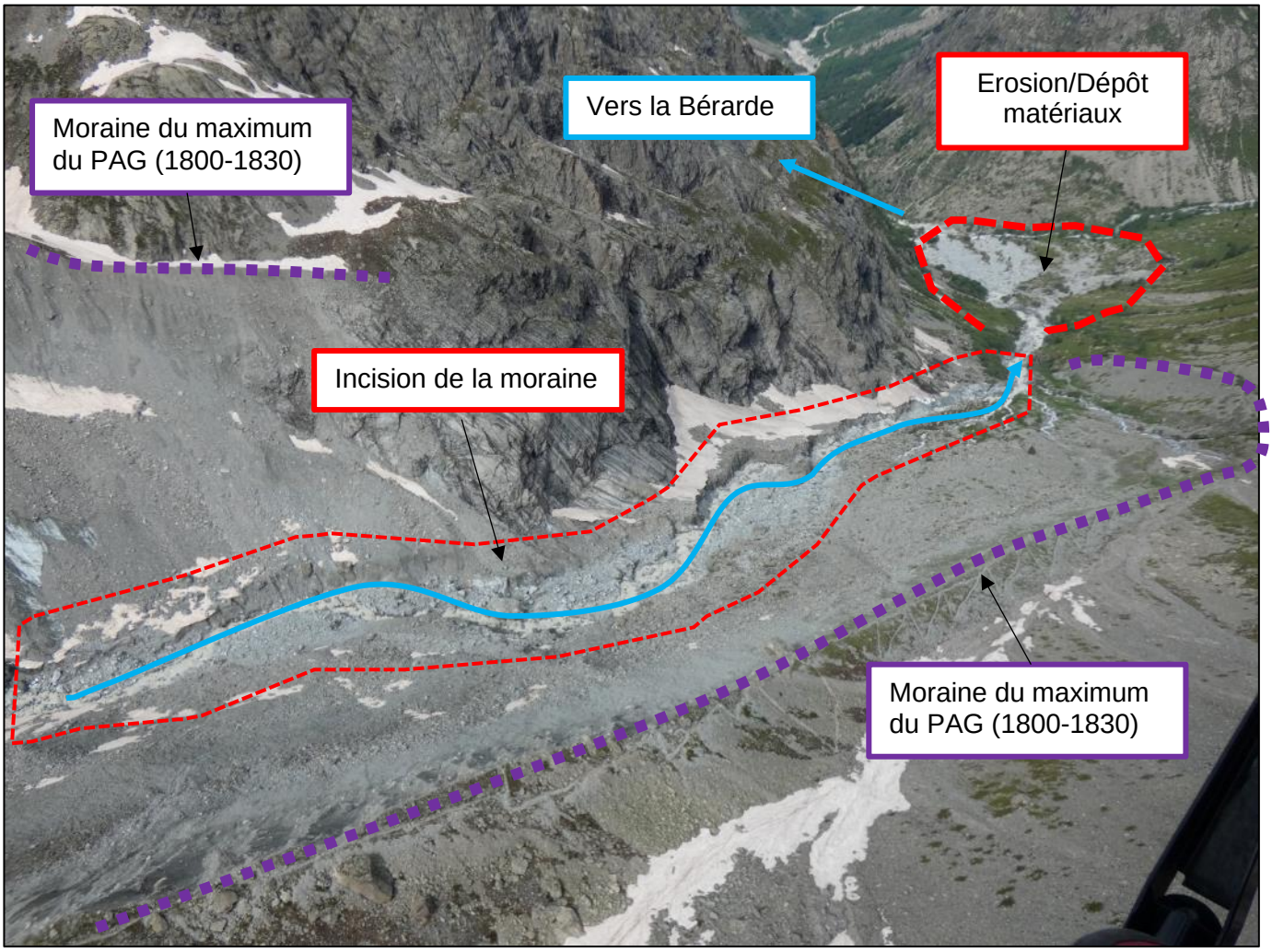


Figure 10. Vallon de Bonne Pierre (22/06/2024, RTM)

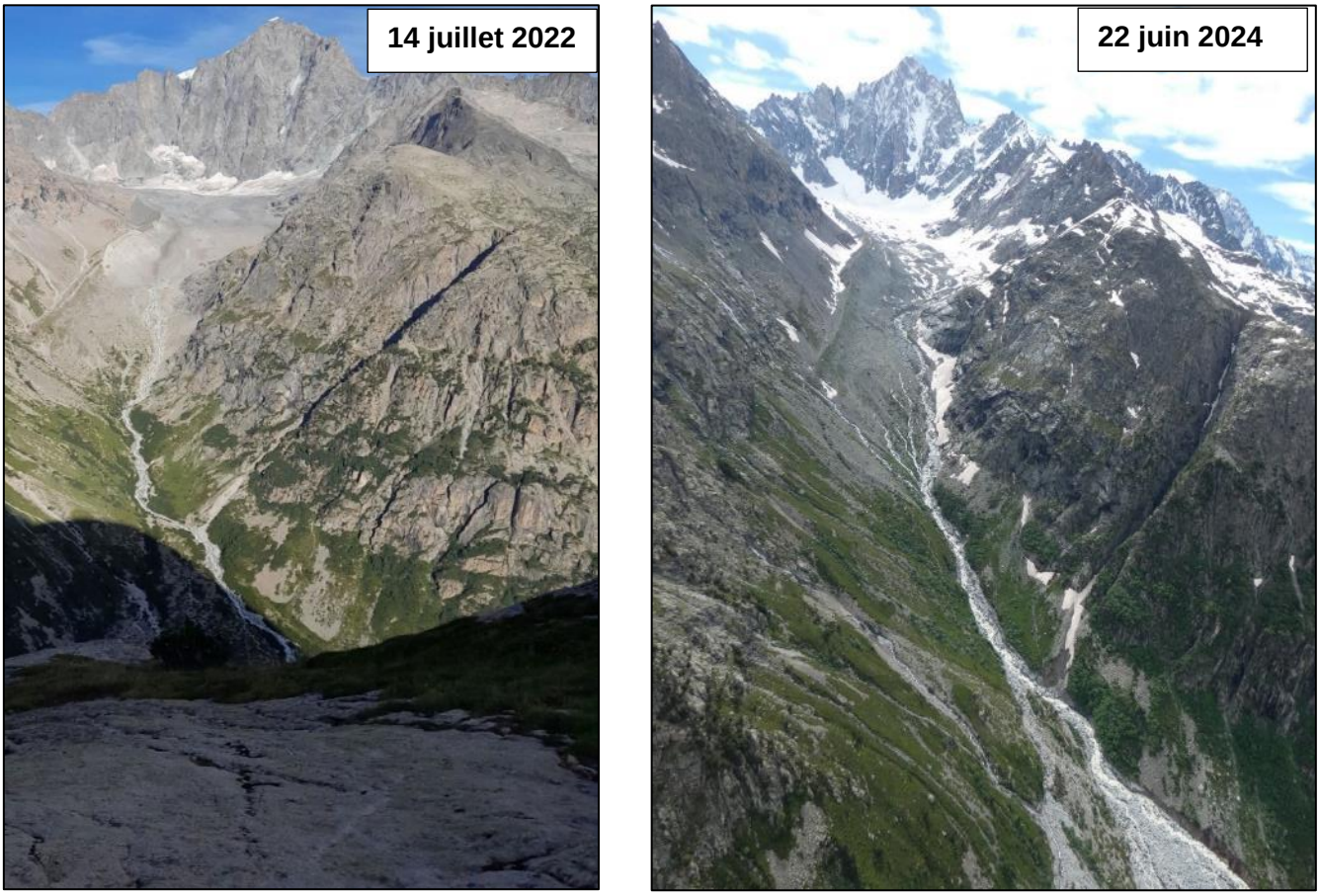


Figure 11. Comparaison du vallon de Bonne Pierre en juillet 2022 et juin 2024. L'incision de la moraine sur la photographie de 2024 est notable.

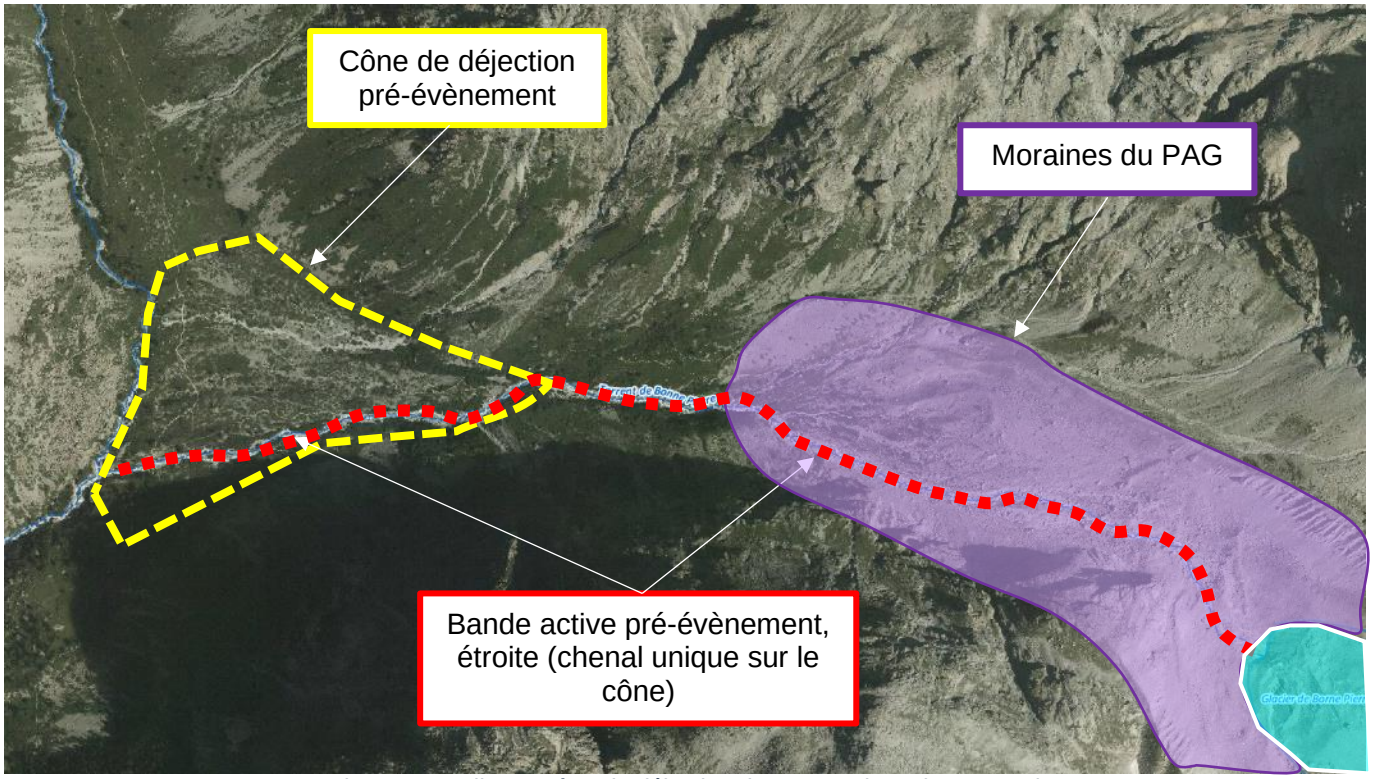


Figure 12. Vallon et cône de déjection de Bonne Pierre (IGN, 2021)

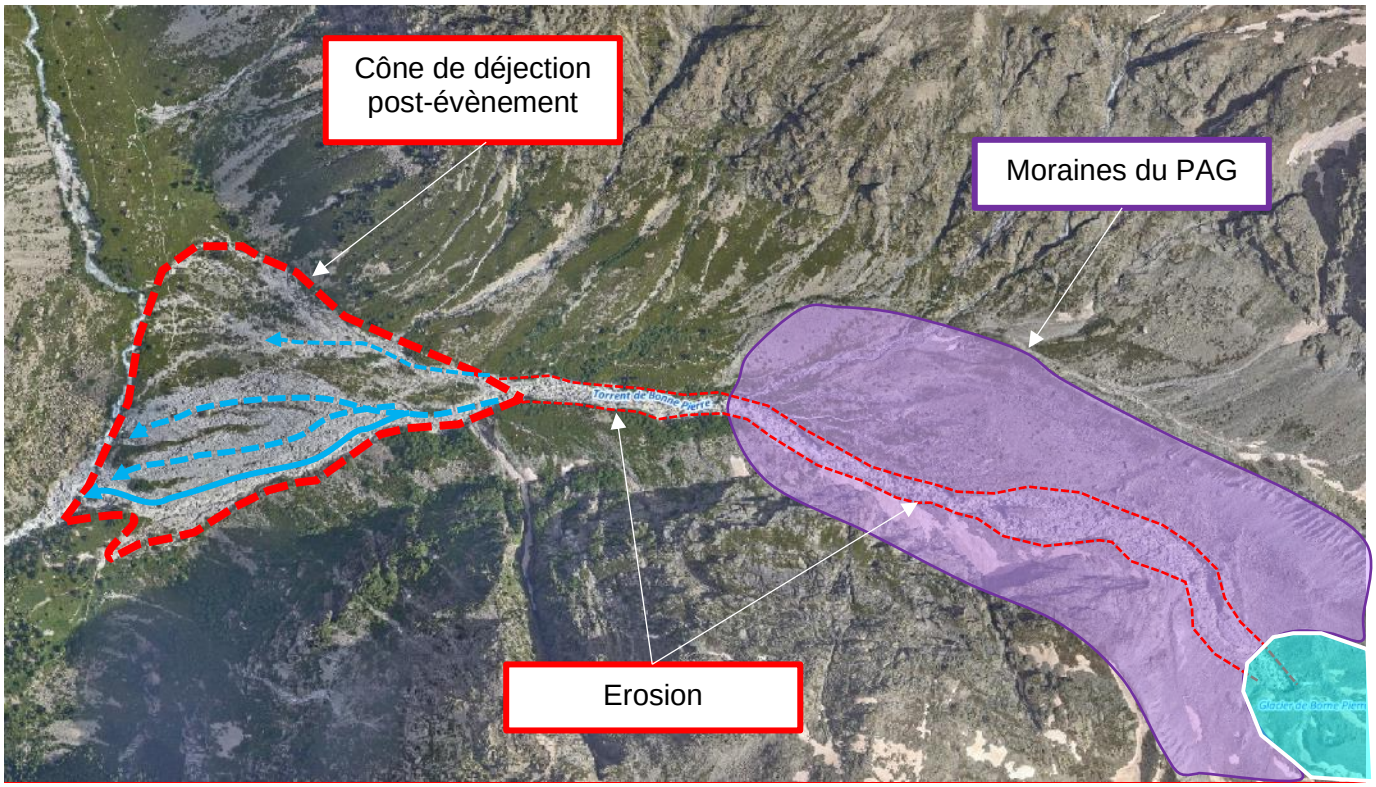


Figure 13. Vallon et cône de déjection de Bonne Pierre - (Helimap pour Etat - 28 juin 2024)

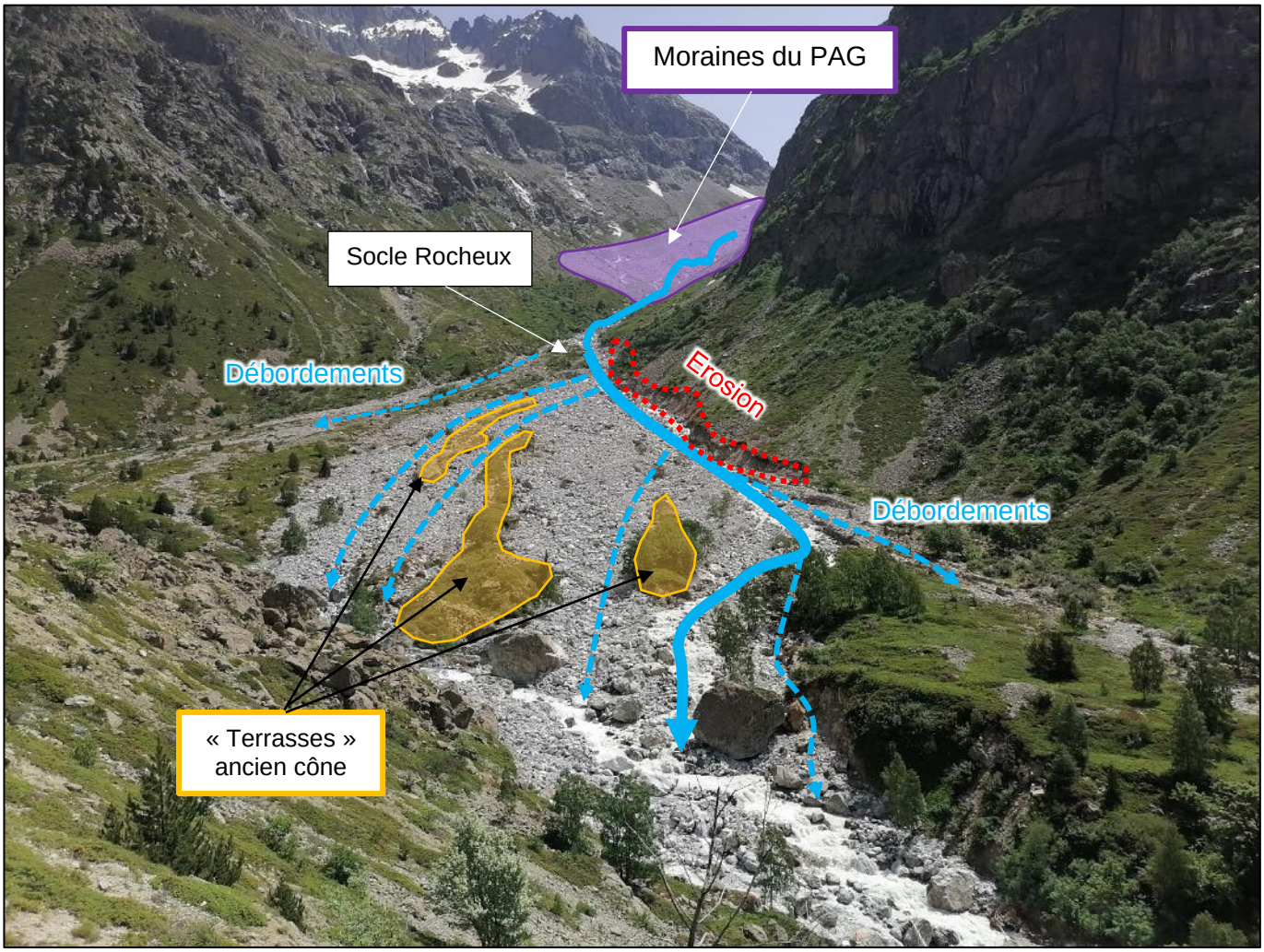


Figure 14. Cône de déjection de Bonne Pierre (28/06/2024, RTM). Les flèches bleues représentent les écoulements actuels (trait plein) ou les trajectoires empruntées au moment de la crue (trait pointillé).

Le torrent de Bonne Pierre, qui s'écoule dans des matériaux morainiques, a été fortement incisé, parfois sur plus de 10 mètres de profondeur sur le tronçon allant du glacier jusqu'à l'apex du cône. Le substratum est visible par endroits. A l'apex du cône, un épaulement rocheux scinde les écoulements en rive gauche et en rive droite du cône, en empruntant deux gorges distinctes mais qui, lors événements majeurs comme ce fut le cas le 21 juin, fonctionnent conjointement. Lors de l'événement du 21 juin, la majeure partie des matériaux a transité dans la gorge en rive gauche. En plus d'une incision déjà bien marquée dans la moraine, une quantité importante de matériaux a été reprise dans ce qui constituait jusque-là l'ancien cône de déjection du torrent de Bonne Pierre. Sur le terrain, on distingue des terrasses de l'ancien cône de déjection (avant le 21 juin) qui se situent à un niveau plus élevé que les dépôts post-crue. Cela confirme que l'érosion sur le cône a été supérieure au volume déposé. Le volume érodé est estimé entre 350 000 et 375 000m^3 entre le front du glacier de Bonne Pierre et l'entrée des gorges des Etançons

À noter que le torrent des Étançons, qui a fait l'objet de crues importantes ces dernières années (notamment en 2022 et 2023), ne présente pas de signe de déstabilisation particulier lors de cet événement ; bien qu'une crue avec un transport solide actif s'y soit sans doute produite, le long linéaire et les vastes zones de dépôts ont permis une régulation efficace des apports solides sur ce torrent. Ce constat semble valider l'hypothèse selon laquelle la grande quantité de matériaux qui ont transité jusqu'à La Bérarde provient principalement du vallon de Bonne Pierre.

➢ Commune de St-Christophe en Oisans : La Bérarde

Le torrent de Bonne Pierre conflue avec le torrent des Etançons en amont immédiat d'un secteur de gorges, où la pente du torrent des Etançons dépasse 15%. Ce dernier possède alors une très importante capacité de transport à même de reprendre des apports importants en provenance du vallon de Bonne Pierre. Une partie des matériaux provenant du vallon de Bonne Pierre a ainsi transité dans les gorges du torrent des Étançons situées à l'apex du cône de déjection sur lequel le hameau de La Bérarde est implanté.

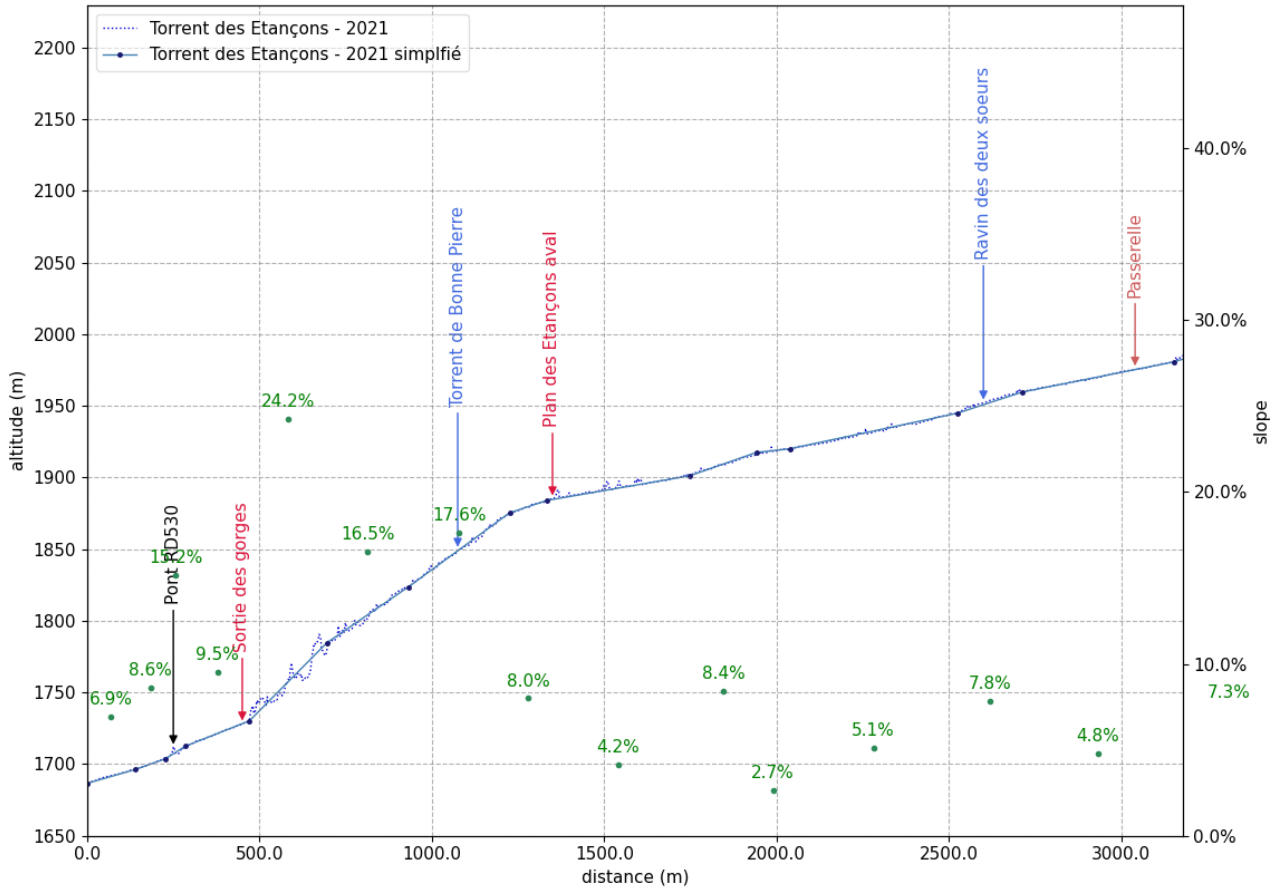


Figure 15. Profil en long du torrent des Etançons en amont de la Bérarde.

Figure 16. Secteur des gorges en aval de la confluence entre le torrent des Etançons et le torrent de Bonne Pierre (V. Koulinski, 26/06/2024). Au second plan, le hameau de la Bérarde

Les gorges, dont la profondeur avant l'événement est estimée à 15 mètres, ont été en partie comblées, notamment sur la partie aval. Les matériaux ont continué de transiter et se sont alors déposés au gré des divagations du torrent sur l'ensemble du cône historique du hameau et même au-delà. Le volume total des matériaux déposés est estimé entre 225 000m3 et 250 000m^3.

Les premières analyses réalisées avec le Lidar du 28/06/2024 sont identiques aux constats du terrain tout en apportant des éléments quantifiables sur les hauteurs d'érosion/dépôt. La figure ci-dessous montre clairement que les secteurs à forte érosion (<10m) se situent dans le vallon de Bonne Pierre et sur son cône de déjection. A l'inverse, les secteurs les plus engravés se situent à l'apex du cône de déjection de la Bérarde (hauteur d'engravement >10 m).

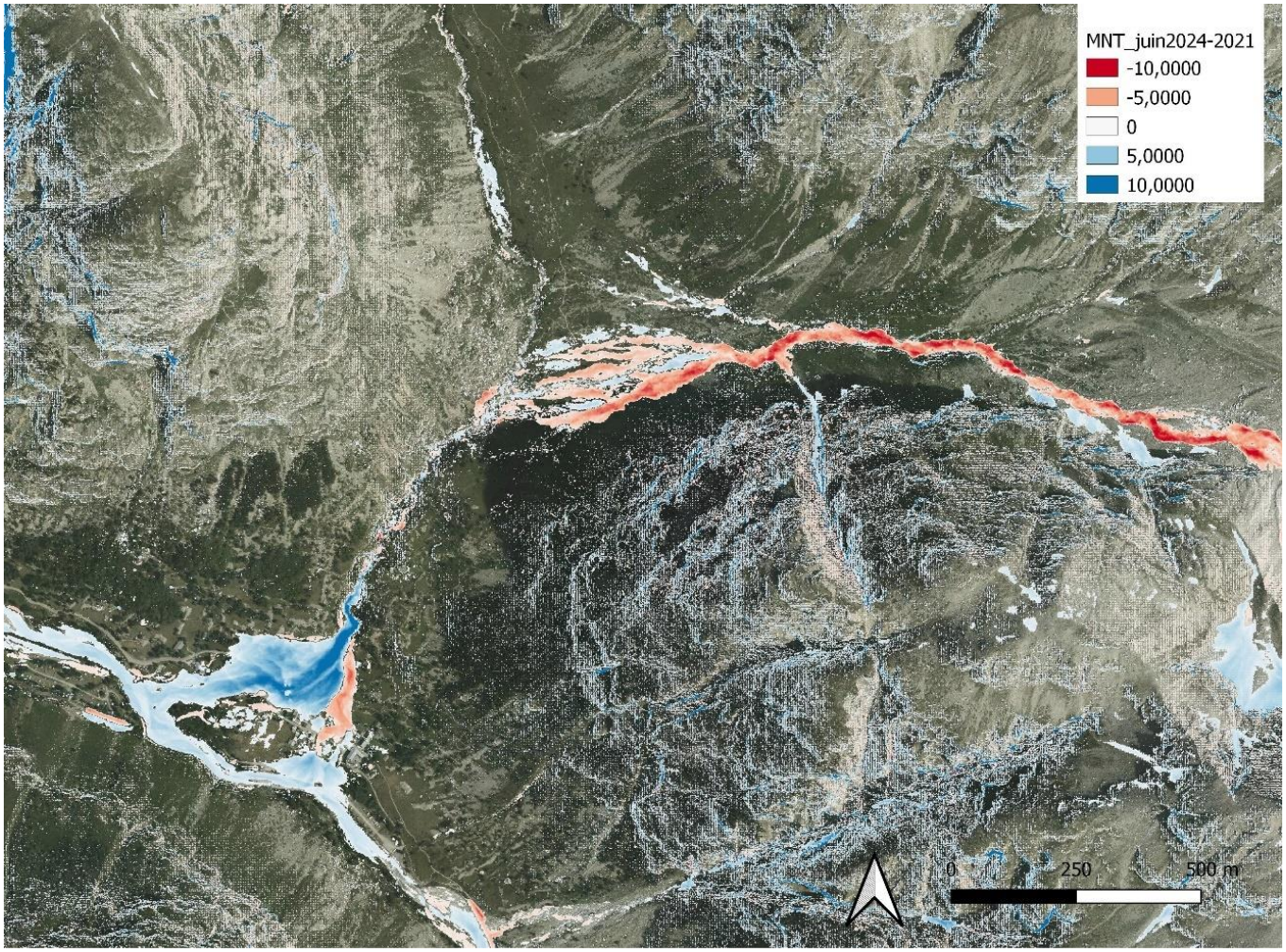


Figure 17. Différence Lidar 2021 et juin 2024 sur le secteur Bonne Pierre et Bérarde.

Figure 18. Cône de déjection de la Bérarde avec le nouveau lit du torrent des Etançons (trait bleu plein) et les traces d'écoulements constatés durant la crue (traits bleus pointillés)

La crue a engravé des terrains, notamment en rive droite du cône, dont l'emprise dépasse le cône historique du torrent. La majeure partie des matériaux déposés se situe sur la partie apicale du cône de déjection et dans l'ancien lit des Etançons qui a été totalement comblé. Au niveau du « bourg », les hauteurs d'engravement sont beaucoup plus faibles (< 1m). Sur la partie haute du cône, la pente des dépôts est supérieure à 15-16%.

D'après les témoignages recueillis, l'événement s'est produit tôt le matin à partir de 2 h. En effet dès 2h15, le gite Le Champ du Pin était évacué car atteint par des écoulements issus des Etançons. À 7 h, la communication avec le hameau était coupée. A partir de 8h30, le lit du torrent des Etançons se déplace pour s'écouler dans le bourg historique, entre la Chapelle et le CAF.

Le 22 juin, le torrent des Étançons s'écoule dans un nouveau lit formé par ré-incision des dépôts, au milieu des habitations, entre la Chapelle et l'Auberge de la Meije. La confluence avec le Vénéon se fait 400 m plus en amont qu'auparavant.

Plusieurs habitations sont ensevelies sous les matériaux, d'autres sont emportées ou détruites par érosion. La chapelle est partiellement détruite par érosion. Le parking qui se trouvait au bord du Vénéon a été engravé en partie.

Figure 19. Photographie de la Bérarde prise par hélicoptère le 21/06/2024, entre 8h et 9h du matin (source : services de secours)

Figure 20. Photographie de la Bérarde prise par hélicoptère le 21/06/2024, entre 8h et 9h du matin (source : services de secours)

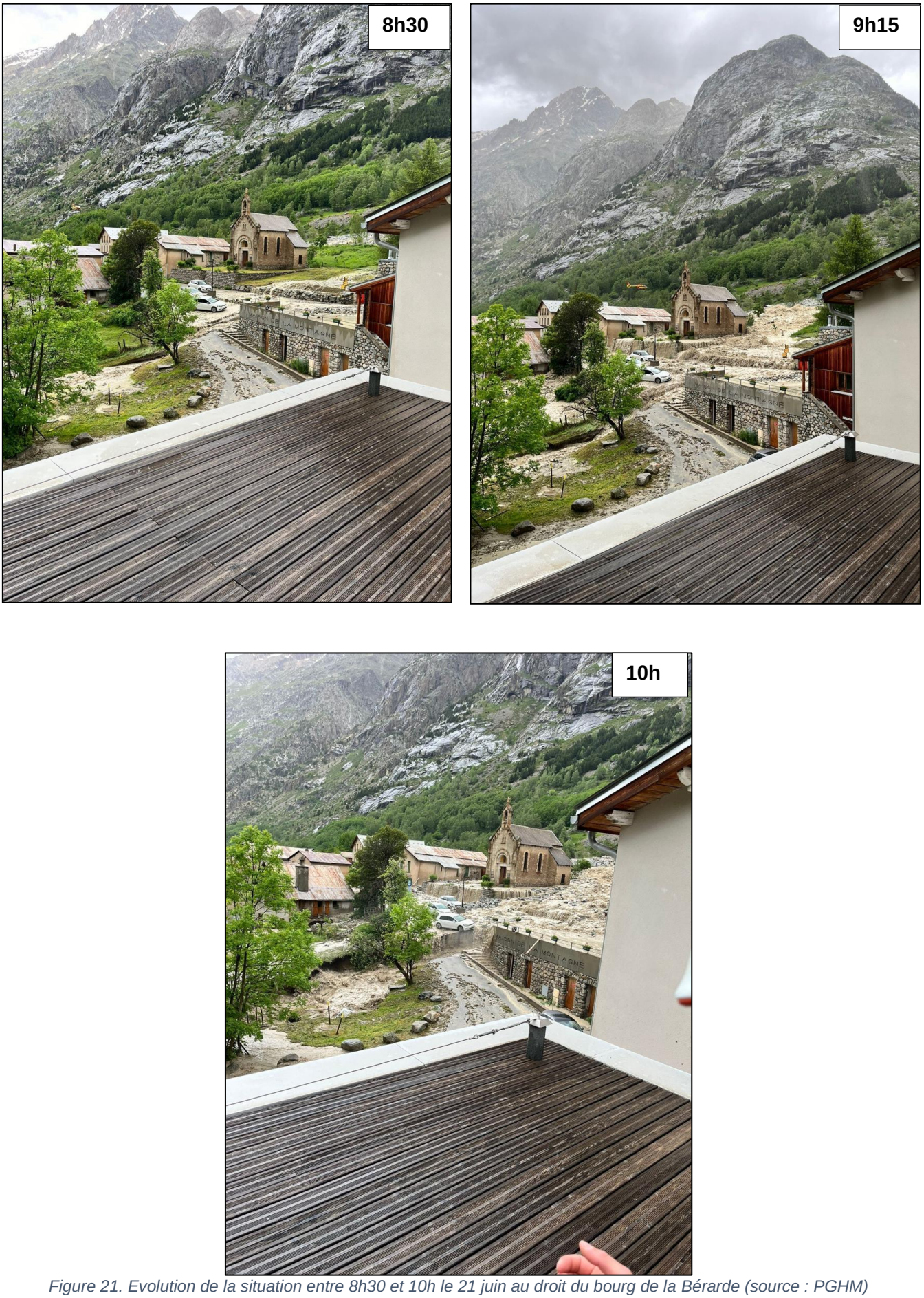


Figure 21. Evolution de la situation entre 8h30 et 10h le 21 juin au droit du bourg de la Bérarde (source : PGHM)

Figure 22. Engravement à l'apex du cône (RTM, 10/07/2024)

Figure 23. Nouveau lit des Etançons. Substratum rocheux apparent en rive gauche (RTM, 10/07/2024)

Figure 24. Nouveau lit des Etançons dans le bourg historique de la Bérarde le 27 juin 2024. La Chapelle et les habitations en aval sont fortement impactées par phénomène d'affouillement (RTM)

Figure 25. Engravement en amont du bourg historique de la Bérarde le 27 juin 2024 (RTM)

Figure 26. Lit des Etançons à la Bérarde le 10/07/2024 (RTM)

Figure 27. Photographie du hameau de la Bérarde le 03 juin 2021 (source : RTM)

Figure 28. Photographie du hameau de la Bérarde le 22/06/2024 (source : RTM).

Figure 29. Cône de déjection de la Bérarde en 2021 (gauche, IGN) et le 26/06/2024 (droite, SDIS38)

Plus en aval, une partie du camping a également été inondée. Le pont d'accès au camping n'a pas été emporté mais la passerelle piétonne entre le hameau et le camping a été détruite par la crue. Entre le pont d'accès au camping et le hameau de La Bérarde, la route s'est effondrée par érosion de berge sur plusieurs mètres au droit du cône de déjection du torrent de la Trappe.

La crue liquide semble proche, en ordre de grandeur, d'une crue centennale de référence. Ce sont bel et bien les apports solides que l'on peut qualifier d'exceptionnels, ayant conduits à des dépôts estimés à 15 m à l'apex du cône et dépassant les 4 m plus en aval dans l'ancien lit mineur.

Figure 30. Erosion de berge et route d'accès au hameau emportée en aval du camping. (RTM, 24/06/2024)

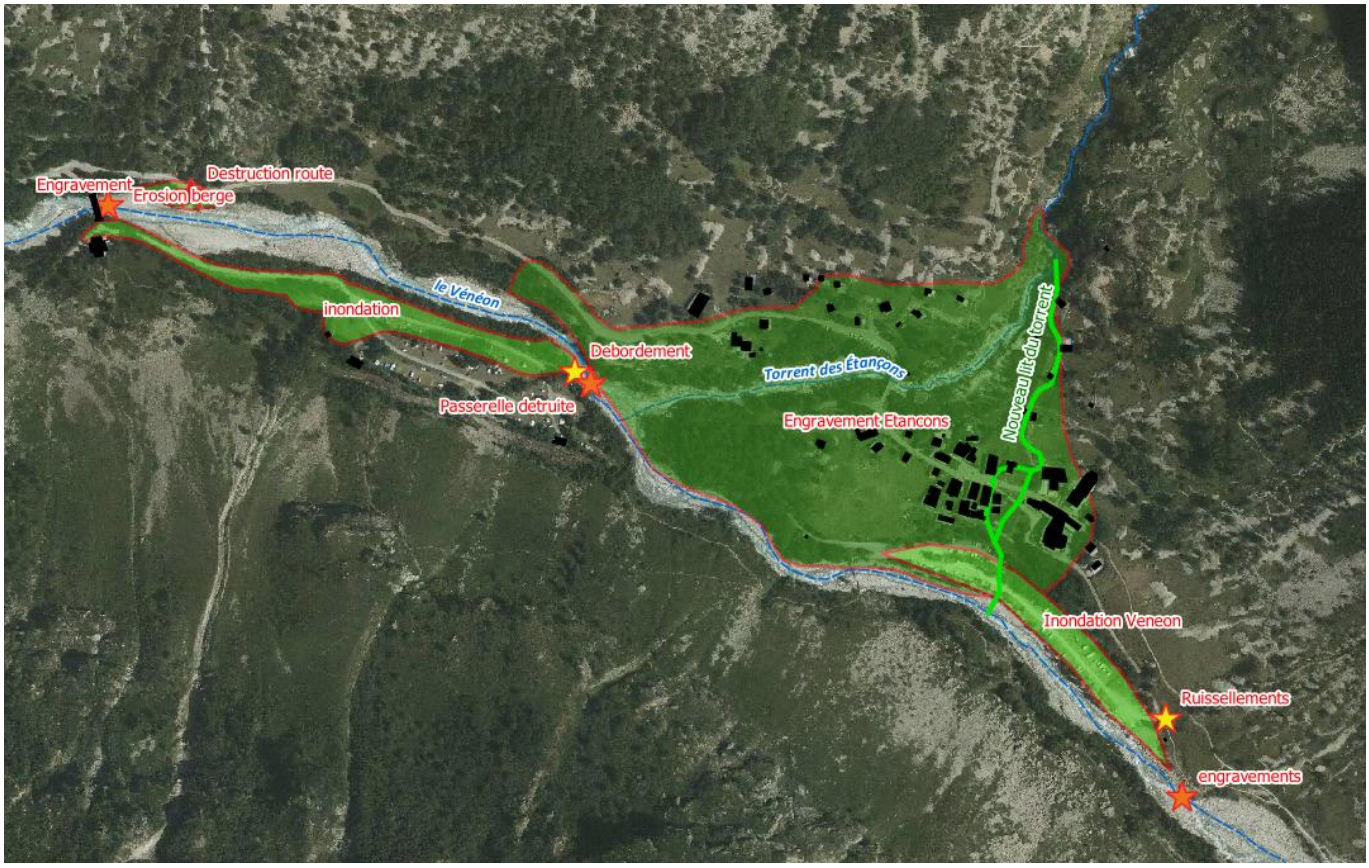


Figure 31. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur de la Bérarde.

➢ Analyse géomorphologique succincte

L'état de connaissance sur les crues historiques, confronté aux repères géomorphologiques disponibles avant la crue du 21 juin 2024 (limites de terrasses d'érosion, bande active, etc.) permet de proposer la carte suivante.
Cette analyse sera compétée ultérieurement par une étude géomorphologique approfondie sur l'ensemble de la vallée.

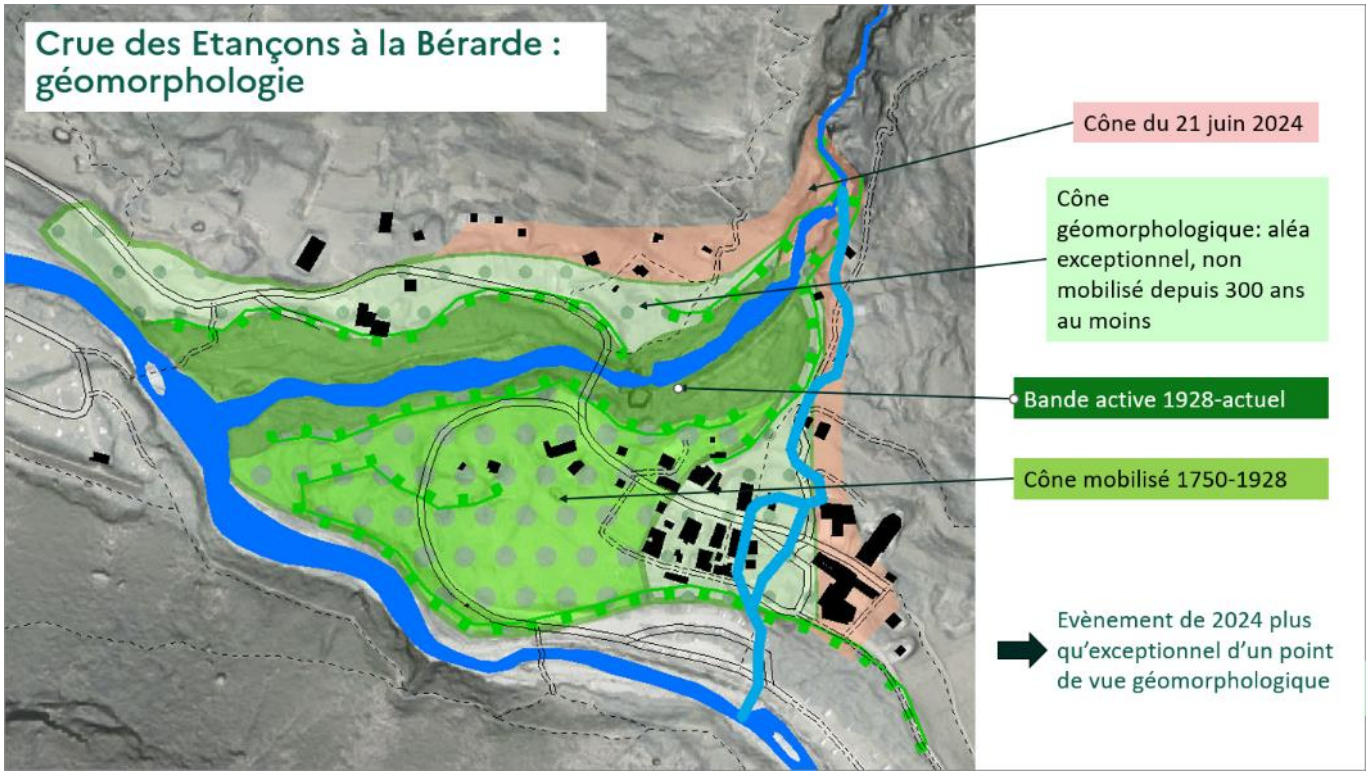


Figure 32. Analyse géomorphologique avant la crue du 21 juin 2024 (RTM).

- **Commune de St-Christophe en Oisans – Secteur Pierre Noire**

En amont de la confluence avec le ravin de Pierre Noire, une érosion de berge en rive droite du Vénéon a conduit à la destruction de la RD530.
En aval de la confluence, une érosion importante du lit est observée, toujours en rive droite.

Figure 33. RD530 (PR25+300m) sur le secteur de la combe Pierre Noire (RTM, 22/06/2024).

➢ Commune de St-Christophe en Oisans – Les Etages

Le Vénéon présente des débits déjà très importants le jeudi 20 juin, en lien avec les précipitations et la reprise de la fonte du manteau neigeux. Les nouvelles pluies de la deuxième partie de nuit du 21 juin, entrainent une nouvelle hausse des débits jusqu'à 7h du matin, hausse qui se renforce suite à l'apport solide exceptionnel du torrent des Etançons.

L'embâcle constaté la veille sur le pont des Etages s'aggrave et entraine les premiers débordements sur les deux rives. Le maximum de la crue passe entre 10h et 11h. Les habitations basses du hameau en rive droite sont inondées sous plus d'un mètre d'eau et de sédiments, la route d'accès au hameau est progressivement érodée et finie par céder, isolant les bâtiments pour l'accès des véhicules. Les réseaux sont visibles et déterrés ;

L'ampleur de la crue constatée est du niveau du scenario envisagée pour la crue centennale selon les différentes études récentes.

Le samedi 22 juin à 10h, le pont du hameau est toujours en charge, les maisons les plus proches du Vénéon ont toujours les pieds dans l'eau.

Au niveau de la RD 530, le Vénéon érode fortement sa rive droite en aval du hameau, ce qui entraine un recul de la berge et un effondrement de la chaussée au niveau de la draye de Penu.

Plus en aval, il n'est pour l'instant pas fait état de désordres majeurs de part et d'autre du Vénéon jusqu'à l'entrée de Plan du lac.

Des engravements importants sont par ailleurs constatés à la décrue dans le lit du Vénéon, en amont comme en aval du pont.

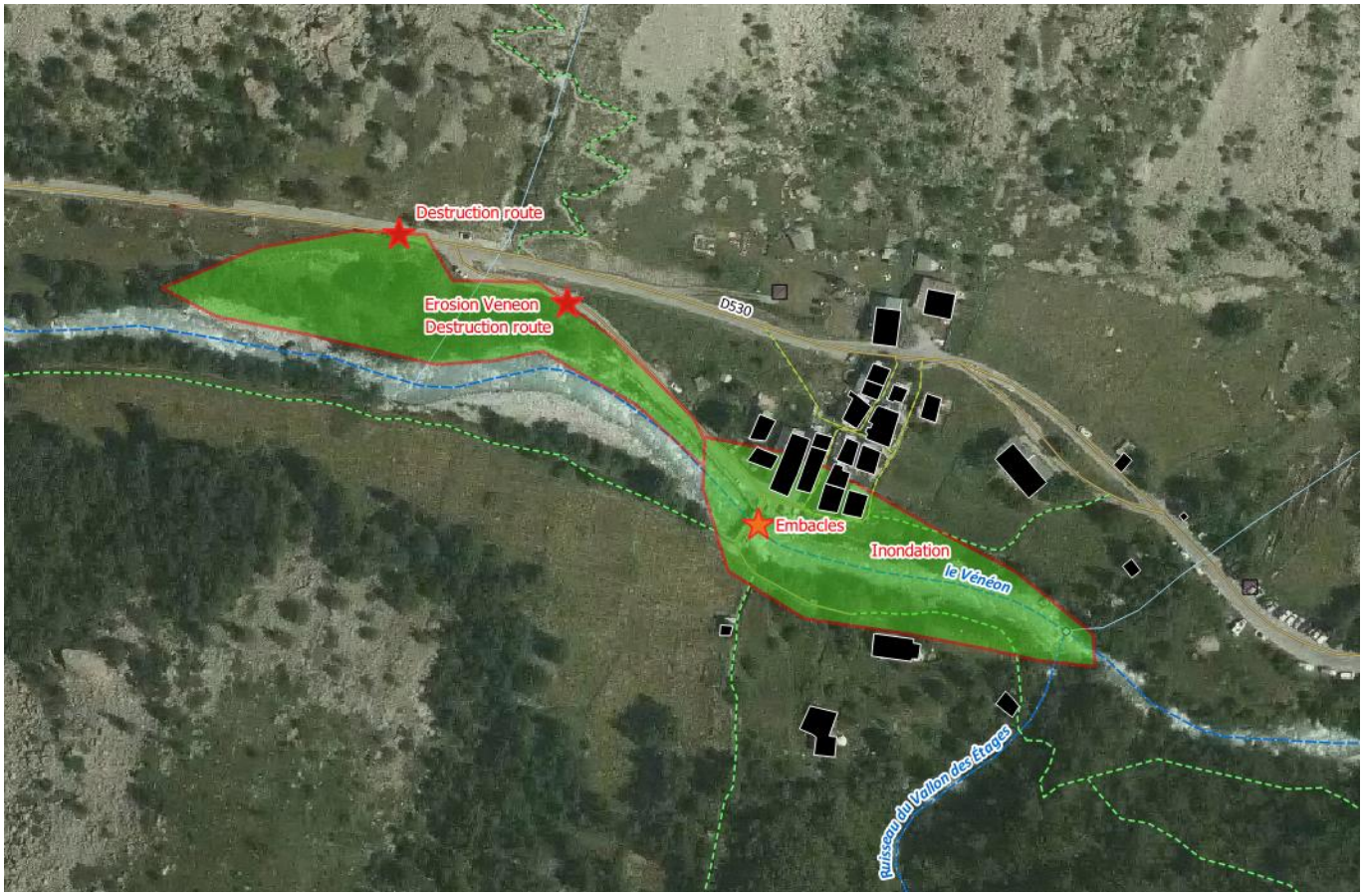


Figure 34. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur du hameau des Etages.

Figure 35. Maison inondée aux Etages

Figure 36. Erosion de berge aux Etages.

Figure 37. Hameau des Etages le 22/06/2024 (RTM)

Figure 38. Vénéon aux Etages le 24/06/2024 (RTM)

Figure 39.Vue aérienne du hameau des Etages (2021, IGN)

Figure 40. Vue aérienne du hameau des Etages le 28/06/2024 (Etat-Helimap)

- **Commune de St-Christophe en Oisans - secteur de Champhorent :**

On note la coupure par engravement de la RD530 au niveau de la draye de Champhorent, qui a produit une petite lave torrentielle. Ce phénomène est toutefois courant à cet endroit et ne revêt pas un caractère exceptionnel.

Figure 41. RD530 coupée au droit de la combe de Champhorent

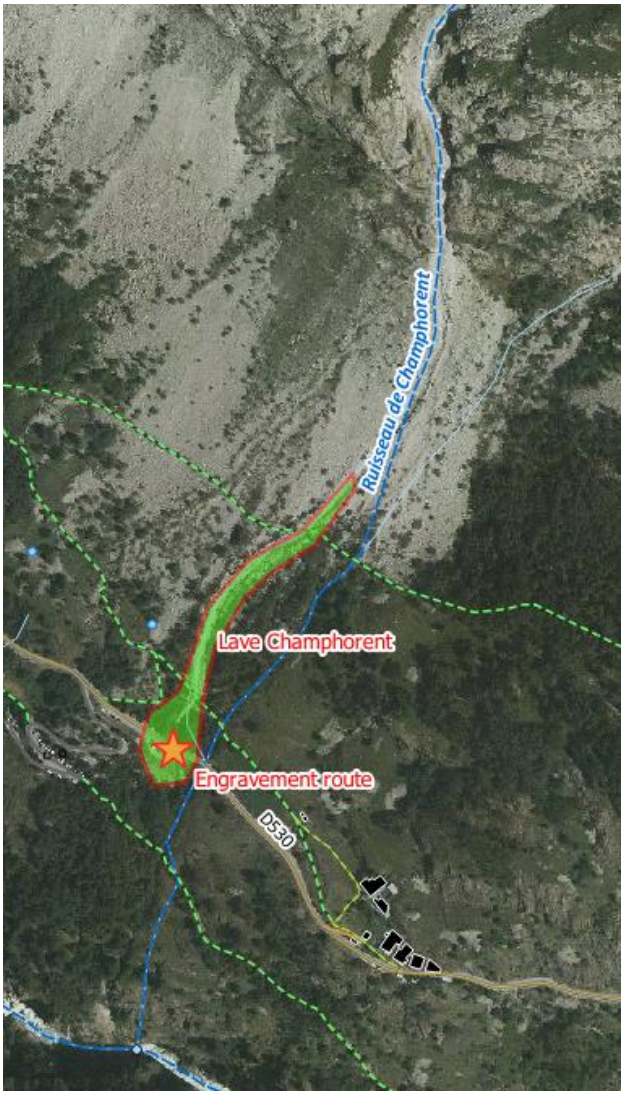


Figure 42. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur de Champhorent.

- **Commune de St-Christophe en Oisans - secteur de Plan du Lac :**

Le scénario de la crue d'octobre 2023 se reproduit avec une intensité plus forte. La quasi-totalité du lit majeur du Vénéon est inondée.

Evolutions morphologiques

Une première analyse des données topographiques disponibles (LIDAR 2021, mai 2024 et juin 2024) met en évidence un engravement généralisé à Plan du Lac, décroissant de l'amont vers l'aval. Ces évolutions sont nettement visibles sur les évolutions du lit à l'échelle de Plan du Lac (Figure 43) et sur le profil en long (Figure 44).

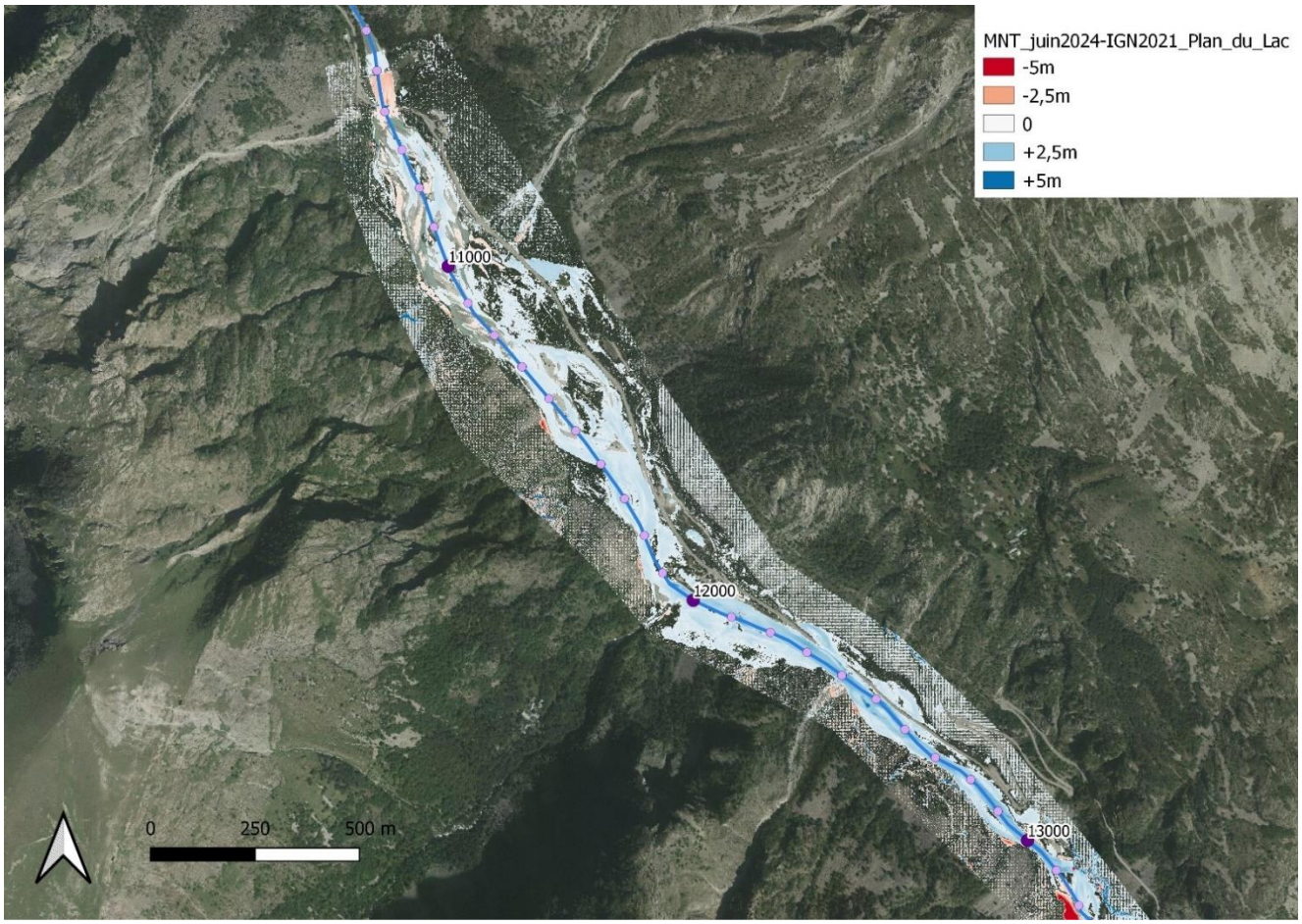


Figure 43 : Evolution cumulée du lit du Vénéon à Plan du Lac au cours des crues d'octobre 2023 et juin 2024

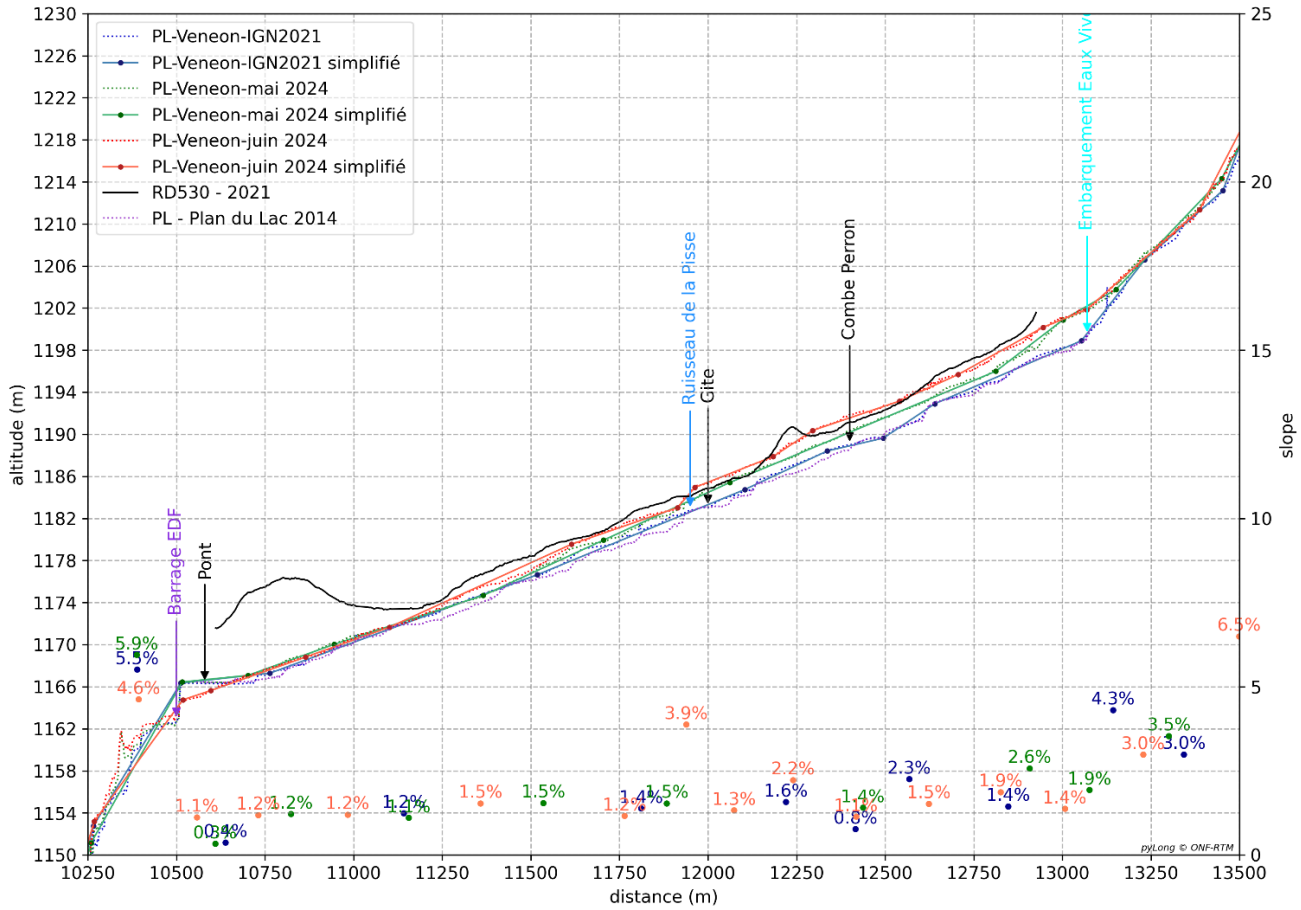


Figure 44 : Evolution du profil en long du Vénéon à Plan du Lac au cours des crues d'octobre 2023 et juin 2024

Un premier bilan volumétrique des dépôts permet de donner un 1er ordre de grandeur des volumes déposés au cours des évènement d'octobre 2023 et juin 2023 avec :

- 75 000 m³ de matériaux déposés en octobre 2023 ;
- 120 000 m³ de matériaux déposés en juin 2024.

Tableau 1 : Bilan de volume sur Plan du Lac au cours des évènements d'octobre 2023 et juin 2024

Dépôt entre 2021 et mai 2024	Dépôt entre mai 2024 et juin 2024	Dépôt entre 2021 et juin 2024
+75 000 m³	+120 000 m³	+200 000 m³

Constats et phénomènes observés

L'aire de mise à l'eau des canoës, ancienne aire de bivouac des Fétoules, est sous l'eau. La majeure partie de la RD 530 est inondée.

Au niveau du gîte, la digue est hors d'eau, sans revanche hydraulique, ou légèrement surversée mais ne rompt pas. En revanche, en amont, au niveau des passerelles et du parking, la digue est emportée et le flot du Vénéon engrave et inonde tous les enjeux en aval (gîte, parkings, RD 530). Cette rupture est à mettre en lien avec la destruction de la passerelle rive droite de Lanchatra (la passerelle rive gauche a tenu mais a formé un embâcle) qui a généré un fort courant tangentiel sur la digue, causant son érosion puis sa rupture.

Tout le lit majeur jusqu'au cône de déjection de la Croze est inondé. La RD 530 a été fortement endommagée.

La Croze n'a pas eu de crue majeure au niveau de la RD 530 : un petit engravement localisé est visible sur la chaussée.

Le lit majeur en rive gauche, entre la combe Perron et la cascade de Lanchatra, est fortement inondé.

Les levés lidars post-crue confirment un exhaussement par engravement dans le lit actif, nettement perceptible sur la partie amont entre le débouché des gorges et le gîte, et plus modéré ou nul sur la partie aval jusqu'au barrage EDF.

Le niveau atteint par la crue se rapproche de l'emprise centennale définie dans les différentes études récentes, à mettre en lien avec le fort engravement plus que par le débit maximum atteint.

Figure 45. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur amont de Plan du lac.

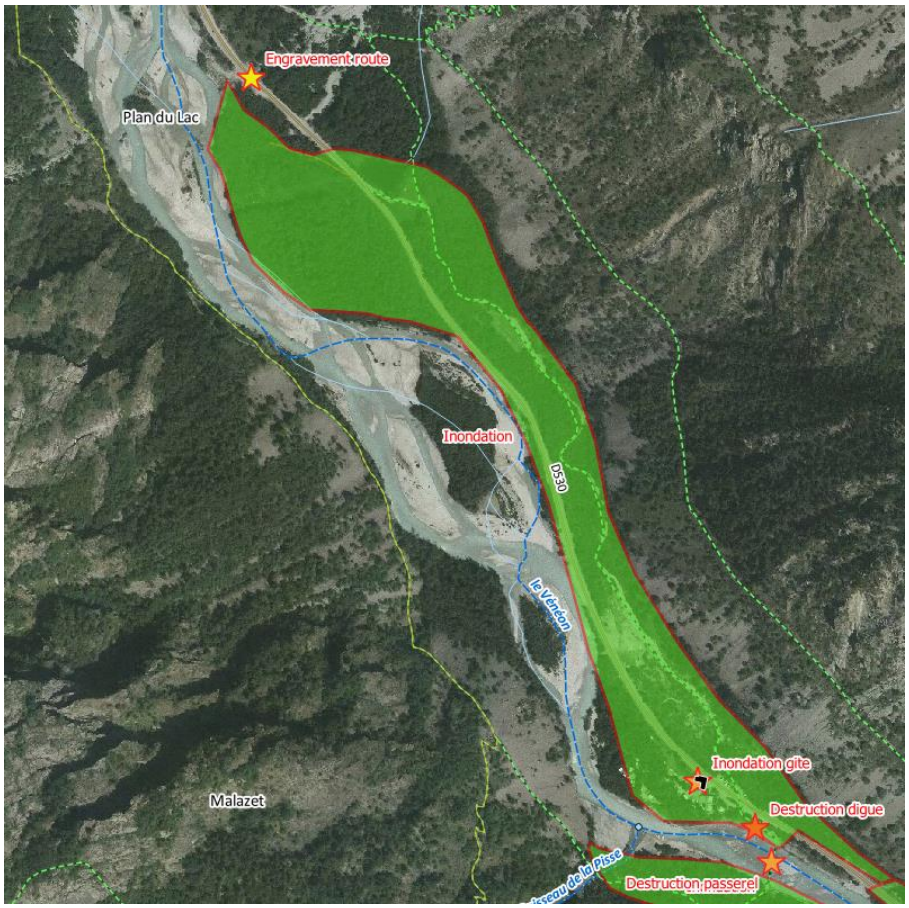


Figure 46. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur aval de Plan du lac.

Figure 47. Secteur aval de Plan du Lac vers 10h30 (RTM, 21/06/2024)

Figure 48. RD530 inondée au PR12 vers 10h30 (RTM, 21/06/2024

Figure 49. Gite inondée vers 10h30 (RTM, 21/06/2024)

Figure 50. Brèche dans la digue de protection du gite, passerelle en amont emportée et RD530 submergée en différents endroits. (RTM, 21/06/2024)

Figure 51. Brèche dans la digue de protection du gite vers 10h30. RD530 submergée et véhicules emportés par les eaux du Vénéon (RTM, 21/06/2024)

Figure 52. Gite et RD530 inondés vers 10h30 (RTM, 21/06/2024).

Figure 53. Secteur amont de Plan du Lac vers 10h30. RD 530 submergée (PR13). (RTM, 21/06/2024)

➢ Commune des Deux Alpes - secteur de Bourg d'Arud :

Les constats sont équivalents à ceux réalisés lors de la crue d'octobre 2023, à savoir :

- Une érosion qui s'est aggravée en rive gauche à l'aval du pont, au droit du parking.
- Une érosion de berge, toujours en rive gauche, accentuée de plusieurs mètres au niveau du camping de la « Cascade ».
- Un débordement en rive droite par-dessus la protection de berge du camping « Le Champ du Moulin » qui a entraîné une inondation des terrains en aval du camping, notamment de la piscine et des terrains de tennis. Les débordements par l'amont ont été moindres par rapport à la crue d'octobre 2023.
- Un engravement du lit générant un exhaussement de celui-ci.
- Un déplacement de la confluence avec la Muzelle, sous l'effet d'érosions de berges importantes en rive gauche en aval ; le lit du Vénéon a modifié son tracé et emprunte désormais l'ancienne zone boisée qui délimitait les lits du Vénéon et de la Muzelle.
- Une capture du plan d'eau rive droite, en aval de la piscine municipale.
- Des érosions de berges sont constatées en rive gauche en aval ; la passerelle est contournée et en grande partie emportée.

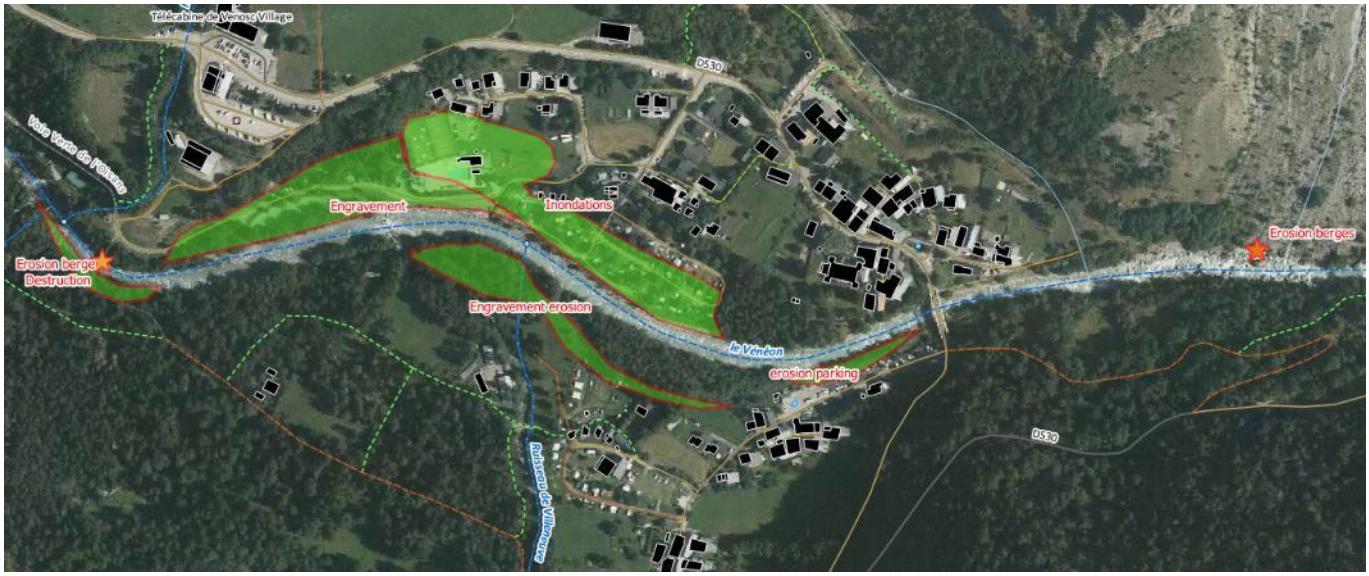


Figure 54. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur de Bourg d'Arud.

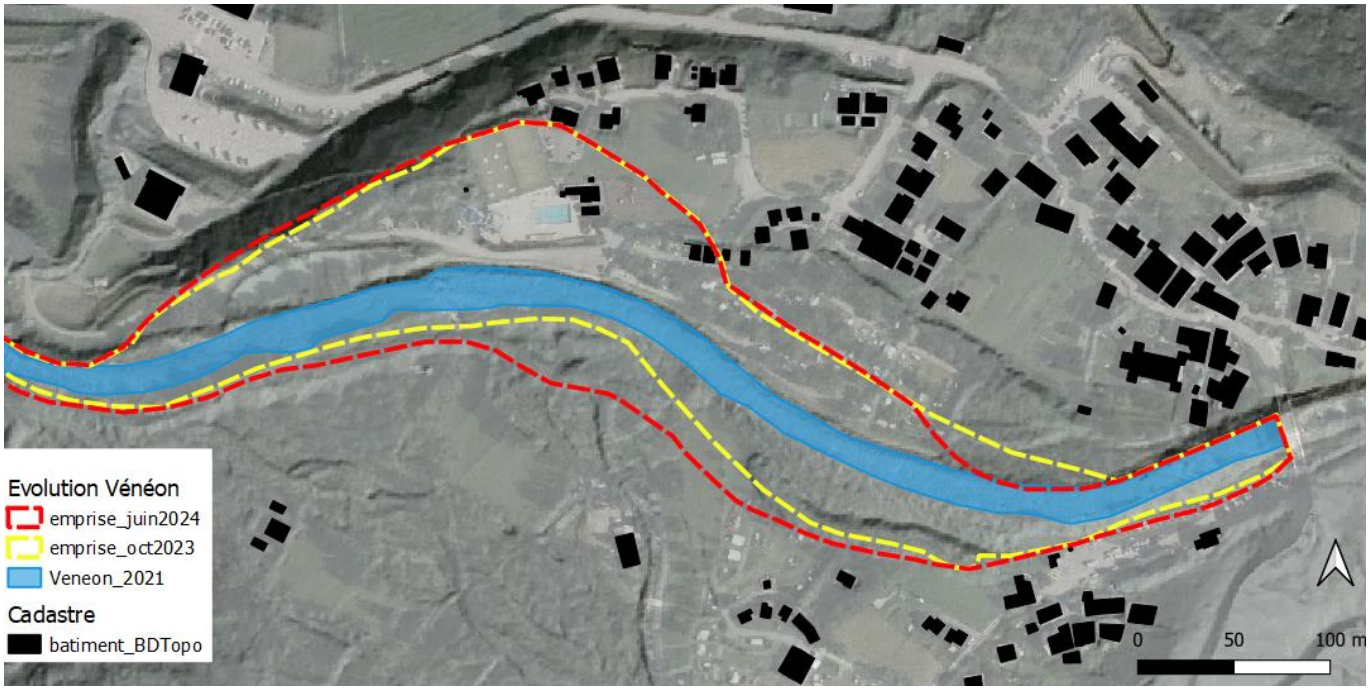


Figure 55. Evolution de l'emprise du Vénéon entre 2021, et les emprises lors des crues d'octobre 2023 et juin 2024.

Figure 56 : Vue du site de Bourg d'Arud après la crue du Vénéon de juin 2024 (photo RTM, 22/06/2024)

Figure 57. Erosion de berge et affouillement du parking en rive gauche vers 9h50. (RTM, 21/06/2024)

Figure 58. Erosion de berge en rive gauche au droit du camping "La Cascade" vers 9h50 (RTM, 21/06/2024)

Figure 61. Erosion de berge en rive gauche au droit du parking et du camping "la Cascade) vers 11h (RTM, 21/06/2024)

Figure 59. Piscine municipale et aire de jeux inondées. (RTM, 21/06/2024)

Figure 60. Terrains de tennis inondés (RTM, 22/06/2024)

Figure 62. Le Vénéon à Bourg d'Arud vers 11h. Dépôts de matériaux au centre du lit, débordement en rive droit sur le secteur du camping "Le Champ du Moulin", la piscine et les terrains de tennis. Erosion de berge en rive gauche avec de nombreux arbres emportés. (RTM, 21/06/2024)

Figure 63. Secteur de la piscine inondée vers 11h45 (RTM, 21/06/2024)

Figure 64. Aval de Bourg d'Arud vers 13h. Zone d'activité de rafting et voie verte emportés (RTM, 21/06/2024)

- **Commune des Deux Alpes - Des Etroits au pont des Gauchoirs :**

Ce secteur est marqué par des érosions de berge importantes en rive gauche et en rive droite. La RD530 a été emportée sur plusieurs dizaines de mètres, rendant l'accès au hameau de Venosc impossible.

Les évolutions constatées sur ce secteur sont en grande partie liées à l'érosion du cône de déjection d'une combe présente en rive gauche (Figure 65). Le volume total érodé pourrait représenter jusqu'à 100 000 m^3 de matériaux. Au cours de la crue, et sous l'effet de cet apport ponctuel très important de matériaux, des divagations importantes du Vénéon ont été constatées.

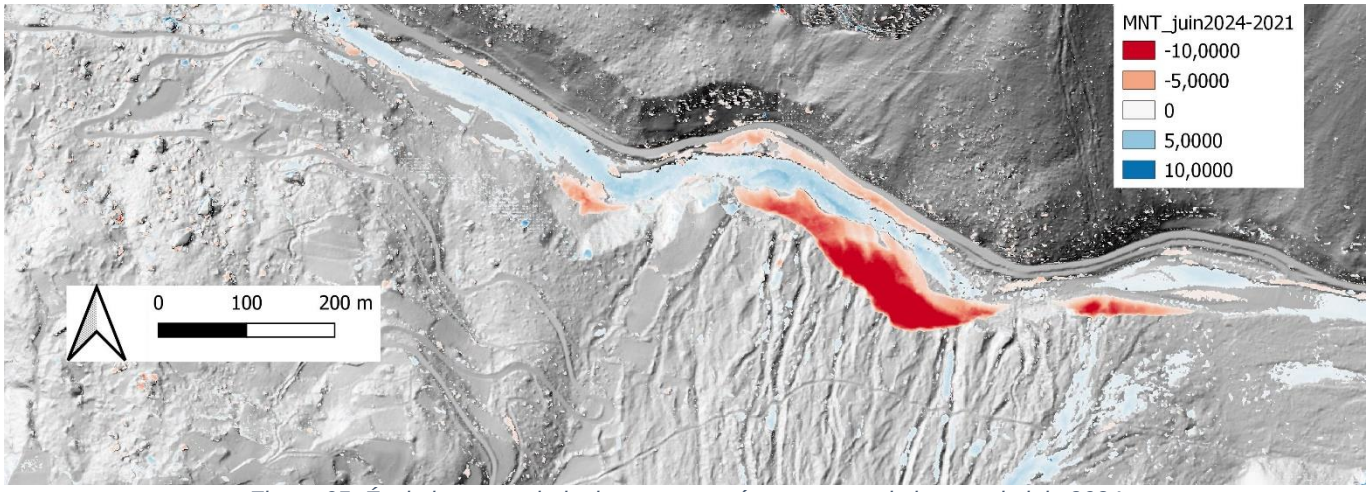


Figure 65. Évolutions morphologiques constatées au cours de la crue de juin 2024

Le pont des Gauchoirs (ou de la Danchère) a été fermé par le CD38 en raison notamment de la déstabilisation des enrochements en aval, en rive gauche.

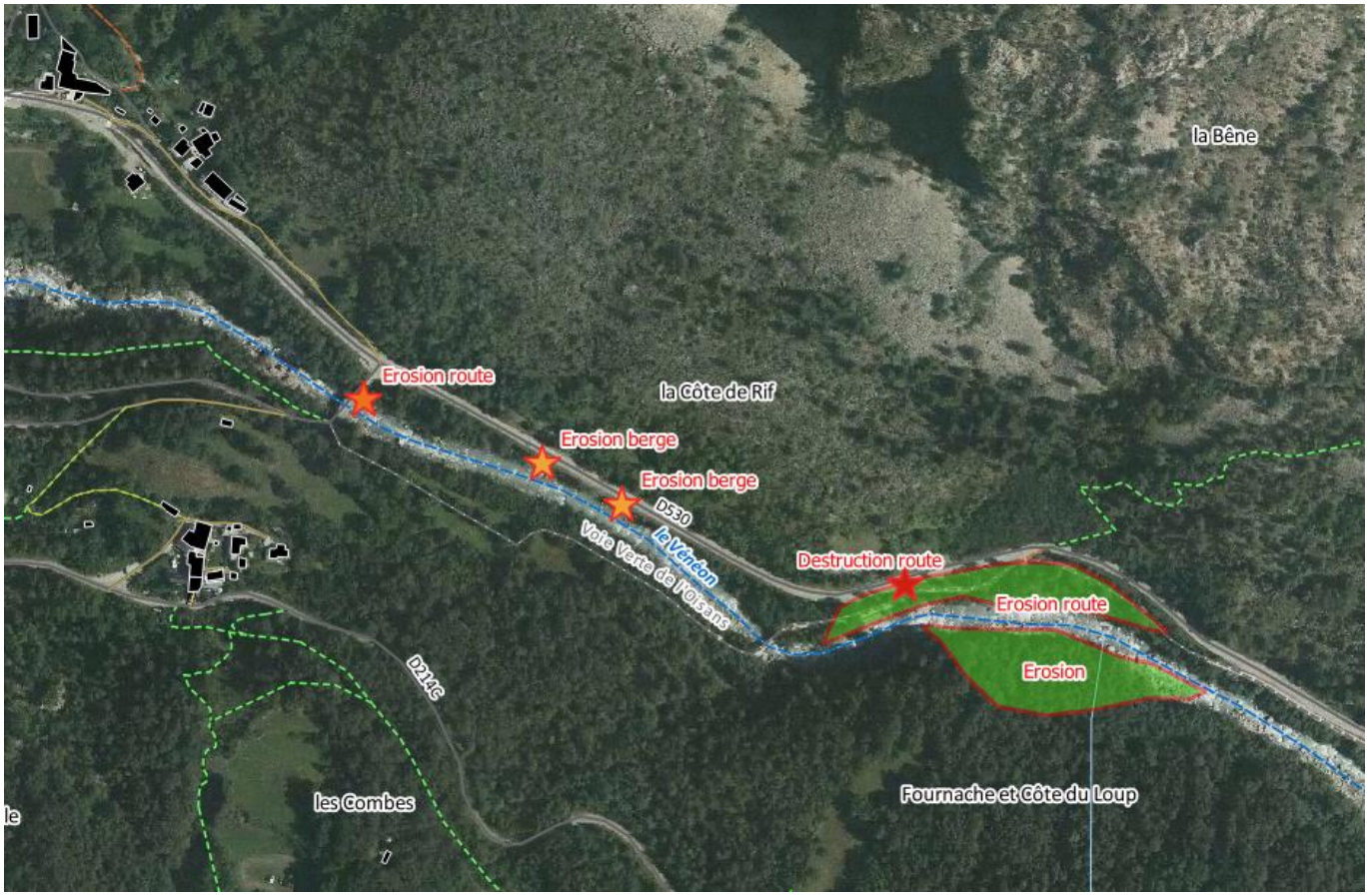


Figure 66. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur Argentier - Ougiers.

Figure 67. Erosion rive gauche aval du Pont des Gauchoirs/Danchère (RTM, 22/06/2024)

Figure 68. Affouillement RD530 (PR4+500m), environ 100m en amont du Pont des Gauchoirs (RTM, 22/06/2024)

Figure 69. Affouillement RD530 (PR4+550m) environ 150m en amont du Pont des Gauchoirs (RTM 22/06/2024)

Figure 70. Affouillement de la RD530 (PR5) à l'approche du pic de crue vers 10h50 (RTM, 21/06/2024)

Figure 71. Erosions de berges en rive gauche le 21 juin vers 10h50 (RTM, 21/06/2024)).

Figure 72. Route départementale 530 (PR5) emportée entre et dégâts de la voirie sur près de 300m (RTM, le 22/06/2024)

Figure 73. Dégats le long de la RD530 (PR5) sur près de 300m linéaire. Erosions de berges marquées de plus de 5m en rive gauche. (RTM, le 22/06/2024)

➢ Commune de Bourg d'Oisans – Pont Escoffier et Le Buclet

A Pont Escoffier, des érosions de berges sont visibles notamment en rive droite, en amont et en aval de la Combe Blanche.

La passerelle de la voie verte a été mise en charge et des débordements se sont produits en rive droite au droit du passage à gué. Cette zone a également été engravée.

Figure 74. Passerelle de Pont Escoffier le 02/07/2024 (RTM)

Figure 75. Dépôts après inondation au passage à gué a Pont Escoffier le 02/07/2024 (RTM)

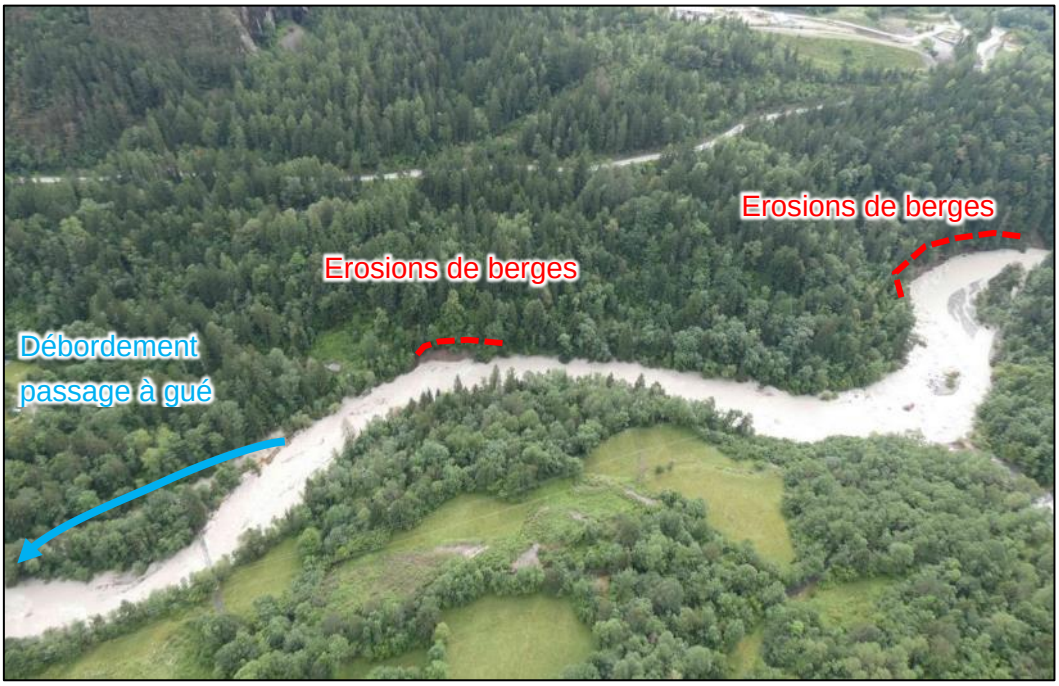


Figure 76. Vénéon entre Pont des Gauchoirs et Pont Escoffier le 22/06/2024 (RTM)

En aval du Pont Escoffier et jusqu'à la confluence avec la Romanche, le lit du Vénéon a largement divagué et les écoulements se sont produits sur l'ensemble du lit majeur. La bande active à cet endroit mesure près de 300m de large. Au Buclet, la parcelle louée par une entreprise de BTP, qui avait été impactée lors de la crue d'octobre 2023 n'a pas connu de modification substantielle.

Figure 77. Secteur du Buclet le 02/07/2024 (RTM)

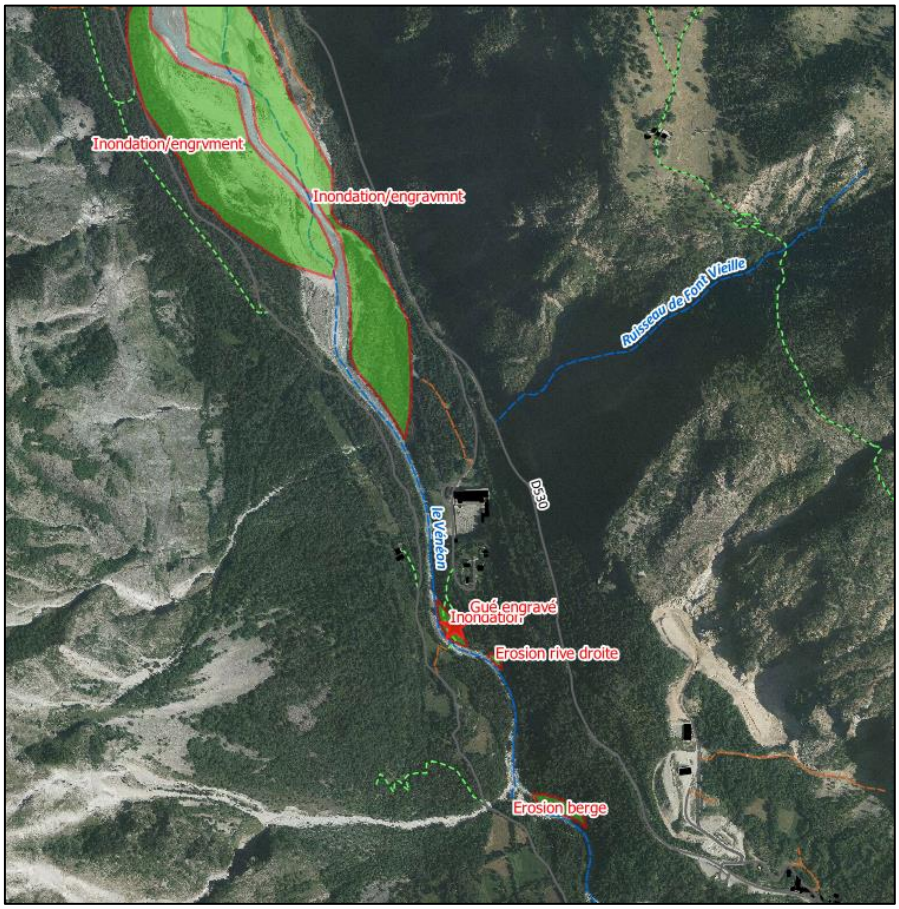


Figure 78. Cartographie des emprises du phénomène constaté sur le secteur Pont Escoffier - Buclet.

3.2. Causes et durée de l'évènement

Synthèse de l'épisode météorologique :

Les précipitations

Les estimations de lame d'eau par radar indiquent un cumul de l'ordre de **100 à 120 mm en 48h** sur le bassin versant du Vénéon. Les cumuls radar sont très probablement sous-estimés en raison de la mauvaise couverture du massif des Ecrins (effets de masque).

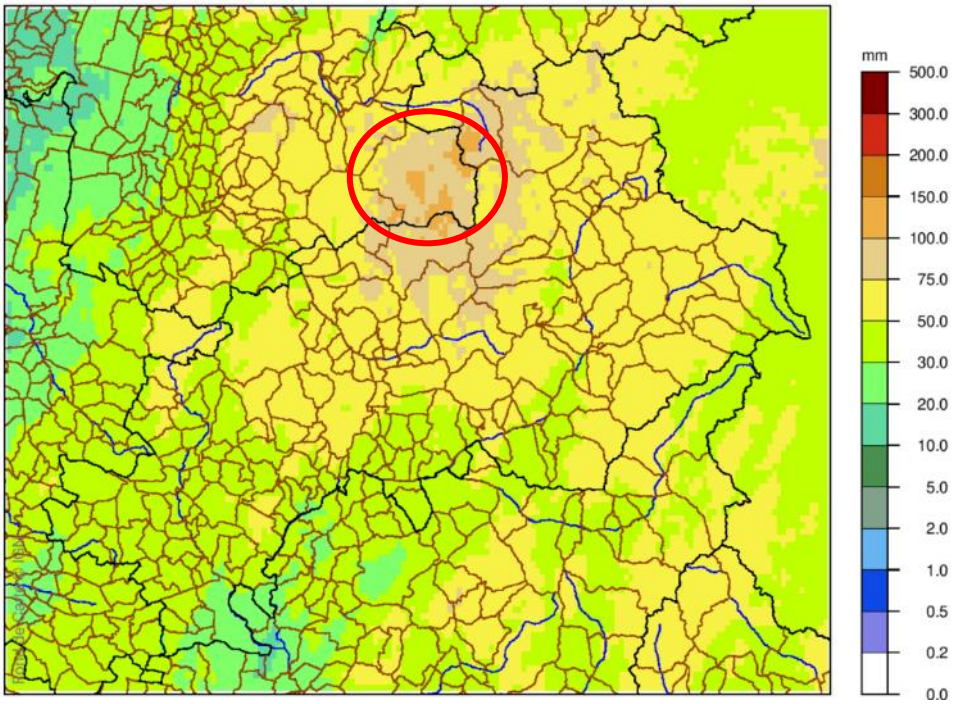


Figure 79: Lame d'eau Antilope sur 3 jours au 22 juin 2024 (source : Météo France)

Le poste pluviométrique de Saint-Christophe-en-Oisans (1564 m d'altitude) mesure un cumul de **100 mm entre mercredi 19 juin 22h et vendredi 21 juin 8h, soit moins de 48h.** Sur la totalité de l'épisode, le pluviomètre du refuge du Promontoire (3092 m) mesure un cumul de l'ordre de **120 mm.**

Au regard des cumuls mesurés en vallée (100 mm) et en altitude à l'extrémité nord du bassin versant (120 mm), et au regard des cumuls radar très probablement sous-estimés sur cette région de haute-montagne, il ne peut pas être exclu que les cumuls en altitude sur l'amont du bassin et sur la rive gauche aient atteint **150 mm en 48h**, tel que modélisé par le modèle fine maille AROME de Météo France. Une telle lame d'eau **reste inférieure au cumul de précipitation centennal sur 48h,** de l'ordre de 170 mm sur les sommets amont du bassin et de 200 mm sur les sommets sud (niveau de retour Shyreg).

D'un point de vue de la temporalité, plusieurs salves de précipitations se sont enchainées. A Saint-Christophe-en-Oisans, on relève :

- **Entre mercredi 19 juin 23h et jeudi 20 juin 2h :** une première salve pluvieuse courte mais intense avec des intensités proches de 10 mm/h sur une à deux heures ;
- **Entre jeudi 20 juin 5h et jeudi 20 juin 14h :** des précipitations soutenues sur une période relativement longue, avec des intensités proches de 5 mm/h ;
- Jeudi 20 juin de16h à 0h : de faibles précipitations ;
- **Vendredi 21 juin de 2h à 7h : des précipitations intenses, avec une intensité forte de 10 mm/h sur trois heures consécutives de 4h à 7h du matin.**

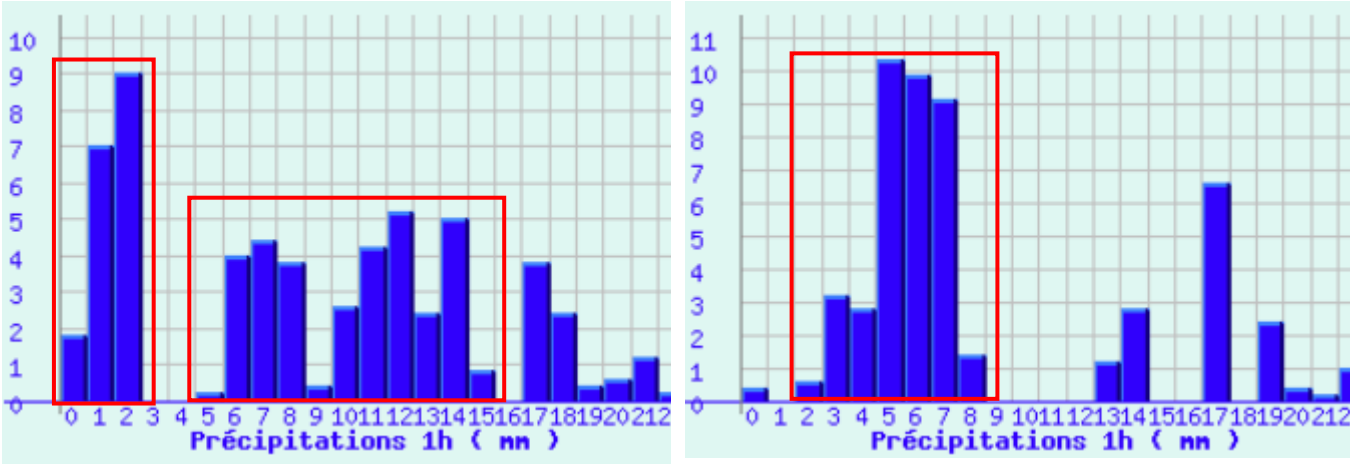


Figure 80: Précipitations horaires mesurées au pluviomètre de Saint-Christophe-en-Oisans le 20 et le 21 juin 2024 (source: Météociel).

La fonte nivale

La gardienne du refuge du Promontoire estime une perte de 50 cm de cumul de neige sur l'épisode.

Le nivôse des Ecrins située à 2940 m d'altitude dans le vallon de Bonne Pierre mesure une fonte de 37 cm en 48h, entre le 19 juin et le 21 juin. Avec une densité de neige de l'ordre de 0.4, considérée pour de la neige de printemps, une fonte de 34 cm équivaut à 340 mm*0.4 = **136 mm d'équivalent en eau sur 48h.**
Le modèle S2M de Météo France simule une fonte de 100 mm d'équivalent en eau en 48h à 3000 m d'altitude, 134 mm à 2700 m et 46 mm à 3300 m sur le massif de l'Oisans.
L'apport en eau par la fonte aurait donc été très important. La quasi-totalité des surfaces situées au-dessus de 2500/2600m auraient contribué à la fonte nivale (altitude d'enneigement approximative avant l'évènement). Il conviendra d'estimer la lame d'eau moyenne apportée par la fonte à l'échelle des bassins versants (pourcentage de surface enneigée, gradient altitudinal de fonte).

	Hauteur de Neige	
dat	**Ecrins 2970 hauteur de neige à 6tu (en cm)**	Meije (3093) hauteur de neige à 06tu (en cm)
18-Jun-2024	297	90
19-Jun-2024	289	83
20-Jun-2024	273	72
21-Jun-2024	255	66
22-Jun-2024	259	67
23-Jun-2024	256	68

Figure 81: Fonte observée aux nivôses Météo France, en cm de neige

Equivalent en eau du manteau neigeux (en mm) pour l'Oisans simulé par S2M

	Altitude en m			
	2700	**3000**	**3300**	**3600**
19-Jun-2024	595	1389	1862	1918
20-Jun-2024	523	1331	1824	1946
21-Jun-2024	461	1289	1816	1967
22-Jun-2024	433	1277	1826	1977
23-Jun-2024	415	1279	1832	1982

Figure 82: Fonte simulée par le modèle de Météo France, en mm d'équivalent en eau

La temporalité de la fonte est bien visible sur les mesures du nivôse de Bonne Pierre : le flux de sud chaud et humide s'est mis en route dès le 19 juin avec un vent fort en altitude et des températures de l'ordre de 5 à 10°C à 3000 m. Cette fonte très marquée et régulière s'est poursuivie la journée du 20 juin, mais est beaucoup moins marquée le 21.

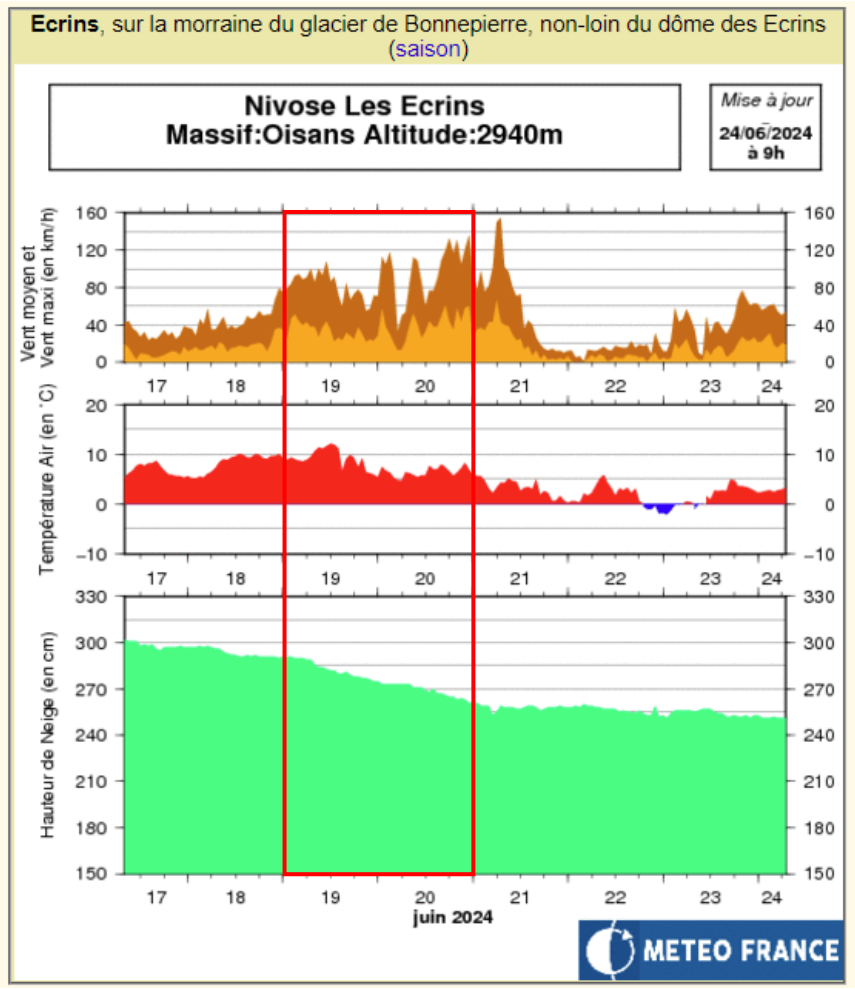


Figure 83: Nivôse de Bonne Pierre (source : Météo France)

D'un point de vue de la temporalité, la fonte nivale se concentre sur les journées du 19 et du 20 juin, quand les précipitations se concentrent sur les journées du 20 et du 21 juin.

<u>Apports solides exceptionnel :</u>

Comme évoqué précédemment, la vidange probable du lac supraglaciaire de Bonne Pierre au cours de l'évènement couplée aux apports d'eau importants par les précipitations et la fonte, ont mobilisé un stock de matériaux exceptionnel en aval du glacier de Bonne Pierre, expliquant l'ampleur du phénomène observé à la Bérarde. Le déglacement de la moraine située en aval du glacier a probablement joué un rôle en rendant mobilisable une couche importante de matériaux.

L'importance relative de la vidange du lac dans la crue liquide et solide sera analysée dans le cadre de la rétro-analyse, mais les incertitudes sur la temporalité du phénomène resteront probablement importantes.

3.3. Impacts

Au moment de la rédaction de ce rapport, aucune victime (décès/blessée) n'est à déplorer.

- Plus de 110 personnes évacuées environ ;
- De nombreuses habitations détruites ou partiellement détruites ; Le tableau ci-dessous synthétise les informations recueillis par le SDIS38 sur les hameaux de la Bérarde et des Etages. Le gite de Plan du Lac a également été ajouté à cette synthèse bien que n'ayant pas fait l'objet d'une reconnaissance spécifique par le SDIS.

Le nombre bâtiments présentés dans le tableau correspond aux bâtiments cadastrés. Il est alors possible d'avoir un décalage entre l'analyse présentée par le SDIS qui a effectué les reconnaissances en considérant parfois un seul bâtiment bien que celui-ci soit découpé en plusieurs bâtiments au niveau du cadastre.

Localisation	**Dégâts faibles, non structurels.**	**Destruction partielle**	**Destruction totale, ensevelissement.**	**Total**
La Bérarde (dont camping)	39	11	16	66
Les Etages	9	/	/	9
Plan du Lac	1	/	/	1

Tableau 2. Synthèse des dégâts constatés par le SDIS 38 sur les bâtiments à la Bérarde et aux Etages. Les bâtiments présentés dans ce tableau correspondent aux bâtiments cadastrés. A titre de comparaison, les conclusions du SDIS indiquent que 12 bâtiments ont été détruits, 8 ensevelies jusqu'au toit et 31 impactés.

- Route départementale emportée ou coupée en plusieurs points du Pont de la Danchère à la Bérarde ;
- Gite de plan du Lac inondée en partie suite à une brèche dans la digue ;
- 3 campings évacués ont été inondés ou ont connu des érosions de berges importantes ;
- Plusieurs passerelles emportées le long du linéaire du Vénéon ;
- Coupure des communications à partir de Venosc jusqu'à la Bérarde.

3.4. Historique

Le tableau ci-dessous recense les évènements recensés dans la BD-RTM sur les sites « Vénéon Bérarde – Plan du Lac » et « Vénéon Plan du Lac/Pont -Escoffier ».
Cet inventaire sera mis à jour dans la rétro-analyse, grâce aux recherches historiques en cours réalisées dans le cadre du PAPI Romanche et affluents, pilotées par le SYMBHI.

Date	Nature
09/1579	Crue torrentielle du Vénéon.
1700	Crue du Vénéon : 154ha de terres emportées à la Bérarde, aux Etages et à Champhorent
03/08/1785	**Crue torrentielle du Vénéon. Plusieurs habitants de la Bérarde et des Etages emportés. 11 passerelles, 1 bâtiment, 3 ha de terres, 4 ha de prairies et 2 ha de pré-bois emportés.**
1852	Crue torrentielle du Vénéon. Pont de pierres de Vénosc détruit.
23/08/1877	Crue torrentielle du Vénéon. Aux Etages, pont en maçonnerie datant de 60 ans emporté. Tous les ponts et passerelles en bois ont été emportés. Le torrent étant sorti de son lit, a emporté des chemins et des terres, notamment au hameau des Etages.
02/08/1888	Crue torrentielle du Vénéon.
1899	Crue exceptionnelle du Vénéon de l'été 1899. Brèche de 11 m dans le barrage du Plan du Lac
07/1900	Crue du Vénéon de l'été 1900 (Juillet)
23/07/1914	Crue torrentielle du Vénéon. Passerelle de St-Christophe à la Bérarde emportée.
1922	Crue torrentielle du Vénéon. Pont des Etages sérieusement ébranlé.
29/09/1928	**Crue torrentielle du Vénéon. Route au Bourg d'Arud emportée sur 80 m. Une maison également emportée. Pont du Bourg d'Arud impraticable et miné pour débloquer un barrage formé entre les 2 arches. Route de Vénosc à Bourg d'Oisans coupée. Pont des Ougiers aux Gauchoirs également emporté.**
22/10/1930	**Crue du Vénéon amont. La route qui remonte la vallée du Vénéon jusqu'au village de la Bérarde a été dégradée en 5 points. Elle a été complètement coupée ou emportée. Des dizaines de millier de m3 de terre ont été enlevée. Des blocs de rocher atteignant 100 m3 ont été charriés sur plusieurs centaines de mètres, certains considérés jusqu'à présent comme inébranlables servaient d'appui au chemin ou à une passerelle. A Bourg d'Arud, le Vénéon a doublé la largeur de son lit entrainant d'énormes pans de terre et emportant chemin, maisons et constructions diverses.**
4ème trimestre 1937	Crue du Vénéon d'automne 1937. Digues corrodées rive droite du Vénéon à l'amont de la confluence avec la Romanche, au lieu-dit "Le Clapier"
08/06/1955	**Crue torrentielle du Vénéon. Passerelle de l'Argentière emportée. Plusieurs ouvrages de protection détruits à hauteur de Bourg d'Arud.**
22/08/1965	Crue torrentielle du Vénéon. Route de la Bérarde emportée sur 300 m de long et recouverte par 1,50 m d'eau à cause du barrage.
23/10/2006	Crue torrentielle du Vénéon. Pas de données hydrologiques mais débit estimé d'ordre supérieur à décennal. Au Bourg d'Arud, enrochements secs déstabilisés sur 30 m. Déstabilisation de berge en rive gauche au niveau de la place de l'Alleau (vers sanitaires) sur 15 cm ; affouillements ponctuels rive gauche à l'aval du pont.
08/08/2013	Crue torrentielle du Vénéon. La Bérarde : Affouillement de berges, notamment au camping rive gauche du Vénéon (enrochements détruits et route camping dégradée par des affouillements ; impacts moindres aux Etages (affouillement d'enrochements). Plan du Lac : Nombreux affouillements de berges notamment rive droite en aval du gite (enrochements de protection emportés, pylône EDF et route départementale menacés), nombreux ilots boisés emportés jusqu'à la retenue, passerelle de Lanchatra emportée. Bourg d'Arud : Affouillement de berges, notamment enrochements de protection de la digue RD en amont du pont de Bourg d'Arud. Les Ougiers : Débordement passerelle des Ougiers et affouillements RG : les niveaux d'eaux ont été très hauts, à quelques décimètres de la passerelle

Date	Nature
29/08/2020	Crue du Vénéon ayant entrainé une érosion de berge rive droite à Plan du Lac.
27/08/2023	Crue torrentielle sur le Vénéon ayant emporté partiellement la R530 et un pylône EDF à Plan du Lac. Rive droite du Vénéon, RD530 partiellement emportée : une demi-chassée érodé sur 30m.Un pylône EDF affouillé à l'extrémité amont de l'affouillement
20/10/2023	**Crue torrentielle sur le Vénéon ayant emportée la RD530 a Plan du Lac sur 100ml. Aux Etages, 2 maisons inondées. A la Bérarde, RD530 emportée entre le camping et la combe de Pierre Noire.** **Sur la commune des Deux Alpes, on note des débordements en rive droite au droit du camping « le Champ du Moulin » avec un chalet emporté. L'aire de loisir et la piscine située plus en aval sont inondées. Forte érosion de berge en rive gauche ayant contourné l'ancien merlon de curage construit après la crue de 1955. Le camping « La Cascade » a une partie de son terrain emporté par le Vénéon.**

Le tableau ci-dessous recense les évènements recensés dans la BD-RTM sur le site « Etançons ».

Date	Nature
23/08/1877	**Crue subite du torrent des Etançons menaçant fortement le hameau de la Bérarde, au pied du massif du Pelvoux. Dès que les eaux se sont reposées, une plage de gravier a partout remplacé les terrains détruits. La crue a emporté sur 73 m de longueur (26 ares) une bande de terrains cultivables sur la rive gauche du torrent.**
03/09/1956	**Crue torrentielle du torrent des Etançons. A la Bérarde, une digue détruite, un pont emporté, RD 530 coupée, village menacé.**
06/1957	Crue torrentielle du torrent des Etançons. Pont affouillé : travaux nécessaires
29/08/2006	Crue torrentielle du torrent des Etançons et, à un degré moindre, du Vénéon, suite à des pluies très fortes non orageuses sur le haut bassin de réception des Etançons ; ravinements très importants sur les moraines en amont du Plat des Etançons ; passerelles emportées ; charriage très important, dont une partie descendue jusqu'à la confluence et évacuée par le Vénéon. Des dépôts en aval du pont de la Bérarde ont provoqué un rehaussement du lit et la destruction en rive droite, à hauteur du Champ du Pin, d'un merlon constitué de matériaux de curage ; probablement lors de la divagation des écoulements en décrue. A noter que ce merlon a été légèrement submergé immédiatement en aval du pont rive droite. En amont du pont, berge rive gauche sapée, non détruite. Passerelles des Etançons détruites. Captage et réservoir AEP souillés. Ravinement important autour du Châtelleret.
05/08/2022	Lave torrentielle en tête de bassin suite à un orage localisé. 2 passerelles d'accès au refuge emportées (au droit du refuge du Châtelleret rive droite, et au replat à 2100 m d'altitude. Accès au refuge délicat le temps de refaire les passerelles
29/07/2023	Crue torrentielle dans le haut bassin des Etançons ayant impacté le refuge du Châtelleret. Le volume de matériaux estimé visuellement est > 50 000m3. Refuge du Châtelleret léché par la crue sur sa façade rive droite. Une petite protection en enrochement est emportée, en même temps que ce qu'elle protégeait : groupe électrogène, rack avec 20 bouteilles de gaz, ... Des écoulements boueux sont entrés dans le refuge par une porte rive droite, endommageant les installations. Le réseau d'amenée d'eau est endommagé. Une fosse d'assainissement est apparente devant le bâtiment. 5 personnes du refuge sont évacuées par hélicoptère à 2h00 du matin. Les autres personnes sont descendues par leur propre moyen le lendemain.

Figure 84. La Bérarde en 1912 (RTM)

Figure 85. La Bérarde en 1931 (RTM)

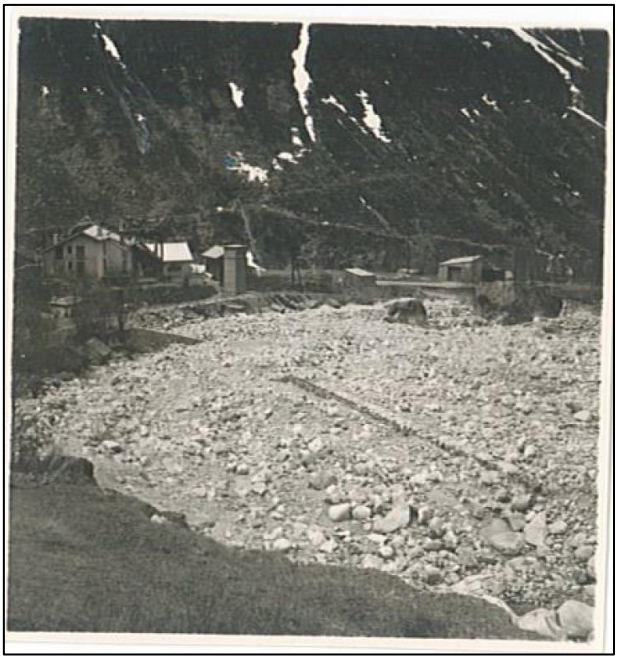


Figure 86. La Bérarde post-crue 1956 (RTM)

Figure 87. La Bérarde post-crue 1956 (RTM)

4. Conclusion

Ce rapport dresse un premier état des lieux des crues des cours d'eau torrentiel dans la vallée du Vénéon le 21 juin 2024. Les éléments présentés sont issus des constats réalisés sur le terrain et des informations recueillis par le service RTM.

La crue du torrent des Etançons peut être qualifiée d'exceptionnelle par son ampleur et son extension jusqu'au hameau de la Bérarde. La crue du Vénéon, quant à elle, est considérée comme une crue importante ayant causée de nombreux dégâts, notamment sur des infrastructures.

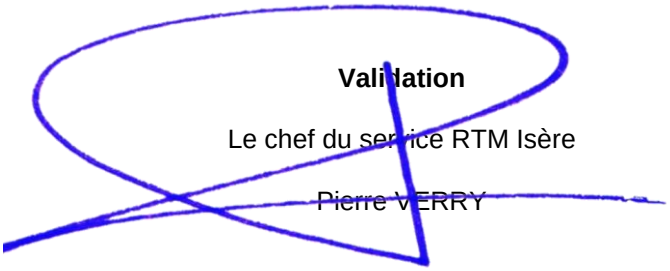
Une rétro-analyse plus approfondie de la crue des Etançons qui a fortement impacté le hameau de la Bérarde sera menée par le service RTM, à la demande de l'Etat, au cours des prochaines semaines, en partenariat avec des experts scientifiques et en recueillant des témoignages.

Concernant la crue du Vénéon, des analyses complémentaires seront à considérer dans le schéma de gestion du cours d'eau en cours d'élaboration.

Validation

Le chef du service RTM Isère

Pierre VERRY



Identifiant document RTM	Type de document	Titre	Année du document	Producteur	Commanditaire	Résumé	Phénomène	Commune	Site	BVR	Massif	Autre localisation
2023-ONF-RTM 26/38-0068	Avis RTM	2023-T-st christophe-crue-veneon-plan-lac - Rapport d'évènement	2023	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Rapport sur la crue du Vénéon à Plan du Lac le 27/08/2023. Commune de St Christophe en Oisans (38)	Crue torrentielle|Inondation	Les Deux Alpes (38)|Saint-Christophe-en-Oisans (38)	Vénéon Bérarde-Plan du Lac			Alpes Françaises
2023-ONF-RTM 26/38-0087	Avis RTM	Rapport d'évènement - Crue du Vénéon du 20 octobre 2023	2023	ONF-RTM 26/38	DDT Direction départementale des territoires de l'Isère (38)	Durant la journée du 20/10/2023, une crue du Vénéon a entrainé des désordres sur plusieurs secteurs le long du tronçon allant de La Bérarde (St Christophe en Oisans) jusqu'au Buclet (Deux Alpes). Le camping de Bourg d'Arud a été inondé.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)|Saint-Christophe-en-Oisans (38)	Vénéon Bérarde-Plan du Lac|Vénéon Plan-du-Lac/Pont-Escoffier			
2023-ONF-RTM 26/38-0096	Avis RTM	Commune de Saint-Christophe-en-Oisans Avis sur les lacs de la Selle suite aux actions de reconnaissance menées à l'été 2023	2023	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Trois avis du RTM ont été ensuite produits : • Un premier avis a été émis par le RTM le 27 juillet 2022 suite à une reconnaissance par hélicoptère le 26 juillet 2022 à 19h dans des conditions de visibilité moyenne. L'avis précise que l'évènement du 26 juillet était lié à une vidange partielle du lac par des chenaux glaciaires ; • Un second avis a été émis le 4 août 2022 suite à une visite le 2 août. L'avis confirme la vidange partielle du lac de la Selle le 26 juillet et aborde les risques de nouvelle vidange ; • Un troisième avis a été émis le 1er octobre 2022 suite à une visite du 7 septembre. L'avis expose l'évolution rapide du site et précise les scénarios de nouvelle vidange. Plusieurs actions ont été menées au cours de l'année 2023 pour mieux comprendre l'évolution du site. Nous présentons ici l'évolution passée du site et son évolution probable dans les années à venir au regard des données acquises. Ces actions ont été financées dans le cadre d'un programme d'action national sur la prévention des risques d'origine glaciaires et périglaciaires.	Crue torrentielle	Saint-Christophe-en-Oisans (38)|Les Deux Alpes (38)	Diable	Torrent du Diable	Ecrins	
2022-ONF-RTM 26/38-0057	Avis RTM	Avis succinct sur le projet immobilier sur l'emplacement de la Bérangère	2022	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Le permis de construire porte sur la reconstruction de l'hôtel La Bérangère situé route de Champamé, parcelle cadastrale AK 357 Le PC a été refusé par arrêté du 02/12/2021 pour prise en compte lacunaire des aléas naturels. La commune sollicite le RTM concernant le volet risque naturel sur ce projet (aléas prévisibles et mesures de gestion du risque applicables en urbanisme).	Avalanche|Glissement de terrain|Ravinement|Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2022-ONF-RTM 26/38-0058	Avis RTM	Avis relatif aux risques naturels - Réaménagement du front de neige de Champamé	2022	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	La communauté de commune de l'Oisans a sollicité du service RTM pour rendre un avis sur les travaux de terrassement et du réaménagement du téléski de Champamé, sur la commune des Deux Alpes. Le projet consiste à réaménager le front de neige débutant de Champamé.	Inondation|Avalanche|Glissement de terrain|Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2022-ONF-RTM 26/38-0055	Avis RTM	Projet de réalisation d'une place de stockage, secteur de la Molière	2022	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	La commune Les Deux Alpes souhaite réaliser une plateforme de stockage pour les matériaux issus du démontage de remontées mécaniques, notamment. Cette place doit être accessible aux semi-remorques. La place choisie étant en zone de potentiel glissement de terrain, la commune a demandé l'avis du RTM sur le sujet.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)				
2022-ONF-RTM 26/38-0056	Avis RTM	Projet d'aménagement du sentier de randonnée sous l'héliport	2022	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	La commune souhaite déplacer un sentier de randonnée en raison de l'aménagement d'un héliport coupant le cheminement actuel. Un important glissement de terrain a eu lieu sur ce site en mars 2014 (Fiche-évènement RTM jointe à cet avis) La commune sollicite le RTM à propos de ce risque naturel.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)				
2022-ONF-RTM 26/38-0059	Avis RTM	Projet de construction d'une maison individuelle au hameau de la Molière	2022	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	La commune des Deux Alpes, a sollicité l'avis du service RTM dans le cadre d'une demande de permis de construire déposée par Mme COING, référencée PC 038 253 22 20010 sur la parcelle cadastrée B 2685. Le projet consiste à construire une maison individuelle sur un terrain déjà occupé par une maison.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)				
2021-ONF-RTM 26/38-0050	Avis RTM	Avis sur le camping La Cascade - Les Deux Alpes	2021	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Par courrier du 30 juillet 2020 la commission camping de la direction des sécurités/SIACED-PC de la Préfecture de l'Isère a notifié à la commune des Deux Alpes un avis défavorable de la poursuite d'exploitation du camping de la Cascade. Par courrier du 31 mai 2021, ce même service a demandé à la commune si les mesures conditionnant la sécurité des visiteurs avaient été prises, demandant un retour pour le 15 juin.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2021-ONF-RTM 26/38-0052	Avis RTM	Fiche diagnostic - Site d'escalade des Ougiers	2021	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Cet avis concerne un secteur basal du versant sud-ouest du Pied-Moutet. Plus précisément, la zone d'étude se situe en pied de la combe (non nommée) la plus au nord-ouest de la carrière. Elle est constituée par la zone de falaise d'exposition sud/sud-est. La visite s'est focalisée sur les aménagements récents de la carrière, réalisés à l'été 2021. Ces derniers ont été mis en œuvre dans l'objectif de réduire la vulnérabilité du site d'escalade vis-à-vis des crues torrentielles et des apports de matériaux résultants.	Crue torrentielle|Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)				
2020-ONF-RTM 26/38-0059	Avis RTM	Fiche synthétique de l'état de la connaissance des risques naturels - Le Champs du Moulin	2020	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Fiche de synthèse explicitant les risques naturels concernés par le camping "Le Champs du Moulin", sur la commune des Deux Alpes. Le site présente une exposition aux risques de crues de la rivière du Vénéon.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2020-ONF-RTM 26/38-0060	Avis RTM	Fiche synthétique de l'état de la connaissance des risques naturels - La Cascade	2020	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Fiche de synthèse explicitant les risques naturels concernés par le camping "Le Champs du Moulin", sur la commune des Deux Alpes. Le site présente une exposition aux risques de crues du ruisseau de Villeneuve/ d'Alleau / de la Muzelle.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2019-ONF-RTM 26/38-0044	Avis RTM	Avis risques naturels sur des projets d'équipements touristiques, commune des Deux Alpes	2019	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis et avis complémentaire sur 4 dossiers (Télésiège 8 places des Crêtes, Nouveau télésiège 4 places du Thuit, Nouveau télésiège de Supervenosc, Nouvelle piste de ski de Supervenosc) sur le domaine skiable des Deux Alpes.	Glissement de terrain|Ravinement|Avalanche|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)				
2019-ONF-RTM 26/38-0045	Avis RTM	Nouveau télécabine 10 places de Pierre Grosse - Commune des Deux Alpes	2019	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis sur la construction du télécabine 10 places de Pierre Grosse, sur des zones non couvertes par des cartes d'aléas et jusqu'à des altitudes élevées (gare amont : 3171m).	Avalanche|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)				
2019-ONF-RTM 26/38-0042	Avis RTM	Avis sur des chutes de bloc sur un cabanon hameau du Collet	2019	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Des chutes de blocs sont survenues en mars-avril 2019, en 3 épisodes, sur un cabanon situé en bordure de la route communale du Collet, altitude 1180 m.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)				
2019-ONF-RTM 26/38-0043	Avis RTM	Avis sur une érosion de piste à la Buissonière	2019	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Une coulée de boue s'est fait jour en aval de la piste sous la gare d'arrivée du télésiège de Mont de Lans. Elle a mis à nu deux réseaux enterrés, Télécom et électriques parallèle à la piste.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)				
2019-ONF-RTM 26/38-0046	Avis RTM	Reprise de l'Hotel Mercure par Belambra Club projet d'extension - Avis RTM sur les risques naturels	2019	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis sur le PC 2531820026 concernant projet d'extension de l'Hotel Mercure.	Avalanche|Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0060	Avis RTM	Avis sur les aléas naturels impactant le secteur des Clarines	2018	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	A la demande de la commune des Deux Alpes, dans le cadre de l'actualisation de la carte des aléas du projet de PPRN, le service RTM de l'Isère a étudié en priorité des secteurs faisant l'objet de projets urbains structurants. L'opération immobilière des Clarines se trouve au coeur de la station de ski, sur le versant de Pied Moutet, tout ou partie concernée par des aléas d'avanlanche et de ruissellements. La présente note vise à préciser les aléas sur le site.	Ravinement|Avalanche	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0057	Avis RTM	Avis sur les paravalanches du Replat	2018	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Lors de la visite annuelle des paravalanches de la combe du Replat, nous avons constaté un défaut de géométrie sur 3 ouvrages du dispositif.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0058	Avis RTM	Avis sur la protection de berge de la passerelle des Ougiers sur le Vénéon	2018	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Des travaux de protection de berge ont été réalisés autour de la pile rive gauche de la passerelle piétonne enjambant le Vénéon, 500 m à l'Ouest du hameau des Ougiers. La commune des Deux Alpes a demandé un avis sur cette réalisation.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0059	Avis RTM	Deux Alpes Loisirs - Avis sur la gestion des avalanches sur le domaine skiable	2018	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Les Deux Alpes Loisirs a demandé au service RTM un avis sur la gestion des avalanches sur 4 sites de la station.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0061	Avis RTM	Terrassements et remblaiements de la Combe du Thuit - Domaine skiable des Deux Alpes	2018	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis sur le projet de remblaiement et terrassement de la combe du Thlut, sur le domaine skiable des Deux Alpes.	Glissement de terrain|Ravinement	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0064	Avis RTM	Avis RTM sur nouveau télésiège de la Toura, station des Deux Alpes	2018	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis favorable sur la construction du télésiège de la Toura.	Autre	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0062	Avis RTM	Avis au titre des risques naturels - Parcelle 534-AC-672 - Maison individuelle	2018	ONF-RTM 26/38	Communauté de communes de l'Oisans	La commune des Deux Alpes et la communauté de communes de l'Oisans ont sollicité, dans le cadre d'une convention d'assistance technique, l'avis du service RTM dans le cadre de la demande de permis de construire référencée PC 0382531820006 pour la construction d'une maison individuelle sur les hauteurs de Venosc. Ce projet a déjà fait l'objet d'un 1er avis RTM. Il s'agit ici de valider, sous forme d'attestation, la bonne prise en compte des risques naturels identifiés sur le terrain du projet.	Glissement de terrain|Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)				
2018-ONF-RTM 26/38-0063	Avis RTM	Avis au titre des risques naturels - Maison individuelle - Projet Wlodyka	2018	ONF-RTM 26/38	Communauté de communes de l'Oisans	La commune des Deux Alpes et la communauté de communes de l'Oisans ont sollicité, l'avis du service RTM dans le cadre de la demande de permis de construire pour la construction d'une maison individuelle sur la commune de Mont-de-Lans.	Chute de blocs|Avalanche|Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)				
2017-ONF-RTM 26/38-0047	Avis RTM	Avis sur aléas chutes de blocs et exposition du GR 54 en rive gauche du Vénéon - Lieu-dit les Etroits	2017	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Des chutes de blocs récurrentes affectent le versant Nord de l'Aiguille de Venosc, en rive gauche du Vénéon, au droit de la falaise des Etroits. Le GR 54 traverse le cône d'éboulis dans sa partie inférieure. Monsieur le Maire des 2 Alpes sollicite le service RTM sur la pertinence de fermeture du GR 54 au public.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)				
2017-ONF-RTM 26/38-0048	Avis RTM	Avis sur les aléas naturels - Secteur des Banchets	2017	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	La réalisation de la cartographie des aléas sur la nouvelle commune des 2 Alpes est en cours par le service RTM de l'Isère, ainsi que la mise à jour de la carte des risques de la commune du Freney d'Oisans. Des projets relativement urgents sur la station font l'objet d'une analyse prioritaire. Le présent avis s'intéresse à mieux qualifier les aléas du projet de PPRN sur le secteur des Banchets.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)				

2017-ONF-RTM 26/38-0051	Avis RTM	Projet de parking entrée de station ; secteur de la passerelle - Phénomènes, aléas et dispositions à prendre pour se protéger des risques naturels	2017 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Le présent avis publie la dernière version de la carte des aléas (09/2019) sur le secteur « entrée station des 2 Alpes » et met à jour les dispositions à prendre en compte pour se prémunir des différents risques naturels au niveau du projet de parking couvert. Cet avis fait suite à une réunion qui s'est tenu le 14 novembre 2019 sur l'emplacement du projet, en présence de la commune, de l'architecte, du département de l'Isère, du bureau AMETEN et du RTM. Par rapport à notre avis de mai 2019, le projet est aujourd'hui abouti techniquement. L'étude géotechnique du remblai a été réalisé par le bureau d'étude SAGE. Les préconisations d'adaptations du Projet sont prises en compte et devront être complétées par la mission G20. Il reste à affiner les protections, minimes et à coûts acceptables, pour les autres phénomènes, en particulier les écoulements de type ruissellements boueux en provenance des débordements du ruisseau de l'Alpe.	Avalanche|Glissement de terrain|Ravinement|Inondation	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0052	Avis RTM	Avis sur les aléas naturels en entrée de station - Secteur de la passerelle et du parking	2017 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	La réalisation de la cartographie des aléas sur la nouvelle commune des Deux-Alpes est en cours par le service RTM de l'Isère, ainsi que la mise à jour de la carte des risques de la commune du Freney d'Oisans. Des projets relativement urgents sur la station font l'objet d'une analyse prioritaire. Le présent avis s'intéresse à mieux qualifier les aléas du projet de PPRN sur le secteur Passerelle-parking.	Avalanche|Glissement de terrain|Ravinement|Inondation	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0057	Avis RTM	Contentieux - Eléments explicitant nos réalisations suite à la réunion d'expertise	2017 ONF-RTM 26/38	Deux Alpes loisirs	Elements explicatifs fournis par le RTM dans un contentieux suite à des désordres survenus sur un chantier réalisé par le groupement d'entreprises FAMY et SOCCO pour la société Deux Alpes Loisirs, maitre d'ouvrage.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0049	Avis RTM	Avis sur les aléas naturels - Projet de construction parcelle AC 672 secteur « haut de la ville »	2017 ONF-RTM 26/38	Communauté de communes de l'Oisans	Demande d'avis sur les risques naturels à prendre en compte, pour la constructibilité de la parcelle AC 672.	Crue torrentielle|Chute de blocs|Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0050	Avis RTM	Projet de réhabilitation d'une maison existante - Parcelle AC 132 secteur « la ville »	2017 ONF-RTM 26/38	Communauté de communes de l'Oisans	Demande d'avis sur les risques naturels à prendre en compte, pour la réhabilitation d'une maison existante, parcelle AC 132.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0053	Avis RTM	Avis sur PC n° 382531720015 concernant la construction d'un local technique - Prise en compte des aléas naturels	2017 ONF-RTM 26/38	Communauté de communes de l'Oisans	Le département de l'Isère envisage la construction d'un bâtiment technique de 70m², dans le cadre de la mise en place de la fibre optique sur la commune.	Glissement de terrain|Ravinement	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0054	Avis RTM	Avis sur projet de bâtiment technique, département de l'Isère (Permis d'aménager n° 0382531720009) - Prise en compte des aléas naturels	2017 ONF-RTM 26/38	Communauté de communes de l'Oisans	A l'occasion de projets d'aménagements ou/et de constructions nouvelles, certains secteurs de la commune font l'objet d'une expertise plus détaillée. Le département de l'Isère envisage la construction d'un bâtiment technique de 35m², dans le cadre de la mise en place de la fibre optique sur la commune. Ce bâtiment se situe en zone d'aléa moyen de crue torrentielle sur la carte des aléas de 1999.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)
2016-ONF-RTM 26/38-0036	Avis RTM	Avis sur le risque naturel à la combe Hochue	2016 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis sur le projet de construction d'un bâtiment de 23 logements, en amont immédiat de la combe Hochue.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2016-ONF-RTM 26/38-0037	Avis RTM	Modification de la carte des aléas du projet de PPRN - Avis sur les aléas torrentiels et de glissement de terrain - Projet de construction terrains M. Gravier	2016 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Demande de précision sur la note RTM du 29 juin 2015, afin de mieux justifier la modification de l'aléa sur le ruisseau de l'Alpe au niveau de la zone urbanisée. Cette modification du zonage et notre avis ne portent que sur un secteur limité.	Glissement de terrain|Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)
2016-ONF-RTM 26/38-0038	Avis RTM	Avis relatif à la création d'un dépôt de matériaux	2016 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Dans le cadre de la création du lotissement "Les Terres de Vénosc" une mise en dépôt des produits de décaissements est envisagée, sur une parcelle privée au niveau du hameau de Bons. Le projet prévoit la réalisation d'un déblai allant jusqu'à 8m de haut avec une pente maximum de 3H/2V.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2016-ONF-RTM 26/38-0039	Avis RTM	Note complémentaire relatif à la création d'un dépôt de matériaux	2016 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Le service RTM a émis le 29 avril 2016 un avis favorable à la création d'un dépôt de matériaux sur la propriété Pellorce. Cet avis faisait état par ailleurs de l'inconstructibilité des zones remblayées. Cette note complémentaire re-défini une zone constructible, notamment pour un projet de garage.	Autre	Les Deux Alpes (38)
2016-ONF-RTM 26/38-0040	Avis RTM	Note sur l'exposition aux aléas risques naturels du projet Semcoda	2016 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Le service RTM a été sollicité par le service instructeur de la Comcom Oisans pour donner un avis complémentaire sur un permis de construire présenté par la SEMCODA sur la commune de Mont de Lans, sur un ensemble de parcelles attenantes au centre de vacances des Glaciers. Cet avis vient compléter l'avis émis par le service SPR de la DDT en date du 30 mars 2016.	Ravinement|Inondation	Les Deux Alpes (38)
2015-ONF-RTM 26/38-0025	Avis RTM	Piste du Jandri : bilan technique concernant la réalisation des passages de talwegs sur la bretelle nord	2015 ONF-RTM 26/38	Deux Alpes loisirs	Ce rapport concerne la mise en œuvre des préconisations pour le traiement hydraulique des eaux de ruissellement et eaux souterraines lors des travaux de terrassement de la bretelle nord du Jandri.	Ravinement	Les Deux Alpes (38)
2015-ONF-RTM 26/38-0026	Avis RTM	Avis sur la piste du Jandri	2015 ONF-RTM 26/38	Deux Alpes loisirs	Avis donné suite à visite de terrain sur le chantier de la piste Jandri.	Ravinement	Les Deux Alpes (38)
2015-ONF-RTM 26/38-0027	Avis RTM	Avis sur maison individuelle non conforme aux prescriptions contre les aléas naturels - Affaire Wlotyla	2015 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Suite à un avis de 2010 autorisant la fabrication d'une maison individuelle, sous réserve de construction d'une facade ouest pouvant se prémunir du risque de glissement de terrain et de chute de pierre, une visite de terrain a permis de constater la non conformité de cette facade.	Chute de blocs|Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2014-ONF-RTM 26/38-0033	Avis RTM	Note technique concernant le traitement hydraulique des passages de combe sur la bretelle nord	2014 ONF-RTM 26/38	Deux Alpes loisirs	Cette note, rédigée à la demande de Deux Alpes Loisirs, concerne un avis technique sur le traitement hydraulique des eaux de ruissellement et eaux souterraines lors du franchissement de trois talwegs par le projet de piste du Jandri.	Ravinement	Les Deux Alpes (38)
2014-ONF-RTM 26/38-0036	Avis RTM	Dégradation digue Vénéon - Compte-rendu de visite du 6/07/2012	2014 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Compte-rendu de visite le long du Vénéon, notamment pour identifier des très gros blocs issus de la falaise des Perrons et de la combe du Crux qui contournent le flux du torrent et sapent les berges.	Ravinement	Les Deux Alpes (38)
2011-ONF-RTM 26/38-0016	Avis RTM	Avis sur projet d'habitation au lieu-dit "La Gardette"	2011 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis sur un projet de construction d'habitation en zone de chute de blocs, pour le demandeur Wlodyka, au lieu-dit "La Gardette" sur la commune de Mont de Lans.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
2010-ONF-RTM 26/38-0014	Avis RTM	Carte des aléas - modification du zonage	2010 ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Zonage modificatif sur le secteur du Chambon, suite à une erreur sur la carte d'aléa du PPRN.	Autre	Les Deux Alpes (38)
2023-ONF-RTM 26/38-0089	Etude	Les Deux Alpes note méthodologique carte des aléas	2023 ONF-RTM 26/38	Commune des Deux Alpes	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes – Note méthodologique. Rapport de 35 pages ; 5 annexes.	Affaissement|Avalanche|Chute de blocs|Crue torrentielle|Glissement de terrain|Inondation|Ravinement|Séisme	Les Deux Alpes (38)
2023-ONF-RTM 26/38-0090	Etude	Les Deux Alpes rapport de présentation carte des aléas	2023 ONF-RTM 26/38	Commune des Deux Alpes	Cartographie des aléas naturels prévisibles des Deux Alpes - Rapport de présentation et annexes.	Affaissement|Avalanche|Chute de blocs|Crue torrentielle|Glissement de terrain|Inondation|Ravinement|Séisme	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Diagnostic d'un mur de soutenement	BSI Bureau de structure et 2022 d'ingénierie	Particulier(s)	Etude d'un mur de soutenement mettant en preuve sa conformité vis-à-vis de potentiels aléas naturels	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2022-ONF-RTM 26/38-0060	Etude	Extension de la carrière des Ougiers - Approfondissement de l'étude "Diagnostic des risques naturels et proposition de parades (2017)"	2022 ONF-RTM 26/38	CMSE Colas carrière et matériaux Sud-Est	A la demande de la société SOVEMAT (nouvellement CMSE), le service RTM de l'Isère a réalisé en 2017 une étude « Diagnostic des risques naturels et propositions de parades » dans le cadre de l'extension de la carrière des Ougiers, sur la commune des Deux Alpes (ex Venosc). La carrière est située en amont du hameau des Ougiers, menacée par divers aléas naturels. Le nouvel enjeu est de définir des modalités d'exploitation de la carrière qui permettent d'atteindre un niveau de sécurité acceptable au niveau du hameau des Ougiers et de réduire l'impact environnemental de cette exploitation. Cette étude doit donc vérifier si le nouveau plan d'exploitation proposé par la société CMSE permet d'assurer la sécurité du hameau des Ougiers et de dimensionner les aménagements permettant d'atteindre cet objectif.	Avalanche|Crue torrentielle|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
2021-ONF-RTM 26/38-0019	Etude	Etude pour la réalisation de plantations paravalanche - Secteur Vallée Blanche - Compte-rendu des validations de terrain	2021 ONF-RTM 26/38	SATA 2 Alpes	Compte-rendu de visite de terrain dans le but de déterminer la zone d'étude, les contraintes du site et les enjeux à protéger - ainsi que les besoins de la SATA.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
2021-ONF-RTM 26/38-0051	Etude	Secteur Vallée Blanche - Etude pour la réalisation de plantations paravalanches	2021 ONF-RTM 26/38	SATA 2 Alpes	La société « SATA Les Deux Alpes » souhaite agrandir les surfaces boisées sur le secteur Vallée Blanche, commune Les Deux Alpes. L'objectif principal est la protection paravalanche des itinéraires de ski et la réduction de mise en œuvre du PIDA sur ce versant.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Extension de la carrière du Peuye - Demande d'autorisation environnementale	2020 SETIS	Commune des Deux Alpes	La demande d'autorisation environnementale porte sur le renouvellement et l'extension de la carrière du Peuye ouverte sur la commune des Deux Alpes - Venosc. Elle correspond à une double exigence : . assurer à moyen terme la sécurisation du hameau des Ougiers vis-à-vis des nombreux risques du versant (chutes de blocs, crues torrentielles…) ; . garantir l'approvisionnement de l'Oisans en matériaux de construction et de voirie en fournissant des granulats à hautes qualité.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
2020-ONF-RTM 26/38-0061	Etude	Avis sur l'aléa chutes de blocs - Eboulement du 30 août 2020 - Sécurisation du sentier de la microcentrale EDF de la Muzelle	2020 ONF-RTM 26/38	EDF	Suite à un éboulement survenu fin août 2020 sur le sentier d'accès à la microcentrale de la Muzelle, EDF Hydro a missionné le service RTM de l'Isère afin de procéder à une expertise du site et à la définition de travaux de sécurisation. La commande passée à cet effet comprend un avis technique sur les risques résiduels qui pourraient subsister après l'éboulement et sur les travaux à prévoir afin de rouvrir l'accès. Le présent rapport inclut une présentation du site et du contexte de la mission, les observations de terrain et les solutions de protection.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude hydraulique de la confluence du torrent de la Muzelle avec le Vénéon	ETRM Eaux, torrents et rivières de 2020 montagne|Suez	Communauté de communes de l'Oisans	Les torrents de la Muzelle et du Vénéon, présentent des risques majeurs identifiés sur les campings de la Cascade et du Champ du Moulin, et plus largement sur les hameaux de l'Alleau et de Bourg d'Arud, menacés par les crues torrentielles. Ce site a donc fait l'objet de nombreuses études en vue d'une protection des aménagements - essentiellement touristiques établis à proximité de cette confluence.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude hydraulique - Piège à flottants en amont du pont de la Traverse et rehausse du mur de gabions en rive droite sur la place du Sellier sur le ruisseau du Sellier	SAGE 2020 Environnement	Communauté de communes de l'Oisans	Le présent rapport concerne une étude hydraulique du ruisseau du Sellier au droit du village de Vénosc, Les Deux Alpes.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)

	Etude	Etude hydraulique du ruisseau des Gours sur le projet de gare - TC de Pierre Grosse	2019 Hydrétudes	Deux Alpes loisirs	Le projet porte sur la construction de la télécabine (TC) de Pierre Grosse. La gare de départ est implantée à la cote 2216 mNGF à proximité des ruines au voisinage du captage de la selle. La gare d'arrivée est quant à elle prévue à 3171 mNGF. Suite à une note RTM craignant un risque d'innondation sur la gare aval, de part à la proximité du torrent de la Selle, cette étude défini les débits de crue et établi une modélisation hydraulique ainsi que des propositions d'aménagements.	Inondation	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Projet de création d'un parking couvert dans la station de sports d'hiver des Deux Alpes (38) - Dossier d'étude d'impact	2019 Améten	Commune des Deux Alpes	La commune des Deux Alpes, dans le département de l'Isère, souhaite réduire le nombre de places de stationnement dans le centre de la station, afin de faciliter la circulation des piétons, des navettes et des voitures, notamment en période hivernale. La commune est actuellement dotée d'un parking ouvert en entrée de station, dénommé le parking de la passerelle, utilisé par les véhicules légers, les autocars et les camping-cars. L'objet du présent dossier consiste en la réalisation de l'étude d'impact portant sur la construction d'un parking couvert de 300 places en lieu et place de l'actuel parking ouvert.	Avalanche|Glissement de terrain|Ravinement	Les Deux Alpes (38)
2019-ONF-RTM 26/38-0047	Etude	Hameau du Chambon - Etude de protections contre les chutes de blocs	2019 ONF-RTM 26/38	Commune des Deux Alpes	La mairie des Deux-Alpes a sollicité l'intervention du service RTM pour réaliser un diagnostic des risques de chutes de pierres et de blocs sur le hameau du Chambon et pour proposer des parades.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude trajectographique vis-à-vis des chutes de blocs pour la DAET concernant le TSD4 Thuit	2019 Arias montagne	Deux Alpes loisirs	Dans le cadre du remplacement de l'appareil de la Thuit par un TSD4, une étude trajectographique de propagation des blocs rocheux au droit des pylônes P14 et P15 de la ligne, est réalisée.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
2018-ONF-RTM 26/38-0065	Etude	Carrière des Ougiers - Avis géologique sur la réhabilitation d'un secteur de la carrière en site d'escalade	2018 ONF-RTM 26/38	Sovemat	Avis géologique sur la remise en état de la carrière en site d'escalade (zone nord-ouest). Les phénomènes naturels concernant la zone d'étude sont les chutes d'éléments rocheux, mais également les avalanches et les crues torrentielles.	Avalanche|Crue torrentielle|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	ZAC des Banchets - Protection paravalanche : analyse multicritères	2018 Engineerisk	Commune des Deux Alpes	Suite au rapport qui détaillait l'état des phénomènes avalancheux et les moyens pour s'en prémunir à l'échelle du périmètre maximal initialement envisagé pour la Zac des Banchets, une réunion a introduit de nouveaux paramètres qui permettent de rechercher une optimisation entre surface à protéger et caractéristiques de la protection. Désormais, il s'agit plutôt d'adapter raisonnablement l'ambition de la protection par rapport au niveau d'exposition (donc plus ou moins haut dans le versant) et de comparer les situations obtenues (décrites dans le paragraphe suivant).	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Diagnostic du risque avalanche - Phase d'analyse préliminaire - TC Pierres Grosses les Deux Alpes	2018 Engineerisk	Les 2 Alpes	Le projet de TC de Pierres Grosses est soumis aux risques d'avalanches sur une grande partie de son tracé, majoritairement dans sa partie aval traverse les pentes sud de La Grande Sure ainsi que le couloir de Chalance qui sont tous deux des systèmes avalancheux assez actifs et importants. Sa faisabilité n'est pas a priori remise en question mais reste un challenge important nécessitant des optimisations précises selon ce qui précède. Pour cette phase préliminaire, plusieurs zones (les plus préjudiciables) ont pu être définies dans le Tableau 3 et la Figure 14. Ces zones devront être évitées au maximum pour l'implantation des pylônes. Il apparaît de prime abord assez difficile de respecter cette condition pour la zone 4 vu son linéaire : si tel est le cas, il sera nécessaire de mettre en place une protection adaptée de type étrave qui devra être dimensionnée en conséquence. En ce qui concerne les gares, la G2 n'est pas concernée par le risque d'avalanche. La G1 peut être approchée à une vingtaine de mètres en condition centennale, mais les hauteurs et pressions restent résiduelles. Les écoulements aérosols, non directement dimensionnants ici, seront étudiés dans la phase suivante lors de la détermination détaillée des sollicitations.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Diagnostic du risque et prescriptions paravalanches - TSD du Thuit - Les Deux Alpes	2018 Engineerisk	Les 2 Alpes	L'objet de ce rapport est d'effectuer un état des lieux des risques et de définir le cas échéant les dispositions paravalanches à prendre en compte y compris pour optimiser la localisation des futurs pylônes. Une fois les localisations de ces infrastructures optimisées, les prescriptions de détails correspondantes seront définies (hauteur et angle d'application, pression…) dans un rapport ultérieur. Les écoulements aérosols, non directement dimensionnants ici, seront étudiés dans cette phase suivante.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude hydrogéologique Deux-Alpes Loisirs - TSD Pierre Grosse	2018 Equaterre		la construction du TSD de Pierre Grosse est envisageable. Nous conseillons le décalage de 1, 4 degrés de l'axe afin que les pylônes P2 et P3 sortent des périmètres immédiats et rapprochés. Ainsi, en respectant les préconisations de ce rapport, les impacts qualitatifs sur la ressource en eau peuvent- être considérés comme négligeable vis-à-vis des rejets des moteurs. le risque principal est le risque : accidentel lors de la maintenance et la manutention d'hydrocarbures. Pour cette raison, des préconisations importantes sont à observer scrupuleusement sur le chantier. l'entreprise devra les confirmer dans son PAQ. En outre, une procédure d'alerte avec doublement des moyens de communication devra être mise en place en cas d'accident, avec alerte immédiate du maître d'ouvrage, des services de secours, et de l'ARS. Des contrôles effectifs des dispositions prises par l'entreprise devront être réalisés par le maître d'œuvre avec points d'arrêt à charge de l'entreprise défaillante.	Crue torrentielle|Inondation	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude geotechnique - Diagnostic du risque et prescriptions paravalanches - TSD du Thuit - Les Deux Alpes	2018 Equaterre	Les 2 Alpes	La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission comprenant des Investigations géotechniques et la rédaction d'une étude géotechnique d'avant-projet de type G2 (AVP), au sens de la norme NFP 94-500, elle est strictement limitée à la phase avancement projet indiquée ci-après. Diagnostic du risque et prescriptions paravalanches - tsd du thuit - les Deux Alpes.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude geotechnique d'avant-projet - Mission : G1 PGC (norme NFP 94-500)	2018 Equaterre	Les 2 Alpes	La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission comprenant des investigations géotechniques et la rédaction d'une étude géotechnique d'avant-projet de type G2 (AVP), au sens de la norme NFP 94-500, elle est strictement limitée à la phase avancement projet indiquée ci-après. Etude géotechnique et d'étude géotechnique d'avant-projet mission : g1 pgc (norme nfp 94-500).	Autre	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude geotechnique DAET - Etude de stabilité pour la mise en dépôt de déblais	2018 Equaterre	Les 2 Alpes	La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission comprenant des Investigations géotechniques et la rédaction d'une étude géotechnique d'avant-projet de type G2 (AVP), au sens de la norme NFP 94-500, elle est strictement limitée à la phase avancement projet indiquée ci-après. Etude de stabilité pour la mise en dépôt de déblais.	Autre	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude eaux pluviales et zonage sur la station des Deux Alpes	2017 Profils études	SIVOM des Deux Alpes	Les écoulements d'eaux pluviales sur la station des deux Alpes sont en grande partie canalisés avec des dysfonctionnements lors de certains épisodes pluvieux liés à plusieurs facteurs. Les objectifs de cette étude sont donc les suivants : . Etudier le fonctionnement des réseaux d'eaux pluviales lors des pointes hydrauliques générées par une pluie décennale ou vingtennale; . Estimer la réserve de capacité nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement des réseaux EP à l'horizon 2025 en intégrant les aménagements futurs ; . Définir un débit de fuite qui s'appliquera pour les futurs aménagements et qui permettra d'écrêter les pointes de débits par un dispositif de stockage à la charge du porteur de projet ; . Définir des solutions d'écrêtement des débits au niveau du réseau public et notamment sur la partie se rejetant à l'exutoire côté Venosc.	Inondation	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude de faisabilité géotechnique pour la création d'un centre technique et de parkings	2017 SAGE Société alpine de géotechnique	SIVOM des Deux Alpes	Cette étude concerne le projet de création d'un centre technique et de parkings en lieu et place du parking camping-car existant, sur la commune des Deux Alpes (38). Le projet n'est pas défini précisément pour le moment. Cette étude a pour objectif : - de faire la synthèse des reconnaissances géotechniques effectuées, - d'établir un modèle géotechnique du site, - de donner les premières préconisations techniques de réalisation des ouvrages.	Avalanche|Glissement de terrain|Ravinement|Inondation	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0055	Etude	Extension de la carrière des Ougiers - Diagnostic des risques naturels et propositions de parades	2017 ONF-RTM 26/38	Sovemat	Le service RTM de l'Isère réalise une étude pour le diagnostic des risques naturels et pour la proposition de parades de protection, en vue de l'extension de la carrière des Ougiers. L'objectif est de définir d'abord les aléas naturels présents (avalanches, les crues torrentielles et les chutes d'éléments rocheux) et ensuite des travaux de protection en lien avec les phases d'exploitation potentielles de la carrière.	Avalanche|Crue torrentielle|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0056	Etude	Ouvrages et boisements paravalanches - Mise à jour de Juillet 2017	2017 ONF-RTM 26/38	Commune des Deux Alpes	Après un rapport initial de 1999, le RTM réalise en 2017 une mise à jour de la cartographie des boisements paravalanches sur les deux Alpes.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	ZAC des Banchets - Etude des possibilités de protection paravalanche	2017 Engineerisk	Commune des Deux Alpes	Dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC des Banchets et notamment de la possible construction d'un ensemble de type village-vacances, le présent rapport répond à la demande de la Mairie des 2 Alpes d'évaluer la faisabilité technique d'une tourne paravalanche pour protéger la zone.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Secteur Jandri - Suivi de la stabilité du talus amont de la piste de Jandri - Rapport de suivi topographique	2017 Alpes ingé	Meige	Alpes Ingé réalise un suivi topographique hebdomadaire des cibles implantées sur les têtes d'ancrage du confortement du talus amont de la piste de Jandri, sur le domaine skiable des 2 Alpes (38). Ce suivi topographique périodique est prévu jusqu'à début mai (printemps) afin de déterminer les éventuels mouvements du talus conforté et de juger de sa stabilité.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2017-ONF-RTM 26/38-0058	Etude	Gestion avalanche Combe du Y branche Sud	2017 ONF-RTM 26/38	Deux Alpes loisirs	La gestion du risque avalanche en amont de la piste retour Jandri au niveau de la combe du Y , branche Sud pose quelques problèmes de sécurité, pour les gestionnaires du domaine skiable d'une part, pour les usagers de la piste d'autre part. Ce rapport concerne la mise en œuvre de préconisations visant à améliorer la gestion du risque avalanche dans la combe du Y.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Rapport de conclusions contentieux piste du Jandri SA Deux Alpes Loisirs - FAMY-SOCCO	2016 TGI Tribunal de grande instance de Paris	Deux Alpes loisirs	Affaire S.A. Deux-Alpes. Rapport de conclusion du Tribunal de Grande Instance de Paris, ordonnance des 16 septembre 2016 et 17 janvier 2017, concernant la piste du Jandri au coeur de la station des Deux Alpes où un glissement de terrain s'est produit dans le virage du talweg S1 en date du 11 ou 12 juin 2016. Déroulement des opérations, liste des documents remis par les parties et leurs conseils, rappel de l'objet du litige, localisation etc. Rapport de préconclusion en annexe 1.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Piste du Jandri - Etude géotechnique type G5	2016 Solusol	SMA Courtage	Expertise une étude de diagnostique géotechnique sur le site de la piste du Jandri au coeur de la station des Deux Alpes - où un glissement de terrain s'est produit dans le virage du talweg S1 en date du 11 ou 12 juin 2016. L'objectif de notre mission est d'examiner les désordres enregistrés, de recueillir tous renseignements quant à l'environnement, le dimensionnement et la réalisation des ouvrages.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)

	Etude	Extension de la carrière du Peuye - Mise en compatibilité du plan local d'urbanisme - Evaluation environnementale	2016 SETIS	Commune de Venosc	Le projet d'extension de carrière répond à deux besoins convergents : . Le hameau des Ougiers est soumis à un risque de chute de blocs et laves torrentielles provenant du versant montagneux qui le surplombe. Le projet va sécuriser ces habitations par la purge des éléments instables situés en pied de falaise et par la récupération des laves torrentielles lorsqu'elles arrivent ; . la société SOVEMAT qui exploite actuellement la carrière du Peuye située en limite Nord-Ouest du territoire communal, envisage d'exploiter les éboulis dans la continuité de sa carrière actuelle, afin de se procurer les matériaux nécessaires à la poursuite de l'exercice de son activité.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude géotechnique de la zone de dépôt de matériaux - Projet de création d'un lotissement sur les terres de Venosc	SAGE Société alpine de 2016 géotechnique	Gravier TP	Dans le cadre du projet de construction d'un lotissement sur les «Terres de Vénosc», sur la commune de Mont-de Lans (38), cette étude concerne la zone de dépôt des matériaux de déblai du projet. Cette zone serait située chez un particulier, sur le hameau de Bons, sur la Commune de Mont-de Lans (38) Le présent rapport a pour objectifs de : présenter les résultats des reconnaissances géotechniques sur la zone d'étude, établir le modèle géotechnique du site, analyser la stabilité des futurs remblais, fournir les préconisations techniques d'exécution de cet ouvrage. Il s'agit d'une mission de type G3 selon la norme NFP94-500 (révisée en novembre 2013).	Chute de blocs|Inondation	Les Deux Alpes (38)
2015-ONF-RTM 26/38-0030	Etude	Travaux de protection contre les crues torrentielles de la Muzelle et du Vénéon pour le hameau de l'Alleau et les campings de la Cascade et du Champ du Moulin - Tranches 1/2/3	2015 ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	La commune de Venosc a commandé une étude hydraulique en 2008 concernant les torrents de la Muzelle et du Vénéon (RTM, 2008). Une étude de programmation des travaux a également été réalisée afin de proposer des aménagements pour protéger les enjeux menacés sur la commune de Venosc. Le projet concerne les torrents de la Muzelle et du Vénéon pour lesquels les risques majeurs identifiés concernent les campings de la Cascade et du Champ du Moulin menacés respectivement par des débordements de la Muzelle et du Vénéon.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)
2014-ONF-RTM 26/38-0074	Etude	Projet de desserte - Canton de la Combe de Venosc	2014 ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Etude de la possibilité d'une dessert dans le conton de la Combe de Venosc, dans le but : - de voir si un accès à la station des Deux Alpes est possible en traversant la Combe Hochue - de fournir un accès pompiers sur le versant au dessus du Collet.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2014-ONF-RTM 26/38-0034	Etude	Suivi ouvrages paravalanches - Rapport 2009	2014 ONF-RTM 26/38	Commune de Mont-de-Lans	Par convention du 24/05/05 le service RTM de l'ONF est chargé d'une mission générale de surveillance des ouvrages et reboisements paravalanches situés sur le territoire des communes de Mont de Lans et Venosc.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
2014-ONF-RTM 26/38-0035	Etude	Suivi ouvrages paravalanches - Rapport 2014	2014 ONF-RTM 26/38	Commune de Mont-de-Lans	Par convention du 24/05/05 le service RTM de l'ONF est chargé d'une mission générale de surveillance des ouvrages et reboisements paravalanches situés sur le territoire des communes de Mont de Lans et Venosc.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Stabilité du versant du Collet à Venosc	CEREMA Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et 2014 l'aménagement	DDT Direction départementale des territoires de l'Isère (38)	Observations géologiques et géotechniques faites lors d'une reconnaissance du versant du Collet, à Venosc, le 10 juillet 2014 - affecté par un mouvement de terrain actif, profond et lent.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Note sur le versant amont du Collet - Commune de Venosc	2014 ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Reconnaissance pédestre effectuée le 12 décembre : R. Chanéac et R. Marie (RTM), C. Perrin (ONF UT Oisans). Les grandes fissures (ouverture 4m, profondeur au moins 20m) affectant le versant amont du hameau du Collet impressionnent les parapentistes qui ont signalé leurs observations, observations relayées ensuite auprès du service R.T.M. En septembre 2012 un glissement s'est produit en rive droite du Merdaret, donc en partie basse du versant affecté par ces fissures Si la comparaison de l'analyse de photos aériennes de dates différentes ne permet pas d'affirmer une quelconque évolution de ces larges fissures, la reconnaissance pédestre du 12 décembre autorise à formuler les hypothèses d'analyse suivantes. Le contexte géologique est complexe et comporte plusieurs entités disposées subverticalement Grès et schiste au dessus du Collet.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude hydraulique du nouveau projet de la piste de Jandri I maximisant les écoulements aériens	ETRM Eaux, torrents et rivières de 2013 montagne	Deux Alpes loisirs	Deux Alpes Loisirs, l'exploitant du domaine skiable des Deux Alpes, souhaite aménager une piste de ski dans la combe du ruisseau de Cote Brune. Ce projet doit permettre d'adoucir nettement le profil en long de cette future piste de retour. Cela impose de modifier profondément le lit du torrent par d'audacieux terrassements. Le présent rapport ne concerne que l'hydraulique de surface et en aucun cas la stabilité des terrains, les circulations souterraines d'eau ou le dimensionnement interne des ouvrages.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etat initial de l'environnement - SCOT du pays de l'Oisans	2013 Agence Visu	Communauté de communes de l'Oisans	Les documents d'urbanisme et plus particulièrement les PLU jouent un rôle fondamental dans la prise en compte des risques naturels et technologiques. Ce SCOT, établi sur le territoire de l'Oisans, détermine les conditions permettant d'assurer la prévention des risques et questionne : - Les outils de connaissance des risques à disposition - Les documents réglementaires en vigueur sur le territoire - Les sites les plus vulnérables - Les mesures prises pour réduire la vulnérabilité des personnes et des biens	Avalanche|Inondation|Crue torrentielle|Chute de blocs|Glissement de terrain	(38)|Auris (38)|Besse (38)|Clavans-en-Haut-Oisans (38)|Huez (38)|La Garde (38)|Le Bourg-d'Oisans (38)|Le Freney-d'Oisans (38)|Livet-et-Gavet (38)|Mizoën (38)|Les Deux Alpes (38)|Ornon (38)|Oulles (38)|Oz (38)|Saint-Christophe-en-Oisans (38)|Vaujany (38)|Venosc (38)|Villard-Notre-Dame
2012-ONF-RTM 26/38-0037	Etude	Etude d'incidence des terrassements de la piste de Côte Brune sur le risque d'avalanche - prise en compte d'une surcharge des remblais liée à la neige	2012 ONF-RTM 26/38	Deux Alpes loisirs	La société « Deux Alpes Loisirs » (DAL) qui gère les remontées mécaniques et les pistes de la station des 2 Alpes projette de réaliser une piste bleue entre le secteur des Crêtes et la station. Actuellement, il n'existe que des pistes noires ou un chemin étroit en piste verte pour rejoindre le village, ce qui constitue depuis longtemps un handicap pour ce grand domaine skiable. Cette piste bleue de plus de 2 km sera taillée à flanc de montagne, dans un versant raide (pente souvent > 30°). Elle nécessitera des terrassements importants, en déblai - remblai, pour maintenir un profil de piste bleue.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
2011-ONF-RTM 26/38-0048	Etude	Amélioration du dispositif de surveillance des phénomènes de glissement de terrain	2011 ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	En 1992 des glissements se réactivent dans la combe Hochue emportant notamment à l'amont, au niveau des 2 Alpes, une route communale. Un suivi de site a été mis en place, afin d'estimer les risques de régression du mouvement.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
2011-ONF-RTM 26/38-0015	Etude	Risque d'avalanche sur les hameaux, routes et projet de piste de ski de fond des secteurs "Les Travers - La rivoire - La molière" et propositions de protections complementaires	2011 ONF-RTM 26/38	Commune de Mont-de-Lans	la commune de Mont de Lans, a le projet d'étendre le domaine de ski nordique en direction de La Faurie, depuis les pistes existantes permettant déjà de relier la station des Deux Alpes au hameau de La Molière. La question du tracé de cette nouvelle piste au regard des risques actuels d'avalanches s'est rapidement posée, de même que les possibilités de sécurisation par des dispositifs ou travaux spécifiques.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
2011-ONF-RTM 26/38-0017	Etude	Suivi inclinométrique - Digue du plan d'eau - Secteur du "Petit Plan"	2011 ONF-RTM 26/38	Commune de Mont-de-Lans	Les suivis inclinométriques réalisés depuis 2004 dans le secteur du "Petit Plan" sur la commune de Mont-de-Lans, ont pour objectif de détecter et de suivre d'éventuels mouvements des terrains de l'assise de la digue du plan d'eau réalisée; ceux-ci risquant bien sûr à terme de mettre en péril l'aménagement, voire d'occasionner des dégâts dans les secteurs situés à l'aval de la retenue. Lors des reconnaissances préalables à la réalisation de l'ouvrage, des indices de glissements avaient été observés sur le versant aval.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude hydraulique du nouveau projet de la piste de Côte Brune	ETRM Eaux, torrents et rivières de 2011 montagne	Deux Alpes Loisirs	Deux Alpes Loisirs, l'exploitant du domaine skiable des Deux Alpes, souhaite aménager une piste de ski dans la combe du ruisseau de Cote Brune. Ce projet doit permettre d'adoucir nettement le profil en long de cette future piste de retour. Cela impose de modifier profondément le lit du torrent par d'audacieux terrassements. Le présent rapport ne concerne que l'hydraulique de surface et en aucun cas la stabilité des terrains, les circulations souterraines d'eau ou le dimensionnement interne des ouvrages. En 2006, une étude avait été réalisée par ETRM sur un premier projet. Des contraintes liées à la présence de zones humides imposent un nouveau tracé. L'étude de 2006 doit donc être reprise pour tenir compte des nouveaux tracés envisagés, très différents dans la partie aval. Il est nécessaire, pour dimensionner les ouvrages, de mieux connaître le fonctionnement de ce ruisseau et de prendre en compte les caractéristiques des écoulements torrentiels et du transport solide.	Crue torrentielle|Inondation	Les Deux Alpes (38)
2008-ONF-RTM 26/38-0014	Etude	Etude de programmation d'actions de protection contre les risques naturels	2008 ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Les zones urbanisée de Venosc sont caractérisées par des forts reliefs et affectées par de nombreux phénomènes naturels d'origine gravitaire. Plusieurs sites sont considérés comme "à risque".	Avalanche|Glissement de terrain|Crue torrentielle|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)

2008-ONF-RTM 26/38-0015	Etude	Torrents du Vénéon et de la Muzelle - Etude hydraulique pour la protection du camping « le Champ du Moulin »	2008	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Le camping « le Champ du Moulin » est situé en rive droite du Vénéon, à l'amont immédiat de sa confluence avec le torrent de la Muzelle. Compte tenu de sa situation, d'importants aménagements de protection ont été réalisés par le passé pour accroître le niveau de sécurité de cet enjeu particulièrement vulnérable. Lors de la crue du 24 octobre 2006, le niveau d'écoulement du Vénéon s'est avéré être en limite de débordement au droit du camping. Un certain nombre de désordres ont également été constatés au niveau des dispositifs équipant actuellement les berges du torrent. Bien que n'ayant provoqué au final aucun dégât significatif, cet évènement a quand même mis en lumière les limites de la stratégie de protection suivie jusqu'alors. Soucieuse de mettre en place une solution pérenne et efficace pour sécuriser les différents enjeux humains et économiques exposés, la commune de Venosc a confié au service RTM de l'Office National des Forêts, la réalisation d'une étude dont les objectifs visent à : . comprendre le fonctionnement hydraulique du site ; . définir les principaux points de dysfonctionnement prévisibles en cas de forte crue ; . proposer des mesures permettant d'améliorer significativement le niveau de sécurité actuel.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Expertise des avalanches de la Combe du Replat et des Banchets - Diagnostic et proposition de parades	2008	Géolithe|ALEA Avalanche localisation études et actions	Commune de Venosc	Ce rapport concerne la définition des contraintes générées par les risques naturels prévisibles d'avalanches dans la zone du Replat et des Banchets, actuellement classée en risque moyen dans le projet de PPR de la commune, et la proposition de parades permettant de s'en protéger.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Analyse des risques de chutes de blocs sur l'immeuble Le Refuge à Bourg d'Arud - Commune de Venosc	2005	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	Les hameaux de Bourg D'arudet du Sellier, situés sur la Commune de Venosc, sont dominés par le versant Sud-Ouest de la tête des Perrons. Des chutes de blocs sur les maisons en contrebas ont conduit à la réalisation d'un merlon de protection en pied de versant en novembre 1983. Ce dernier, même renforcé, n'est toutefois pas en mesure d'assurer un niveau de protection acceptable pour certaines habitations situées à l'aval, compte tenu des hauteurs de rebond des pierres et des blocs. Le R.T.M Isère souhaite savoir si l'immeuble «Le Refuge», situé en dehors de l'emprise du merlon est exposé à des risques de chutes de blocs. Une visite héliportée a été effectuée le 21 avril 2004 par la SAGE Il est apparu que la zone rocheuse n° 1 (voir planche 1) est la plus menaçante et présente le plus de risques pour l'immeuble. La présente étude a pour objectifs par des observations géologiques et des calculs trajectographiques de déterminer les caractéristiques de la masse rocheuse instable n° 1 (volume, état de fissuration, fragmentabilité...). Dresser un profil trajectographique avec ses caractéristiques géologiques et morphologiques. Déterminer les probabilités d'atteinte en pied de versant, au niveau de l'immeuble «Le Refuge» (parcelle AD 124) Les 2 calculs de propagation réalisés au droit de l'immeuble «Le Refuge» ont montré que pour des chutes de blocs isolés : L'immeuble est situé dans une zone d'aléa négligeable de risque de chutes de pierres (probabilité d'atteinte inférieure à 10'6) et ce quel que soit le volume des blocs considérés. Le sentier reliant BOURG D'ARUD au SELLIER qui passe en pied de versant est situé dans une zone d'aléa fort de risque de chutes de pierres (probabilité d'atteinte supérieure à 10'2).	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Tête des Perrons à l'aplomb du hameau de Bourg d'Arud - Observations héliportées du 21/04/2004	2004	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	Cette visite réalisée le 21.04.2004 a été effectuée à la demande et pour le compte de la Commune de Venosc (contact Monsieur Roland GAILLARD). Son objectif était d'apprécier les risques de départs imminents de blocs rocheux à l'aplomb du hameau de Bourg d'Arud. Cette visite à été déclenchée suite à la demande de plusieurs habitants du hameau de Bourg d'Arud qui avaient observé en falaise des désordres récents et l'ouverture de plusieurs fissures au droit d'un bloc rocheux bien délimité. La visite du 21.04.2004 a consisté en des observations héliportées au droit de la zone rocheuse en question, et plus largement sur l'ensemble du versant des Perrons qui domine le hameau de Bourg d'Arud. Cette mission héliportée a été réalisée avec Messieurs GAILLARD et BRUN de la Commune de Venosc. Les principales observations ont été reportées sur les planches photos ci-jointes. D'un point de vue géologique, le versant des PERRONS est constitué par des gneiss plus ou moins migmatisés (gneiss de la Lavey) qui sont généralement intensément fracturés et localement morcelés par de nombreuses déformations tectoniques du massif.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Définitions et dimensionnement du confortement massif rocheux - Route communale d'accès au hameau du Collet - Compléments à l'étude de projet géotechnique - Commune de Venosc	2003	Géolithe	Commune de Venosc	Cette étude a permis d'analyser les risques d'éboulements rocheux en provenance de du talus amont de la route communale reliant le hameau de La Ville au hameau du Collet, sur la commune de Venosc, et de proposer des solutions de parades. Les enjeux considérés sont la route communale et ses usagers. Les événements susceptibles de se produire sont des chutes de pierres et de blocs, des éboulements en masse, dus au découpage du massif rocheux par un système de fractures dense. L'aléa est estimé comme élevé pour les phénomènes d'éboulements rocheux. Les parades préconisées sont de deux types : Traitement ponctuel en talus des blocs présentant des niveaux d'instabilité très élevé par purge et micro-déroctage. Traitement ponctuel en talus des masse rocheuses présentant des niveaux d'instabilité moyen à élevé par boulons d'ancrage de confortement. Après la réalisation des parades préconisées, l'aléa est ramené à un niveau faible à moyen.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude géotechnique d'aménagement d'une zone de loisirs au secteur du Petit Plan - Faisabilité d'un plan d'eau sur des remblais	2003	EG SOL	Commune de Mont-de-Lans	A la demande et pour le compte de la Commune de Mont de Lans (38), E.GSOL a réalisé une étude géotechnique concernant le projet d'aménagement du secteur du «Petit Plan» en zone de loisirs, dans la station des 2 Alpes, sur la commune de Mont de Lans. Cette étude a pour objectifs : de préciser les contextes géologique et géotechnique du sol d'assise, de caractériser les conditions hydrauliques locales, de préconiser les solutions les mieux adaptées concernant la mise en place des remblais, d'étudier la faisabilité d'un plan d'eau «loisir» sur la zone de remblais, de donner des recommandations pour stopper le phénomène d'érosion régressive existant en partie basse du site, de donner des recommandations pour la réalisation des terrassements et des remblaiements. Pour éviter tout phénomène d'instabilité dû à un chargement trop important du sol d'assise, et pour ne pas réactiver le phénomène d'érosion régressive existant en partie basse du terrain concerné, la zone constituée de terrains mous, se situant sous les arbres en partie sud-ouest, ne pourra être remblayée. En effet, un rechargement de ces terrains pourrait conduire à la rupture du sol d'assise, donc à un glissement de grande ampleur qui compromettrait la stabilité de l'aménagement. Par ailleurs, un dispositif de drainage sera mis en place au sein des terrains mous, et le ruisseau existant qui traverse cette zone sera canalisé de façon à éviter des infiltrations latérales d'eau susceptibles de générer des surpressions interstitielles au niveau du sol d'assise des zones aménagées.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	La route de la Bérarde XVII-XXe siècle	2001	Université Pierre Mendès France	Université Pierre Mendès France	Ce mémoire de recherche s'inscrit dans un programme de recherche de l'équipe HESOP (Histoire Économique, Sociale et Politique) du CRHIPA (Université Pierre Mendès France). Cette étude s'intéresse aux communications routières ainsi qu'à l'étude des risques naturels.	Avalanche|Crue torrentielle|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Pose d'un tube inclinométrique sur le parking de l'Hôtel de la Mariande à l'Alpe de Venosc - Mission de sondages géotechniques - Commune de Venosc	2000	Géoplus	Commune de Venosc	Pour ce faire, nous avons procédé aux opérations suivantes : visite sur site en présence de Mme MOULIN (Service R.T.M.), réalisation d'un sondage destructif avec enregistrement des paramètres de forage, mené à 40 m de profondeur. Ce sondage a été équipé d'un tube inclinométrique en ABS, de diamètre intérieur 0 50 mm. L'implantation schématique du sondage est donnée en annexe, nous avons également indiqué la position des manchons pour faciliter l'interprétation des relevés inclinométriques réalisés ultérieurement par le R.T.M.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Analyse du risque résiduel de chutes de blocs à l'aval du merlon de protection - Merlon pare-blocs de Bourg d'Arud commune de Venosc	1999	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	Les résultats des observations géologiques et morphologiques réalisées dans le versant et notamment au droit de la zone de départ de l'éboulement de 1980. Les résultats des deux séries de calculs trajectographiques de protection réalisés selon la méthode A.D.R.G.T. Les conclusions quant au risque résiduel à l'aval du merlon pare-blocs existant. La protection passive consiste à réaliser un piège à blocs qui pourrait être soit un mur de béton placé à proximité des bâtiments, soit une levée de terre. Cette dernière solution nous parait préférable car elle permet un amortissement très efficace des impacts. Si cette solution est retenue il nous apparaît qu'une hauteur maximum de 4 m au-dessus du sol actuel conférerait à l'ouvrage une grande efficacité. L'implantation exacte serait à définir sur le terrain compte tenu des sujétions foncières et des trajectoires connus des blocs. L'ordre de grandeur de la dépense pourrait être compris entre 80 000 et 100 000F de tels travaux peuvent être subventionnés sur le crédit départemental de sauvegarde des terrains en montagne, sur simple décision de la Commission Départementale du Conseil Général. Enfin, si l'on tient compte du fait que le danger est surtout créé par la présence du hangar municipal et du logement qui lui est associé, une solution simple consisterait à les déplacer et à modifier l'affectation des locaux existants (pas d'habitat permanent). La décision finale ayant d'évidentes implications financières, la commune doit maintenant se prononcer au vu des conclusions du présent rapport d'experts, et avec les conseils techniques de la Direction Départementale de l'agriculture à Grenoble.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Protection active contre les avalanches - Bilan et programme des travaux - Station des Deux-Alpes - Commune de Mont-de-Lans	1999	ONF-RTM 26/38	Commune de Mont-de-Lans	Photo, protection active contre les avalanches, bilan et prog des travaux station des Deux-Alpes Commune de Mont-de-Lans.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude des risques de chutes de blocs en provenance de l'Aiguille du Fartail - Hameau de la Ville - Commune de Venosc	1999	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	L'objectif de la présente étude est d'optimiser l'emplacement et de dimensionner un écran dynamique pare-blocs le plus adapté au contexte morphologique et géologique du site. Les résultats des calculs trajectographiques de protection montrent que la meilleure implantation pour la mise en place d'un écran dynamique pare-blocs est la vire supérieure située à l'altitude voisine de 1210 m. Un certain nombre de protections actives doivent être aussi réalisées au niveau des principales masses instables dont les trajectoires échapperaient au filet (voir projet de travaux R.T.M.).	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)

Etude	Etude du bassin versant du ruisseau du Sellier - Rapport	1997	SAGE Société alpine de géotechnique|ETRM Eaux, torrents et rivières de montagne	ONF-RTM 26/38	Cette étude a été réalisée à la demande du Service R. T.M. de l'Isère pour le compte de la Commune de Venosc (38). Elle est relative à l'étude du bassin versant du torrent du Sellier afin d'évaluer les risques actuels de formations de laves torrentielles et de déterminer les aménagements de protection qui s'imposent pour circonscrire ces risques. Une telle étude imposait une double compétence : Q une approche des débits de crue et des conditions d'écoulement en tenant compte de la spécificité des écoulements à forte pente. Cette analyse a été réalisée par E.T.R.M. Q une analyse détaillée géotechnique de la stabilité des berges et la détermination des principes d'aménagement les plus adaptés. Ce volet a été étudié par la SAGE.	Crue torrentielle|Inondation	Les Deux Alpes (38)
Etude	Etudes des risques d'avalanche - Projets de garages - Situation en bordure du replat - Commune de Venosc	1997	Meffre J.F.	Commune de Venosc	La Commune de Venosc projette de réaménager le site de sa centrale d'épuration en garages et locaux techniques pour le district compte tenu des boisements en cours et des travaux effectués depuis plusieurs années dans la Combe du Replat, une avalanche a de moins en moins de risque d'atteindre l'emplacement de la station d'épuration. Nous n'avons d'ailleurs trouvé aucun témoin direct d'un tel phénomène. On ne peut cependant exclure, avec des conditions nivologiques très exceptionnelles, ni l'arrivée d'un souffle de poudreuse, ni même un écoulement dense. La très faible fréquence du risque rend cependant acceptable de garder les bâtiments existants : leur renforcement serait d'ailleurs illusoire. Par contre, les nouveaux garages seront adossés au talus du parking des autocars, et à demi enterrés. Les nouveaux vitrages installés seront feuilletés et résisteront à 500 kgf/m2. Les portes réaménagées sur les anciens bâtiments s'ouvriront si possible au sud-ouest. La sécurité du personnel sera assurée par l'évacuation des bâtiments et la fermeture de la route d'accès, cette décision sera prise par le Maire de Venosc, sur la base des informations transmises par le service des pistes de la station. La pérennité des bâtiments construits sur les bassins pourra être augmentée en rétablissant l'ancien talweg comblé par des remblais. La sécurité de l'ensemble de la zone située au pied de la combe, sera maintenue surtout en entretenant, et en complétant les reboisements sur banquettes, et d'abord en protégeant les jeunes arbres actuels contre les skieurs. Ultérieurement, on pourra éventuellement étudier un ensemble de terrassements (digue et tas freineurs par exemple) pour protéger l'urbanisation sans augmenter le risque sur les bâtiments techniques.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)
Etude	Etude hydraulique du bassin versant du ruisseau de L'Alpe - Rapport	1997	ERGH Etudes et réalisations géotechniques et hydrauliques	Commune du Freney-d'Oisans	Cette étude fait suite à un épisode récent d'inondation du 26 juin 1995, lié à un orage extrêmement violent centré sur le versant Est des 2 Alpes, notamment au niveau des combes belle Etoile et Valentin (cf. plan n°1, situé dans le dossier de plans). Cet épisode avait alors entraîné des ruissellements d'eau et de boue en direction de plusieurs bâtiments (en particulier l'hôtel de la Bérangère), provenant des 2 combes essentiellement de celle de Belle Etoile (zone Sud du versant Est, cf. plan n°6). En partie aval, sur la commune du Freney d'Oisans, l'obstruction de 3 ouvrages avait entraîné l'inondation du camping et de plusieurs bâtiments en partie Sud-Ouest du Bourg du Freney d'Oisans.	Crue torrentielle|Inondation	Le Freney-d'Oisans (38)|Les Deux Alpes (38)
Etude	Eboulement de la Combe du Merdaret - Suivi d'instrumentation - Compte-rendu n° 4 + synthèse - Commune de Venosc	1995	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels	Commune de Venosc	Le présent compte-rendu a été réalisé dans le cadre du suivi d'instrumentation de l'éboulement de la Combe du Merdaret, à la demande du Service R.T.M de l'Isère pour le compte de la Mairie de Venosc / Les Deux Alpes Il termine et synthétise une série de mesures étalées sur 2 ans (du 24/01/1993 au 05/04/1995) et fait suite à la 4ème séquence de mesures. Actuellement, compte tenu des résultats des mesures des inclinomètres haut et bas et des fissuromètres 1 et 3, il est possible d'écarter les hypothèses concernant l'existence des glissements n° 1 et n° 2 (voir Plan d'implantation) affectant la maison de M. TURC et l'hôtel "La Mariande". Par contre, le fissuromètre n° 2 présente des amplitudes et des variations de déplacements qui valident l'existence d'une surface de rupture active passant à proximité. Cependant, il montre aussi que la limite des terrains stables et instables se situe entre lui-même et le fissuromètre n° 3 (glissement n° 3). On ne mesure donc qu'un écartement relatif de 2 massifs à l'intérieur d'un ensemble plus grand en mouvement. Cette constatation implique que les déplacements actuellement obtenus ne traduisent pas l'évolution réelle du glissement. Ainsi, la vitesse maximale antérieurement mesurée (5 mm/an) correspond à une vitesse relative Le mouvement général réel aurait eu alors une vitesse supérieure ou égale. Les risques de glissement n 3 sont non négligeables et nécessitent qu'on s'en préoccupe. On peut prévoir de mieux cerner le phénomène en complétant le dispositif et le suivi par : un inclinomètre d'une profondeur de 30 m environ en amont du chalet d'habitation de M.COLLIGNON en bout de chemin privatif, une instrumentation fissurométrique des autres fissures (au nombre de 2) visibles sur le même muret que le fissuromètre n° 2, le lever d'un profil topographique précis périodique le long du chemin d'accès à l'hôtel. Il sera possible de connaître l'extension vers l'amont du glissement et d'apprécier l'évolution des différents massifs instables emboîtés dans le mouvement d'ensemble.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Compte-rendu de visite Combe Hochue - Visite RTM et services techniques - Commune de Venosc	1996	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	L'objet de la visite était de préciser les modifications intervenues depuis 1987 sur le site. Pour préciser l'ampleur des mouvements (ou leur absence) on peut envisager de mettre en place des témoins sur 2 alignements A1 et A2, chaque extrémité d'alignement comportant une borne fixe si possible scellée au rocher. Ces 4 bornes seraient relevées précisément en X, Y et Z, et à partir de là les repères (Prévoir 5 repères sur A1 et 2 ou 3 sur A2). La fréquence des mesures serait annuelle pour commencer.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Eboulement de la Combe du Merdaret - Suivi d'instrumentation - Compte-rendu n° 1 - Commune de Venosc	1994	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels	Commune de Venosc	Le présent compte-rendu a été réalisé, dans le cadre du suivi d'instrumentation de l'éboulement de la Combe du Merdaret, à la demande de M. GOTTARDI du Service R.T.M de l'Isère pour le compte de la Mairie de Venosc / Les Deux Alpes. Il constitue le n° 1 d'une série prévue de 3 compte tenu des éléments aujourd'hui en notre possession, aucun mouvement significatif n'a été constaté et aucune évolution néfaste n'est prévisible.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Eboulement de la Combe du Merdaret - Suivi d'instrumentation - Compte-rendu n° 2 - Commune de Venosc	1994	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels	Commune de Venosc	Compte tenu des éléments aujourd'hui en notre possession, certaines tendances apparaissent sur les deux forages inclinométriques et demandent à être confirmées lors de la prochaine et dernière mesure. Au niveau des fissuromètres aucun mouvement significatif n'a été constaté et aucune évolution néfaste n'est prévisible.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Eboulement de la Combe du Merdaret - Suivi d'instrumentation - Devis - Commune de Venosc	1994	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels|Plotto P.	Commune de Venosc	L'inclinomètre du haut ne donne aucun déplacement significatif. En revanche, celui du bas donnerait une tendance au déplacement dans la direction de la combe Comme on reste toujours dans les limites de l'erreur de mesure, on ne peut considérer pour l'instant cette tendance comme significative, c'est pourquoi nous n'en avons pas tenu compte dans le compte-rendu. Fissurométrie : là encore, les mesures donnent des résultats que l'on considère pour l'instant comme des tendances, essentiellement à cause du fait qu'il s'agit de la première mesure intermédiaire. En effet, on peut se rendre compte que ces fissuromètres sont d'une précision étonnante. A tel point qu'au démarrage d'une séquence de mesures étalées dans le temps, il faut toujours se méfier, comme cela a été mentionné dans la littérature sur cet appareil, des déplacements parasites, dus notamment aux dilatations et retraits des murs ou parois eux-mêmes. Les supports des fissuromètres, compte tenu de leur matière et de leur faible portée, ne peuvent donner de déplacement parasite significatif - maximum 1 ou 2/100e de mm. Néanmoins, on retient que le fissuromètre 1 (maison Turc) donne une tendance à l'affaissement vers la combe du compartiment Sud (0, 75 mm, penté à 26°), conforme à notre idée de l'origine profonde du déplacement. Le fissuromètre 2 (maison Colignon) donne un affaissement presque vertical du compartiment Sud (0, 38 mm, penté à 84°) avec une très légère rotation A noter que si cette rotation se poursuit jusqu'à atteindre une valeur significative, il sera possible de retrouver l'axe de rotation moyen du déplacement dans le plan instrumenté, et d'en déduire la profondeur de la surface de rupture. On pourra ensuite vérifier la compatibilité entre cette profondeur et la direction du vecteur de déplacement. Le fissuromètre 3 (Hôtel Mariande) donne un déplacement inverse à celui attendu, et de très faible amplitude (0, 09 mm, pente -9°). On ne peut donc rien dire sur cette mesure.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Eboulement de la Combe du Merdaret - Suivi d'instrumentation - Compte-rendu n° 3 - Commune de Venosc	1994	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels	Commune de Venosc	Ces dernières mesures font apparaître les points importants suivants. L'inclinomètre haut, en dessus du virage de la route de la Z.A.C du Soleil, semble donner un déplacement qui devient significatif. Deux surfaces de rupture s'individualiseraient, l'une vers 11 m, et l'autre vers 5 m. L'orientation de ce déplacement en direction de l'arrachement laisse supposer qu'il s'agit d'un début de régression au sein des schistes, qui ne se serait manifesté qu'après avril 94. L'inclinomètre bas, à côté de la citerne de gaz de l'Hôtel Farandole, ne donne pas de déformée caractéristique. Cependant, une déformation bizarre du fond du tube nous fait émettre l'hypothèse qu'une rupture pourrait être possible un peu en dessous du fond du tube Mais aucun indice ou élément extérieur ne nous permet de l'affirmer catégoriquement. Une accélération de la vitesse d'écartement de la fissure sous le chalet d'habitation de M. COLLIGNON, passant de 0, 4 mm/an à 5 mm/an, nous fait supposer qu'il existe un glissement d'une masse importante au sein des schistes, à une profondeur indéterminée.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Surveillance topographique - Rapport annuel 1992 - Commune de Venosc	1992	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Les mouvements qui affectent le versant demeurent très lents et n'ont subi aucune accélération. Les mouvements importants sur le plot n° 1 pourraient s'expliquer par son emplacement juste en aval de la rupture de pente.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
Etude	Surveillance topographique - Rapport annuel 1993 - Commune de Venosc	1993	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Depuis une dizaine d'années, les glissements de terrain qui menacent la rive gauche du torrent du Merdaret, en aval du hameau de la Ville font l'objet de surveillances topographique et fissurométrique. Les fissuromètres sont placés au niveau de fissures visibles sur trois maisons et grange du hameau. Depuis 1983, aucun mouvement significatif n'a été décelé Celle-ci est effectuée depuis le hameau du Collet sur 10 plots repartis dans le versant. Deux levés ont été faits en 1992.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)

	Etude	Etude pour le confortement de la route du Collet - Diagnostic du versant - Commune de Venosc	1993	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels	Commune de Venosc	Le glissement étudié affecte le talus aval de la route d'accès au hameau du Collet. Afin de protéger la route des conséquences de l'évolution des fissures de régression du glissement, des travaux de stabilisation du talus aval de la route par mise en place d'une paroi de béton projeté ancrée par des clous sont proposés. Le montant de cet ouvrage s'élève à 170 903 FTTC. Concernant la stabilisation du glissement au niveau de la zone en mouvement très actif, les seuls travaux concevables sont des travaux de drainage. Le montant de ces travaux (deux tranchées drainantes) s'élève à 432 890 FTTC. Concernant la stabilisation de la partie inférieure du versant, il s'agirait d'effectuer une correction torrentielle du cours du Merdaret en édifiant des seuils béton RTM ceci permettant d'une part de limiter l'érosion torrentielle et d'autre part de restaurer une butée de pied au talus des berges. De tels travaux seraient considérables à cause des accès difficiles dus à la topographie du lit du ruisseau. Dans le versant (entre les altitudes 1350 et 1450 m), les mouvements de terrain de grande ampleur sont à surveiller car leur évolution brutale dans la combe du Merdaret en période de forte pluviosité ou de fonte des neiges par exemple pourrait générer des coulées boueuses menaçant la route et les habitations en aval.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude générale, en bordure sud du plateau des Deux Alpes	1993	Plotto P.	Commune de Venosc	D'après la carte géologique, les roches en présence sont composées des schistes noirs du Lias. Ces roches se trouvent littéralement comprimées dans une structure synclinale pincée, formant la vallée des 2 Alpes. Les plans de schistosité sont très relevés. On mesure des plans Nord-Sud, avec un pendage variable, en moyenne de 50 à 80° vers l'Est dans les arrachements de l'éboulement. Ce pendage a tendance à diminuer en allant vers l'Est. Localement, on trouve des paquets de schistes orientés différemment, mais on peut pratiquement affirmer qu'il s'agit alors de paquets anciennement glissés, ou simplement fauchés. Sur le plateau, ces schistes sont recouverts d'une pellicule morainique d'épaisseur plutôt réduite. Au point de vue structural, on peut dire que la zone est très détériorée par la tectonique. Les grandes failles en général Nord-Sud sont nombreuses sur la carte. Elles apparaissent mal dans les schistes eux-mêmes, où elles se perdent, et sont difficilement discernables de la schistosité. Quoi qu'il en soit, ces schistes ont subit suffisamment de déformations dans leur histoire pour avoir une densité de discontinuités internes importante, et en conséquence, pour être particulièrement altérables jusqu'en profondeur.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Risque d'éboulement en bordure Sud du plateau des Deux Alpes - Nombreuses planches photos - Commune de Venosc	1993	IMSRN Ingénierie des mouvements de sol et des risques naturels	Commune de Venosc	Elle concerne un éboulement d'assez grande ampleur, en bordure du plateau des 2 Alpes du côté sud, à la hauteur de la ZAC du Soleil Au niveau du lacet inférieur, la route d'accès à la ZAC s'est éboulée sur une demi chaussée, tout à fait en crête d'éboulement. Je suggère donc, dans l'immédiat, que la surveillance de type inclinométrique soit à présent complétée par une surveillance de fissuromètres, à poser sur les fissures observées. Je conseille pour ma part l'utilisation de fissuromètres rustiques et peu sensibles aux intempéries, restant stables durant une longue période, mais néanmoins précis (2/100e de mm) de type optique à moiré. Tout autre type de fissuromètre, de mêmes caractéristiques, peut également être envisagé. Lorsque l'inclinométrie et la fissurométrie auront permis de préciser la nature des déplacements, on pourra alors définir si un autre type de suivi est nécessaire ou non, en en précisant l'implantation. A part la bordure de la combe de Venosc, je pense qu'une instrumentation minimum du grand bloc qui domine Venosc-village, à l'Est du plateau, est fortement conseillée Un suivi des crevasses, en rive droite du Merdaret, est également souhaitable.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Surveillance topographique : rapport annuel 1991 - Livet-et-Gavet et Venosc	1991	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	La rive gauche du torrent du Merdaret est soumise à des glissement de terrain qui occasionnent la fissuration de certaines maisons du hameau de La Ville. Notre service assure depuis 1983, le suivi de trois fissuromètres implantés sur les maisons les plus exposées, depuis 1985, la surveillance à partir d'une station fixe située prés du hameau du Collet, des déplacements de 11 plots répartis sur le versant.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Surveillance topographique : rapport annuel - Commune de Venosc	1989	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Des glissements de terrain affectent en contrebas du hameau de la Ville la rive gauche du torrent du Merdaret : Ils se manifestent depuis longtemps et occasionnent notamment la fissuration de certaines maisons du hameau. En 1981, ce site a fait l'objet d'une étude géologique et géotechnique qui préconisait, outre la réalisation de travaux de confortement, une surveillance topographique. Cette dernière a été confiée au Service Départemental R.T.M. de l'Isère. Elle est complétée par des mesures ponctuelles d'ouverture de fissures sur les bâtiments.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Surveillance topographique : rapport annuel Livet-et-Gavet et Venosc	1990	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Par convention en date du 21 décembre 1984, le Service Départemental R.T.M. de l'Isère a été chargé par le Conseil Général de l'Isère de la surveillance topographique de quatre sites situés sur les communes de BIVIERS (surveillance de falaises), Venosc et Corps en Beaumont (surveillance de glissements de terrain). Chaque année, la convention a été reconduite et étendue à de nouveaux sites. En 1989, le Service R.T.M. assure : la surveillance de falaises à Biviers, Entre Deux Guiers, Livet et Gavet, Notre Dame de Mesage, Saint-Ismier : la surveillance de glissements de terrain sur les communes d'Avignonet, Ponsonnas, Sinard (inclinométrie et topographie), Saint-guillaume, Saint-Maetine-de-Clelles, Corps, Venosc (topographie), Monestier du Percy. Sur ces trois communes, le Service Départemental R.T.M. de l'Isere a conçu et mis au point un fissuromètre rustique pour surveiller l'ouverture de fissures dans des falaises qui menacent des habitations ou voies de communication importantes.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude de stabilité pour la mise en dépôt de déblais · Commune de Venosc	1987	ADRGT Association pour le développement des recherches sur les glissements de terrain	Commune de Venosc	La présente étude a été réalisée à la demande de M. TACHKER, Chef du Service de R.T.M. de l'Isère. Elle est relative à la stabilité de 30 000m3 de déblais sur déversement à partir de l'Alpe de Venosc (Les Deux-Alpes), sur un replat situé dans la Combe Hochue à la cote 1420 m, soit environ 200 m plus bas que l'Alpe de Venosc. L'étude a pour but de préciser les conditions géologiques et géotechniques de ce replat et de préciser les travaux éventuels à réaliser pour ne pas perturber l'équilibre existant.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Stabilité d'une piste de déversement de neige - Station des Deux Alpes	1988	ERGH Etudes et réalisations géotechniques et hydrauliques	Les 2 Alpes	L'extrémité Sud de la station des Deux-Alpes Elle est taillée en déblais sur les flancs d'un ravin, lieu même divisé en plusieurs combes. Cette piste a deux fonctions principales : D'une part, déversement de matériaux divers provenant des déblais terreux et pierreux de la station. Ces gravas sont déversés dans la première combe. D'autre part, déversement de la neige déblayée de la station. La neige est rejetée dans la deuxième combe, Indépendante de la première Il est fondamental que la neige soit déversée séparément des gravats, afin de ne pas encourir le risque de coulée boueuse par saturation des terres lors de la fonte des neiges. La piste d'une longueur de 140 m environ et de 4 à 5 mètres de large a connu en 1988, sur une longueur de 15 mètres environ, un effondrement de son talus aval. Un arrachement de dièdres schisteux du talus amont s'est aussi produit au cours du printemps (on se reportera au plan en annexe pour la localisation des phénomènes).	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Risques et moyens de protection sur la ZA des Ougiers - Commune de Venosc	1988	ADRGT Association pour le développement des recherches sur les glissements de terrain	Commune de Venosc	Elle a pour objet de définir d'une part, un zonage des risques (probabilité d'atteinte des zones à aménager) et d'autre part, les moyens de protection adaptés. D'après les observations géologiques et de simulation numérique des chutes de blocs, seule la partie de l'extrême nord de la zone A des Ougiers est soumise à un risque non négligeable Par conséquent, nous recommandons d'éviter d'édifier de nouvelles constructions sur une cinquantaine de mètre (voir fig6) à partir de la limite nord de la zone. Une protection parfaitement adaptée pour cette zone, représente certaines difficultés vu qu'un nombre très faible de blocs (1% environ) peut avoir une hauteur de passage importante (6 à 8 m), néanmoins le risque d'atteinte des bâtiment existant (bergerie) peut être sensiblement diminué par la constitution d'une levée de terre de 2, 5 m de hauteur, sur une longueur de 50 m, à situer sur la limite Est de la zone. En ce qui concerne la partie Sud de la zone des Ougiers, la surélévation de la plateforme existante constitue d'après les calculs, une protection efficace, donc le risque d'atteinte est pratiquement négligeable.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
1983-ONF-RTM 26/38-0001	Etude	Glissement de terrain de la ville - Enrochements sur parking	1983	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Avis donné à la Mairie concernant la dangerosité de construire des enrochements pour protéger un parking.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Projet de liaison Venosc - Les Deux Alpes - Etude préalable à la décision + plans de la commune de Venosc	1986	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	L'idée de relier par une route le village de Venosc et la Vallée du Vénéon au plateau des 2 ALPES est très ancienne. C'était d'ailleurs au Moyen Age, l'un des itinéraires d'accès au Haut Oisans. Déjà dans les années de l'entre deux guerres, le Conseil Général de l'Isère et l'un de ses représentants éminents, le Ministre Léon PERRIER, avaient manifesté l'intérêt qu'ils portaient à cette réalisation. Avant que n'éclate la seconde guerre mondiale, un chemin de deux mètres cinquante de large avait pu être tracé afin d'amorcer une relation entre Venosc et l'Alpe.	Avalanche|Chute de blocs|Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Etude géologique d'un projet de liaison routière avec la station des Deux-Alpes - Commune de Venosc	1986	Université de Grenoble	Commune de Venosc	Le présent travail décrit le contexte géologique et géotechnique d'un projet de liaison routière Les Deux-Alpes Venosc. Les Ougiers. Le tracé se développerait dans une vaste dépression, creusée en majeure partie dans des terrains schisteux exposés au Sud et pincés entre deux massifs plus résistants. Dans ce qui suit, nous présentons les caractères géologiques généraux morphologie, lithologie, structure, qui sous-tendent l'interprétation géotechnique, seule véritablement nécessaire au projeteur.	Glissement de terrain|Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Hypothèses de liaison routière entre Venosc et l'Alpe de Venosc - Diagnostic paysager - Commune de Venosc	1986	CerrepGrege	Commune de Venosc	Hypothèses de liaison routière entre Venosc et l'Alpe de Venosc diagnostic paysager.	Autre	Les Deux Alpes (38)
	Etude	Rapport de stage - Description de deux bassins torrentiels sur la commune de Venosc	1986	ONF-RTM 26/38	Institut Dolomieu	Dans le cadre d'un stage d'été proposé par le Service de Restauration des Terrai ns en Montagne du département de l'Isère, ont été étudiés les deux bassins versants des torrents Le Merdaret et l'ensemble Replat-Lairette. Le secteur étudié se situe sur la commune de VENOSC, au Sud de la station touristique des DEUX ALPES. Par BARNIER Pascal et VIARD Alain. En annexe, description des ouvrages Merdaret.	Crue torrentielle|Inondation	Les Deux Alpes (38)

	Etude	Etude de constructibilité de la zone classée UB - Zone au sud de la ville -Commune de Venosc	1984	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune de Venosc	La zone étudiée apparaît comme inconstructible le long d'une frange de 10 m de large située à l'Est de la rupture de pente limitant actuellement le glissement du Merdaret. Cette frange intéresse les parcelles 106, 110, 111, 118, 112 (cf. figure 2). En dehors de cette frange, les parcelles étudiées apparaissent comme constructibles, à condition de respecter les précautions suivantes : exécution des fouilles en période climatiquement favorable, c'est-à-dire en absence d'eau dans le sol sur la hauteur des fouilles. Soutènement du talus amont, soit par un mur indépendant, soit par le mur amont de la maison. Drainage sous le remblai aval dans le cas où les matériaux de la fouille ne seraient pas évacués. Canalisation des eaux usées, eaux pluviales et eaux drainées vers l'égout, ou à la rigueur vers le Merdaret par collecteur étanche, réalisation de fondations rigidifiées, pouvant supporter les tassements lents découlant du mouvement lent général du versant.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)		
	Etude	Lave du 18 juin 1984 dans le torrent du Merdaret - Commune de Venosc	1984	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Lundi 18 juin, vers 22 heures, une lave torrentielle a parcouru le lit du Merdaret, à la suite d'un violent orage. Sans doute partie vers 1400 m, elle a dévalé jusqu'au Vénéon (altitude 920 m), certains habitants de Venosc ont nettement perçu le bruit de son parcours.	Glissement de terrain|Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)		
	Etude	Etude géologique du tracé de la route d'accès à la station des Deux Alpes depuis la vallée du Vénéon - Commune de Venosc	1986	Université scientifique et médicale de Grenoble	Commune de Venosc	Aucun fond topographique à échelle adaptée n'étant disponible, les indications géologiques et géotechniques restaient globales A l'issue de cette étude, deux conclusions s'imposent : à peu de choses près, les deux tracés, dessinés par le bureau d'études de la DDE de l'Isère, à partir de données géologiques précises, tirent le meilleur parti possible des conditions géologiques et topographiques généralement peu favorables imposées par le site, d'éventuelles améliorations ne sauraient porter que sur des points de détail. Le tracé ouest apparaît techniquement plus rationnel et plus sûr.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)		
	Etude	Glissements de terrains en rive gauche, torrent du Merdaret - Etude de stabilisation - Commune de Venosc	1981	ADRGT Association pour le développement des recherches sur les glissements de terrain	Commune de Venosc	Le but de l'étude est de préciser le mécanisme des mouvements pour déterminer les travaux qui seraient nécessaires, en complément des travaux de correction torrentielle par barrages prévus par le service du R.T.M.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)		
1965-ONF-RTM 26/38-0001	Etude	Zones de risques naturels - Station des Deux Alpes	1965	ONF-RTM 26/38	Ministère en charge de l'environnement	Rapport sur les risques naturels (et plus particulièrement les avalanches) sur la station de Deux Alpes, en 1965.	Avalanche|Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)		
	Etude	Les Deux Alpes - Avalanche - Documentation photographique	1965	Barneoud	Commune de Mont-de-Lans	Document photographique station des Deux Alpes.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)		
2023-ONF-RTM 26/38-0047	Etude avant projet (AVP)	Renforcement du dispositif paravalanche de la combe du Y. Diagnostic de l'existant et proposition de travaux pour l'année 2023	2023	ONF-RTM 26/38	SATA 2 Alpes	L'opération s'inscrit dans une stratégie de gestion de protection contre les avalanches mis en œuvre depuis quelques années par la SATA sur la combe Y.	Avalanche	Les Deux Alpes (38)	Côte Brune-clpa11(V)	Alpes Françaises
	Etude avant projet (AVP)	Mission géotechnique G2 AVP - Maison individuelle	2022	EG Sol	Particulier(s)	Etude géotechnique sur un projet de construction de Maison Individuelle, en vue de préciser les contextes géologiques, hydrogéologiques et géotechnique du site, ainsi que d'identifier les risques.	Ravinement	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Projet de décharge en matériaux inertes - Mission G2 AVP	2020	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune des Deux Alpes	Cette étude géotechnique G2 AVP concerne le projet de mise en œuvre d'une décharge en matériaux inerte, au lieu-dit La Molière.	Autre	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Parking couvert de la passerelle - Etude géotechnique mission G2 AVP	2020	SAGE Société alpine de géotechnique	Commune des Deux Alpes	La commune a pour projet la création d'un parking couvert situé à l'entrée de la station de ski, au niveau du « site de la passerelle ». Le bâtiment envisagé prévoit 5 niveaux de parking dont 3 niveaux semi-enterrés et 2 niveaux enterrés.	Glissement de terrain|Avalanche	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Avis au titre des risques naturels - Parcelle OB - 2498 - Local technique et logement au Garcin	2019	Arias montagne	Département de l'Isère (38)	Le département de l'Isère sollicite un permis de construire pour des locaux techniques et un logement d'habitation en bordure de la RD1091, lieu-dit le Garcin, aux Deux Alpes.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Etude de projet pour la réalisation d'un merlon de protection contre les chutes de blocs - Centre d'entretien routier du Garcin	2019	Arias montagne	Département de l'Isère (38)	Cette étude porte sur l'aménagement d'un Centre Routier d'Entretien (CER) au lieu-dit le Garcin, sur la commune des Deux Alpes - exposé aux problématiques de chutes de blocs en provenance des parois rocheuses du versant du Moutet. Ce rapport G2 Projet a donc pour objectif : • De faire un bref rappel du contexte géomorphologique et du niveau d'exposition des bâtiments et abords du CER tel qu'il est proposé à ce stade du projet, • De dimensionner le merlon de protection, en tenant compte des contraintes du site, • De réaliser le chiffrage des travaux, ainsi qu'un planning d'exécution.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Etude trajectographique vis-à-vis des chutes de blocs - Centre d'entretien routier du Garcin	2019	Arias montagne	Département de l'Isère (38)	Cette étude porte sur l'aménagement d'un Centre Routier d'Entretien (CER) au lieu-dit le Garcin, sur la commune des Deux Alpes - exposé aux problématiques de chutes de blocs en provenance des parois rocheuses du versant du Moutet. Notre étude a donc pour objectif : . D'identifier et de localiser les zones de départ de pierres et de blocs potentielles, . De définir les conditions de propagation de ces aléas rocheux (position de départ, volume, topographie…), . De modéliser leur propagation, par l'intermédiaire d'un logiciel de calcul, sur un profil 2D, . De définir les probabilités d'atteintes des enjeux en contre bas, ainsi que les vitesses, hauteurs et énergies de passage de ces blocs. . De proposer et pré chiffrer des principes de parades, le cas échéant.	Chute de blocs	Les Deux Alpes (38)		
2019-ONF-RTM 26/38-0048	Etude avant projet (AVP)	Restauration du passage de la Combe du Replat	2019	ONF-RTM 26/38	Commune des Deux Alpes	En 2018, la commune a entrepris des travaux provisoires afin de sécuriser le passage du torrent de la combe du replat sous la piste du Diable. En effet, à ce niveau, (altitude 1 800m), le passage busé sous la piste s'est rompu en son centre. Le torrent a créé un chenal dans le talus aval de la piste. Les premières investigations montraient que la buse non détruite est bouchée. Sa restauration demandant des travaux trop important pour être réalisés à l'automne, le torrent est provisoirement détourné pour passer l'automne. Le présent document décrit les travaux à réaliser pour restaurer la circulation normale du torrent dans la buse initiale.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Mise en œuvre d'une défense incendie sur le hameau du Collet à Venosc	2018	Artélia	Commune des Deux Alpes	Le hameau du Collet ne dispose actuellement d'aucune défense incendie. Les ouvrages d'alimentation en eau potable du hameau ne permettent pas d'assurer la défense incendie car le volume du réservoir (20 m³) est largement inférieur au volume nécessaire. Cette note concerne la mise en place d'une réserve dédiée à l'incendie équipée d'un poteau d'aspiration qui permettra d'assurer la défense incendie du secteur.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)		
	Etude avant projet (AVP)	Etude des aménagements liés au TS Supervenosc - Piste des Clarines - Mission G2 AVP	2018	Equaterre	Deux Alpes loisirs	Le projet consiste en la réalisation d'un terrassement de piste au niveau de la gare aval du télésiège de Supervenosc. Un mur de soutènement est également prévu en limite aval du projet pour confirmer les remblais de la plateforme d'embarquement.	Glissement de terrain	Les Deux Alpes (38)		
2018-ONF-RTM 26/38-0066	Etude avant projet (AVP)	Travaux de confortement de berge sur le Vénéon - Confluence avec la Combe de la Ruine	2018	ONF-RTM 26/38	Commune des Deux Alpes	La combe des Ruines est un ravin rive gauche du Vénéon pouvant produire d'importantes quantités de matériaux se déversant dans le lit du Vénéon lors de pluies importantes. Une érosion de berge s'est produite en rive droite du Vénéon au droit de la confluence. Cette érosion menace directement une piste d'intérêt touristique important (VTT l'été et ski de fond l'hiver). Plusieurs réseaux humides et secs sont enterrés sous cette piste. L'intégrité de cette piste étant importante, la commune a demandé un avis sur les travaux à envisager au service RTM de l'Isère. Le service RTM avait déjà donné un avis suite aux crues de septembre 2008.	Ravinement	Les Deux Alpes (38)		
2015-ONF-RTM 26/38-0028	Etude avant projet (AVP)	Travaux de protection contre les crues torrentielles de la Muzelle et du Vénéon pour le hameau de l'Alleau et les campings de la Cascade et du Champ du Moulin - Tranches T1	2015	ONF-RTM 26/38	Commune de Venosc	Le projet concerne les torrents de la Muzelle et du Vénéon pour lesquels les risques majeurs identifiés concernent les campings de la Cascade et du Champ du Moulin menacés respectivement par des débordements de la Muzelle et du Vénéon.	Crue torrentielle	Les Deux Alpes (38)		

Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains de Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune les 2 alpes
Mont de Lans - Venosc

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS - AVALANCHES

Planche 1 : la Rivoire, Bons, Mont de Lans, station nord

Niveaux d'aléas	Faible	Moyen	Fort	Exceptionnel
	A1	A2	A3	AE

Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m

Limite de zonage des aléas

BATIMENT (BD Topo IGN)

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

N W E S

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 2 - avril 2024	Echelle : 1/5 000

Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains de Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune les 2 alpes
Mont de Lans - Venosc

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS - AVALANCHES

Planche 2 : Bons, Mont de Lans, Chambon, station nord

Niveaux d'aléas	Faible	Moyen	Fort	Exceptionnel
	A1	A2	A3	AE

Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m

Limite de zonage des aléas

BATIMENT (BD Topo IGN)

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

N W E S

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 2 - avril 2024	Echelle : 1/5 000

Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains de Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune les 2 alpes
Mont de Lans - Venosc

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS - AVALANCHES

Planche 3 : Station sud, le Collet, La Ville-Bourg d'Arud

Niveaux d'aléas	Faible	Moyen	Fort	Exceptionnel
	A1	A2	A3	AE

Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m

Limite de zonage des aléas

BATIMENT (BD Topo IGN)

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

N W E S

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 2 - avril 2024	Echelle : 1/5 000

Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains de Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune les 2 alpes
Mont de Lans - Venosc

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS - AVALANCHES

Planche 4 : La Danchere, les Ougiers

Niveaux d'aléas	Faible	Moyen	Fort	Exceptionnel
	A1	A2	A3	AE

Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m

Limite de zonage des aléas

BATIMENT (BD Topo IGN)

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

N W E S

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 2 - Avril 2024	Echelle : 1/5 000

Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains en Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune les 2 alpes
Mont de Lans - Venosc

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS
INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS

Planche 1 : La Rivoire, les Travers, le Garcin, station

Inondations	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Inondations de pied de versant		I'1	I'2	I'3	I'4	
Crues torrentielles		T1	T2	T3	T4	TE
Ruissellement / ravinement	V1a	V1	V2	V3	V4	

Mouvements de terrain	Aggravation	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Glissements de terrain	G0	G1	G2abc	G3 (ab) G3 (cd)	G4	
Chutes de pierres et de blocs	P0	P1	P2	P3 (P3r)	P4	P5
Affaissements, effondrements, suffosion		F1	F2	F3		

En cas de superposition de phénomènes, c'est celui qui dispose de l'aléa le plus fort qui est représenté. Les autres sont indiqués dans l'étiquette.

Principaux ouvrages de protection passive.
Les numéros renvoient à la note de présentation et à l'annexe spécifique (tableau)

Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m

Limite de zonage des aléas

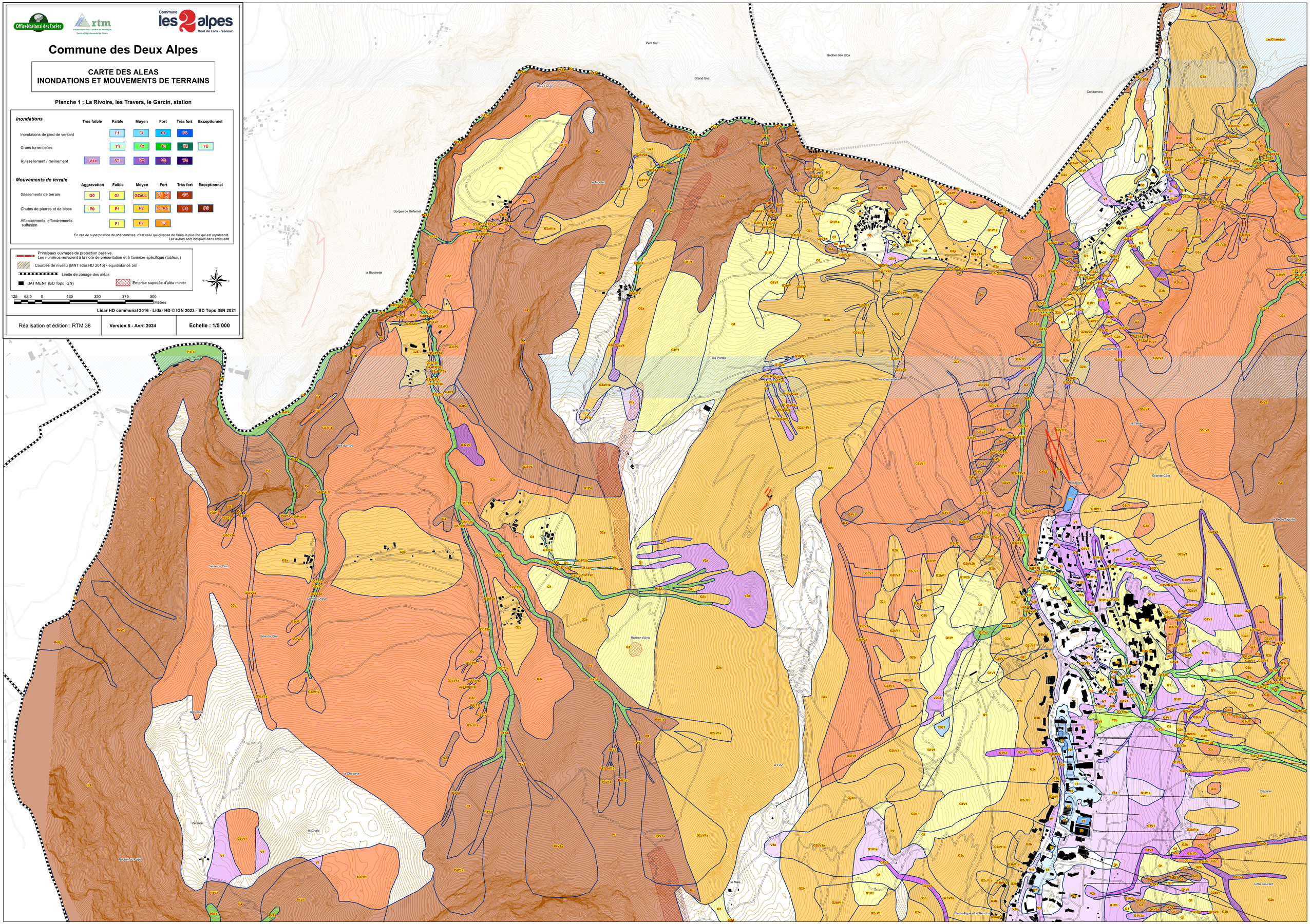
BATIMENT (BD Topo IGN)

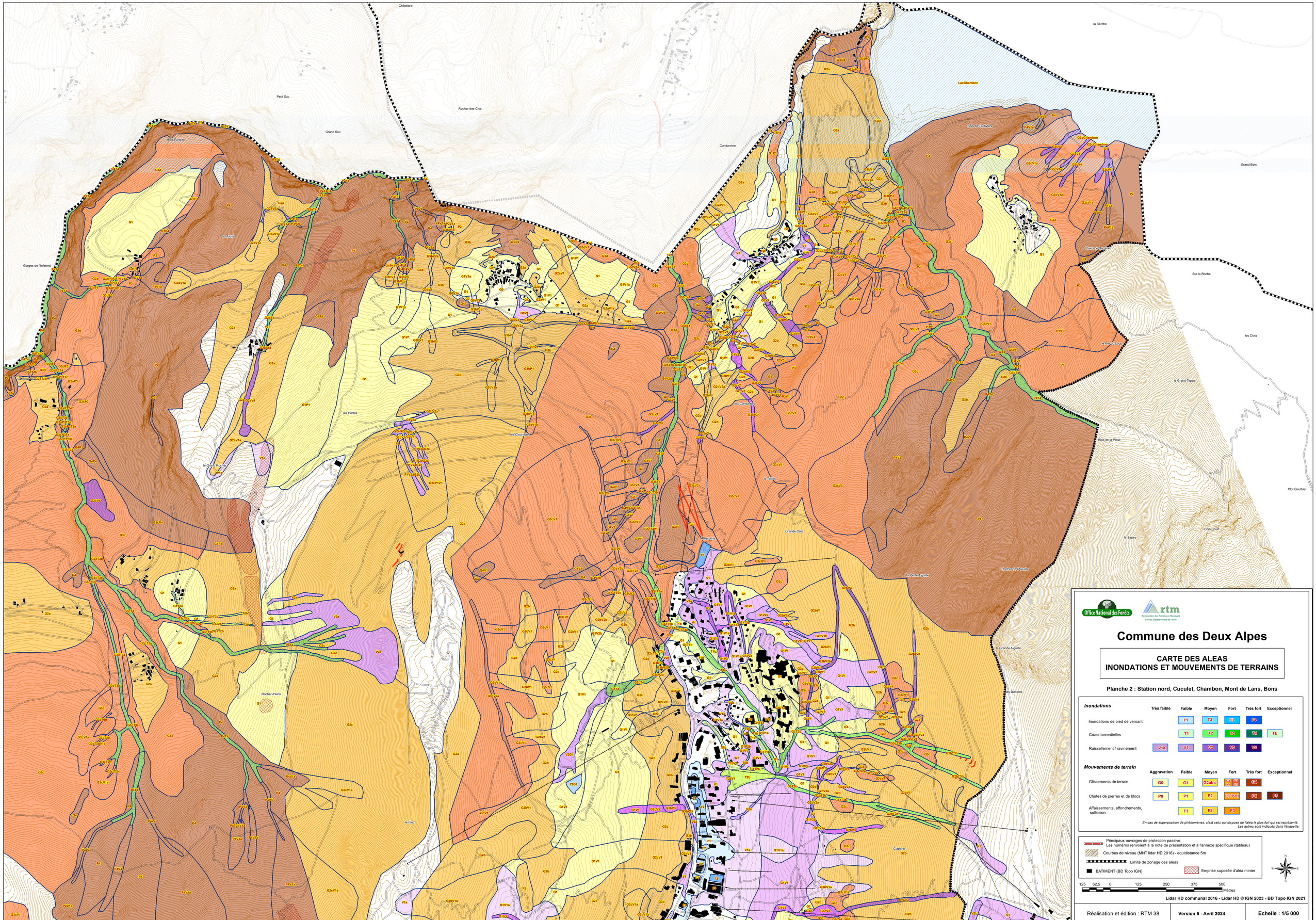
Emprise suposée d'aléa minier

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 5 - Avril 2024	Echelle : 1/5 000





Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS

Planche 2 : Station nord, Cuculet, Chambon, Mont de Lans, Bons

Inondations	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Inondations de pied de versant		I1	I2	I3	I4	
Crues torrentielles		T1	T2	T3	T4	TE
Ruissellement / ravinement	V1a	V1	V2	V3	V4	

Mouvements de terrain	Aggravation	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Glissements de terrain	G0	G1	G2abc	G2 (G3)	G3	
Chutes de pierres et de blocs	P0	P1	P2	P3 (P3+)	P4	P5
Affaissements, effondrements, suffosion		F1	F2	F3		

En cas de superposition de phénomènes, c'est celui qui dispose de l'aléa le plus fort qui est représenté. Les autres sont indiqués dans l'étiquette.

Principaux ouvrages de protection passive.
Les numéros renvoient à la note de présentation et à l'annexe spécifique (tableau)
Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m
Limite de zonage des aléas
BATIMENT (BD Topo IGN)
Emprise suposée d'aléa minier

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 5 - Avril 2024	Echelle : 1/5 000

Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains en Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS
INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS

Planche 4 : Station

80 40 0 80 160 240 320 Mètres

N W E S

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	Version 5 - Avril 2024	Echelle : 1/3500

Grande Côte
Rossolins
Prapellier
Claparel
Côte Courant
Pierre Aiguë et le Roucha
Fonds du Mas
les Rivets
Prenel

Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m
Limite de zonage des aléas
BATIMENT (BD Topo IGN)
Emprise suposée d'aléa minier

Inondations

	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Inondations de pied de versant		I'1	I'2	I'3	I'4	
Crues torrentielles		T1	T2	T3	T4	TE
Ruissellement / ravinement	V1a	V1	V2	V3	V4	

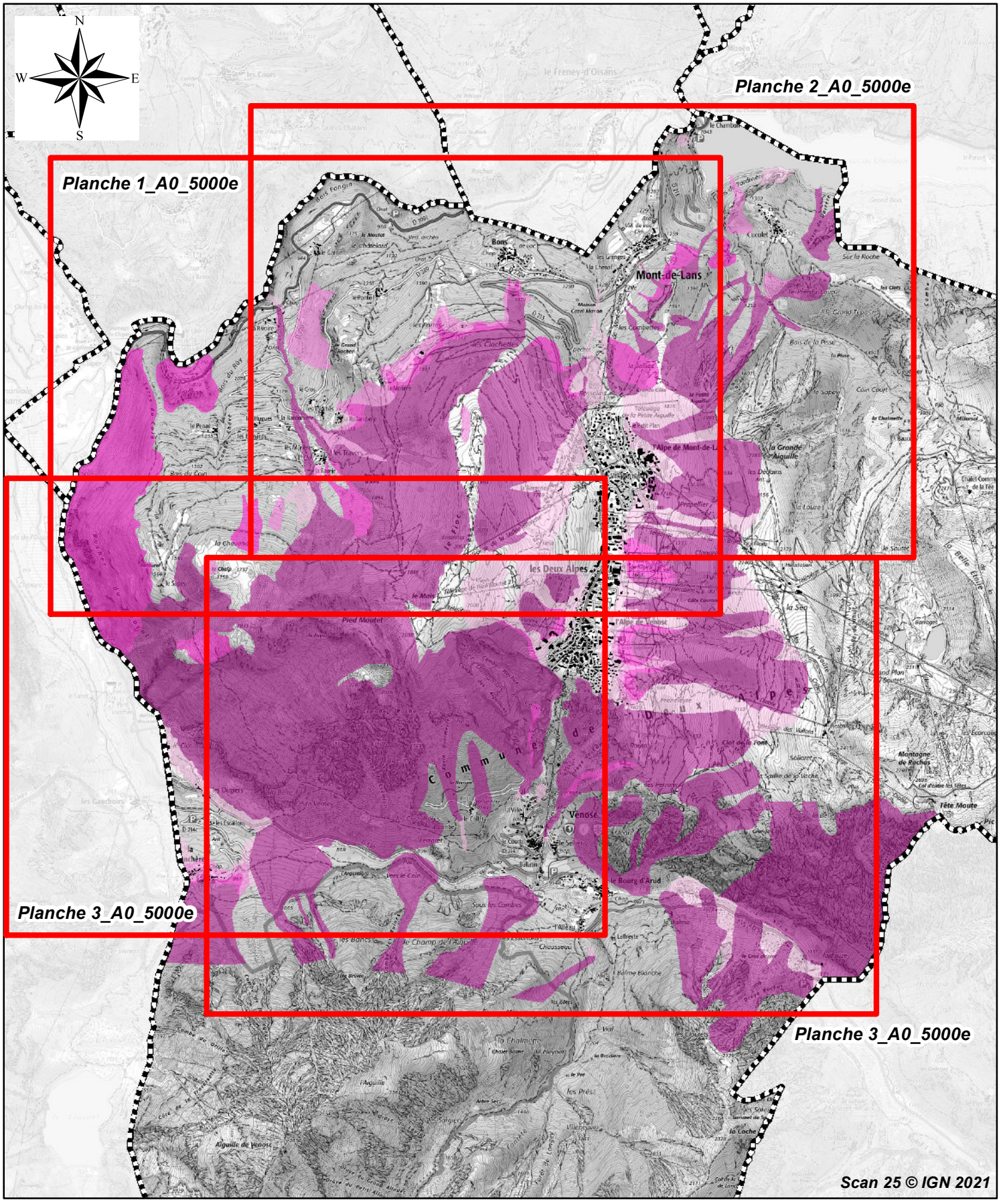
Mouvements de terrain

	Aggravation	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Glissements de terrain	G0	G1	G2abc	G3 ab G3 cd	G4	
Chutes de pierres et de blocs	P0	P1	P2	P3 (P3r)	P4	P5
Affaissements, effondrements, suffosion		F1	F2	F3		

En cas de superposition de phénomènes, c'est celui qui dispose de l'aléa le plus fort qui est représenté. Les autres sont indiqués dans l'étiquette.

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS AVALANCHES
ASSEMBLAGE DES CARTES

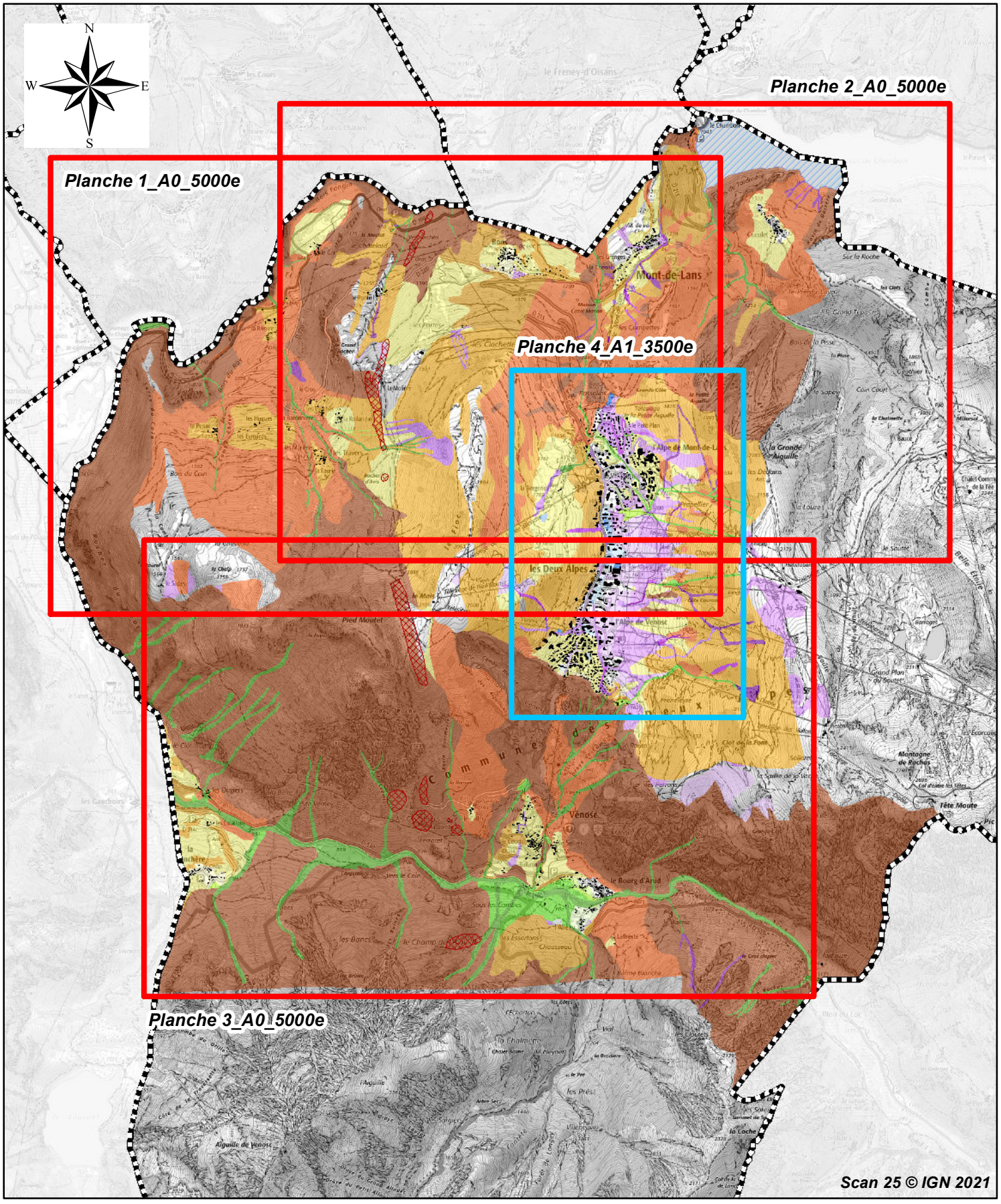


Réalisation et édition : RTM 38

Version 1 - novembre 2023

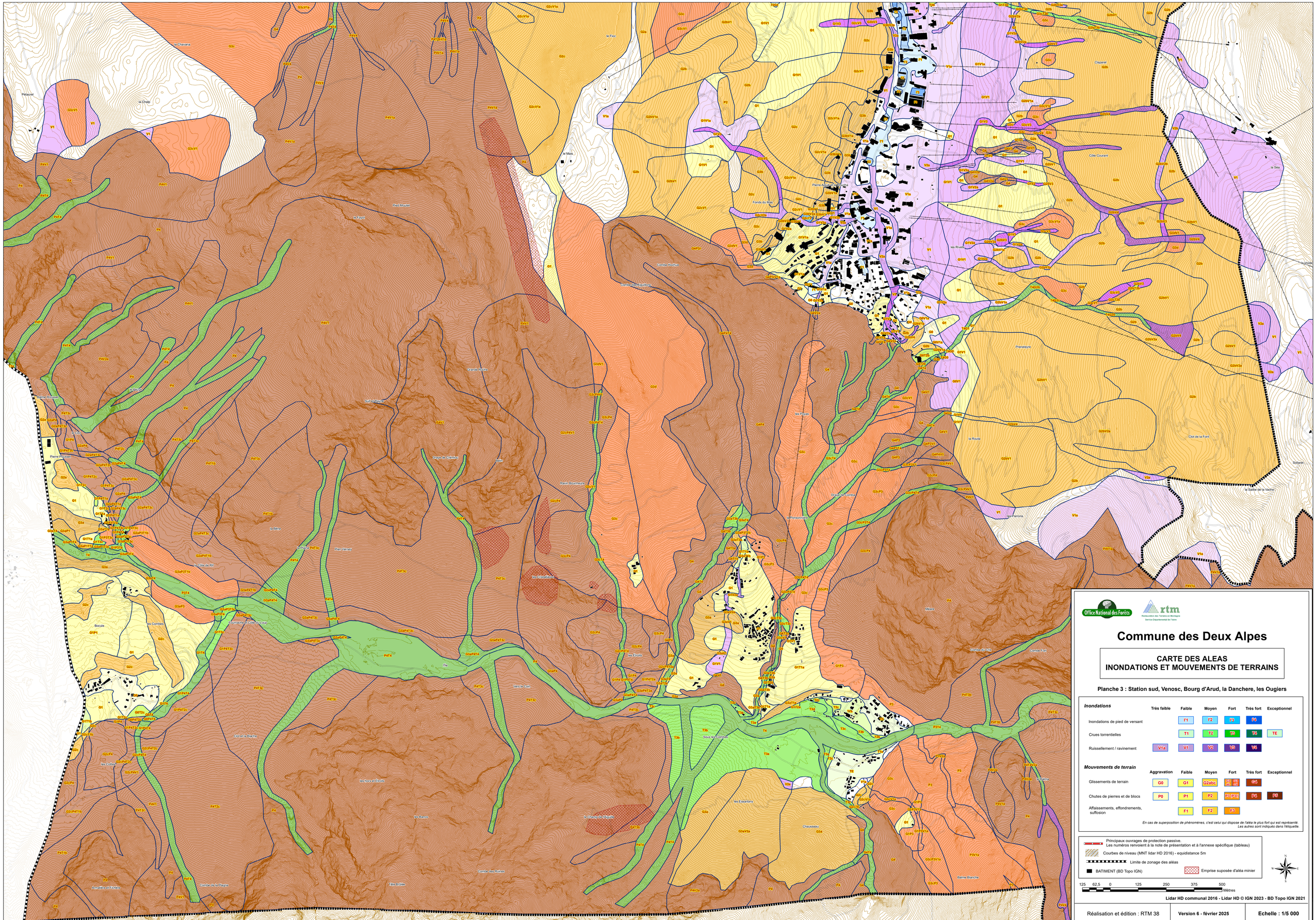
Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN
ASSEMBLAGE DES CARTES



Réalisation et édition : RTM 38

Version 1 - novembre 2023



Office National des Forêts

rtm
Restauration des Terrains en Montagne
Service Départemental de l'Isère

Commune des Deux Alpes

CARTE DES ALEAS
INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS

Planche 3 : Station sud, Venosc, Bourg d'Arud, la Danchere, les Ougiers

Inondations	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Inondations de pied de versant		F1	f2	f3	f4	
Crues torrentielles		T1	T2	T3	T4	TE
Ruissellement / ravinement	V1a	V1	V2	V3	V4	

Mouvements de terrain	Aggravation	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Glissements de terrain	G0	G1	G2abc	G3 (G2)	G4	
Chutes de pierres et de blocs	P0	P1	P2	P3 (P3+)	P4	P5
Affaissements, effondrements, suffosion		F1	F2	F3		

En cas de superposition de phénomènes, c'est celui qui dispose de l'aléa le plus fort qui est représenté. Les autres sont indiqués dans l'étiquette.

Principaux ouvrages de protection passive.
Les numéros renvoient à la note de présentation et à l'annexe spécifique (tableau)
Courbes de niveau (MNT lidar HD 2016) - equidistance 5m
Limite de zonage des aléas
BATIMENT (BD Topo IGN)
Emprise suposée d'aléa minier

N
W
E
S

125 62,5 0 125 250 375 500 Mètres

Lidar HD communal 2016 - Lidar HD © IGN 2023 - BD Topo IGN 2021

Réalisation et édition : RTM 38	**Version 6 - février 2025**	**Echelle : 1/5 000**

CARTE DES PHENOMENES NATURELS

Version 1 - novembre 2023

Réalisation et édition : RTM 38

1:10 000

Office National des Forêts

rtm — Restauration des Terrains en Montagne, Service Départemental de l'Isère

CARTE DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

Version 1 - avril 2024

Réalisation et édition : RTM 38

1:10 000

Commune les 2 alpes Mont de Lans - Venosc

Office National des Forêts

rtm Restauration des Terrains en Montagne Service Départemental de l'Isère

Légende

ouvrages_deux_alpes_ponctuels

Natur_ouv

- ancrage
- boisement_banquettes
- buse
- cloutage
- drain
- enrochement
- etrave
- piege_embacles; piege_flottants; plage de dépôt; plage_depot
- pont_cadre
- seuil

ouvrages_deux_alpes_lineaires

Natur_ouv

- banquette_large; barriere_neige; claies; ouvrages_charpentes; ratelier, filet, claie; rateliers
- collecteur_etanche
- digue
- drainage; tranchee_drainante
- enrochement; enrochements bétonnés
- filet_ecran
- merlon; mur_merlon
- mur_béton
- ouvrage_deflecteur; tourne
- ouvrages_torrentiels
- seuil; seuil_ruine; seuils

Natur_ouv

- projet_merlon_raidi

ouvrages_deux_alpes_polygones

nature_ouv

- banquettes; boisement; boisement_banquettes
- batiment
- caissons_bois
- chenal
- digue
- filets_plaques; filets
- merlon
- tripodes
- boisements_naturels_a_proteger_deux_alpes