



# PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLE

Hors inondations par la Romanche, le Vénéon, l'Eau d'Olle et la Sarenne (dans la plaine d'Oisans)

**ALEAS**

2022



Illustration page de garde : vue aérienne du Bourg d'Oisans et du bassin torrentiel du St Antoine

**Maître d'ouvrage de l'étude** : Préfecture de l'Isère - Direction Départementale des Territoires.

**Intitulé de l'étude** : Commune de Bourg d'Oisans. Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles. Aléas hors inondations de la Romanche, du Vénéon, de l'Eau d'Olle et de la Sarenne (dans la plaine d'Oisans). Rapport de présentation de la carte des aléas.

**Rédaction** : Yannick ROBERT, expert géomorphologue, Responsable du Pôle Expertises RTM Isère.

**Vérification** : Pierre VERRY, Chef de Service RTM Isère

**Validation** : Service Sécurité et Risques - Direction Départementale des Territoires de l'Isère.

**Versions** :

- **(V5) décembre 2022 : version définitive dossier d'approbation**
- (V4c) octobre 2021 : version validée DDT et diffusée PPA et EP
- (V4b) Mars 2021 : version validée RTM.
- (V3) Septembre 2020 : version présentée en commune.
- (V2) Aout 2014 : version mise à jour.
- (V1) Décembre 2003 : version initiale.



**OFFICE NATIONAL DES FORETS**  
*Service de Restauration des Terrains en Montagne  
de l'Isère*

9, quai Créqui - 38 000 Grenoble  
Tél, : 04 76 23 41 61 - Fax : 04 76 22 31 50

[rtm.grenoble@onf.fr](mailto:rtm.grenoble@onf.fr) - Web : [www.onf.fr](http://www.onf.fr)





## Sommaire

<b>Préambule</b>	<b>7</b>
<b>Note de mise à jour 2003-2020</b>	<b>7</b>
<b>1 – Raisons de prescription du PPRN et limites de l'études des aléas</b>	<b>7</b>
<b>2 - PRESENTATION DE LA COMMUNE</b>	<b>9</b>
2-1 - Le cadre géographique	9
2-2 - Le réseau hydrographique	9
2-3 - Le climat	9
2-4 - Le cadre géologique	10
2-4.1 - Le socle cristallin	10
2-4.2 - Les terrains sédimentaires	10
2-4.3- Les terrains du Quaternaire	10
Les éboulis	10
Les moraines	10
Les cônes de déjection	11
La plaine de Bourg d'Oisans	11
2-4.4 - Les produits d'altération des matériaux rocheux	11
<b>3 - LES PHENOMENES NATURELS PRIS EN COMPTE</b>	<b>12</b>
3.1 - Inondations par la Romanche et le Vénéon (pour mémoire)	13
3.2 - Crues torrentielles du torrent du Treuil et du torrent de Farfayet	14
3.3 - Crues torrentielles de la Lignarre	17
3.4 - Crues torrentielles du torrent du Rat	17
3.5 - Crues torrentielles du torrent des Alberts	17
3.6 - Crues torrentielles du Saint Antoine	18
3.7 - Crues torrentielles des torrents et ravines du Pontet	19
3.8 - Crues torrentielles de la combe de Chatillon	19
3.9 - Crues torrentielles des torrents de Bassey	19
3.10 - Crues du torrent de Sarenne	24
3.11 - Crues des ravines des Rochers d'Armentier	24
3.12 - Les éboulements et chutes de blocs du massif du Cornillon	24
3.13 - Les éboulements et chutes de blocs de la Crête du Piret (à l'amont de la Paute)	26
3.14 - Les éboulements et chutes de blocs du bassin du St Antoine	27
3.15 - Les éboulements et chutes de blocs du versant à l'aval de Villard Notre Dame	29
3.16 - Les éboulements et chutes de blocs des Rochers d'Armentier	35
3.17 - Les éboulements et chutes de blocs sur d'autres secteurs	36
3.18 - Les glissements de terrain	39
3.19 - Les avalanches de la Montagne du Cornillon	39
3.20 - Les avalanches de la Montagne du Rochail	41
3.21 - Les avalanches sur d'autres secteurs	44
<b>4 - DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DE CERTAINS PHENOMENES</b>	<b>46</b>

<b>4-1 - Un cas d'éboulement dans des amphibolites : l'éboulement de Charmonetier (zone de départ : Villard Notre Dame)</b>	<b>46</b>
<b>4-2 - Un cas d'éboulements de falaises calcaires : les éboulements récents de la falaise de Prémentil</b>	<b>47</b>
<b>4-3 - Un cas de chutes de blocs en falaises marno-calcaires : les chutes de blocs à la Paute</b>	<b>49</b>
<b>4-4 - Un premier cas de crues torrentielles : le St. Antoine</b>	<b>49</b>
<b>4-5 - Les crues torrentielles du Treuil</b>	<b>51</b>
<b>4-6 - Les crues torrentielles à Bassey (du nord au sud)</b>	<b>52</b>
4.6.1- Torrent du Colombier	52
4.6.2 - Torrent de la Confession	52
4.6.3 - Torrent du Coutaret	53
<b>4-7 – L'évolution du lit de la Lignarre sur son cône de déjection</b>	<b>54</b>
<b>5 - LA CARTE DES ALEAS</b>	<b>56</b>
<b>5-1 - Définition de l'aléa</b>	<b>56</b>
<b>5-2 - Notions d'intensité et de fréquence</b>	<b>56</b>
<b>5-3 - Définition de la carte des aléas</b>	<b>56</b>
<b>5-4 - L'aléa Crue rapide des Rivières</b>	<b>57</b>
<b>5-5 - L'aléa inondation en pied de versant</b>	<b>58</b>
5.5.1 - Caractérisation de l'aléa inondation pied de versant	58
5.5.2 - Localisation :	58
<b>5-6 - L'aléa crues des torrents et des ruisseaux torrentiels</b>	<b>59</b>
5.6.1 - Caractérisation	59
5.6.2 - Localisation	60
5.6.3 - Affluents de rive gauche :	61
les torrents de L'ESTILLIERE/COMBE CHAVE, de FARFAYET et du TREUIL	61
le torrent de la LIGNARRE	63
le torrent du RAT	64
les torrents des ALBERTS et du BOIS DES AUBERTS	65
Le torrent du ST. ANTOINE	66
La draye de PREGENTIL	68
les torrents du PONTET	69
les torrents de LA COMBE DU LAUZAT, de LA PISSE, de COMBE TOLETTE, du FRENE, et de COMBE BLANCHE	70
Le torrent du LAUVITEL et la Draye des GAUCHOIRS	70
5.6.4 - Affluents de rive droite (du Nord au Sud)	71
Draye de Chanouira et Draye de la Grande Combe de Chatillon	71
les torrents de BASSEY	71
le torrent de la SARENNE	72
les ruisseaux des rochers d'armentier	73
Drayes de Font Vielle et Pont Escoffier	74
<b>5-7 - L'aléa ravinement et ruissellement sur versant</b>	<b>74</b>
5.7.1 - Caractérisation	74
5.7.2 - Localisation	75
<b>5-8 - L'aléa glissement de terrain</b>	<b>76</b>
5.8.1 - Caractérisation	76
5.8.2 - Localisation	76
<b>5-9 - L'aléa chutes de pierres et de blocs</b>	<b>77</b>
5.9.1 - Caractérisation de l'aléa	77
5.9.2 - Prise en compte des ouvrages de protection pare-blocs	79

5.9.3 - Note générale sur l'utilisation de la ligne d'énergie	79
5.9.3 - Localisation :	79
Rochetaillée	79
Le versant oriental du Cornillon	82
Les versants de la Crete du Piret (à l'amont de la Paute)	82
Zone d'Activité du Fond des Roches	83
Les falaises du St. Antoine	83
Les versants de la Roche du Pontet	86
Charmonetier	86
Les versants de Côte Alamele (au droit du Bassey)	87
Les Rochers d'Armentier (Le Vernis, les Alberges)	88
Le secteur de la Sarenne et des Essoulieux	90
Les Gauchoirs	92
<b>5-10- L'aléa avalanches</b>	<b>93</b>
5.10.1 - Qualification de l'aléa « avalanche »	93
5.10.2 - Prise en compte de la forêt au-dessus de zones d'enjeux humains sédentaires importants	94
5.10.3 - Ouvrages de protection contre les avalanches pris en compte et modes spécifiques de qualification de l'aléa	95
5.10.4 - Aléa exceptionnel AE	95
5.10.5 - Avalanches de référence centennale : Localisation des sites	95
Massif du Cornillon	95
Massif de Prégentil	97
Massif des roches du Pontet jusqu'à Villard Notre Dame	99
Massif du Rochail	100
Massif de Cote Alamele	101
Massif des Rochers d'Armentier	101
5.10.6 - Avalanches Exceptionnelles (AE) : Localisation des sites	103
Caractérisation ; Méthodologie :	103
Sites CLPA référencés, numérotés, et correspondance avec le zonage des aléas du PPRN :	104
Sites avalancheux du PPRN non numérotés et/ou non référencés par la CLPA	107
Cartographie des aléas AE	108
<b>5-11- L'aléa séisme (non cartographié sur les cartes)</b>	<b>108</b>
<b>6 - PROTECTIONS REALISEES</b>	<b>110</b>
<b>6-1 - Rappels :</b>	<b>110</b>
<b>6.2 - Ouvrages de protection</b>	<b>110</b>
6-2-1 – Liste et efficacité des ouvrages existants	110
6-2-2 – Dispositif de protection du St Antoine	115
<b>BIBLIOGRAPHIE :</b>	<b>120</b>
Générale :	120
Pour les crues torrentielles	120
Pour les chutes de blocs	120
La Paute :	120
St. Antoine :	120
Charmonetier :	121
BASSEY :	121
Sarnnes et Rochers d'Armentier :	122
Pour les glissements de terrain	122
Pour les avalanches	122
Pour tous les risques	123
<b>ANNEXES</b>	<b>124</b>
<b>Annexe 1 : Carte d'exposition sismique</b>	<b>125</b>
<b>Annexe 2 : Méthode de la ligne d'énergie © Alp'Géorisques ; IRSTEA , RTM</b>	<b>126</b>
Principe général (source : note MEZAP)	126
Angle de trajet / angle géométrique	127

Angle d'analyse _____	128
Données bibliographiques et valeurs usuelles de qualification de la probabilité d'atteinte _____	128
Limites conceptuelles _____	130
Influence de la topographie locale le long du versant _____	130
<b>Annexe 3 – éléments descriptifs complémentaires pour la Lignarre _____</b>	<b>131</b>
Evènements historiques _____	131
Aléas _____	131

## **Préambule**

Ce rapport de présentation reprend l'essentiel des aléas présentés lors du projet de PPRN porté à connaissance le 19 décembre 2003.

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

Il s'appuie sur une reconnaissance de terrain approfondie sur 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.

## **Note de mise à jour 2003-2020**

- Le présent rapport est enrichi des nouveaux événements 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 le secteur de Bassey et du Vernis.
- 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) qui couvrent l'ensemble du fond de vallée et des bas de versants de la commune. Les limites sont donc nettement affinées. Le cadastre étant globalement faux en dehors du fond de vallée, il a été fait le choix de cartographier les aléas sur les fonds topographiques LIDAR compétés de l'IGN (SCAN 25 et Orthophotographie de 2015).

## **1 – Raisons de prescription du PPRN et limites de l'études des aléas**

Une première cartographie des risques naturels a été établie en 1967 puis révisée en 1976 au titre de l'article R-111.3 du Code de l'Urbanisme ; la dernière version a été approuvée par arrêté préfectoral le 12 juin 1986.

Après l'éboulement du CHARMONETIER le 24 août 1987, la mairie a demandé une modification des limites de la zone de risques naturels au droit du hameau du VERT ; cette dernière a été approuvée par le Conseil Municipal le 8 décembre 1987.

Suite aux éboulements survenus en 1998 et encore prévisibles sur le ST. ANTOINE, d'une part, compte tenu des enjeux, d'autre part, la MIRNat (Mission Inter-Services des Risques naturels de l'Isère) a proposé la réalisation d'un projet de PPR sur BOURG D'OISANS ; toutefois, les disponibilités et les priorités internes des différents services de l'Etat concernés, n'ont pas permis d'entreprendre de suite la révision de la cartographie spécifique aux inondations provoquées en plaine par les grandes rivières torrentielles que sont la ROMANCHE et le VENEON, L'EAU D'OLLE, ainsi qu'accessoirement, la SARENNE (DANS LA PLAINE).

Aussi, la zone centrale de la plaine a été exclue de la zone d'étude. Il en est de même pour la partie sud de la commune, correspondant à toute la montagne située à l'amont du village de la DANCHERE, où les enjeux de construction sont inexistant.

Les phénomènes naturels pris en compte dans le PPRN de BOURG D'OISANS sont donc :

- les crues rapides des rivières (hors débordements de la ROMANCHE, du VENEON, de l'EAU D'OLLE et de la SARENNE dans la plaine d'Oisans),
- les inondations de pied de versant,
- les crues des torrents et ruisseaux torrentiels,
- le ruissellement sur versant,
- les glissements de terrain,
- les chutes de pierres et blocs,
- les avalanches.

Un certain nombre de phénomènes, ayant marqué les mémoires dans le passé en matière de grandes inondations dans la vallée, seront toutefois signalés pour rappeler la nécessité de s'en prévenir, tant au niveau de l'entretien des digues et canaux (assuré par le SYMBHI en liaison avec la Communauté de Communes de l'Oisans et le Syndicat Unique de l'Oisans) que des dispositions d'urbanisme et de construction, dans l'attente de l'approbation du Plan de Prévention des Risques Inondations aujourd'hui indispensable pour mieux préciser les mesures à prendre.

- - - -

Le dossier comprend les pièces suivantes :

- Le **rapport de présentation** (version 5)
- Le dossier **cartographique** (version 5)

Qui se compose :

- D'une cartographie des aléas en l'absence d'ouvrages et d'aménagements anthropiques, au 1/10 000 (1 planche A0) sur fond topographique IGN Scan25.
- D'une cartographie des ouvrages de protections et des zones d'emprises de protections au 1/10 000 (1 planche A0) sur fond topographique IGN Scan25.
- D'une cartographie des aléas au 1/10 000 sur fond topographique IGN Scan25 (1 planche A0)\*.
- D'une cartographie des aléas au 1/5 000 sur fond cadastral DGFIP (4 planches A0)\*.
- D'une cartographie de l'aléa Avalanche, au 1/10 000 (2 planches A0) sur fond topographique IGN Scan25, avec des extraits au 1/5 000 (1 planche A0, fond cadastral DGFIP) sur les zones d'enjeux\*.

*\*Les aléas affichés sur ces cartes tiennent compte de la présence et, le cas échéant, de l'efficacité (partielle ou totale) des ouvrages de protections.*

## **2 - PRESENTATION DE LA COMMUNE**

### **2-1 - Le cadre géographique**

La commune de BOURG d'Oisans est située à 50 km environ au sud-est de GRENOBLE. A un carrefour de vallées, la commune occupe essentiellement une plaine alluviale au cœur de l'OISANS, région de hautes montagnes.

Cette plaine constitue un grand couloir de plus de 10 km de long sur un de large, orienté nord-sud ; ancien lac glaciaire comblé, elle est d'une horizontalité quasi absolue alors que les massifs qui l'entourent plongent vers celles-ci sur plus de 1000 m avec des falaises redressées et des fortes pentes. Ce sont :

- au nord, la chaîne de BELLEDONNE,
- à l'ouest, le massif du TAILLEFER - GRAND GALBERT,
- au nord-est, les GRANDES ROUSSES,
- au sud, les premiers sommets du massif du PELVOUX.

Le territoire communal s'élève à 1842 m au SIGNAL du PREGENTIL, qui domine le chef-lieu, à près de 2500 m à la cime de CORNILLON, au nord-ouest, et surtout à 3048 m à la pointe de MALHAUBERT et 3169 m au PIC DU CLAPIER du PEYRON, deux des sommets qui, à l'ouest et au sud-est, encadrent le vallon du LAUVITEL.

### **2-2 - Le réseau hydrographique**

Cinq rivières torrentielles coulent sur la commune. Il s'agit de la ROMANCHE, du VENEON, de la SARENNE, de la LIGNARRE et de L'EAU D'OLLE.

La ROMANCHE, après avoir entaillé son verrou glaciaire dans les Gorges de l'INFERNET (secteur du FRENEY D'OISANS au Sud-Est de BOURG D'OISANS), traverse la plaine de BOURG D'OISANS du sud au nord (du lieu-dit LE CLAPIER aux PETITES SABLES), étroitement chenalisée à partir du VERNIS.

Le VENEON arrivant du sud-est, après avoir traversé les communes de ST. CHRISTOPHE-EN-OISANS puis de VENOSC, se jette dans la ROMANCHE, au BUCLET, dans un secteur où ces deux rivières torrentielles disposent encore d'un certain espace de liberté.

Le torrent de SARENNE (secteur de LA GARDE, HUEZ) débouche entre le camping de la Cascade et le centre hydraulique d'EDF au lieu-dit SARENNE, avant d'être canalisé jusqu'à la ROMANCHE.

LA LIGNARRE provenant de l'ouest (côté ORNON) arrive à LA PAUTE.

La SARENNE et la LIGNARRE rejoignent la ROMANCHE en aval des TROIS PONTS.

L'EAU D'OLLE qui arrive du nord-est (ALLEMOND) se jette dans la ROMANCHE aux PETITES SABLES.

De nombreux torrents, souvent à écoulement intermittent, sillonnent les versants. Entre autres, il y a les torrents du ST. ANTOINE, des ALBERTS et du RAT qui descendent du PREGENTIL ; les torrents du TREUIL, de FARFAYET qui descendent du CORNILLON ; les ruisseaux de CHATILLON, de la CONFESSION, du COLOMBIER et du COUTARET qui descendent de COTE ALAMELE ; et aussi les ruisseaux de la ROCHE du PONTET, les ruisseaux des Rochers d'ARMENTIER.... La plupart de ceux-ci se jettent dans des canaux drainant la plaine tels que la RIVE (principal exutoire de la nappe alluviale), les GRANDE et PETITE BEALIERES...

Dans la partie sud de la commune, des torrents de haute montagne, affluents du VENEON, apportent une grande quantité de matériaux. Il s'agit du torrent de LAUVITEL, de la Combe Blanche et du torrent de la Pisse. Ils ne seront pas étudiés ici car aucun enjeu n'est présent à leur débouché dans la vallée.

### **2-3 - Le climat**

Les barrières montagneuses successives recevant de plein fouet les perturbations atlantiques, provoquent une abondante pluviosité et surtout niviosité en altitude ; compte tenu des altitudes, les glaciers et névés alimentent les torrents à longueur d'année.

Par contre, les fonds de vallée, y compris la plaine de BOURG D'OISANS, sont beaucoup moins arrosés avec moins d'un mètre d'eau, marqué par un léger maximum d'automne.

Une grande partie de l'eau recueillie dans les bassins versants s'infiltré sur le pourtour de la plaine dans la nappe phréatique où elle s'écoule très lentement.

## 2-4 - Le cadre géologique

A l'ère primaire, la chaîne hercynienne se met en place. Les roches existantes à cette époque sont alors métamorphosées. Ce sont des gneiss, micaschistes ou amphibolites que l'on retrouve aujourd'hui par exemple dans le massif du Taillefer, ou dans celui des Grandes Rousses, et que l'on dénomme le socle cristallin.

L'érosion de la chaîne hercynienne, en galets et sables, à la fin de l'ère primaire, va mettre à jour certains granites comme celui du ROCHAIL qui a été daté de  $331 \pm 31$  MA, et aboutir à une plaine post-hercynienne formée de conglomérats et de grés liés à l'induration des sables et galets, que l'on retrouve au sommet du Taillefer et de L'ARMET.

Cette plaine est envahie, à l'ère secondaire, par la mer. Tout d'abord peu profonde au Trias, avec des dépôts très minces de dolomie et de gypse, elle s'approfondit au Jurassique favorisant le dépôt de couches calcaires intimement mélangées à des apports argileux déversés dans la mer par les fleuves côtiers. Ce sont ces formations que l'on retrouve dans les parois au PREGENTIL ou à COTE ALAMELE. Au même moment, l'étirement du socle cristallin sous la mer va conduire à un découpage de celui-ci en blocs basculés : LA MURE, TAILLEFER, ROCHAIL-GRANDES ROUSSES, MUZELLE-EMPARIS - MONT-DE-LANS.

A l'ère tertiaire, la surrection a repoussé la mer et les imposantes séries de calcaires argileux se sont surélevées et plissées. Le socle cristallin s'est aussi surélevé mais beaucoup plus dur, il s'est plutôt fracturé.

Le quaternaire a vu ces terrains entaillés par les glaciers. Il s'est alors déposé d'autres sédiments issus des glaciers (moraines) ou des fleuves et rivières qui leur sont associés (alluvions).

### 2-4.1 - Le socle cristallin

La dalle du socle cristallin, qui constitue le flanc ouest du bloc basculé de l'ensemble ROCHAIL-GRANDES ROUSSES, s'enfonce sous le niveau de la plaine alluviale, sensiblement au droit de l'agglomération ; au niveau de ROCHETAILEE, on retrouve le bloc du TAILLEFER qui se prolonge au nord en direction du RISSIOU. Ceci explique que les formations métamorphiques et magmatiques soient représentées sur la commune au nord-ouest, au sud et au sud-est.

Le GRAND-GALBERT et le CORNILLON sont formés de gneiss et d'amphibolites (gneiss provenant du métamorphisme d'anciennes laves volcaniques acides ou des cendres qui les accompagnent).

Les Rochers d'ARMANTIER sont des amphibolites migmatitiques traduisant un stade de métamorphisme plus poussé (envahissement du gneiss par des plages diffuses de granite).

A l'amont de ST. CLAUDE et du VERT, on a l'extrémité du granite du PELVOUX (ROCHAIL) et des amphibolites migmatitiques où se trouvent les fameux quartz de la GARDETTE.

Au sud, le granite du ROCHAIL et les gneiss du LAUVITEL apparaissent jusqu'à la brèche du LAUVITEL.

### 2-4.2 - Les terrains sédimentaires

Ils sont constitués par les calcaires argileux, marnes et schistes argileux du Lias (Jurassique inférieur) qui se sont déposés entre les deux blocs basculés (et donc avec une épaisseur croissante du nord-est au sud-ouest) selon un alignement COL D'ORNON-COL du SABOT. Plissés, fissurés, ces terrains forment les versants du PREGENTIL, des BARRES (à l'amont des ALBERTS), du PIRET (à l'amont de la PAUTE), de COTE ALAMELE (à l'amont du BASSEY) et des GRANDES BARRES (de VIEILLE MORTE jusqu'au RAFOUR). Parmi les plis les plus remarquables, l'attention est attirée sur l'anticlinal de PREGENTIL (pli couché) encadré par le synclinal de VILLARD-REYMOND et la dépression synclinale du COL D'ORNON.

### 2-4.3- Les terrains du Quaternaire

#### LES EBOULIS

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

A l'aval du lac 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 VENEON, lorsque, au cours de son retrait, il stationnait à l'altitude 800 m.
- la moraine de la DANCHERE, par contre, a visiblement été déposée par le glacier du cirque de LAUVITEL.

### LES CONES DE DEJECTION

Les cônes de déjection actuels sont nombreux dans la vallée de la ROMANCHE. Sur la commune, la partie basse des versants entre ST. CLAUDE et les ALBERTS correspond à des cônes de déjection ; de même au nord des deux maisons de SARRET, au pied de la cascade de la PISSE (ruisseau du VALLON), en partie basse des combes du TREUIL et de FARFAYET et au nord de la commune, en limite avec LIVET GAVET, en pied du versant du CORNILLON.

Les apports simultanés des torrents opposés de la VAUDAINE et de l'INFERNET (commune de LIVET GAVET) et, sans doute divers éboulements, ont créé un immense cône dans le lac de retrait glaciaire qui se serait constitué à l'amont de la moraine des CLOTS (RIOUPEROUX), déposée il y a environ 30 000 ans par le glacier de la ROMANCHE-VENEON. Alors que le retrait de celui-ci se poursuivait, dégagant un profond ombilic (plusieurs centaines de mètres au droit de BOURG D'OISANS) qui se comblait progressivement, l'ouvrage morainique aval se serait érodé peu à peu, abaissant le niveau lacustre jusqu'à ce que le barrage VAUDAINE-INFERNET prenne le relais, rehaussant à nouveau le plan d'eau. Il y a quelques milliers d'années, devait seulement subsister, dans la cuvette alors en grande partie comblée, un lac plus ou moins marécageux, le lac de ST. LAURENT. Une surélévation de l'édifice VAUDAINE-INFERNET en 1191 inonda ST. LAURENT du LAC, l'obligeant alors à masser ses constructions sur le cône du ST. ANTOINE.

Une brutale vidange de ce lac (le 4 septembre 1219) entraîna une énorme masse de boue et submergea les plaines de VIZILLE et GRENOBLE. Il semblerait que la vidange du lac n'ait pas été complète et que des fluctuations du niveau d'eau se soient manifestées encore jusqu'à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle (comme par exemple une débâcle peu importante en 1612).

### LA PLAINE DE BOURG D'OISANS

La ROMANCHE traverse en biais du SE vers le NW la bande de terrains sédimentaires entre deux bordures du socle cristallin (ARMENTIER à l'est et ROCHETAILLÉE à l'ouest), après avoir entaillé le gradin séparant sa propre auge glaciaire, suspendue, de celle beaucoup plus importante créée par le glacier du VENEON.

Du fait, à la fois du surcreusement glaciaire et du barrage constitué dans la moyenne vallée de la ROMANCHE par la réunion des cônes de déjection de la VAUDAINE et de l'INFERNET, se sont déposés à l'amont, matériaux grossiers, argiles lacustres et limons imperméables.

La plaine de BOURG D'OISANS comporte ainsi une nappe semi-captive dans les épais limons superficiels généralement colmatés par les dépôts argileux de la ROMANCHE (fines glaciaires en particulier). L'alimentation de la nappe se fait à la fois par l'amont de la vallée, au confluent ROMANCHE-VENEON et par l'intermédiaire de tous les écoulements souterrains qui empruntent les cônes de déjection ou les cônes d'éboulis latéraux. Des trop-pleins naturels de cette nappe, déterminés par la présence de zones plus grossières non colmatées, existent tout le long de la plaine de BOURG D'OISANS, tant sur un versant que sur l'autre : sources de la RIVE, du VERNIS, des ESSOULIEUX, de la VIEILLE MORTE, des ARRIVEAUX, des ARGENTIERES ou des EFFONDS (les SABLES).

Ces, sources, qui sont bicarbonatées calciques et magnésiennes, sont parfois sulfureuses et très riches en sulfates de calcium.

## 2-4.4 - Les produits d'altération des matériaux rocheux

Toutes les roches, qui affleurent à la surface, s'altèrent. Elles perdent généralement leurs caractéristiques minéralogiques et mécaniques initiales. Les plissements, la fissuration, la décompression, la fragmentation, la dissolution se conjuguent pour faciliter, sans relâche, le jeu de l'érosion et conduire progressivement au démantèlement des reliefs. Cela conduit généralement à la formation, au détriment des reliefs, de sols à forte teneur en sable ou argile.

L'altération forme une couverture plus ou moins épaisse (quelques dizaines de mètres à plusieurs mètres) riche en argile et en débris de roche. En présence de circulations d'eau au toit de la couche la moins perméable, cette couverture peut glisser sur le rocher sain.

Plus d'informations sur le site GEOL-ALP <http://www.geol-alp.com> de Maurice GIDON.

### **3 - LES PHENOMENES NATURELS PRIS EN COMPTE**

Le recensement des phénomènes suit trois phases essentielles :

1 - une phase de recueil d'informations : auprès des services techniques de l'administration (DDT), de l'ONF/RTM, des bureaux d'études spécialisés, des mairies et des habitants, des syndicats de gestion, par recherche d'archives départementales, communales, et d'études spécifiques existantes,

2 - une phase d'étude des documents existants (cartes topographiques, géologiques, photos aériennes, rapports d'études ou d'expertise, etc.),

3 - une phase de terrain,

Les phénomènes recensés peuvent être soit anciens, identifiés par la morphologie, par les enquêtes, les dépouillements d'archives diverses, etc, soit actifs, repérés par la morphologie et les indices d'activité sur le terrain, les dommages aux ouvrages, etc.

C'est un recensement, un "constat des lieux" qui se veut objectif.

<b>Phénomènes</b>	<b>Définitions</b>
Crue rapides des rivières C	Inondation pour laquelle l'intervalle de temps entre le début de la pluie et le débordement ne permet pas d'alerter de façon efficace les populations. Les bassins versants de taille petite et moyenne sont concernés 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.
Crues des torrents et ruisseaux torrentiels T	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 dans la continuité des tronçons à forte pente 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.
Ruissellement sur versant Ravinement V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique, généralement suite à des précipitations exceptionnelles. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosion localisée provoquée par ces écoulements superficiels nommée ravinement.
Inondation en pied de versant I'	Submersion par accumulation et stagnation d'eau claire dans une zone plane, éventuellement à l'amont d'un obstacle. L'eau provient, soit d'un ruissellement lors d'une grosse pluie, soit de la fonte des neiges, soit du débordement de ruisseaux torrentiels ou de canaux en plaine.
Glissement de terrain G	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.
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.
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.

Les crues et débordements de plaine pour la ROMANCHE, le VENEON, L'EAU D'OLLE et la SARENNE (pour cette dernière, sur le tracé de son cours dans la plaine de l'Oisans uniquement) ne sont pas pris en compte. Ils font l'objet d'un PPRN spécifique inondation.

Les phénomènes d'affaissements et de suffosion dans la plaine de l'Oisans ne sont pas pris en compte. Il n'y a pas à ce jour de phénomènes de ce type connus et/ou recensés sur la commune.

On recense 181 évènements dans la BDRTM, entre 1219 et 2020, qui pour plus du tiers sont des évènements d'inondations par le VENEON, la ROMANCHE et L'EAU D'OLLE.

Les évènements les plus marquants (historiques) et les évènements les plus récents (moins de 30 ans) sont détaillés ci-après par type de phénomène.

### 3.1 - Inondations par la Romanche et le Vénéon (pour mémoire)

<b><u>1590</u></b>	Hameau du CLAPIER entièrement inondé par le VENEON.
<b><u>1641</u></b>	Crue torrentielle de la ROMANCHE ; digues emportées au niveau de ST. GUILLERME
<b><u>Seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle</u></b>	L'eau emporte le "peu de foin que la plaine produise ; "les habitants de la rue basse appelés "les Essauriers" sont contraints de quitter leur maison plus de 2 mois dans l'année à cause des inondations...Les marchands et muletiers évitent de passer dans les chemins de l'OISANS de crainte desdites eaux, passant en Savoie ou du côté de l'EMBRUNAIS"
<b><u>1684</u></b>	Digues détruites au lieu-dit les SABLES.
<b><u>Juin 1688</u></b>	Chemin de FARFAYET à ROCHETAILLEE inondé.
<b><u>06/08/1713</u></b>	Nombreuses digues de la ROMANCHE rompues, plaine inondée ; ferme les plus touchées : mas des Isles, mas du Vert, mas du Plant, mas des Nois , mas de la Mourlière.
<b><u>18/08/1733</u></b>	Crue torrentielle de la ROMANCHE ; digues détruites, cultures inondées, hameau des ISLES inondé, hameau des ALBERGES détruit.
<b><u>21/12/1740</u></b>	Crue torrentielle de la ROMANCHE ; digue au hameau des SABLES détruite.
<b><u>1756</u></b>	Hameau des ALBERGES touché et cultures environnantes détruites.
<b><u>15/10/1778</u></b>	Crue torrentielle de la ROMANCHE ; digue rompue, route de GRENOBLE coupée en plusieurs endroits, ponts détruits.
<b><u>1779</u></b>	Inondation de la ROMANCHE aux ALBERGES.
<b><u>Juin 1779</u></b>	Crue de la ROMANCHE : <i>"le torrent est sorti de son lit, a franchi les digues et fait une ouverture dans la route de 40 pieds de long et 4 de profondeur au-dessus du grand pont de BOURG D'OISANS ; la plaine a été couverte d'eau sur près d'un mètre de hauteur".</i>
<b><u>05/07/1785</u></b>	Inondation de la ROMANCHE. Nombreux dégâts aux terres cultivables de la plaine.
<b><u>1816</u></b>	Inondation de la ROMANCHE.
<b><u>Septembre 1860</u></b>	Plaine haute et basse de BOURG D'OISANS inondée : digue rompue en amont du pont (pp Bas), route impériale submergée en plusieurs endroits, très grosses pertes et dégâts aux hameaux des SABLES, du BASSET, des ESSOULIEUX, de VIEILLE MORTE
<b><u>1er Août 1888</u></b>	Destruction des digues, maisons inondées (photo RTM).

---

**23/07/1914** Rupture de digue à la PAUTE ; bas du BOURG D'OISANS inondé, gros dégâts dans la plaine, hameaux des ESSOULIEUX et du BASSET cernés par les eaux.

**28/09/1928** Crues simultanées de la ROMANCHE et du VENEON (rupture de digue au lieu-dit la "Croix du Plan") ; toute la plaine inondée, plus d'un mètre d'eau, ponts emportés, chemin GC coupé, RN 91 traversée par le lit de la ROMANCHE et rendue impraticable sur 300 m à la sortie sud de BOURG D'OISANS et sur 2 km entre la gare et le hameau de la PAUTE, digues emportées ; villages des ALBERGES, du VERNIS, du BASSEY, des ESSOULIEUX, de VIEILLE MORTE et du RAFFOUR complètement envahis ; village de la PAUTE isolé.

**15/09/1940** Inondations de la ROMANCHE ; digues de la SARENNE rompues. Dégâts aux habitations de BASSEY et des ESSOULIEUX ; BOURG D'OISANS privé d'électricité.

**07/06/1955** Crue de la ROMANCHE ; hameaux du VERNIS et de la TANNERIE inondés, hôtel de la Cascade également ; 15 cm d'eau sur la RN 91.

**26-30/05/2008** Crue de la Romanche et du Vénéon. Pas de débordements ni de rupture de digues, mais des érosions et endommagements localisés. Crue estimée vingtennale.



---

### 3.2 - Crues torrentielles du torrent du Treuil et du torrent de Farfayet

**12/07/1959** Treuil : Dernière grosse crue connue. Elle s'était étalée dans les terrains de culture, à proximité du hameau de Bois Rond

---



4132.- Crue du torrent du Treuil du 12.7  
Le cône de déjection dans les terres  
cultivées

**22/03/2001**

Treuil : Inondation dans la plaine par débordement en rive gauche du torrent dans son cours inférieur. La Béalière a débordé dans le même secteur, le même jour

**18/07/2013**

En FD RTM de l'Oisans (série de Cornillon) : Crue du torrent de Farfayet sous forme d'une grosse lave torrentielle à matrice granulaire, faible viscosité ; écoulement sous forme de plusieurs bouffées ; volume déposé sur le cône torrentiel estimé entre 25000m<sup>3</sup> et 50000m<sup>3</sup> avec les incertitudes liées aux reprises de matériaux lors de la crue du 18 et les épisodes actifs ultérieurs de l'été ; largeur maxi 40 m avec des accumulations sur plus de 5m vers 800m ; transport de blocs décimétriques à métriques ; pas de très gros blocs remarquables

**04/06/2016**

Lave torrentielle et charriage jusqu'au chemin de la plaine. Engravements sur le cône de déjection (en forêt) et coupure du chemin.

**08/08/2017**

Nouvelle crue du torrent de Farfayet avec écoulements de lave torrentielle. La plage terrassée sur le Farfayet à l'amont de l'apex en 2016 a retenu +/- 500m<sup>3</sup> de matériaux. Entre 500 et 1000 m<sup>3</sup> se sont déposés à l'amont immédiat de la piste.

**Eté 2020**

Crue du torrent du Treuil. Comblement de la plage de dépôt. Légers débordements dans la plaine

**10/10/2020**

Crue du torrent du Treuil. Plage de dépôt en pied de versant remplie de 1 000 m<sup>3</sup> de matériaux environ (plage curée dans l'été suite à la crue précédente). Plaine des sables : débordement des béalières et inondation d'une maison isolée. Les dépôts débutent au niveau de la rupture de pente dans le pré.



### 3.3 - Crues torrentielles de la Lignarre

**1650** Le torrent de la Lignarre a détruit et couvert 65 stérées. Le bois du Vernet (confluence entre la Lignarre et la Romanche) qui servait de pâturage "est à moitié perdu

**1700** 65 stérées de fonds cadastrés détruits. Hameaux de la Paute ainsi que le Bois du Vernet

**22/10/1928** Barrage de la Poya rompu. Hameaux de la Paute et des Sables menacés mais protégés

**1955, 05/2008** Fortes crues sans dommages



*La Lignarre en crue en 2008 en amont des barrages et de la FD RTM*

### 3.4 - Crues torrentielles du torrent du Rat

**04/06/1998** Orage violent ayant provoqué une érosion intense des falaises. Charriage et dépôt de matériaux sur le chemin (ancienne RN 91) (2000 m<sup>3</sup>). Maison PICHOUUD et ZA du Rat menacées

**22/03/2001** Zone artisanale du Rat. Légère inondation par le torrent du Rat

**13/06/2003** Crue avec affouillement du chenal amont, lave torrentielle ayant dépassé l'ancienne R.N. ; dépôt de boue jusqu'à proximité du bâtiment de la S.A.U.R., en bordure de la R.N. 91

### 3.5 - Crues torrentielles du torrent des Alberts

**08/1935** Crue torrentielle du torrent des Alberts. Suite à la rupture de la digue, plusieurs hectares ont été inondés et rendus impropres à la culture, entre le torrent des Alberts et le St. Antoine

### 3.6 - Crues torrentielles du Saint Antoine

**1700** Crue précédée d'un écoulement massif. « *La ravine de St. Antoine a emporté une maison proche de l'hôpital, rempli quantité de maisons, granges et écuries, et même la chapelle et maison du dit hôpital, comblé les fossés et couvert les fontaines et passé au travers du meilleur fonds de la communauté..., passé dans la rue... la dite ravine emportera infailliblement le couvent des Récollets* »

**08/1852** Crues torrentielles s'ajoutant à l'inondation de la plaine de la Romanche, la RN 91 couverte d'eau sur 6 km : "Bourg d'Oisans a failli être englouti..."

**08/1893** Les fortes pluies précédentes (1890 et suivantes) ont entraîné un exhaussement du lit du St. Antoine dans sa partie inférieure d'où engrèvement de la RN provoquant l'interruption de la circulation plusieurs jours et des accidents

**05/07/1905** "L'orage du 5 juillet 1905 a causé de terribles ravages : galets et boues sur 150 m sur la RN 91, murs emportés et engloutis dans les jardins, cave de l'hôtel "OBERLAND FRANCAIS" inondée, 1 mètre de déblais autour du Grand Hôtel".

**1965** Suite à un éboulement de 80 000 m<sup>3</sup> le 27 mars, plusieurs crues avec laves torrentielles pendant plusieurs années se sont produites.

**06/07/1987** Les travaux de correction torrentielle en cours ont été légèrement perturbés par une crue.

**04/06/1998** Première crue après l'éboulement du 22 janvier. Plus de 20 000 m<sup>3</sup> de matériaux ont été transportés sous forme de charriage et de lave, les digues latérales du St. Antoine ayant été à la limite de la submersion, notamment dans la section comprise entre le chemin des Alberts (gymnase) et l'ancienne RN



*Débordements de lave du St Antoine le 4 juin 1998 rive droite au niveau du Gué de la rue Assieh Geraud, 1ere évènement après l'éboulement de janvier.*

**16/08/1999** Lave torrentielle d'environ 10 000 m<sup>3</sup> suite à orage

**03/10/1999** Inondation à la Morlière suite à des pluies abondantes. Les caves de la subdivision DDE de Bourg d'Oisans, les fossés d'entretien des engins, ainsi que les fonds environnants (marais domaniaux de la Morlière, Pré Pichoud) ont été inondés. Avant les pluies, le niveau d'eau dans le marais domaniaux était déjà anormalement haut, en raison de l'obstruction de l'aqueduc (sous RN 91) d'évacuation vers la Rive par des boues et débris végétaux issus des pluies de fin septembre

**24/07/2000** Charriage et laves pour environ 20 000 m<sup>3</sup>.

**2014** Lave torrentielle du St Antoine avec transit au-delà de la zone de dépôt des Alberts.

### 3.7 - Crues torrentielles des torrents et ravines du Pontet

<b>1700</b>	<b>Crue torrentielle du ravin du Pontet. 30 stérées de fonds cadastrés détruites au mas de St. Claude</b>
<b>1970</b>	Crues torrentielles et dégâts à St. Claude
<b>04/06/1998</b>	Orage violent ayant provoqué une érosion intense des falaises. Charriage et dépôt de matériaux sur la RD 219 qui a été coupée en deux endroits (1000 m <sup>3</sup> ). Le terrain d'auto-cross a été engravé.
<b>16/08/1999</b>	Accès Villard-Notre-Dame : route D 219 coupée. Nombreux ravinements dans les éboulis du pied de falaise du Pontet. Ponceaux de la RD 219 obstrués. Engravement du terrain d'auto-cross. Divagation du torrent du Pontet, sur le cône de déjection
<b>24/07/2000</b>	Ravinement très actif dans les éboulis des Roches du Pontet, obstruant le CD 211 C et la route de Bourg d'Oisans au Vert. Deux ponceaux du CD 211 C totalement obstrués et partiellement détériorés. Engravement du terrain d'auto-cross
<b>13/06/2003 et 27/07/2003</b>	Réactivation d'une ravine en limite Nord-Ouest du glissement de Charmonetier et arrivant à la source de la Fare.

### 3.8 - Crues torrentielles de la combe de Chatillon

<b>1950</b>	<b>Les débordements sont allés jusqu'au canal, dans la plaine</b>
-------------	---

### 3.9 - Crues torrentielles des torrents de Bassey

<b>05/07/1905</b>	<b>Crue torrentielle du torrent de Bassey. Important volume de matériaux déposés dans le hameau de Bassey et les terrains avoisinants. Des barrages de correction torrentielle sont détruits. Le Colombier est dévié en rive droite</b>
<b>15/07/1922</b>	Crue du torrent de Colombier. Plusieurs maisons du Bassey sont envahies par la boue





- 15/02/1955** Crue du torrent de "Combe Basset" (du Colombier ?). Le cône de déjection du torrent est encombré par environ 1000 m<sup>3</sup> de matériaux
- 04/06/1998** Orage violent ayant provoqué une érosion intense des falaises. Charriage et dépôt de matériaux du torrent du Colombier sur le chemin en pied de versant
- 16/08/1999** Hameau du Bassey : léger engrèvement dans le hameau par le ruisseau de la Confession, branche secondaire, dont l'exutoire se trouve au milieu des maisons
- 24/07/2000** Hameau du Bassey : débordement du torrent de la Confession en rive droite sur la voirie et tout droit, avec dépôt de boues sur 200 m, débordement du torrent du Coutaret sur la voirie et dans le pré aval
- 21/07/2002** Hameau du Basset : débordement du torrent de la Confession suite à des laves torrentielles avec dépôt dans les prés en rive droite, sur la voirie communale et dans les prés à l'aval de celle-ci.
- 27/07/2003** Hameau du Bassey : débordement du torrent de la Confession en rive gauche à 70 m en amont de la Chapelle et dans le village.
- 20/07/2008** Confession : Débordement torrentiels dans le hameau de Bassey, dans la plage de dépôt, le long du chenal et dans le village jusqu'en aval des maisons



**04/01/2018**

Crues avec charriage dans le Colombier, la Confession et le Coutaret. Inondations boueuses dans le hameau et engravement des passages à gués.



Localisation des zones impactées par la crue du 04/01/2018 (source : BD RTM)

Extension des principales zones d'engravements (hors ruissellements boueux) des crues historiques documentées des torrents de Bassey



### 3.10 - Crues du torrent de Sarenne

01/11/1589 **Crue de la Sarenne qui a emporté une maison**

19/08/1997 Crue de la Sarenne – inondations de terrains agricoles

05/1922 Crue du ruisseau de Sarenne. La plaine au Bassey a été inondée par la Sarenne



**Aout et septembre 1946** Crue de la Sarenne – comblement du lit par les matériaux charriés.

### 3.11 - Crues des ravines des Rochers d'Armentier

13/06/2003 « Ramonage » des ravines en amont du C.D. 211A, avec envahissement de matériaux au hameau du Vernis, au camping de la Bayette (piège à matériaux saturé) et, plus au Sud, sur la R.N. 91

### 3.12 - Les éboulements et chutes de blocs du massif du Cornillon

04/1689 Eboulement sur la route de Farfayet au pont du Mort.

05/1708 Eboulement près du village de Farfayet : « 55 toises du chemin royal encombrées par les blocs sous le village »

1926 Sous les rochers du gros Cornillon, maison forestière touchée (toit percé) par un bloc assez gros ; l'éboulement est allé jusqu'au canal.

**09/1940**

Eboulement rocheux dans la combe du Treuil. Chemins de Maleine et de Bovian endommagés, ainsi qu'une canalisation. Le ruisseau de Maleine a été dérivé à plusieurs endroits.

**15/03/1979**

Eboulement rocheux dans la combe verte. Chemin de Farfayet coupé : blocs de 5 à 10 m<sup>3</sup> sur 300 m de large. Quelques blocs sont arrivés à une cinquantaine de mètres d'une résidence secondaire, au nord-ouest du Buis.

**12/2010**

Chutes de pierres de quelques litres à quelques dizaines de litres ; trajectoire type projectile de 2 blocs ; ceux-ci ont franchi la béallière pour venir impacter du matériel et un fruitier dans le champ en rive droite (distance parcourue : 50m depuis le pied de falaise) (Date précise indéterminée ; durant la nuit).



### 3.13 - Les éboulements et chutes de blocs de la Crête du Piret (à l'amont de la Paute)

**07/08/1999**

Petit écoulement rocheux provenant d'une arête rocheuse très fragmentée. Un bloc (1 m<sup>3</sup>) a traversé le chemin de la Paute à Bois Rond et s'est arrêté près du potager, propriété Blanchard à 30 m de l'habitation.

Une dizaine d'années auparavant, l'oratoire (dont la construction venait de s'achever) situé sur le bord nord du chemin, a été détruit par un bloc de plus de 5 m<sup>3</sup>.



**03/12/1999**

Chute d'un bloc (~ 1,5 m<sup>3</sup>) à partir du tiers inférieur de la falaise dominant la Paute. Le bloc s'est arrêté sur le replat à 30 m du pied de la falaise.

**23 au 24 mars 2006** Réactivation des chutes de blocs avec un volume initial de 2m<sup>3</sup> éclaté au cours de la chute et débité en petites dalles avec une propagation sur la tranche. Atteinte au-delà du chemin communal dans la propriété Tirard Collet.

### 3.14 - Les éboulements et chutes de blocs du bassin du St Antoine

**Hiver 1699-1700** Ecoulement massif, suivi d'une grave crue ayant causé de nombreux dégâts dans le bourg.

**27/03/1965** Eboulement d'environ 80 000 m<sup>3</sup>. Zone d'arrivée à 250 m de l'entrée du chenal de dérivation : "Appareil de correction du torrent gravement endommagé. Peuplement de mélèze situé entre les deux branches du torrent endommagé également." Eboulement suivi pendant plusieurs années de crues torrentielles.



**22/01/1998** Eboulement de 230 000 m<sup>3</sup> en plusieurs phases (suivi le 2 juin d'une première crue torrentielle). Zone d'arrivée à l'entrée du chenal de dérivation ; anéantissement de la presque totalité de la correction active en forêt domaniale RTM et destruction de 2 à 3 ha de forêt.



<b>29 et 30/06/1998</b>	Eboulement de 100 000 m <sup>3</sup> ayant rehaussé d'environ 10 m dans leur parties moyennes les dépôts antérieurs. Très important nuage de poussière.
<b>09/06/1999</b>	Eboulement de 40 000 m <sup>3</sup> . Importante production de poussière. Destruction supplémentaire de la zone boisée à l'aval de la zone touchée en juin 1998.
<b>29/09/1999</b>	Eboulement de 5000 m <sup>3</sup>
<b>20 avril 2004</b>	Réactivation de l'éboulement avec un volume total estimé à 3000m <sup>3</sup> . Arrivée dans le grand glissoir rocheux
<b>13 septembre 2013</b>	Eboulement falaise de Prégentil en continuité des évènements de 1998, 1999 et 2004, dernier évènement important recensé ; volume estimé =2000m <sup>3</sup> . Depuis 2004, les chutes de pierres et blocs sont récurrentes sur le site ; elles concernent des volumes faibles, probablement décimétriques, difficilement localisables sur la falaise (dernier évènement photographié : 2/4/2013).



**01 juin 2018** Chutes de blocs dans les falaises de Prégentil. Volumes indéterminés. Gros dégagement de poussières. Les blocs n'ont pas atteint les ouvrages de protection.

**17 juillet 2018** Chutes de blocs dans les falaises de Prégentil. Volumes indéterminés. Les blocs n'ont pas atteint les ouvrages de protection.

### 3.15 - Les éboulements et chutes de blocs du versant à l'aval de Villard Notre Dame

<b>1700</b>	Ecroulement rocheux au mas des Roches (ou de la Roche), entre le Vert et les Sources de la Rive. 20 sétérées de fonds cadastraux recouvertes de pierres vers le mas des Roches
<b>22/10/1928</b>	Eboulement au hameau du Vert. La route, reliant Bourg d'Oisans au hameau du Vert, a été coupée
<b>20/06/1961</b>	Eboulement rocheux au lieu-dit le Pontet de 1500 m <sup>3</sup> . Route de Villard notre dame, à 1,5 km de Bourg d'Oisans, coupée par des blocs de 50 tonnes. Un pont a été emporté. La forêt a été détruite sur plusieurs hectares
<b>30/07/1987</b>	Eboulement dans la combe de Charmonetier (commune de Villard Notre Dame). Tablier du pont de la RD 219 entre Bourg d'Oisans et Villard Notre Dame, endommagé.
<b>24/08/1987</b>	Eboulement d'environ 130 000 m <sup>3</sup> (glissement plan) dans la combe de Charmonetier. Zone d'arrivée principale sur le chemin de Ville Noire, au pied du versant, sur la commune de Bourg d'Oisans. Quelques blocs rocheux se sont arrêtés près du hameau de St. Claude. La route RD 219 et un pont ont été détruits.



**06/03/1990** Ecoulement sur la RD 219 dans la combe d'Essert (commune de Villard Notre Dame), au-dessus des grandes sources de la Rive, sur la commune de Bourg d'Oisans. Zone d'arrivée des blocs sur le GR 54

**02 et 04/06/1998** Eboulement des rochers du Pontet. 2 gros blocs ont atteint le fossé amont de la RD 219.

**11/02/2000**

Petit éboulement de falaise entre la combe du Pontet et la combe de Charmonetier. Les blocs ont détruit la RD 219 en direction de Villard Notre Dame sur 30 m et certains, descendus jusqu'au merlon protégeant le hameau de St. Claude, l'ont franchi.



**Mars 2005**

Gardette-Charmonetier.

Volume total de 500m<sup>3</sup> avec des gros blocs de 10 m<sup>3</sup> arrêtés dans le cône d'éboulis ou le merlon pare blocs.



**26 avril 2005** Réactivation de l'éboulement de Charmonetier.

Départ de plusieurs centaines de m<sup>3</sup> en deux phases. Trajectoires aériennes et divergentes avec une forte dispersion au débouché du couloir. Le merlon comblé a probablement favorisé des lobes pour 2 volumes de moins de 100l.



**Avril 2005** Eboulement aux grandes sources de la Rive.



**12 et 26  
novembre  
2013**

Eboulement au Lac Bleu

Deux éboulements distincts par masses successives : 1er évènement le 12/11/2013 entre 18h et 19h, 2e évènement le 26/11/2013 entre 7 h et 7 h 30

Eboulement rocheux du « lac bleu » : éboulement de masses rocheuses en 2 phases distinctes les 12 novembre et 26 novembre au lieu-dit les petites sources ; volume estimés à environ 300 m<sup>3</sup> pour la 1ère phase du 12/11/2013, 500 à 700 m<sup>3</sup> pour la seconde phase du 26/11/2013 ; blocs métriques à décamétriques ; un bloc 60 m<sup>3</sup> en rive gauche de l'éboulis.



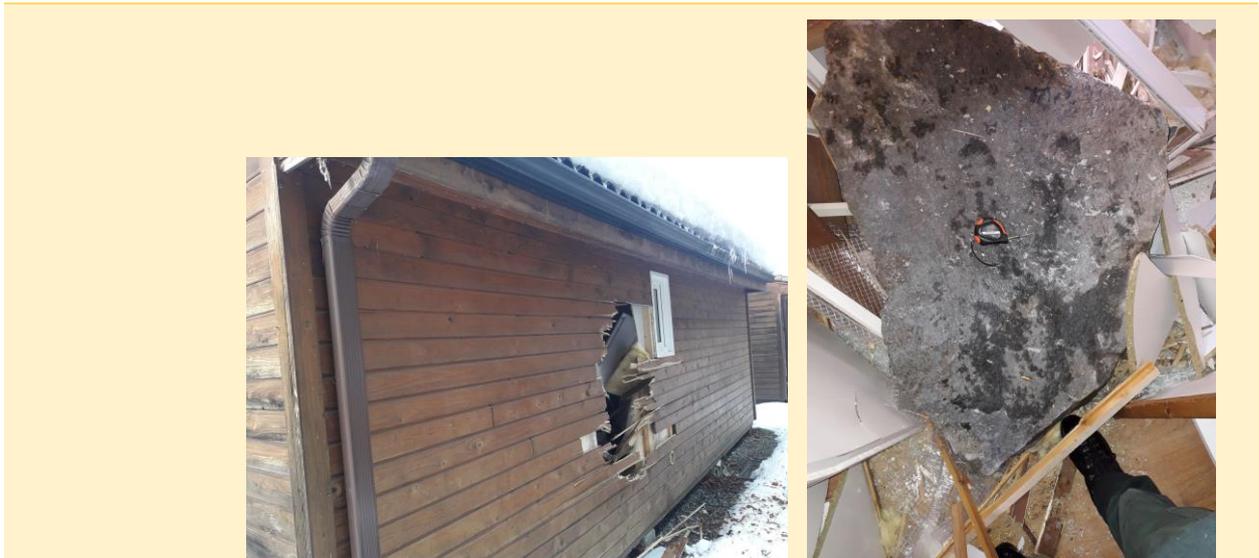
**2014**

Petit éboulement au droit de la niche d'arrachement de Charmonetier.



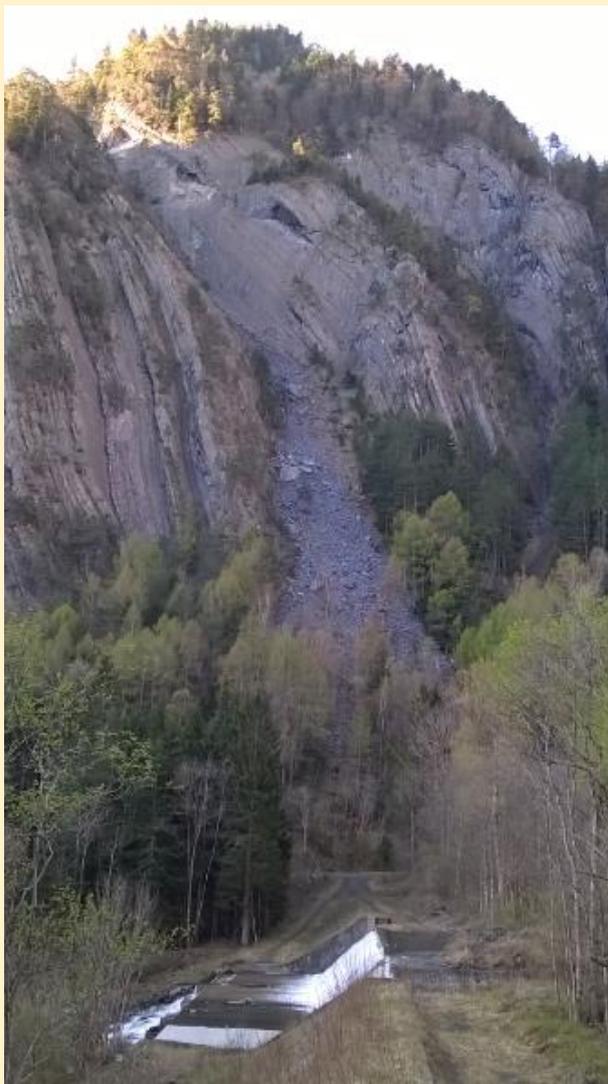
### 3.16 - Les éboulements et chutes de blocs des Rochers d'Armentier

<b>05/11/1950</b>	Eboulement sur la route de la Garde (20 m plus haut que la maison du café du Relain). La route des Essoulieux et du Bassey a été obstruée.
<b>18/02/1976</b>	Chutes de blocs des rochers d'Armentier, en amont du CD 211a. Les blocs ont atteint la plaine (vers 720 m). Le camping du Vernis était menacé.
<b>05 et 06/02/1987</b>	Chute de pierres au hameau de Sarenne. Des blocs issus d'un dérochoir situé à 35 m au-dessus de RD 211 sont arrêtés par des filets pare-blocs.
<b>03/1990</b>	Une quinzaine de blocs de 0,1 à 2 m <sup>3</sup> sont descendus de la falaise qui domine le camping "La Cascade" à Sarenne. Zone d'arrivée à 15 m du pied de la falaise, hors de l'emprise du camping.
<b>14/07/1991</b>	Eboulement du versant dominant le camping "A la rencontre du Soleil" à Sarenne. Un bloc de 40 dm <sup>3</sup> a blessé une fillette logée dans une caravane pliante située sur le camping.
<b>03/2003</b>	Chutes de pierres et blocs à partir d'une petite barre rocheuse (altitude 770 m, sur la commune de la Garde) ; bouche d'aération des ateliers du G.E.H. Oisans (E.D.F.) atteinte par une pierre.
<b>2 février 2005</b>	Rochers d'Armentier Sud, Hameau des Alberges. Chutes de bloc de volume inférieur à 10m <sup>3</sup> et éclatement et dispersion en amont de la RD 1091.
<b>25/12/2021</b>	Chute d'un bloc de 300 litres (1x0.7x0.3 m) ayant perforé un chalet du camping "la Cascade". Le chalet était vide au moment de l'évènement.



### 3.17 - Les éboulements et chutes de blocs sur d'autres secteurs

<b>1712</b>	<b>Eboulement au Pont des Baumes (localisation ?). La voûte du pont a été endommagé.</b>
<b>1806</b>	Eroulement rocheux au Sarret. Un bloc est passé entre les deux maisons du Sarret. Une chapelle commémore ce miracle : « les écoulements sont annuels ».
<b>15/09/1950</b>	Eboulement à Combe Noire (?). Probablement Rocher du Fayol ou de Balme Rousset sur la commune de Mont-de-Lans. La RD 530 entre l'embranchement avec la RN 91 et les Ougiers a été obstruée.
<b>06/1998</b>	Chute d'un bloc de 5 m <sup>3</sup> à l'amont du hameau du Bassey, entre les ruisseaux de la Confession et du Colombier, dans une zone où sont tombés de nombreux blocs relativement anciens, de 15 à 25 m <sup>3</sup> .
<b>Décembre 2010</b>	Chutes de pierres Rochetaillée.  Chutes de pierres de quelques litres à quelques dizaines de litres; trajectoire type projectile de 2 blocs ; ceux-ci ont franchi la béalière pour venir impacter du matériel et un fruitier dans le champ en rive droite (distance parcourue : 50m depuis le pied de falaise) (Date précise indéterminée ; durant la nuit)  Ancien chemin de Grenoble à Bourg d'Oisans, Grande béalière, et champs jardins attenants à la maison RAMELLA.
<b>2016</b>	Eboulement sur le versant du Puy, au niveau du grand barrage aval de la Lignarre



**17 aout 2018** Les Gauchoirs. Chute de plusieurs blocs dont un de 2,5m<sup>3</sup>, arrivé à proximité des habitations.



### 3.18 - Les glissements de terrain

**07/1980** Glissement de terrain sur la parcelle 10 ; au Puy, en forêt domaniale de l'Oisans. Entonnoir d'érosion à pente très raide, qui s'emporte à chaque pluie sous forme de coulée de boue.

### 3.19 - Les avalanches de la Montagne du Cornillon

**1689** **Avalanche de "Brametourte" (Farfayet). Chemin des Sables obstrué**

**03/1693** Avalanche de "Brametourte" ou de Farfayet. Chemin au-dessous du pont des morts obstrué

**1910** Avalanche de Farfayet. Forêt rasée. Souffle de l'aérosol jusqu'en plaine.



Avalanche du Treuil (+ Combe Forane). Souffle jusqu'en plaine. Les bâtiments de la laverie des Mines sont épargnés de justesse (photo Hulin RTM ci-dessous)



**02/1923** Avalanche "Les Petites Sables". Combe de l'Estillère. Route nationale et ligne de chemin de fer obstruées.



**1928**      Avalanche de Combe Forane (Combe du Treuil) zone d'arrivée au milieu du cône de déjection.

**Mars  
1957**      Avalanche de Combe Forane (Combe du Treuil) zone d'arrivée en plaine.



**02/02/19  
61**      Avalanche de Combe Forane (Combe du Treuil) zone d'arrivée en plaine. Une forêt de mélèzes de 90 ans détruite ainsi qu'un concasseur de carrière

**Janvier 1981** Avalanche de Farfayet "*poussier* venu de Cornillon ayant plâtré des arbres en bordure de la RN 90", témoignage recueilli par le RTM en mai 2001.

**Janvier 1981** Avalanche du Treuil



**24/01/1984** Avalanche de Farfayet. S'est arrêtée en aval du chemin de Farfayet. "Toiture d'un petit bâtiment appartenant à un particulier emporté" : après enquête sur le terrain, toit emporté par un coup de vent "La Savoyarde" plutôt que par le souffle de l'avalanche.

et

**7 et 8 février 1984**

**23/02/1999** Avalanche dans la combe du Treuil. Dépôts sur le cône de déjection dans l'axe du torrent canalisé. N'a pas atteint la plaine.

### 3.20 - Les avalanches de la Montagne du Rochail

**1781** **Avalanche des Gauchoirs : "les bâtiments de Joseph MARIN ont été emportés, diminution de taille de 24 livres".**

**02/1904** Avalanche de la Combe de Ruissela (La Danchère). Arrivée dans le torrent du Lauvitel. Le souffle a touché la rive droite du Lauvitel et en partie le village de la Danchère. A priori, pas de dégâts sur les habitations, mais 20 hectares de forêts détruites en amont du village et en rive droite du Lauvitel .



Phot. 14. — Le vent de l'avalanche : effets de l'avalanche de La Danchère en février 1904.

Cliché Pierre Lory.



Phot. 7. — Avalanche complexe de La Danchère (Venosc, Oisans), février 1904.

Cliché Pierre Lory.

1905

Avalanche de Combe Blanche

**1905**

Avalanche de la Combe de Ruissela (La Danchère). Arrivée dans le torrent du Lauvitel. Le souffle a touché la rive droite du Lauvitel. Avalanche moins importante qu'en 1904.

Photographie archives RTM (Hulin) : front de la partie coulante au 1<sup>er</sup> plan. Le hameau des Gauchoirs au second plan. Avalanche de Combe Blanche en arrière-plan.

**1905**

Avalanche aux Gauchoirs.

**1935**

Avalanche de la Combe du Frene : "le souffle de l'avalanche a abîmé une maison au hameau du Sarret

**Période 1940-1945 (probablement 1942)**

Avalanche des Gauchoirs. Effets de souffle importants. Maison SICARD : toiture soulevée. Pension André BALME : cloison renversée. Pommiers arrachés près de la maison ARGENTIER

**1940-1945 (?)**

Avalanche de la Combe du Frene qui n'atteint pas le Vénéon, mais son souffle atteint la RD 530

---

**12/02/1988**      Avalanche de Combe Noire et Combe du Frène : "La neige s'est arrêtée au Vénéon. Le souffle a traversé le Vénéon. Toiture de l'usine EDF à Pont Escoffier en partie emportée par le souffle".

---

### 3.21 - Les avalanches sur d'autres secteurs

---

**14/04/1644**      **Avalanche du Goulet (St. Antoine). Un homme enseveli**

**1945 ou 1946**      Avalanche de la Combe du Sappey (ruisseau de Font Vieille) sur la commune de Mont-de-Lans : "l'avalanche vient jusqu'à la route de la Centrale et jusqu'à l'embranchement avec la RD 530".

**04/1906**      **et**      Avalanche de la Combe du Lauzat (ou Combe Forestier ?). Zone d'arrivée aux Sources de la Rive, en  
**20/03/1923**      plaine



avril 1906

---

**Début XXe siècle**      Avalanche de la Combe de l'eau, ou draye de Pregentil

---



**Janvier 1981**

Avalanche du St Antoine : propagation de la coulée jusqu'à l'actuelle plage de dépôt des Alberts.



A signaler par ailleurs que 14 couloirs d'avalanches sur la commune font l'objet d'un suivi dans le cadre de l'EPA (Enquête Permanente sur les Avalanches) ; l'observateur (très souvent un agent de l'ONF) consigne les dates des avalanches, leur importance (avec les dégâts éventuels) et leurs caractéristiques principales (type, mode de déclenchement, conditions météorologiques) et transmet ces fiches conjointement au RTM et à l'INRAE (unité ETNA) chargés de leur centralisation et de leur traitement à diverses fins : bilan, études de risques, recherche.

## **4 - DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DE CERTAINS PHENOMENES**

Ce volet du rapport de présentation a pour but de mieux faire comprendre les mécanismes des différents phénomènes en cause et donc les bases sur lesquelles s'appuie la notion d'aléa, développée au chapitre suivant. Il est écrit à partir de quelques études spécifiques (voir bibliographie) permettant d'illustrer un certain nombre de situations rencontrées sur la commune ; elles ont été menées, généralement par le service RTM de l'Isère, ou sous le pilotage du service RTM, par des bureaux d'études spécialisés pour le compte de l'Etat, du Conseil Départemental ou de la Commune.

### **4-1 - Un cas d'éboulement dans des amphibolites : l'éboulement de Charmonetier (zone de départ : Villard Notre Dame)**

Cet éboulement s'est déclenché le 24 août 1987 à 400 m environ au-dessus de la RD n° 219 ; la cicatrice de l'éboulement s'étend entre les altitudes 1250 m (arrachement sommital), sur une largeur de 60 m, et 1110m environ (altitude de la falaise intermédiaire en place), sur une largeur de 110 m ; sur la base d'une épaisseur moyenne de matériau d'environ 10 m, le volume éboulé a été estimé à 130 000 m<sup>3</sup>.

La masse éboulée a emprunté deux talwegs, bien marqués topographiquement :

- le talweg est a guidé la majeure partie des blocs ; ceux-ci ont coupé la RD 219 au niveau de l'entrée de l'ancien tunnel (altitude 875 m) et formé plus bas un important cône d'éboulis (volumes maxima des blocs : 30 à 70 m<sup>3</sup>) dont la limite aval correspond au chemin communal de la VILLE NOIRE ; quelques blocs (de l'ordre du m<sup>3</sup>), ont franchi ce dernier pour s'arrêter à une distance de l'ordre de 40 à 50 m des premières maisons du hameau du VERT,

- le talweg ouest, moins marqué, a canalisé les blocs (dont un de volume compris entre 200 et 300 m<sup>3</sup>) en direction du hameau de ST. CLAUDE ; certains (entre 3 et 8 m<sup>3</sup>) ont été repérés à des distances comprises entre 10 et 20 m des premières habitations. Les trajectoires en pied de falaise ont été souvent très aériennes puisque des pins ont été étêtés à plus de 15 m à 20 m de hauteur.

La zone boisée située entre les deux talwegs a été parcourue par quelques blocs, comme l'attestent les traces alors relevées sur les arbres.

Sur le plan géologique, le versant est constitué :

- au niveau de son ossature, par les granites du ROCHAIL qui constituent entre les altitudes 900 et le pied du versant (730) la falaise inférieure ; elle est quasiment subverticale en contrebas de la RD 219,

- au-dessus, par des amphibolites migmatitiques (gneiss rétro-morphisés) qui constituent une falaise intermédiaire entre les altitudes 1110 et 1070 m environ et qui sont à l'origine de l'éboulement à l'amont de celle-ci (pente moyenne du versant : 40°),

- enfin, à partir de l'altitude 1120 m, au-dessus des calcaires dolomitiques en place du Trias et de quelques spilites (roches basaltiques), par les calcaires du Lias qui constituent la falaise supérieure dominant l'éboulement. Ces derniers fournissent les éboulis schisteux repris par l'activité torrentielles des talwegs.

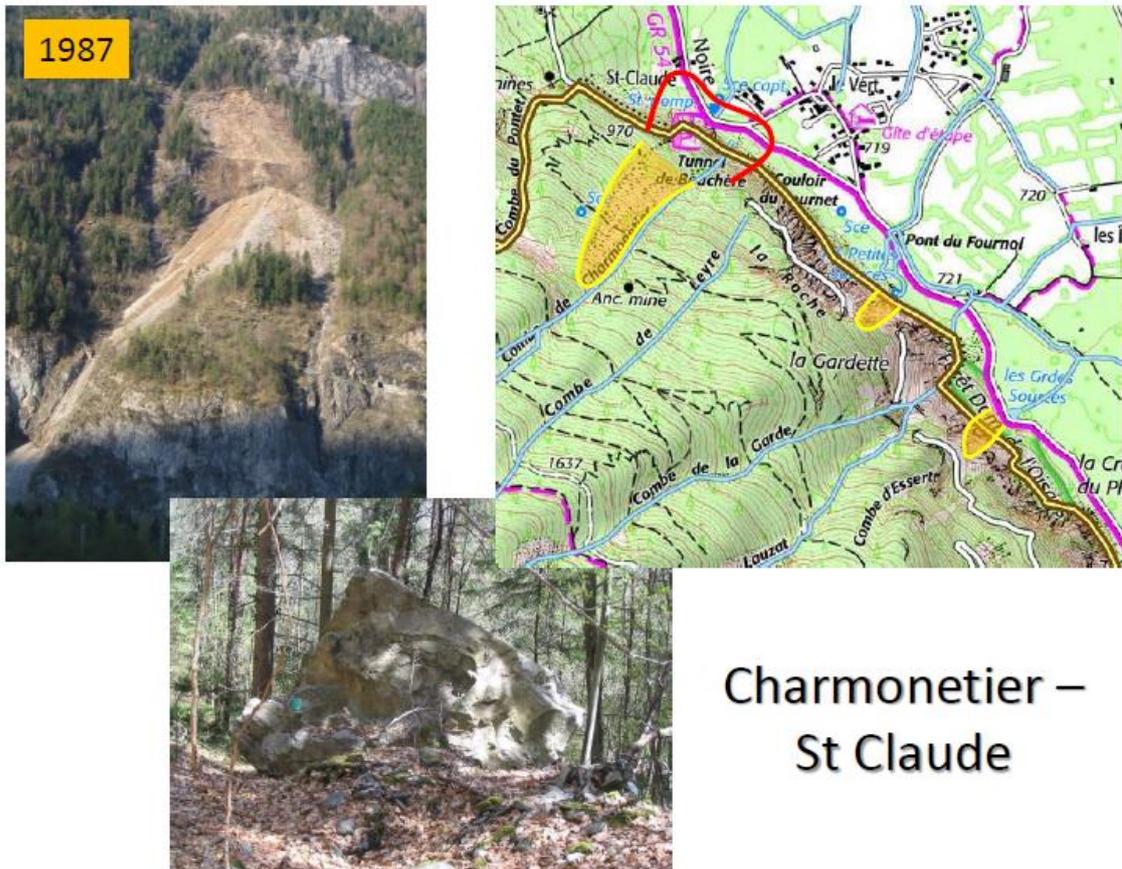
Les observations de terrain réalisées par l'ADRGT (pour le compte de la commune) ont montré que la fracturation des amphibolites a joué un grand rôle dans le processus de déstabilisation avec notamment :

- la présence de plans de foliation continus, pentés conformément à la pente et favorisant donc le développement de mécanismes de glissement plan,

- l'existence de grands plans de faille (N 90 à N 110), plus ou moins parallèles à la vallée qui facilitent, par la présence de nombreuses répliques, le morcellement du massif et créent des discontinuités qui s'ouvrent en traction,

- la présence de fractures orientées sensiblement nord-sud, subverticales, souvent ouvertes sur de grandes surfaces et qui, dans ce secteur, découpent le versant sensiblement perpendiculairement aux courbes de niveau.

A été également notée la présence, entre les altitudes 1210 et 1280 m (base de la falaise supérieure), de paquets tassés de calcaires dolomitiques du Trias qui ne sont donc pas en place ; ceux-ci, très fracturés, se trouvent déstabilisés en outre par les amphibolites en mouvement.



Charmonetier –  
St Claude

#### 4-2 - Un cas d'éboulements de falaises calcaires : les éboulements récents de la falaise de Prégentil

Les événements du 22 janvier 1998 ont été marqués essentiellement par trois gros éboulements rocheux qui ont concerné le flanc est du cirque du ST. ANTOINE, entre les altitudes 1430 et 1650 m :

- le premier, d'environ 100 000 m<sup>3</sup>, a dû concerner un pan de falaise de 50 à 60 m de largeur et 180 m au maximum de hauteur, soit la partie sud du site ainsi que l'ensemble de la zone du pied de la "Demoiselle". La propagation de cette première masse s'est faite sur sol enneigé (20 à 40 cm), ce qui explique sans doute en partie la distance d'arrêt du front pratiquement au débouché du talweg (cote 840 environ),

- le second, également de l'ordre de 100 000 m<sup>3</sup>, a intéressé le secteur nord du panneau rocheux, au niveau des parties intermédiaires et sommitales de la paroi concernée (sur 70 m en largeur et 180 m en hauteur environ). Avec une hauteur de chute d'environ 100 m, la masse semble avoir percuté une lame rocheuse (constituant la partie externe d'un pli géologique bien marqué), ce qui l'a déviée partiellement vers le sud, détruisant un petit bois et décapant les terrains ; elle a regagné ensuite le talweg pour constituer un deuxième front vers l'altitude 900. La hauteur de chute, avec la fragmentation en résultant, explique un pourcentage plus faible de gros blocs (> plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>) et un léger dépôt de poussière sur la neige environnante,

- le troisième, de 10 à 20 000 m<sup>3</sup>, s'est arrêté vers la cote 920.

Les 29 et 30 juin 1998, deux nouveaux éboulements se sont produits dans le même secteur de la falaise, entre les altitudes 1570 et 1700 m :

- le premier, le 29 juin, concerne la partie sommitale de la cicatrice laissée par les éboulements de janvier pour un volume d'environ 70 000 m<sup>3</sup> (80 m de large, 120 m de haut). La hauteur de chute a été de l'ordre de 190 m avant l'impact sur le revers du pli, avec une trajectoire proche de celle du 2<sup>ème</sup> éboulement de janvier (l'effet de souffle a, par contre, détruit une nouvelle bande boisée) ; cela a entraîné un rehaussement supplémentaire du talweg d'environ 10 m entre les altitudes 1100 et 950 m, un front d'éboulement s'étant stabilisé vers 880 au droit d'un replat. Un pourcentage plus élevé de matériaux fins dans les dépôts (15 à 20 %) a été observé, comme le montre l'importance du nuage de poussière qui a complètement obscurci BOURG D'OISANS et laissé un dépôt de plusieurs mm sur toute la ville,

- le second, le 30 juin, pour environ 30 à 40 000 m<sup>3</sup> a concerné un compartiment rocheux devenu instable par régression amont ; une grande partie des blocs s'est arrêté entre les altitudes 1200 et 1100 m, contribuant à rehausser et niveler les dépôts antérieurs dans ce secteur.

Un nouvel éboulement rocheux, d'environ 30 000 m<sup>3</sup>, s'est produit le 9 juin 1999, affectant principalement le compartiment central supérieur. Comme précédemment, la hauteur de chute importante explique, avec la fragmentation des matériaux, l'effet de souffle latéral qui a encore élargi le couloir déboisé d'une trentaine de mètres entre les altitudes 1200 et 1100 m, l'importance du nuage de poussière et la présence d'une abondante matrice fine et terreuse dans les dépôts (avec un front au même niveau que celui de juin 1998).

A noter que ces différents éboulements ont pu être très précisément datés (à la seconde près !), car enregistrés par le réseau sismographique SISMALP. Les enregistrements les plus importants correspondent à une magnitude de 1,5 ; on peut penser que les chocs correspondants s'ajoutent aux autres phénomènes habituels (gel-dégel ; précipitations, créant des pressions interstitielles localisées dans certaines fissures ; contraintes thermiques dues aux variations de température ; séisme), et contribuent à la dégradation du massif rocheux.

Les observations menées par le bureau d'études SAGE au printemps 1998 pour le compte du service RTM, ont permis de mieux comprendre, à partir d'un examen détaillé de la géologie du secteur, les mécanismes en jeu. La structure géologique joue en effet un rôle important dans le déclenchement de ces éboulements :

- ♦ Les plissements intenses subis par les calcaires et calcaires marneux du Lias (plis serrés à axe N0-20 dont l'anticlinal de PREGENTIL d'axe N20°, à plongement marqué vers le sud-ouest), entraînent de fréquents changements de pendage, ce qui rend assez difficile l'extrapolation des pendages observés vers l'intérieur du massif. Les pendages aval (*Est*) supérieurs à 40°, débouchant dans des falaises quasi-verticales, créent de ce fait, des potentialités plus ou moins localisées d'éboulements,

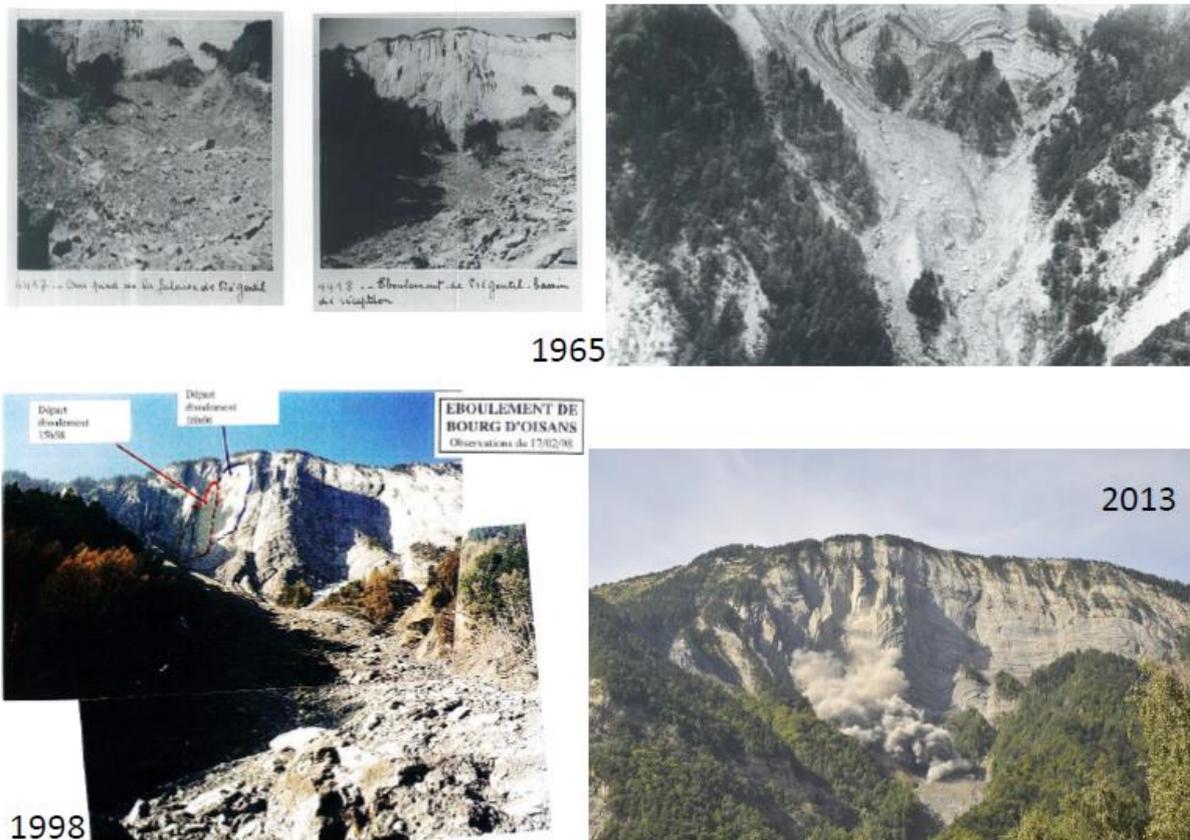
- ♦ L'existence de fractures verticales de direction N50-60°, souvent ouvertes et remplies d'altération sur de grandes surfaces, facilite le morcellement du massif en grandes colonnes verticales,

- ♦ L'existence de fractures à fort pendage Est (70-80°), de direction N150 à N170°, facilite le décollement d'écailles parallèlement au plan de falaise. Une série très dense de telles fractures semble exister en arrière des éboulements de janvier et juin 1998. Elle isole, côté Est, un ensemble de masses rocheuses passablement fracturées, dans lesquelles ont eu lieu tous les éboulements de 1998 et 1999, d'un ensemble Ouest, constituant la TETE des FROMENTIERES au Nord de PREGENTIL, ensemble paraissant plus massif. Cette série de fractures devrait constituer la limite arrière des régressions possibles à court et moyen terme.

Les mécanismes explicatifs sont de deux types :

- initialement décollement d'écailles hautes de 50 à 150 m, en général plutôt à pendage rentrant (et qui présentaient vraisemblablement un important surplomb en pied d'éboulement), épaisses de 5 à 15 m, le long de fractures de direction N150 à 170. Ce fut le cas des éboulements de janvier 1998,

- glissement ensuite bancs sur bancs, faute de butée aval, de masses limitées latéralement par des fractures N50°. C'est le mécanisme des éboulements survenus depuis juin 1998. Dans ce cas, l'épaisseur peut être de 20 à 30 m.



### 4-3 - Un cas de chutes de blocs en falaises marno-calcaires : les chutes de blocs à la Paute

Deux petits éboulements survenus en 1999 (7 août ; 3 décembre) avec des blocs de l'ordre du m<sup>3</sup> s'immobilisant à moins d'une trentaine de mètres d'une habitation ont amené le service RTM à demander, sur financement du Conseil Général, une étude de risques à l'ADRGT, réalisée en 2002. Suite à une nouvelle chute de blocs en 2006, le RTM a réalisé une nouvelle étude en 2009 visant à mettre à jour celle de 2002 et proposer des parades efficaces pour protéger les habitations.

A partir de témoignages et de relevés de terrain, a pu être précisé l'activité de la falaise : on peut signaler en pied de celle-ci ainsi qu'à une certaine distance, notamment au Nord du hameau, des blocs de 10 à 20 m<sup>3</sup>, 6 couloirs principaux ayant été repérés.

Le contexte géologique est identique à celui du ST. ANTOINE, avec ici des plis très serrés concernant également des terrains du Lias (correspondant à ceux que l'on retrouve au cœur de l'anticlinal de PREGENTIL, donc au pied de cette dernière falaise). Ils sont découpés, outre la stratification, par des plans de schistosité (sensiblement rayonnants par rapport au cœur du pli) et par des plans de fractures verticales (situées dans un plan perpendiculaire au plan axial du pli).

### 4-4 - Un premier cas de crues torrentielles : le St. Antoine

Le ST. ANTOINE constitue un bon exemple de torrent à "clappes", drainant un bassin versant peu étendu (87 ha à la sortie de sa gorge), à sec une partie de l'année, évacuant plus ou moins régulièrement les matériaux érodés mais capable de transporter des volumes très importants si ceux-ci sont disponibles, soit du fait d'une fourniture exceptionnelle (éboulement), soit du fait d'une remobilisation faute d'un système de correction actif efficace (génie civil et génie biologique). L'importance du cône torrentiel (une trentaine d'hectares) atteste de cette activité, que l'on retrouve, à des degrés divers, sur tous les torrents, de part et d'autre de la plaine de BOURG D'OISANS. La relative platitude de cette dernière pose ensuite de nouvelles difficultés car, à partir du moment où on empêche un torrent de divaguer naturellement sur son cône de

déjection pour le canaliser, il y a impossibilité physique d'assurer le transit des matériaux issus de l'érosion naturelle...et, à moins d'un curage régulier du chenal aval, avec évacuation des matériaux, le lit ne peut que s'élever progressivement et dangereusement (ainsi que souvent les digues de protection) au-dessus des zones habitées.

Aussi, après les éboulements de janvier 1998, priorité a été donnée à la prévention contre le risque torrentiel (dispositif d'alerte et plan de secours ; études et travaux).

En effet, l'examen des archives met en évidence que les deux écroulements connus (hiver 1699-1700 ; 27 mars 1965) avaient été suivis de crues torrentielles, accompagnées d'un important transport solide. Pour l'événement de 1965 (éboulement d'environ 80 000 m<sup>3</sup>) ont ainsi été observés, semble-t-il, à la fois des phénomènes de charriage et des laves ; les volumes mis en mouvement et curés au cours des cinq années suivantes ont été évalués à environ 30 000 m<sup>3</sup> pour une douzaine d'événements principaux, le plus important ayant mobilisé 8 000 m<sup>3</sup> (crue du 1er juillet 1965 survenu après trois crues de moindre importance). Par ailleurs, il est important de signaler que le dépouillement des données météorologiques, effectué par le bureau d'études ETRM sur le poste voisin d'ORNON et recoupé par divers témoignages, a montré que ces années ont été caractérisées par des précipitations tout-à-fait habituelles, c'est-à-dire de fréquence sensiblement annuelle.

L'étude réalisée, par ETRM en mars 1998 pour le service RTM, afin de dimensionner le dispositif de protection torrentiel à réaliser, par la commune a permis d'estimer les volumes susceptibles d'être mobilisés sous forme de charriage ou de laves lors de crues courantes (la crue décennale a été estimée, pour son débit liquide, à 1,8 m<sup>3</sup>/s et la crue centennale à 5,5 m<sup>3</sup>/s).

Fréquence des précipitations	Pluies type 1965 (fréquence 1 an ?)	2 ans	10 ans
Charriage	4 000 m <sup>3</sup>	6 000 m <sup>3</sup>	9 000 m <sup>3</sup>
Laves	9 000 m <sup>3</sup>	17 000 m <sup>3</sup>	25 000 m <sup>3</sup>

La crue du 4 juin 1998 a confirmé ces hypothèses de travail puisque le volume transporté a été estimé à environ 20 000 m<sup>3</sup>, au cours d'un violent orage de ¾ heures (dont la période de retour a été estimée à quelques années ; 17,1 mm ont été enregistrés sur BOURG D'OISANS, hors du site) ; celui-ci succédait à une période de précipitations importantes (notamment la veille) ayant contribué à saturer les terrains au moins partiellement ; certaines bouffées de laves ont pratiquement occupé toute la section du chenal alors endigué (de l'ordre de 32 m<sup>2</sup> pour une largeur de 4 à 5 m à la base et une hauteur de près de 4 m) transportant des blocs de plusieurs m<sup>3</sup>.

D'autres crues sont survenues à l'automne 1998 (30 septembre notamment), au printemps 1999 (10 et 14 juin), au début de l'été (27 juin, 3 août...), transportant, sous forme de charriages ou/et de laves (boueuses), sans doute 15 à 20 000 m<sup>3</sup>.

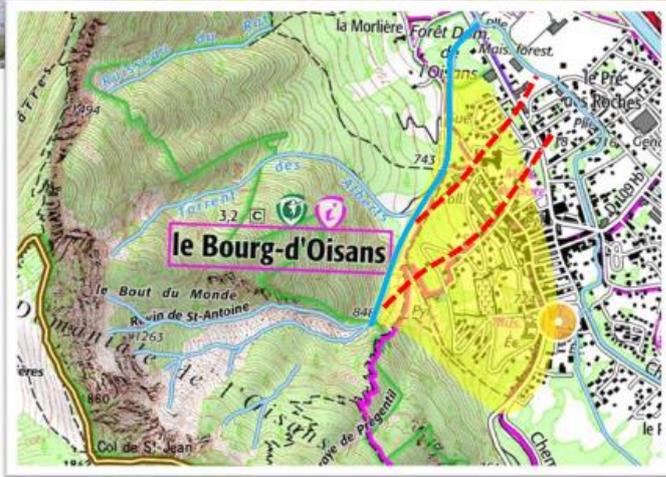
Le 24 juillet 2000, survenait une nouvelle série de laves pour un volume de plus de 20 000 m<sup>3</sup> lors d'un violent orage qui a affecté un vaste territoire s'étendant de l'OISANS au COIRO (avec généralement de fortes laves torrentielles et charriages endommageant sur plusieurs communes ouvrages de correction, infrastructures et terres agricoles). Sur le pluviomètre installé à la maison forestière de BOURG D'OISANS, a été enregistré 56,2 mm de pluie en près de 5 heures avec trois averses principales d'intensité comparables (de l'ordre de 33 mm/h sur 15 minutes chaque fois avec des pics d'environ 90 mm/h sur la minute).

Au total, en moins de 3 ans, près de 60 000 m<sup>3</sup> de matériaux ont été transportés par le torrent, curés et évacués par la commune ...pour un total de plus de 350 000 m<sup>3</sup> éboulé à ce jour. La torrentialité violente est encore donc loin d'être éteinte.

L'étude de bassin de risques RTM de 2015 a permis de faire une synthèse exhaustive sur le St Antoine (cf. bibliographie). Le volume de référence pour la crue centennale est de 35 000m<sup>3</sup>, sous forme d'une ou plusieurs laves successives, par remobilisation des matériaux de l'écroulement de 1998. Pour un tel scénario, les ouvrages existants ne sont pas mis en défaut, mais il subsiste une possibilité de débordement en rive droite à l'aval des seuils communaux.



**Crues torrentielles du St Antoine en 1700, 1852, 1893, 1905, 1965, 1987, 1998, 1999, 2000, 2014**

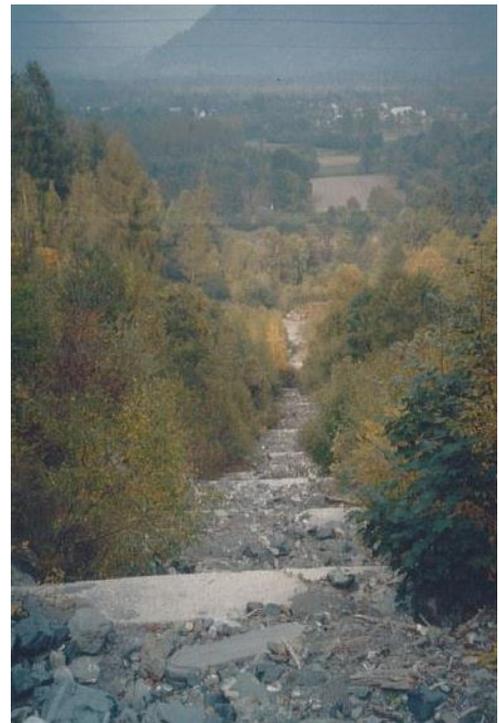


#### 4-5 - Les crues torrentielles du Treuil

Le bassin versant du torrent du TREUIL, situé en forêt domaniale RTM, regroupe de multiples ravines depuis le versant nord de la CRETE DU FORT au lieu-dit PREROUD jusqu'aux pentes rocailleuses exposées S.E des cimes de CORNILLON, entaillées par les combes FORANE, COLATTE, ETRANGUILLON, sans oublier les vallons d'OULLES sous le pic de la GRAVELLE. Il est creusé à l'intersection des roches primaires disloquées, constituées de gneiss et amphibolites en rive gauche, et du Lias calcaire en rive droite jusqu'à la naissance de l'éperon de MALEINE.

L'activité avalancheuse du bassin versant rejette un peu au second plan les risques liés aux crues torrentielles du TREUIL. Le torrent est toutefois capable de charrier, lors de gros orages, d'importantes quantités de matériaux arrachés à la nappe d'éboulis rive gauche ou déposés dans la combe par les avalanches. De 1945 à 1960, la périodicité de ces phénomènes variait de 6 à 8 ans. La dernière grosse crue connue date a priori du 12 juillet 1959, époque à laquelle le cours inférieur du torrent était situé exactement dans l'axe du hameau de BOIS ROND ; elle s'était étalée dans les terrains de culture à proximité.

Depuis la dérivation au début des années 60 en rive gauche du cône (photo ci-contre) et un entretien régulier des ouvrages dans le haut bassin et sur son cône, le TREUIL se fait pratiquement oublier... Indépendamment de l'activité avalancheuse, avec dans ce cas des dépôts et destructions essentiellement en forêt (comme constaté en février 1999).



## 4-6 - Les crues torrentielles à Bassey (du nord au sud)

### 4.6.1- Torrent du Colombier

C'est un torrent très actif qui est alimenté par les falaises et qui s'écoule de 1000 m d'altitude jusqu'à 720 m où les matériaux se déposent sur une plage de dépôts en amont du chemin, entre le hameau du BASSEY et le lieu-dit "les trois ponts". En rive droite, sous les rochers (vers 820 m), une branche annexe déverse ses matériaux dans le COLOMBIER, c'est la combe de FALIPAUTE.

Le principal rôle de la correction de cette branche est de maintenir les coulées de laves contre les rochers en rive droite pour qu'elles restent bien canalisées et ne divaguent pas sur les pentes alentour qui sont très érodables.

### 4.6.2 - Torrent de la Confession

La branche principale s'est montrée particulièrement active ces dernières années, notamment depuis 2000 : les crues successives ont ainsi dégagé les barrages dont même les ailes étaient antérieurement enfouies sous les matériaux. Une branche secondaire démarre vers 900 m sous les falaises de la RUINE DU COLOMBIER.

Le torrent descend jusqu'au hameau, au niveau de la chapelle. Il se terminait, jusqu'en 2018, brutalement à l'amont de la route sans exutoire (photo ci-dessous).



Cette situation expliquait que les matériaux charriés par les laves torrentielles, après s'être épanchés en forêt (voire en partie dans les prés à l'aval), envahissaient le village et notamment les accès et jardins à l'aval de la voie communale que le flot boueux suivait en général.

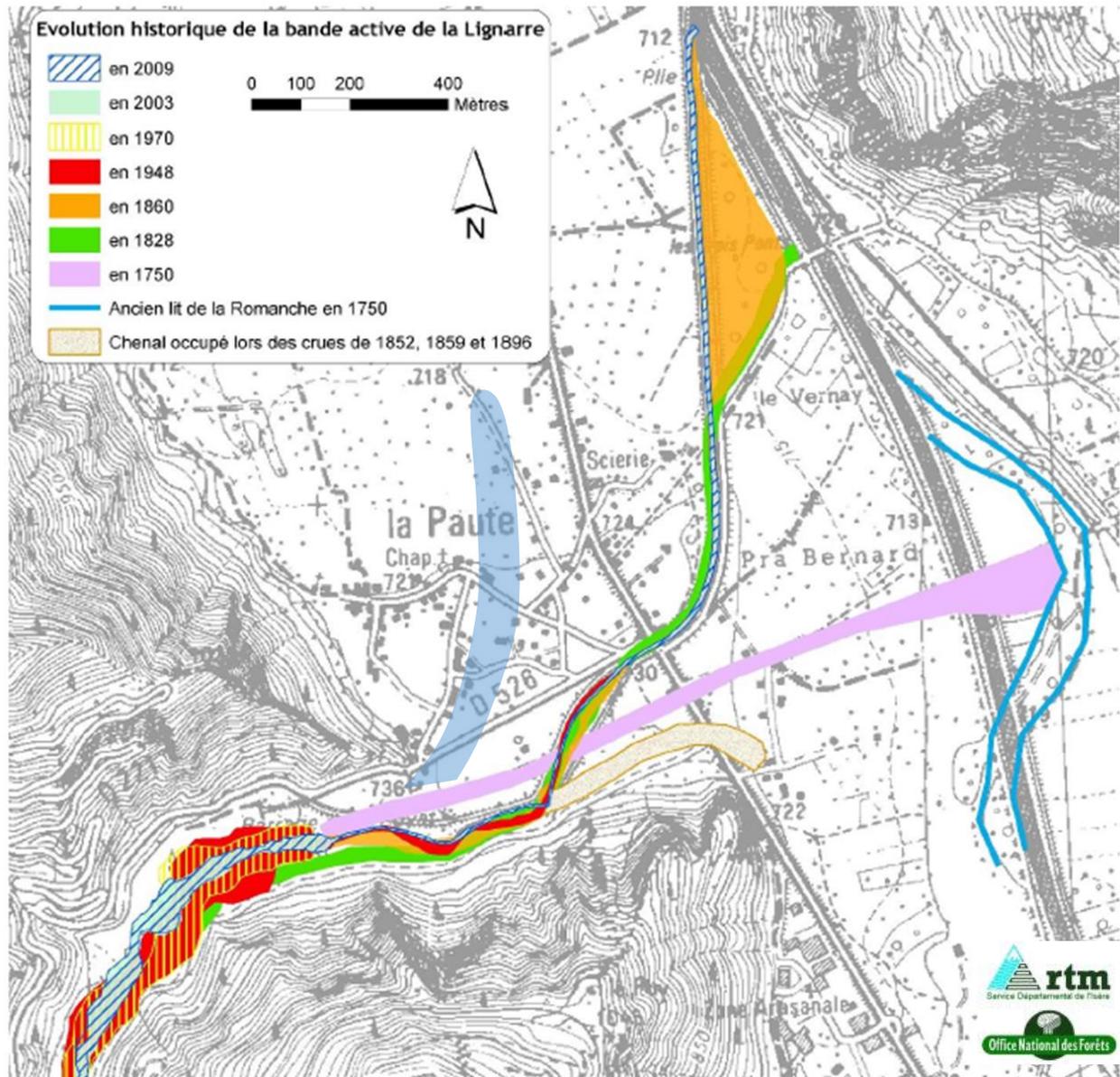
Les travaux réalisés en 2019 par la commune permettent au torrent de franchir la voie communale et de rejoindre directement la SARENNE. Si le risque de débordement s'en trouve aujourd'hui diminué, un aléa résiduel demeure (voir § 5.6.3)



### 4.6.3 - Torrent du Coutaret

C'est sans doute le torrent le plus actif des trois, son activité démarre vers 850 m d'altitude à l'aval d'une brèche qui rassemble les blocs tombés des falaises de la RUINE DU COLOMBIER. Son chenal s'enfonce entre des berges formées par de grands dépôts de laves qui ont eu lieu dans les années 80. Ceux-ci atteignent jusqu'à 2 mètres au-dessus du terrain naturel. A l'aval, les matériaux se déposent devant la route qui mène au hameau du BASSEY, sur une plage de dépôt avec un barrage en blocs de pierres. Huit barrages s'échelonnent entre 780 et 850 m. Le premier à l'aval est placé sur la limite du périmètre de la forêt domaniale RTM. Pour la plupart, leurs ailes sont enfouies sous les dépôts des berges.

#### 4-7 – L'évolution du lit de la Lignarre sur son cône de déjection



De 1750 à 2009, le lit de la Lignarre a connu de nombreuses modifications de tracé sur son cône de déjection. La figure ci-avant, issue de l'étude RTM de 2011, montre les emprises successives des lits du torrent. Il est d'ailleurs probable qu'avant 1750 le lit du torrent ait pu avoir une direction orientée plus au Nord-Est (en bleu), vers l'actuel hameau de la Paute : la mise en valeur de la plaine de l'Oisans (drainage, endiguements) après la vidange du lac St Laurent au XIII<sup>e</sup> siècle a poussé les habitants à trouver un tracé direct jusqu'à la Romanche, libérant ainsi des terres fertiles sur le cône de déjection.

Le cours d'eau, à son débouché des gorges, **est donc entièrement artificiel** : les barrages de sédimentations réalisés en forêt domaniale RTM rehaussent le profil de plus de 10m, créant une vaste zone de divagation (tressage) qui a tendance à se refermer progressivement (végétalisation, auto-chenalisation) sans intervention humaine.

A l'aval, le lit est endigué jusqu'à la Romanche. La plage de sédimentation de 1860 (en orange) n'est plus fonctionnelle car totalement engravée et déconnectée du lit par une digue.



Photo de gauche : La Lignarre en avril 1914 en aval du pont de la RN 91 (archives RTM). On notera le fort alluvionnement du lit comparé à la période actuelle (photo de droite : 2 à 3 m d'incision formant un lit mineur dans la partie endiguée, et une risberme intermédiaire).



La Lignarre en amont de la confluence avec la Romanche, en 1914 (archives RTM). Ancienne plage de sédimentation en rive droite, comblée de matériaux alluviaux, avec digue récente la déconnectant du lit mineur canalisé.

## **5 - LA CARTE DES ALEAS**

### **5-1 - Définition de l'aléa**

La notion d'aléa est complexe et de multiples définitions en ont été proposées. Nous retiendrons la définition suivante, aussi imparfaite qu'elle puisse être : l'aléa traduit, en un point donné, la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'aléa ne peut être qu'estimé et son estimation est très complexe. Son évaluation reste en partie subjective ; elle fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations... et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter l'aspect subjectif, des grilles de caractérisation des différents aléas ont été définies à l'issue de séances de travail regroupant des spécialistes de ces phénomènes.

### **5-2 - Notions d'intensité et de fréquence**

L'élaboration de la carte des aléas impose donc de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'intensité et la probabilité d'apparition des divers phénomènes naturels.

L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même : débits liquide et solide pour une crue torrentielle, volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, etc... L'importance des dommages causés par des phénomènes passés peut également être prise en compte.

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité données passe par l'analyse statistique de longues séries de mesures. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène.

Si certaines grandeurs sont relativement faciles à mesurer (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature, soit du fait de leur caractère instantané (chute de blocs). La probabilité d'occurrence des phénomènes sera donc généralement appréciée à partir des informations historiques, des contextes géologique et topographique, et des observations du chargé d'études qui se base sur des tableaux de caractérisation des aléas.

### **5-3 - Définition de la carte des aléas**

C'est la représentation graphique de l'étude prospective et interprétative à partir de la carte informative et des études techniques qualitatives combinant les facteurs de prédisposition (nature géologique, morphologie, pente ...) à l'apparition de phénomène ou d'aggravation de phénomènes existants.

Il existe inévitablement une part de subjectivité dans le choix de ces facteurs et dans leurs poids respectifs. Néanmoins cette part reste dans une fourchette acceptable à l'échelle où l'on travaille.

Les aléas sont hiérarchisés en niveaux ou degrés.

Le niveau d'aléa en un site donné résultera d'une combinaison du facteur occurrence temporelle et du facteur intensité. On distinguera, outre les zones d'aléa négligeable, au maximum 3 degrés soit :

- les zones d'aléa faible (mais non négligeable), notées 1.
- les zones d'aléa moyen ou modéré, notées 2
- les zones d'aléa fort, notées 3

La vocation des PPRN en zone de montagne conduit à s'écarter quelque peu de la stricte approche probabiliste pour intégrer la notion **d'effet sur les constructions** pouvant être affectées. Il convient donc de privilégier l'intensité des phénomènes plutôt que leur probabilité d'occurrence.

**REMARQUE :** La carte des aléas est établie, sauf exceptions dument justifiées, en ne tenant pas compte de la présence d'éventuels dispositifs de protection. Cependant, au vu de l'efficacité réelle actuelle de ces derniers, le rapport de présentation propose, dans un certain nombre de cas, un reclassement des secteurs protégés afin de permettre la prise en considération du rôle des protections au niveau du zonage réglementaire ; ce dernier intègre toutefois les risques résiduels (par insuffisance, rupture des ouvrages et/ou défaut d'entretien).

#### 5-4 - L'aléa Crue rapide des Rivières

**Important :** Les cours d'eau de la commune relevant de cet aléa ne sont pas étudiés (expertise et étude hydraulique avec zonage des aléas) dans le présent PPRN. Ils le seront dans le futur PPRI.

Il a toutefois été identifié sur la carte des aléas :

- Les lits mineurs (naturels, endigués, canalisés), des principaux cours d'eau parcourant la plaine, classés en aléa fort (**C3**). Il s'agit du VENEON, de la ROMANCHE, de L'EAU D'OLLE, de la RIVE, des BEALIERES, de la SARENNE en aval de son cône de déjection (sur ce dernier, l'aléa est qualifié de torrentiel et fait l'objet d'une zonage spécifique -voir § 5.6.4).
- Les grosses sources de nappes (GRANDE RIVE, PETITE RIVE, VERT, VERNIS, ROCHETAILLEE), identifiées en aléa fort (**C3**).

Pour la ROMANCHE, le VENEON L'EAU D'OLLE et la SARENNE, l'aléa fort (**C3**) est porté strictement dans l'emprise du lit mineur, sans marges de reculs (érosion des berges) ni bande de précaution (digues) qui feront l'objet d'un affichage spécifique dans le PPRI.

Pour les autres cours d'eau, la marge de recul forfaitaire de l'aléa fort (**C3**) est de 5 mètres à compter du sommet des berges.

## 5-5 - L'aléa inondation en pied de versant

### 5.5.1 - Caractérisation de l'aléa inondation pied de versant

Aléa	Indice	Exemples de critères
Fort	<b>I'3</b>	- Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur supérieure à 1 m) pouvant être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance par exemple du ruissellement sur versant ou du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé
Moyen	<b>I'2</b>	- Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 1 m) pouvant être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance par exemple du ruissellement sur versant ou du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé
Faible	<b>I'1</b>	- Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur d'eau inférieure à 0.5 m) pouvant être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance par exemple du ruissellement sur versant ou du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé

### 5.5.2 - Localisation :

D'une façon générale, entre le pied des versants et la limite de la zone d'étude, les zones planes susceptibles d'être inondées notamment lors de forts orages, présentant parfois une végétation hydrophile, ont été classées en aléa faible (**I'1**) : BASSEY, les ESSOULIEUX, le VERNIS (plaine rive droite) ; Le RAT, la MORLIERE (Plaine rive gauche)

Des zones plus basses, avec blocage des eaux derrière des remblais, routes, chemins, digues, sont affichées en aléa moyen (**I'2**) ou forts (**I'3**). C'est notamment le cas aux ESSOULIEUX et à BASSEY : les crues débordantes des torrents ne peuvent rejoindre la SARENNE et les eaux vont se stocker en arrière des digues.

Les anciens lits (méandres) de la Romanche en amont de la confluence LIGNARRE/SARENNE, présentent aussi des zones topographiquement déprimées (aléa moyen **I'2**). Par ailleurs, un aléa sans dimension, affiché (**I'1\***) sur la carte des aléas, a été cartographié dans la plaine de BOURG D'OISANS. Il correspond aux zones drainées de l'ancien lac de l'Oisans. Localement, des hauteurs d'eau importantes peuvent s'accumuler dans les creux topographiques, sans qu'elles soient facilement identifiable aujourd'hui.

**Le futur PPRI couvrant majoritairement l'emprise affichée en (**I'1\***), avec des aléas de crue rapide et d'inondation beaucoup plus importants, il n'a pas été réalisé de pastillage pour cet aléa (**I'1\***) dans la plaine.**

## 5-6 - L'aléa crues des torrents et des ruisseaux torrentiels

### 5.6.1 - Caractérisation

L'aléa crues des torrents et des ruisseaux torrentiels prend en compte, à la fois le risque de débordement proprement dit du torrent, associé éventuellement à du charriage ou à une lave torrentielle, et le risque d'affouillement des berges suivant le tronçon.

Les laves torrentielles sont des écoulements de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, canalisées par le lit torrentiel et comportant au moins autant de matériaux solides que d'eau. Elles sont alimentées par des apports divers (éboulis de piedmont, glissements de terrain, écroulements, effondrements de berges) et peuvent atteindre des volumes considérables. Elles se localisent généralement dans les hauts bassins, là où les pentes sont fortes et les matériaux mobilisables importants.

Le plus souvent, dans la partie basse, on a affaire à un simple charriage de matériaux, qui peut être également très important.

Les critères de classification sont les suivants sachant que l'aléa de référence est la plus forte crue connue ou, si cette crue est plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière :

Aléa	Indice	Exemples de critères
Fort	<b>T3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lit mineur du torrent ou de la rivière torrentielle avec bande de sécurité de largeur variable selon la morphologie du site, l'importance du bassin versant ou/et la nature du torrent ou de la rivière torrentielle</li> <li>- Ecoulements préférentiels à caractéristiques torrentielles dans les talwegs et les combes de fortes pentes</li> <li>- Zones affouillées et déstabilisées par le torrent ou la rivière torrentielle (les berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaises qualités mécaniques)</li> <li>- Zones soumises à des probabilités fortes de débâcles- Zones de divagation fréquente des torrents et rivières torrentielles entre le lit majeur et le lit mineur</li> <li>- Zones situées à l'aval de digues jugées notoirement insuffisantes (du fait de leur capacité de transit ou de leur extrême fragilité)</li> <li>- Zones atteintes par des crues passées avec transport solide et/ou lame, d'eau <u>de plus de 0,5 m</u> environ</li> </ul>
Moyen	<b>T2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité d'un transport solide</li> <li>- Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse <u>de plus de 0,5 m</u> environ et sans transport solide</li> <li>- Zones situées à l'aval de digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles (risque de rupture)</li> </ul>
Faible	<b>T1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse <u>de moins de 0,5 m</u> environ et sans transport solide</li> <li>- Zones situées à l'aval de digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence et sans risque de submersion brutale au-delà.</li> </ul>

Le zonage de l'aléa torrentiel est particulièrement délicat dans la mesure où, lors des crues exceptionnelles, un torrent non corrigé peut balayer pratiquement n'importe quelle partie de son cône de déjection, en y déposant une épaisse couche de matériaux ; au fil du temps et des événements, l'ensemble du cône se trouvera concerné, ce qui revient à classer, compte tenu de la violence du phénomène, l'ensemble de ce dernier en aléa fort (**T3**).

Le classement proposé ci-après tient compte, outre l'historique, de l'état actuel tant du torrent concerné que de son bassin versant et en particulier :

- de la propension de ce dernier 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...) ou par apports endogènes (remobilisation de sédiments alluviaux du lit, d'éboulis sur les berges, ...),

- du degré d'efficacité de la correction active dans le haut bassin versant, 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 d'efficacité de la correction passive à l'aval, notamment sur le cône de déjection, que ce soit par la création de lits artificiels, souvent chenalisés et endigués (le fond de ceux-ci surplombant ou non les terrains avoisinants) ou 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 (notamment par obstruction de ponts et passages busés...),

- de l'état d'entretien général des ouvrages, lié généralement à la présence d'une structure responsable, identifiée et pérenne (par exemple : Etat dans les forêts domaniales RTM ; collectivité ou associations syndicales en substitution des propriétaires riverains).

**Cette approche est d'autant plus nécessaire sur BOURG D'OISANS qu'un certain nombre de cônes torrentiels sont habités de longue date et que de tous temps, des travaux y ont été réalisés pour se défendre contre l'envahissement par les torrents dont les tracés sont devenus bien souvent totalement artificiels.**

## 5.6.2 - Localisation

Le lit des torrents et ruisseaux a été classé en aléa fort (**T3**) pour des risques d'affouillement, de charriage et de formation de laves torrentielles.

La grande précision du fond topographique LIDAR utilisé (2012) a permis une représentation fine du tracé des lits mineurs et des zones de débordements.

Aussi la matérialisation d'une marge de recul n'a-t-elle été cartographiée que sur les lits mineurs débouchant dans la plaine par des talwegs dont le gabarit est suffisant pour la crue de référence, mais dont les berges pourraient connaître des érosions localisées lors de la crue.

C'est le cas notamment des torrents et rivières torrentielles suivants :

Affluents de rive gauche	Affluents de rive droite
<b>TREUIL</b> : 5 m à compter du sommet des berges	<b>SARENNE</b> : 5 m depuis le sommet des berges
<b>LIGNARRE</b> : 5 m à compter du sommet des berges	
<b>ST. ANTOINE</b> : 5 m à compter du sommet des berges	

Un aléa (**T0**) est figuré sur certains cônes de déjections. Il traduit l'impossibilité aujourd'hui d'une crue de référence compte-tenu de l'évolution historique et morphologique du torrent : cône ancien déconnecté du cône actif (par exemple pour la Lignarre en aval du Martinet à la Paute), remblais massifs formant une « ile » insubmersible sur le cône actuel ou dans la plaine de la Romanche.

Les principales particularités du zonage de l'aléa sont explicitées ci-après, du nord au sud :

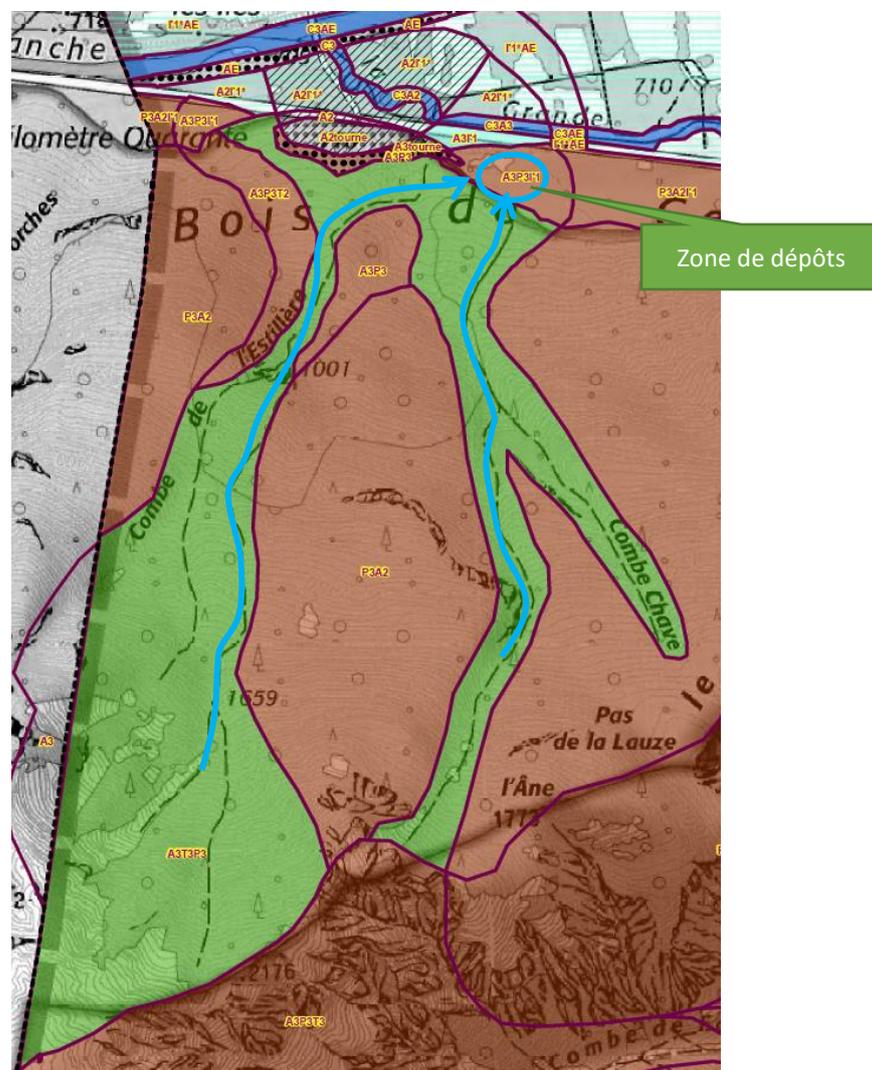
### 5.6.3 - Affluents de rive gauche :

#### LES TORRENTS DE L'ESTILLIERE/COMBE CHAVE, DE FARFAYET ET DU TREUIL

Ces torrents coulent sur le versant nord et oriental du CORNILLON dans les éboulis des roches cristallines. La rive droite du TREUIL est en partie sédimentaire. Ces torrents transportent énormément de matériaux ; aussi, leur cône de déjection est relativement important.

Pour L'ESTILLIERE et le FARFAYET, les cônes présentent une zone de divagation très probable classée en aléa fort (**T3**), et des zones à faible probabilité classées en aléa moyen (**T2**)

La tourne paravalanche de L'ESTILLIERE joue un rôle important en empêchant l'atteinte directe de la RD1091 par les crues : les dépôts se font dans la plaine bien en amont de la chaussée routière.



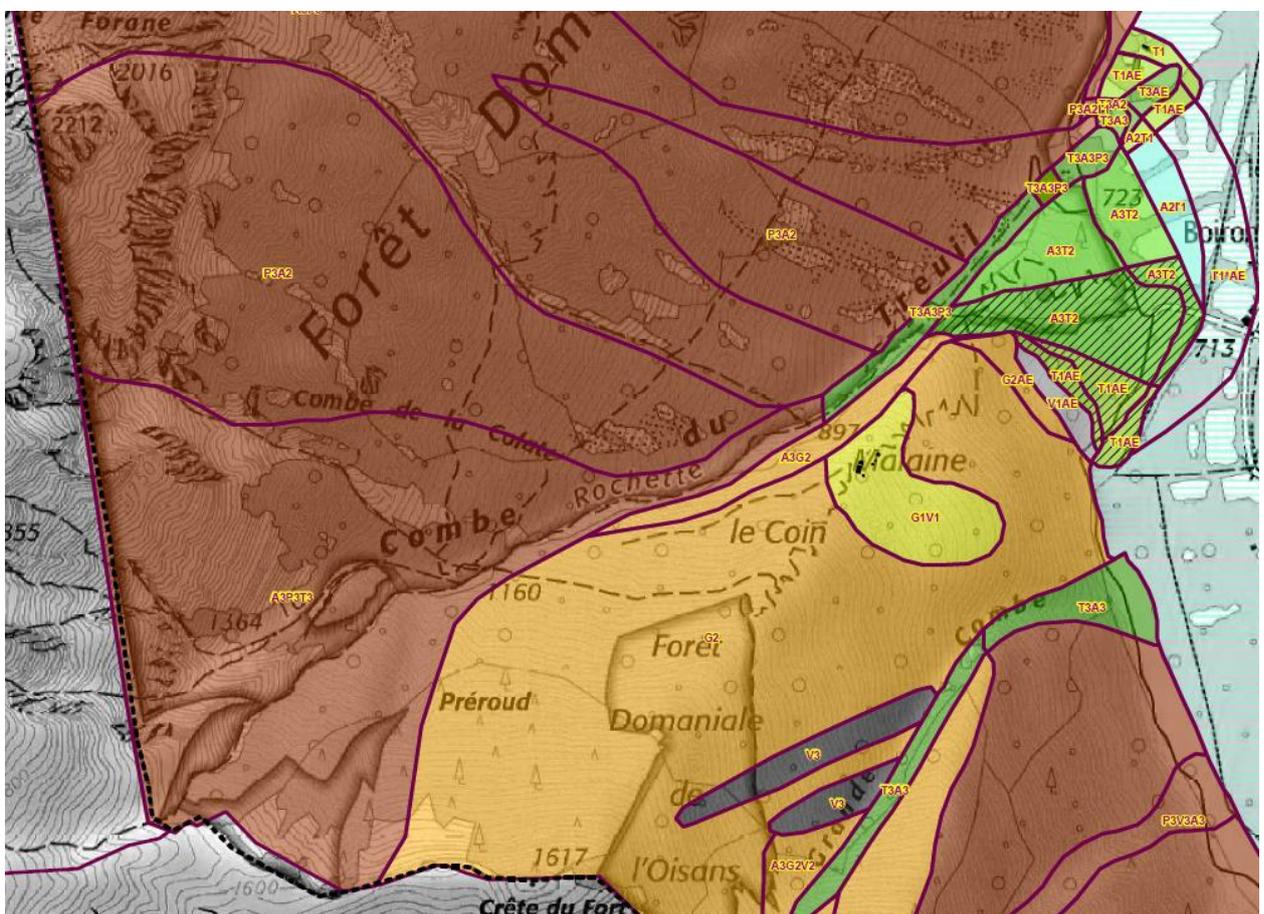
Le FARFAYET peu déborder, à l'occasion de crues majeurs (sous forme de laves) en amont du cône de déjection et emprunter n'importe quelle génératrice ancienne (aléa fort **T3**) : les dépôts se feront alors sur le bas du cône puis s'arrêteront très rapidement dans la plaine. Une habitation au nord du cône pourrait être menacée par une lave exceptionnelle.



Pour le TREUIL, le nouveau lit canalisé/endigué empêche, même pour un évènement majeur, tout débordement généralisé vers la partie sud du cône de déjection. Aussi l'aléa fort (**T3**) est-il cantonné au lit mineur canalisé et à la plage de dépôt.

Le reste du cône a été classé en aléa moyen (**T2**) pour tenir compte d'une défaillance partielle de la digue, en cas de dépôt massif dans le lit mineur apporté par des coulées de blocs en provenance du Cornillon par la COMBE FORANE.

Un aléa faible (**T1**) a été rajouté dans la plaine aux abords du fossé, et sur la partie sud du cône torrentiel pour une extension maximale de débordement mais aux apports solides faibles compte-tenu de la topographie légèrement plus élevée. Le hameau du TREUIL ayant disparu, il n'y a plus d'enjeux sur ce torrent.



## LE TORRENT DE LA LIGNARRE

Ce gros torrent charrie beaucoup de matériaux (sédiments – bois) ; aussi, cinq ouvrages de sédimentation – dont un est géré, au moins partiellement, sous forme de plage de dépôt - sont positionnés à 1 km environ en amont de la RD 1091. A l'aval de ces barrages, il est endigué jusqu'à la ROMANCHE.

Le débit de référence centennal est de 50m<sup>3</sup>/s (RTM, 2012). La capacité intra-digue depuis le dernier barrage de la Paute jusqu'au pont de la RD 1091 est de 150 à 100m<sup>3</sup>/s, ce qui, sans transport solide, ne cause aucun problème de débordement, même avec des digues affouillées. Le volume solide centennal est de 30 000m<sup>3</sup>. Cela causerait une rehausse du fond de lit de 2 à 3 m selon les secteurs, avec toutefois une incidence limitée sur la section endiguée en amont de la RD 1091. Les 30 000m<sup>3</sup>, compte tenu de la géologie du bassin versant, seront vraisemblablement composés d'un fort pourcentage d'argiles et de matières en suspensions. Aussi faut-il relativiser les dépôts solides qui se formeront lors de la crue, certainement plus proches de 15 000m<sup>3</sup>.

A noter que les crues de juillet et d'août 2000 puis août 2001 ont déposé d'énormes quantités de matériaux (bois surtout issus des tempêtes de décembre 1999) à l'amont des barrages RTM. Les crues de 2008 et de 2015, avec de débits liquides soutenus, sont restées assez modestes en termes de transport solide grossier. Le lit aujourd'hui, entre le barrage et l'aval de la RD 1091, montre des signes importants d'incision.

Les plages de dépôts de la forêt domaniale RTM sont classées en aléa fort (**T3 PDD**).

Entre les digues, l'aléa torrentiel est fort (**T3**). Les terrains situés en rive gauche entre le torrent et la RD 526 et en rive droite jusqu'à la voie qui mène à LA PAUTE ont été classés en aléa moyen (**T2**) pour un risque éventuel de rupture progressif et localisé de digues. Une zone déprimée, 100m en aval du barrage, matérialise en rive gauche un très ancien lit de LA LIGNARRE (antérieur à 1750) qui pourrait exceptionnellement se réactiver en cas de rupture de digue : le fond de lit est à la même côte de part et d'autre de la digue. La probabilité qu'un tel phénomène se produise est toutefois très rare, LA LIGNARRE en crue pouvant s'étaler largement sur sa rive droite non endiguée et plus basse.

Un autre point de faiblesse est constitué par l'angle droit, en rive droite, que forme le lit mineur avec la digue : un fort engravement lors de la crue et le resserrement du lit à cet endroit risquerait d'entraîner un affouillement puis une rupture localisée de la digue. L'aléa est qualifié de moyen (**T2**) ; les eaux boueuses se dirigeront préférentiellement vers la partie sud du cône de déjection puis vers la ZAC de Bourg d'Oisans.

Le pont de la RD526 pose problème : sa largeur de tablier et son ouverture permet le transit de la crue centennale liquide, mais le lit marque à cet endroit une baisse prononcée de sa pente moyenne : c'est une zone de dépôt préférentielle lors de la crue de référence, avec une rehausse de 2m à attendre, et avec possibilité d'embâcles ligneux accrochant le tablier. La berge rive gauche est trop basse et le risque de débordement en amont du pont est réel. Le risque d'affouillement de la digue sur 100m en amont du pont sera aussi très probable. Aussi un aléa moyen (**T2**) a-t-il été cartographié. Cet aléa se conjugue à celui provenant de l'ancien lit en amont. La RD 526 est en remblai entre Le Martinet et le pont, mais présente une partie surbaissée qui laissera le flux boueux s'échapper vers LA PAUTE, s'étalant largement sur l'ancien cône de déjection. L'absence de concentration des écoulements permet d'afficher un aléa moyen (**T2**) puis faible (**T1**) jusqu'à la plaine de la Romanche.

Le risque d'embâcles au niveau du pont de la RD 1091 apparaît très peu probable, vue la hauteur sous tablier. En tenant compte des remblais massifs (route, digues), c'est le secteur pour lesquels les débordements de LA LIGNARRE ne sont plus à craindre en rive gauche (aléa **T0**).

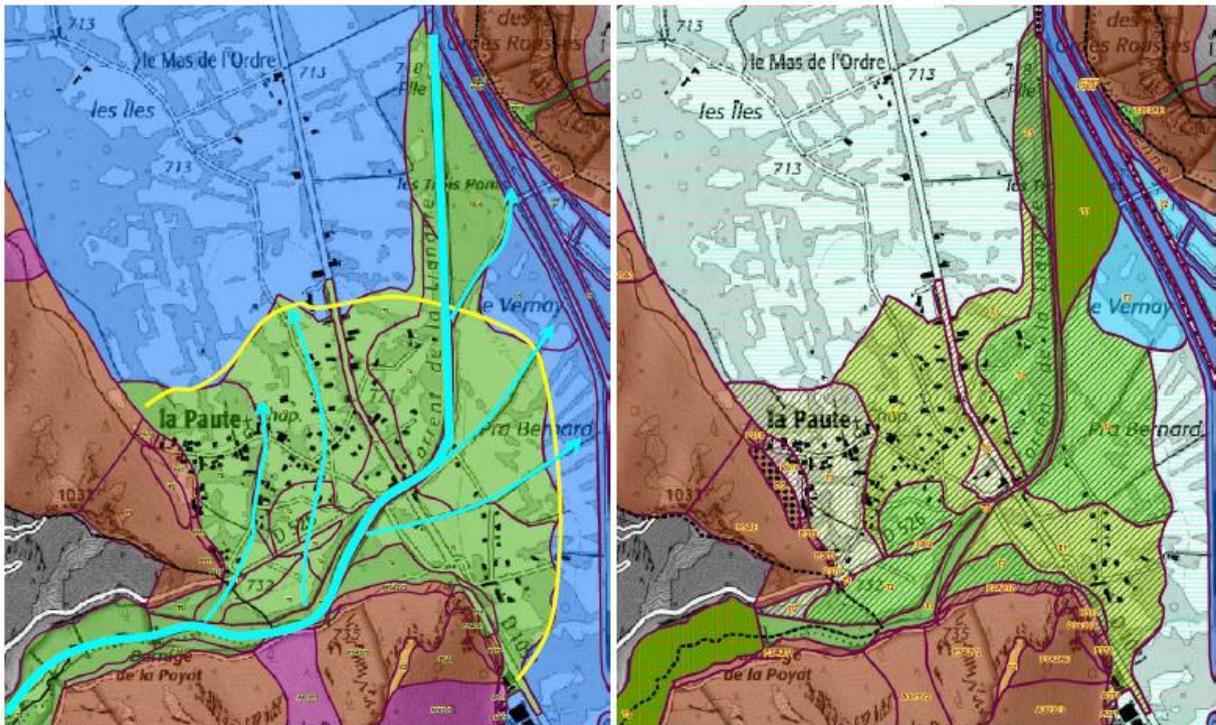
En aval du pont de la RD 1091, on retrouve un cours d'eau canalisé et endigué avec une section homogène jusqu'à la ROMANCHE. La capacité est de 60m<sup>3</sup>/s pour une crue de référence de 50m<sup>3</sup>/s. Le fond du lit est perché par rapport à la plaine. Le risque de brèche et de rupture ponctuelle des

endigements est donc important, toutefois contrebalancé par une section canalisée courbe et homogène qui n'offre aucune prise aux affouillements, même en cas de rehausse du fond de lit par le transport solide. Un aléa moyen (**T2**) est cartographié sur tout le cône de déjection ancien. Vers la confluence avec la ROMANCHE, le lit perché de LA LIGNARRE présente une particularité en rive droite : l'ancienne plage de sédimentation, aujourd'hui comblée, qui forme une île surélevée de 4 à 5 m de hauteur dans la plaine de la ROMANCHE. C'est une zone qui ne peut être atteinte par les crues de la ROMANCHE, et qui ne sera que très faiblement mobilisée par une crue de LA LIGNARRE en cas de rupture de la petite digue rive droite. Un aléa faible (**T1 PDD**) est cartographié. La pression sur la digue rive gauche sera d'autant plus forte, avec un risque de rupture accru. Un aléa fort (**T3**) est cartographié en arrière de la digue.

Des éléments descriptifs sont ajoutés en annexe 3.

Ci-après un aperçu du cône de déjection historique de LA LIGNARRE :

- A gauche, sans aménagements anthropiques (digues, plages de dépôts) : l'aléa y était fort (**T3**).
- A droite, la carte des aléas actuelle, qui tient compte des différents aménagements, avec leurs défaillances potentielles.



Aléas « naturels »

Aléas avec ouvrages

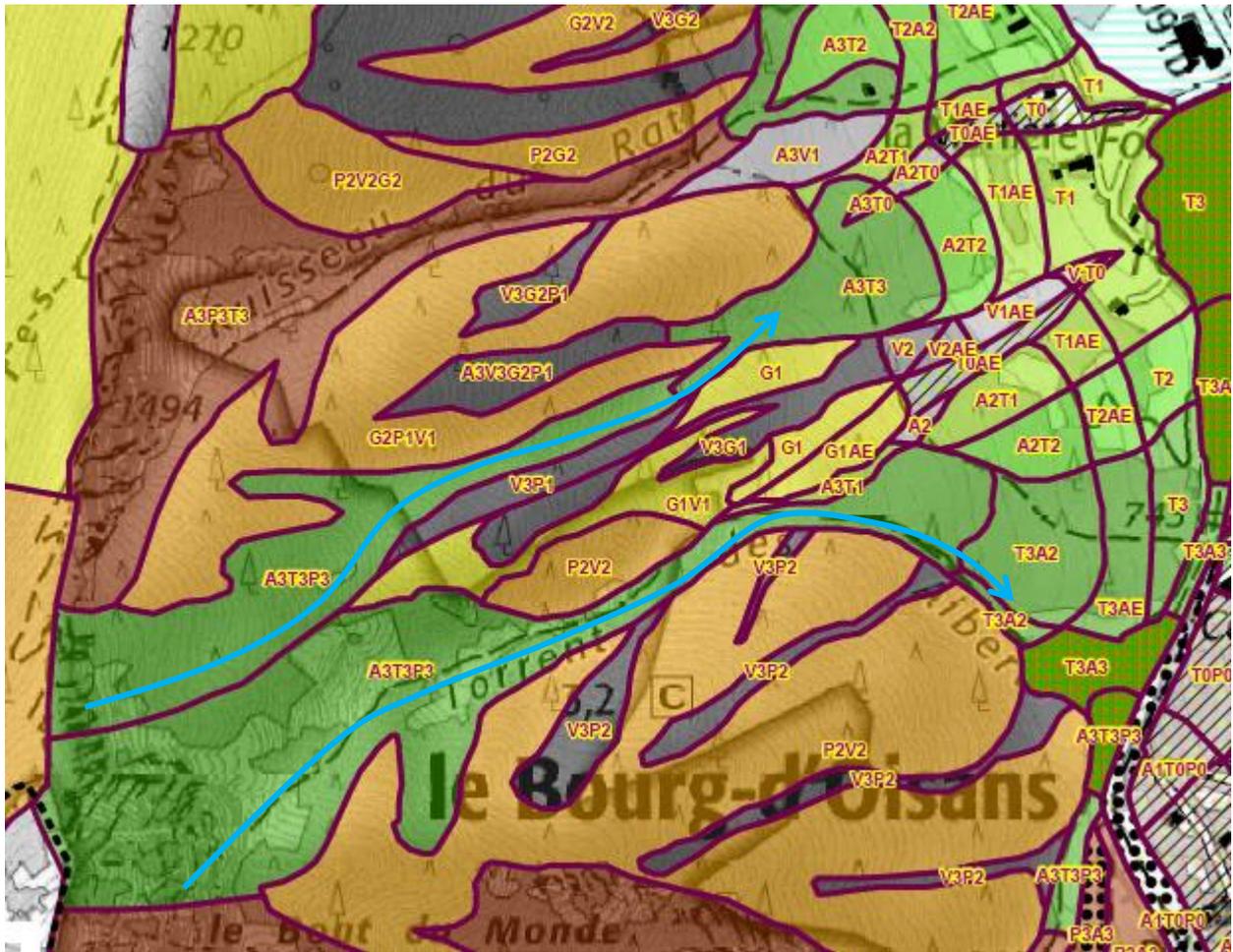
### LE TORRENT DU RAT

Ce torrent forme des laves torrentielles qui peuvent faire suite à des éboulements. Elles peuvent s'étaler, soit assez haut dans le versant si le torrent sort de son lit, soit au niveau du chemin (ancienne R.N.) en pied de versant.

La zone de débordement, en amont de ce chemin, a été classée en aléa fort (**T3**), tout comme l'ensemble du cône à l'amont du chemin où le torrent peut divaguer.

A l'aval du chemin, les zones de débordement touchées par de la boue et des cailloux ont été classées en aléa moyen (**T2**). Les zones atteintes dans la zone industrielle (eau boueuse) sont mises en aléa faible (**T1**) et se confondent ensuite avec l'aléa (**I\***)





### LE TORRENT DU ST. ANTOINE

On ne peut que rappeler que des transports importants de matériaux (sous forme de laves ou/et de charriages) ont toujours eu lieu, à l'occasion de crues, même non exceptionnelles, suite à des éboulements, comme ce fut le cas après 1700, 1965, 1998... Mais, des transports importants ont aussi pu se produire sans écroulements préalables attestés : les crues ont alors mobilisé des matériaux issus de l'érosion régulière des falaises ou des pentes, qui s'accumulent progressivement dans la partie supérieure du bassin sans pouvoir être fixés : cela a dû être notamment le cas au XIX<sup>e</sup> siècle avant la création de la série domaniale RTM, du fait de la destruction de toute couverture boisée suite au surpâturage. Un tel fonctionnement est caractéristique d'un torrent à clappes.

On observera que les rues du "vieux" BOURG D'OISANS sont, non seulement perpendiculaires à l'ancienne voie royale qui constitue un des deux axes du T le long duquel se sont installées les habitations ; elles sont aussi parallèles et alignées selon les génératrices du cône, ce qui peut être également la trace très ancienne d'une organisation destinée à laisser s'évacuer avec le minimum de dommages les eaux chargées issues des débordements du ST. ANTOINE.

Si après les éboulements de 1965 et 1998, aucune lave n'a franchi les merlons torrentiels en place, on peut remarquer que chaque fois il s'en est fallu de très peu... et que la première préoccupation a été aussitôt de rehausser le merlon rive droite, le sommet de celui-ci atteignant aujourd'hui une hauteur respectable par rapport au niveau des terrains bâtis.

**Les ouvrages de protections réalisés à la fin du XXe siècle assurent un haut niveau de sécurité à la population.** On ne peut toutefois exclure, à l'échelle du XXIe siècle, compte tenu de l'historique et des études réalisées, la succession d'événements catastrophiques tels que :

- Éboulement majeur avec comblement d'une partie du chenal du ST. ANTOINE,
- Survenance, le merlon torrentiel ayant été en outre endommagé, d'une crue exceptionnelle du ST. ANTOINE (événement pluri-centennal) débordant les ouvrages en place.

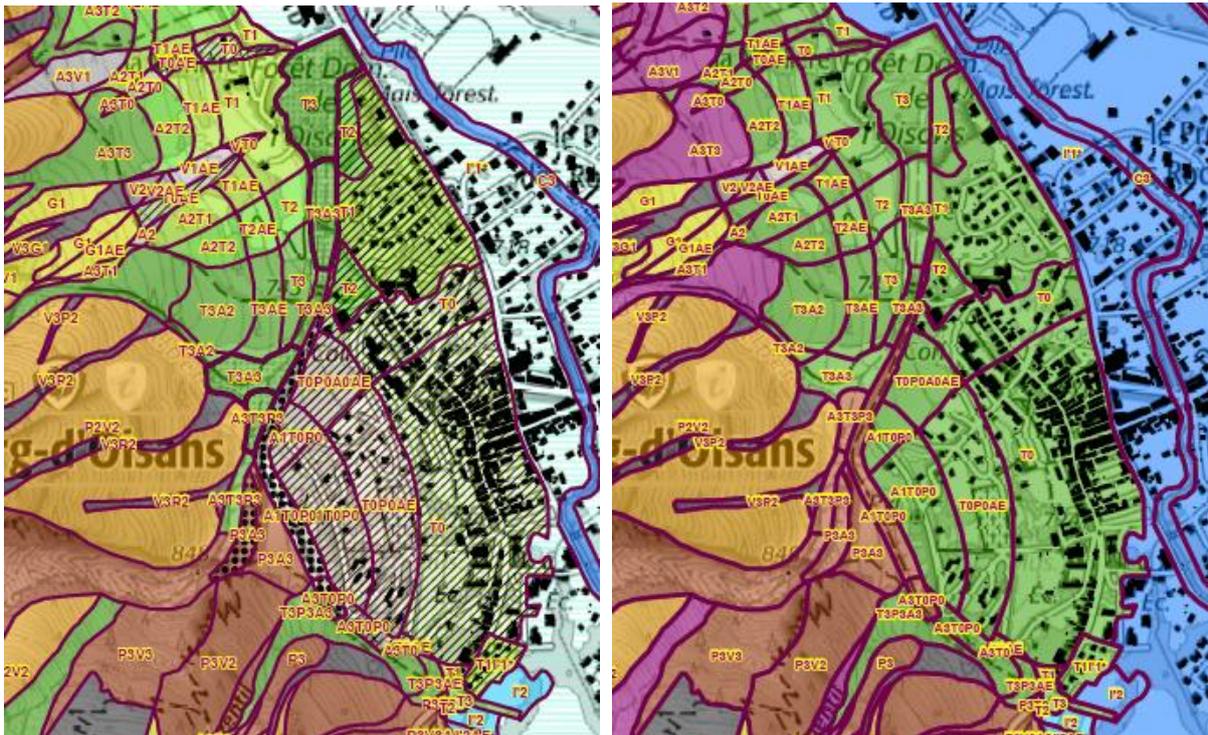
Une telle récurrence d'évènement a permis de définir un volume de référence de 35 000m<sup>3</sup> dans l'étude la plus récente sur ce torrent (EBR RTM 2015 – cf. bibliographie), sous forme de lave boueuse chargée en blocs calcaires.

Aussi, le cône de déjection jusqu'à la RD 1091 a été classé en :

- Aléa fort (**T3**) à l'amont du merlon pare-blocs et dans le lit endigué,
- Aléa fort (**T3 PDD**) sur les zones de dépôts des ALBERTS et de la MORLIERE.
- Aléa moyen (**T2**) en rive droite, au niveau de rue ASSIEH GUERAUD : les 3 seuils communaux rehaussent le profil en long et la largeur du lit est contrainte en rive gauche par un ancien lit perché du torrent des ALBERTS. Aussi, une lave assez visqueuse pourrait partiellement déborder au niveau du gué et envahir les terrains en aval (salle polyvalente et 2 bâtiments touchés).
- Aléa faible (**T1**) jusqu'à la RD 1091 : Compte-tenu de la morphologie très urbaine en aval du point de débordement (remblais, terrassements, murs, haies, voiries...), l'écoulement boueux va très vite s'étaler sur de faibles hauteurs.
- Aléa moyen (**T2**) en arrière du merlon torrentiel rive droite de la MORLIERE, compte-tenu de la mise en charge possible par des écoulement hyperconcentrés ou du charriage, avec forte rétention d'eau dans la plage de dépôt.
- Aléa nul (**T0**) en arrière des autres ouvrages de protection, le niveau de sécurité et le dimensionnement permettant d'exclure tout scénario de défaillance sur cette partie du cône.

On conservera en mémoire que sans ces ouvrages, l'ensemble du cône de déjection du ST ANTOINE serait cartographié en aléa fort (**T3**).

Comme pour LA LIGNARRE, les cartes comparatives ci-après montrent la situation historique avant aménagement (à droite) et avec la prise en compte des ouvrages de protection (à gauche).

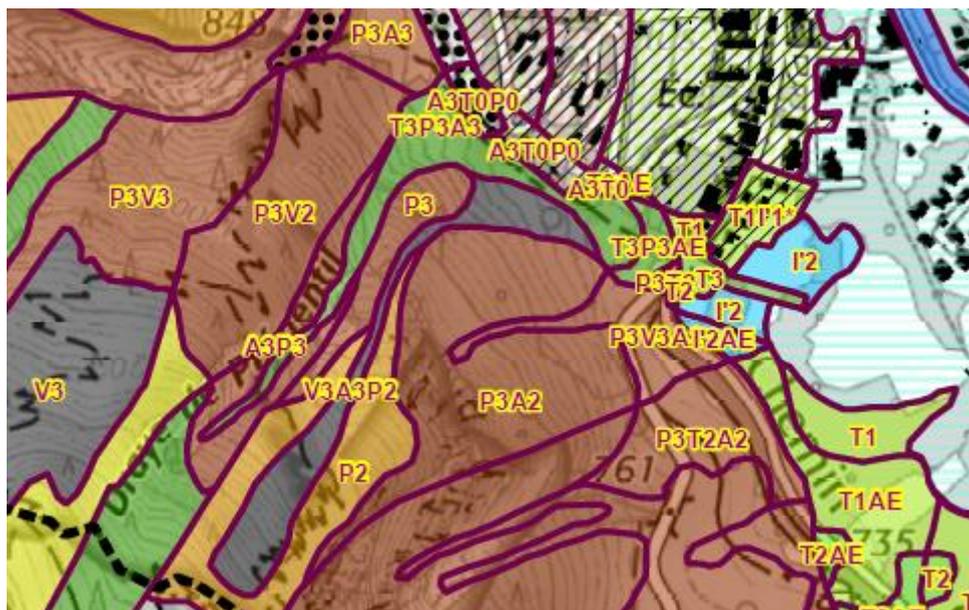


### LA DRAYE DE PREGENTIL

Elle ne présente aujourd'hui plus de signe d'activité notable. Toutefois, une réactivation sous forme de petites laves torrentielles ou de charriages hyperconcentrés est possible, surtout après un orage violent et/ou suite à une avalanche de fond durant l'hiver.

Un aléa fort (**T3**) concerne le « lit » et les zones de débordements à l'aval du merlon.

Un aléa faible (**T1**) est cartographié en aval sur la zone habitée jusqu'à la plaine de la Romanche. Une partie des écoulements peut prendre la RD 219 (Rue Humbert) et inonder les avoisinants.



## LES TORRENTS DU PONTET

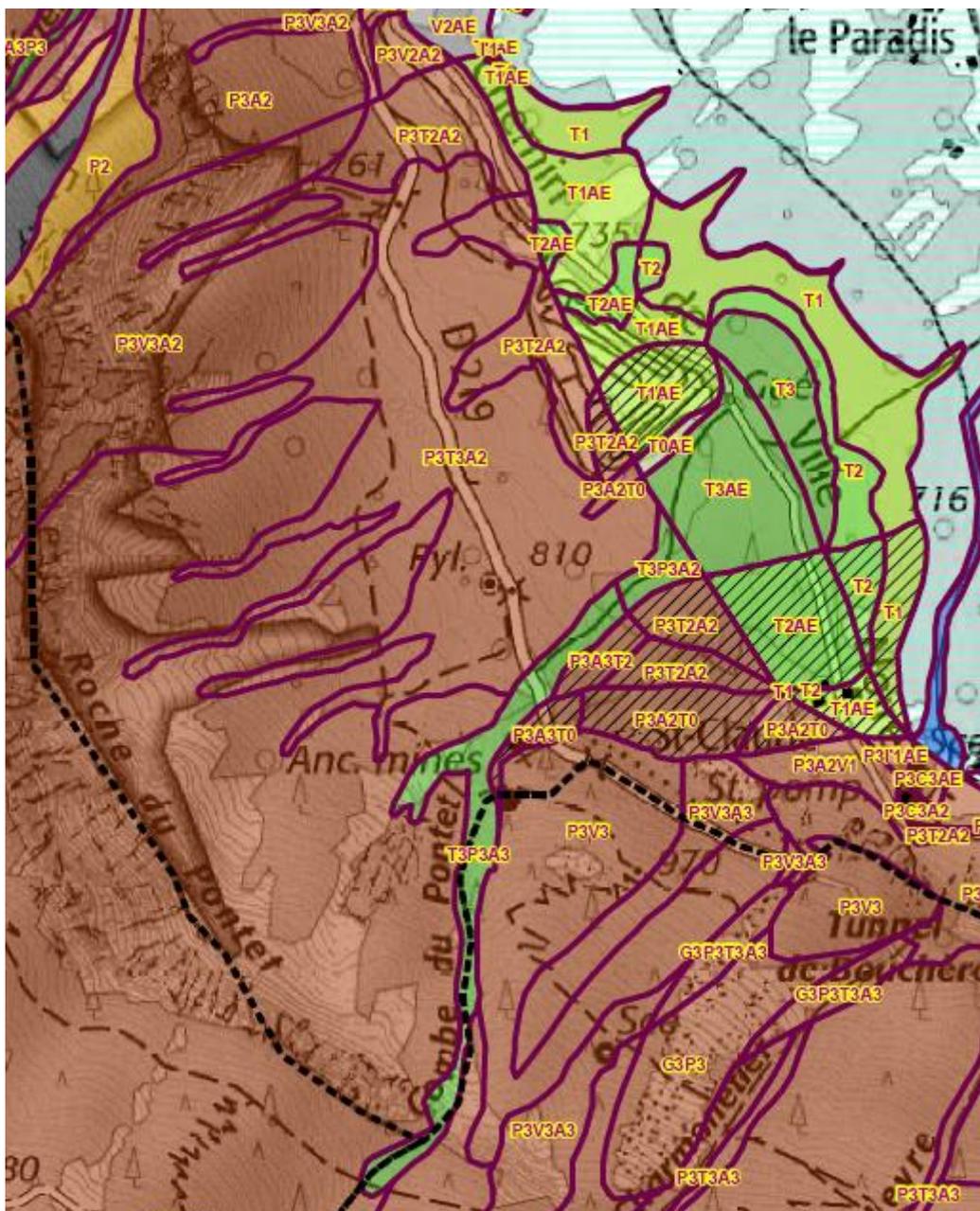
Entre ST. CLAUDE et BOURG D'OISANS, le versant est sensible aux phénomènes torrentiels, notamment aux laves torrentielles.

Malgré la présence de lits bien marqués, mais artificiels, les torrents divaguent facilement et peuvent couper la RD 219 qui mène à VILLARD NOTRE DAME.

Trois zones de dépôts fréquents ont été classées en aléa fort (**T3**), en particulier LA COMBE DU PONTET qui présente la plus forte activité aujourd'hui.

Le reste des cônes de déjections a été classé en aléa moyen (**T2**) pour les secteurs à forte probabilité d'atteinte, puis en aléa faible (**T1**) jusqu'à la plaine de la Romanche. Les enjeux sont très limités sur ce secteur (1 habitation à ST CLAUDE et la piste de Motocross).

Les ouvrages (enrochements de berges et merlons torrentiels) en rive droite de la Combe du Pontet permettent de diminuer l'intensité de l'aléa : moyen (**T2**) au lieu de fort (**T3**). Même sans entretien et en l'absence de maîtres d'ouvrages, ils favorisent les divagations et débordements sur la rive gauche.



### LES TORRENTS DE LA COMBE DU LAUZAT, DE LA PISSE, DE COMBE TOLETTE, DU FRENE, ET DE COMBE BLANCHE

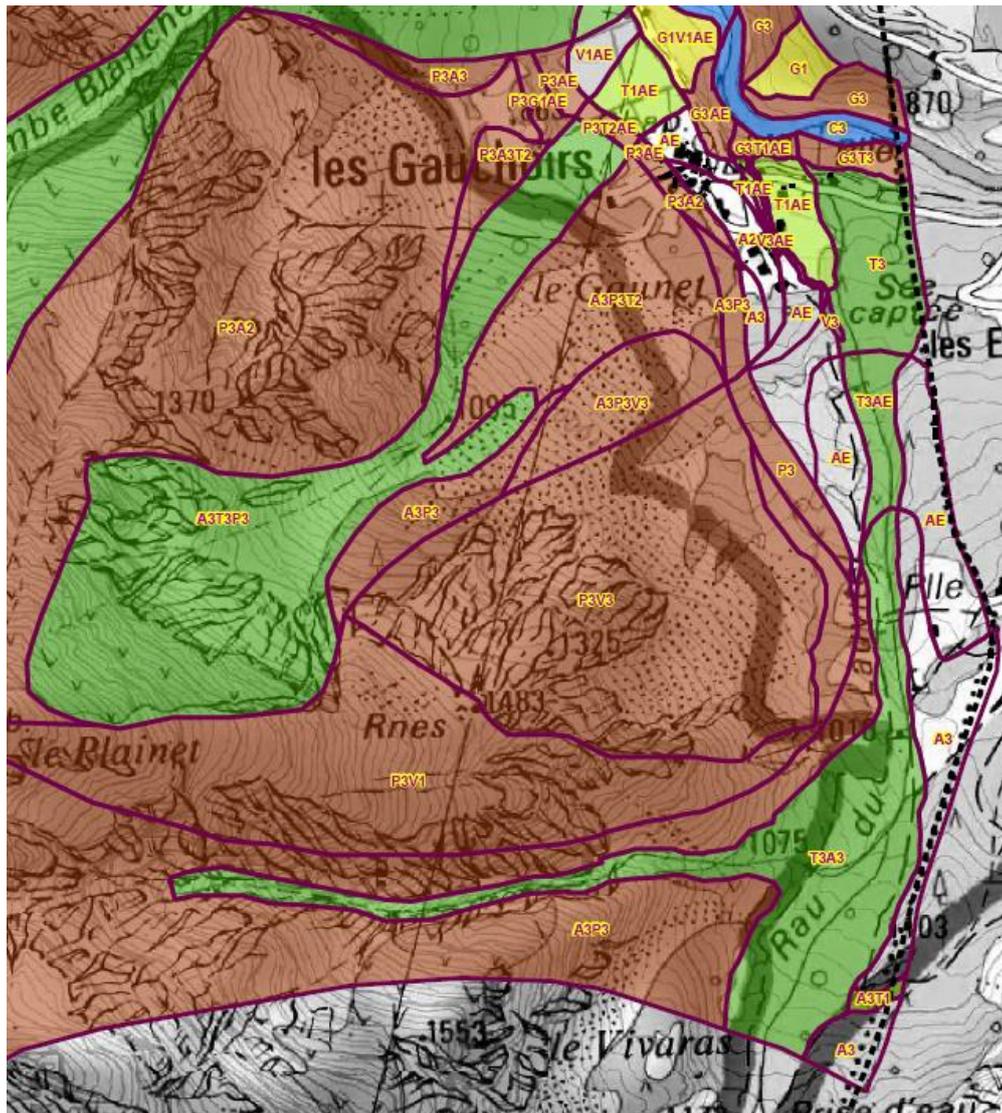
La plus grande partie des cônes de déjection de ces torrents a été classée en aléa fort (**T3**) correspondant à des zones de divagations importantes. Il n'y a pas d'enjeux particuliers.

### LE TORRENT DU LAUVITEL ET LA DRAYE DES GAUCHOIRS

Le torrent présente des débits d'étiage soutenus, liés à la régulation souterraine formée par le barrage (moraine + dépôt d'éroulement) du lac. Les apports solides peuvent être conséquents pour la crue de référence, via les deux affluents de LA ROUSSE et de LA COMBE DE RUISSELLA.

En rive gauche, en amont des GAUCHOIRS, un fort relèvement du lit par charriage pourrait entraîner un débordement au niveau de la prise d'eau du canal d'arrosage et une lame d'eau boueuse diffuse viendrait envahir une partie du cône de déjection. Aléa faible (**T1**). Quelques bâtiments sont concernés.

La draye au-dessus du hameau est active, mais les écoulements torrentiels sont piégés par l'éboulis à gros bloc (« LE GAUNET »). La zone d'aléa active a été cartographiée en (**T3**), et les écoulements boueux résiduels qui parviendraient au nord des GAUCHOIRS en aléa faible (**T1**). Le hameau est quant à lui concerné par un aléa faible de ruissellement (**V1**).



### 5.6.4 - Affluents de rive droite (du Nord au Sud)

#### DRAYE DE CHANOUIRA ET DRAYE DE LA GRANDE COMBE DE CHATILLON

Ces deux petits torrents, et en particulier celui de CHATILLON (ou GRANDE COMBE) érodent et transportent des matériaux marneux qu'ils déposent en pied de versant. La zone de dépôt a été classée en aléa fort (T3) jusqu'à la plaine de la Romanche. Un bâtiment agricole et une habitation sont concernés.



#### LES TORRENTS DE BASSEY

Le COLOMBIER, la CONFESSION et le COUTARET transportent énormément de matériaux, la plupart du temps sous forme de laves torrentielles. Les matériaux proviennent de l'érosion régulière des falaises ou d'éboulements. Les débordements se produisent généralement assez haut dans le versant, à l'apex des cônes de déjections, et les laves torrentielles s'arrêtent généralement dans la forêt.

Toutefois des débordements chargés en matériaux issus des torrents du COLOMBIER (au nord) et du COUTARET (au sud) ont historiquement affecté la voie communale : aussi, un aléa fort (**T3**) a été noté dans ces zones de débordements importants.

La CONFESSION (torrent central) coulait en surplomb avant les travaux d'arasement et de chenalisation dans la traversée du village. Il n'avait pas d'exutoire vers la plaine jusqu'en 2019 : il se terminait brutalement sur la route au niveau de la chapelle. En amont, une zone de dépôt contrôlée (aléa fort **T3**) permet l'épandage et la régulation des laves et crues par charriage, mais n'est pas optimisée pour arrêter la totalité des matériaux. Dans la configuration actuelle du lit (classé en aléa fort **T3**), les zones de débordements se font préférentiellement en rive droite (aléa faible **T1**). Au niveau de la route, la réalisation d'un dalot sous la chaussée permet désormais de limiter les possibilités de débordements dans le hameau. Cependant, la configuration de l'ouvrage d'entonnement du dalot (sans rampe de mise en vitesse) et le tracé sinueux de la canalisation en aval ne permet pas d'exclure un dysfonctionnement de l'ouvrage en crue (obstruction partielle, mise en charge). Aussi un aléa résiduel faible (**T1**) est-il maintenu sur l'ensemble du hameau.

Un aléa moyen (**T2**) englobe à l'amont l'ensemble des versants et à l'aval fait suite à l'aléa fort (**T3**) jusqu'à la route, voire au-delà pour le COLOMBIER et le COUTARET. LE COLOMBIER possède un lit mineur aujourd'hui calé sur le territoire communal de LA GARDE, mais historiquement, il formait la limite entre les deux communes, et des traces de dépôts anciens, sans doute ceux de la crue de



importante s'en suivrait dans la plaine. Les secteurs en rive gauche, après le pont de la RD 211, seraient certainement les plus touchés.

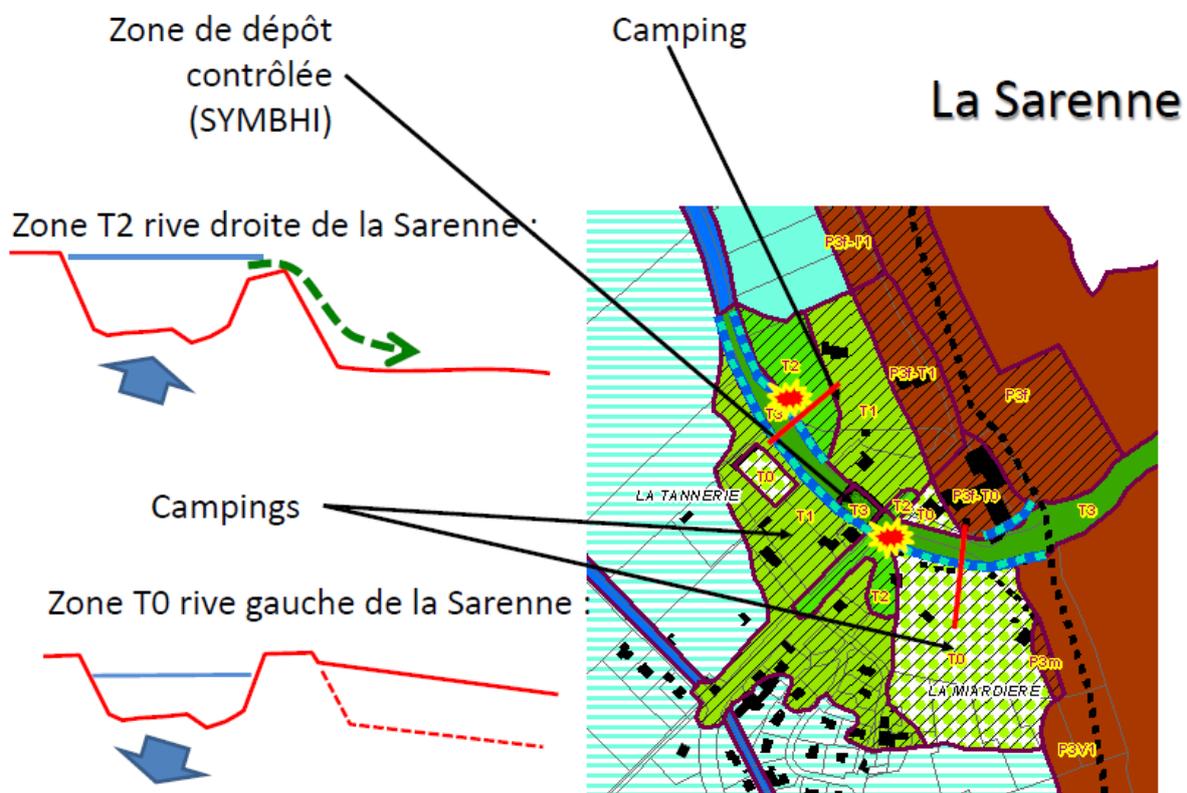
Indépendamment de ce scénario qui reste à confirmer, et qui de fait n'a pas été retenu pour l'aléa de référence, on ne peut exclure, en cas de crue centennale (30m<sup>3</sup>/s), un blocage au niveau du pont de corps flottants, auxquels s'ajouterait un rehaussement du fond de lit par le transport solide.

Cela entraînerait des débordements sur la route, en rive gauche et vers l'entrée du camping de la Cascade (aléa moyen **T2**).

Les eaux peuvent ensuite largement s'étaler au gré de la topographie et vont rejoindre la plaine. L'aléa est jugé faible (**T1**) mais avec une probabilité d'atteinte uniforme des enjeux (habitations, campings).

La profondeur du lit entre la cascade et le pont de la RD 211 permet le transit de la crue centennale avec une forte revanche par rapport aux berges en rive droite comme en rive gauche. L'aléa a été jugé nul aujourd'hui sur une partie du cône de déjection (aléa **T0**), même avec un blocage et une remontée de la ligne d'eau au niveau du pont.

En aval du pont, le cône de déjection de LA SARENNE s'amortit rapidement. Le lit est perché par rapport à la plaine de la Romanche et conserve cette physionomie jusqu'à la confluence avec la Romanche. En aval de la plage de sédimentation (curages réguliers et autorisés, par le SYMBHI – **T3PDD**), la section du lit ne peut contenir la crue centennale. Des débordements sont probables, surtout en rive droite (berge/digue plus basse que la rive gauche). Un aléa moyen (**T2**) est cartographié et impacte le camping « A la rencontre du Soleil ».



#### LES RUISSEAUX DES ROCHERS D'ARMENTIER

Les ruisseaux qui descendent des ROCHERS D'ARMENTIER, notamment le ruisseau du VERNIS et surtout celui de la BAYETTE qui longe l'ancien terrain de camping du VERNIS, sont actifs lors de fortes

pluies. Les matériaux retrouvés en pied de versant sont des marnes. Elles proviennent des COTES du SEIGNET à l'amont de la RD 211a (entre la GARDE et AURIS) où naissent les ruisseaux. Les cônes de déjection et les zones de dépôts possibles ont été classés en aléa fort (**T3**) pour celui de la BAYETTE et en aléa fort (**T3**) suivi de l'aléa moyen (**T2**), pour celui du VERNIS.

### DRAYES DE FONT VIELLE ET PONT ESCOFFIER

Ces deux combes torrentielles et avalancheuses obstruent parfois la RD 530 lors de violents orages. Il n'y a pas de lit formalisé sur les petits cônes de déjection ni d'exutoire vers LE VENEON.

Un aléa fort (**T3**) est cartographié sur la totalité des cônes de déjection.

## 5-7 - L'aléa ravinement et ruissellement sur versant

### 5.7.1 - Caractérisation

Le ravinement résulte de l'ablation de particules de sol par l'eau de ruissellement. Ainsi ces phénomènes se rencontrent le long des versants peu végétalisés et dans les combes.

Des pluies abondantes et soudaines apportées par un orage localisé (type "sac d'eau") ou des pluies durables ou encore un redoux brutal type foehn provoquant la fonte rapide du manteau neigeux, peuvent générer l'écoulement d'une lame d'eau boueuse mais peu chargée en matériaux le long des versants.

Le tableau ci-dessous présente les critères de caractérisation de l'aléa ravinement et ruissellement sur versant sur BOURG D'OISANS.

Aléa	Indice	Exemples de critères
Fort	<b>V3</b>	<p>Versant en proie à l'érosion généralisée.</p> <p>Fond de combe ou axes d'écoulements ou ravines localisées.</p> <p>Zones de concentration d'écoulements liquides.</p> <p>Absence d'écoulement permanent</p> <p>Écoulements chargés en particules fines pouvant atteindre une hauteur &gt; 0,8m</p>
Moyen	<b>V2</b>	<p>Ravines et griffes d'érosion dans une versant boisé.</p> <p>Zone de débordement en dehors des fossés et thalwegs.</p> <p>Zones d'épandage de matériaux fins</p> <p>Écoulements chargés en particules fines pouvant atteindre une hauteur comprise entre 0,5 et 0.8m</p>
Faible	<b>V1</b>	<p>Écoulement d'eau plus ou moins boueuse sans transport solide sur les versants et particulièrement en pied de versant</p> <p>Écoulements chargés en particules fines d'une hauteur inférieure à 0,5m</p>

### 5.7.2 - Localisation

Les petites combes et ravines de la commune, qui ne présentent pas un caractère torrentiel marqué (actif) ou potentiel, sont classées en aléas fort (**V3**) (ravinement) ou moyen (**V2**) (ruissellement sans concentration).

A leur débouché, si la topographie le permet, des zones d'étalement et de diffusion des eaux sont affichées en aléa moyen (**V2**) puis faible (**V1**). La rupture de pente étant très marquée dans la plaine, c'est majoritairement un aléa d'inondation en pied de versant l' qui a été cartographié.

Remarque : Dans presque tous les cas, les hauteurs d'eau sont inférieures à 50 cm et la distinction entre aléa moyen et aléa faible est liée à la possible concentration des écoulements, à l'existence d'axes préférentiels, etc.

## 5-8- L'aléa glissement de terrain

### 5.8.1 - Caractérisation

L'aléa glissement de terrain a été hiérarchisé par différents critères :

- Nature géologique.
- Pente plus ou moins forte du terrain.
- Présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, bourrelets, ondulations),
- Présence d'eau.

De nombreuses conditions peuvent être à l'origine de glissements de terrain, notamment la nature argileuse du terrain, donc la faible perméabilité.

Le facteur déclenchant peut être :

- D'origine naturelle comme de fortes pluies qui entraînent une augmentation des pressions interstitielles insupportables pour le terrain ou un séisme ou l'affouillement des berges par un ruisseau.
- D'origine anthropique suite à des travaux, par exemple surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable ou décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice.

La classification est la suivante :

Aléa	Indice	Exemples de critères
Fort	G3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communications</li> <li>- Auréole de sécurité autour de ces glissements</li> <li>- Zone d'épandage des coulées boueuses</li> <li>- Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain</li> <li>- Berges de torrents encaissés pouvant être le lieu d'instabilités lors de crues</li> </ul>
Moyen	G2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes (35° à 15° environ) avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés)</li> <li>- Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage)</li> <li>- Solifluxion</li> </ul>
Faible	G1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site</li> </ul>

### 5.8.2 - Localisation

Phénomène peu répandu sur la commune, la topographie et la géologie n'étant pas favorable à ce type de phénomène. Les pentes fortes incitent plus au déclenchement d'éboulements dans lesquels la couverture superficielle de matériaux d'altération est intégrée sans pour autant constituer un véritable glissement de terrain.

On distingue des glissements de terrain actifs affectant les terrasses alluviales du VENEON, entre les OUGIERS (commune de VENOSC) et PONT ESCOFFIER, notamment en rive droite, où le talus est classé en aléa fort (**G3**) ou moyen (**G2**), en fonction de la densité des indices de glissements de terrains rencontrés.

Au Raffour, en dehors des talwegs torrentiels et avalancheux, les versants peuvent être le siège de glissements superficiels à forte cinétique, donc avec coulées boueuses. Une bande de 25m est comptée à partir du pied de versant pour l'étalement des coulées (aléa moyen **G2**).

## 5-9 - L'aléa chutes de pierres et de blocs

### 5.9.1 - Caractérisation de l'aléa

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 cent prochaines années.

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). 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). Des scénarios de référence sont définis par zone de départ selon les 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 m<sup>3</sup>) et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation ;
- Possibilité d'éboulement (volume supérieur à 100 m<sup>3</sup>) d'occurrence centennale et, si oui, ordre de grandeur du volume.

La définition des scénarios de référence 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.

Les zones d'aléas correspondant au recul prévisible des parois au cours des cent prochaines années sont identifiées spécifiquement sur la carte des aléas. Elles sont qualifiées en aléa fort (**P3**).

Les zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, sont identifiées de même et qualifiées P0, une qualification de niveau d'aléa y est sans objet. Ce cas de figure n'a pas été rencontré sur Bourg d'Oisans.

L'extension des phénomènes en aval des zones de départ est basée sur la méthode dite des « cônes », ou des méthodes équivalentes. Cette méthode permet de cartographier l'extension prévisible de l'aléa rocheux en aval des zones de départ par le choix de valeurs d'angle variables en fonction de singularités locales de la topographie. L'observation et la mesure d'angles sur plusieurs phénomènes permettent par ailleurs de présenter des plages statistiques de valeurs permettant une quantification de la **probabilité d'atteinte**. Les plages de valeurs d'angle correspondant aux niveaux de probabilité d'atteinte sont estimées à partir des morphologies types de versant définies par la méthode MEZAP, et précisées par le chargé d'étude en fonction de sa connaissance du site, de son expérience sur des sites équivalents et éventuellement de modélisations trajectographiques permettant une comparaison avec une situation ou un site servant de référence.

Pour aboutir à la qualification du niveau d'aléa, il est nécessaire de déterminer, en complément de la probabilité d'atteinte, d'abord l'indice d'activité, dont on déduit la probabilité d'occurrence, puis l'intensité du ou des scénarios de référence pris en considération.

L'**indice d'activité** traduit pour un scénario la probabilité de départ des blocs pris en compte estimée à partir des traces de départ visibles et du nombre des blocs observés dans la pente, elle peut aussi être appréciée par les observations faites dans des contextes similaires (géologie, topographie...). L'indice d'activité résulte de l'application du tableau suivant :

Indice d'activité par zone homogène	Description
<b>Faible</b>	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans
<b>Moyen</b>	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
<b>Fort</b>	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les ans

La **probabilité d'occurrence** est obtenue en croisant probabilité d'atteinte et indice d'activité tel que précisé par le tableau ci-après :

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Moyen	Modéré	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Fort	Modéré	Élevée	Élevée	Très Élevée

L'**indice d'intensité** est défini par le volume du bloc du scénario de référence :

Indice d'intensité	Description	Potentiels de dommages
<b>Faible</b>	Le volume unitaire pouvant se propager est inférieur à 0,25 m <sup>3</sup> .	Pas de dommage au gros œuvre. Peu ou pas de dommages aux éléments de façade.
<b>Modéré</b>	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 0,25 m <sup>3</sup> mais inférieur à 1 m <sup>3</sup> .	Dommages au gros-œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
<b>Élevée</b>	Le volume unitaire pouvant se propager est supérieur ou égal à 1 m <sup>3</sup> mais inférieur à 10 m <sup>3</sup> .	Dommage important au gros-œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
<b>Très Élevée</b>	Le volume unitaire pouvant se propager dépasse 10 m <sup>3</sup> .	Destruction du gros-œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle.

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

Aléa		Intensité				Phénomène de grande ampleur
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	
		Bloc < 0.25m <sup>3</sup>	0.25m <sup>3</sup> < Bloc < 1m <sup>3</sup>	1m <sup>3</sup> < Bloc < 10m <sup>3</sup>	Bloc > 10m <sup>3</sup>	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Fort aggravé (P4)
	Modérée	Faible (P1)	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	
	Élevée	Moyen (P2)	Fort (P3)	Fort (P3)	Fort (P3)	
	Très élevée	Fort (P3)	Fort (P3)	Fort (P3)	Fort (P3)	

### 5.9.2 - Prise en compte des ouvrages de protection pare-blocs

**Les seuls ouvrages de protection pris en compte sont les merlons avec face raidie côté amont.**

Un merlon est considéré comme un moyen efficace de suppression de l'aléa en aval (par rapport au sens de propagation des blocs), **sous réserve qu'il soit correctement dimensionné et géré par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne.**

**En cas de doute sur l'efficacité d'un merlon, il n'est pas pris en compte au titre de l'aléa.** C'est notamment le cas en l'absence d'étude spécifique de dimensionnement permettant de juger de sa performance **ou en l'absence de gestion par un maître d'ouvrage public pérenne.**

La connaissance des ouvrages de protection recensés sur le territoire étudié est précisée par divers renseignements, notamment : type de dispositif, principales caractéristiques géométriques et de performance, maître d'ouvrage, gestionnaire, enjeux présents dans la zone d'effet (se reporter au chapitre 6).

### 5.9.3 - Note générale sur l'utilisation de la ligne d'énergie

La configuration particulière de certaines corniches et versants de la commune ne permet pas d'appliquer des angles de lignes d'énergies usuels (fourchette 30-35°). La présence de parois rocheuses verticales ou quasi verticales, de hauteur variant entre 200m (Rochetaillée), 300m (Lac bleu, la Paute, ZA du Puy), 1000m (Vernis, Bassey), 1700m sur la rive gauche de la Romanche (Cornillon), dominant une plaine à 710m, horizontale et constituée de terrains meubles sans transition morphologique progressive avec les versants, amène à utiliser le profil D de l'annexe 2, pour des valeurs d'angles comprises entre 40° et 35°.

### 5.9.3 - Localisation :

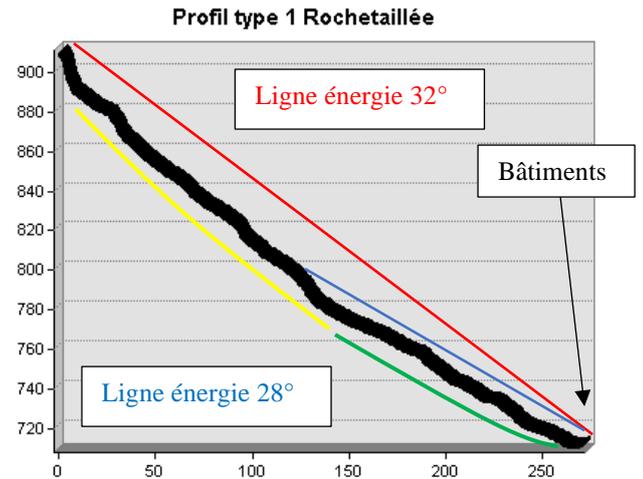
A l'échelle de la commune : Quelques secteurs ont conservé un classement en aléa moyen (P2). Il s'agit de versants pentus, boisés ou végétalisés, dont l'expertise menée dans le cadre de la carte des aléas du PPRN n'a pas permis de définir ni les volumes mobilisables ni les zones de départ, celles-ci étant diffuses sur tout le versant. Cependant une intervention humaine (tracé de piste par exemple...) initiera une forte probabilité de déclenchement de chutes d'éléments rocheux.

Les aléas sont décrits par secteurs, du nord au sud de la commune.

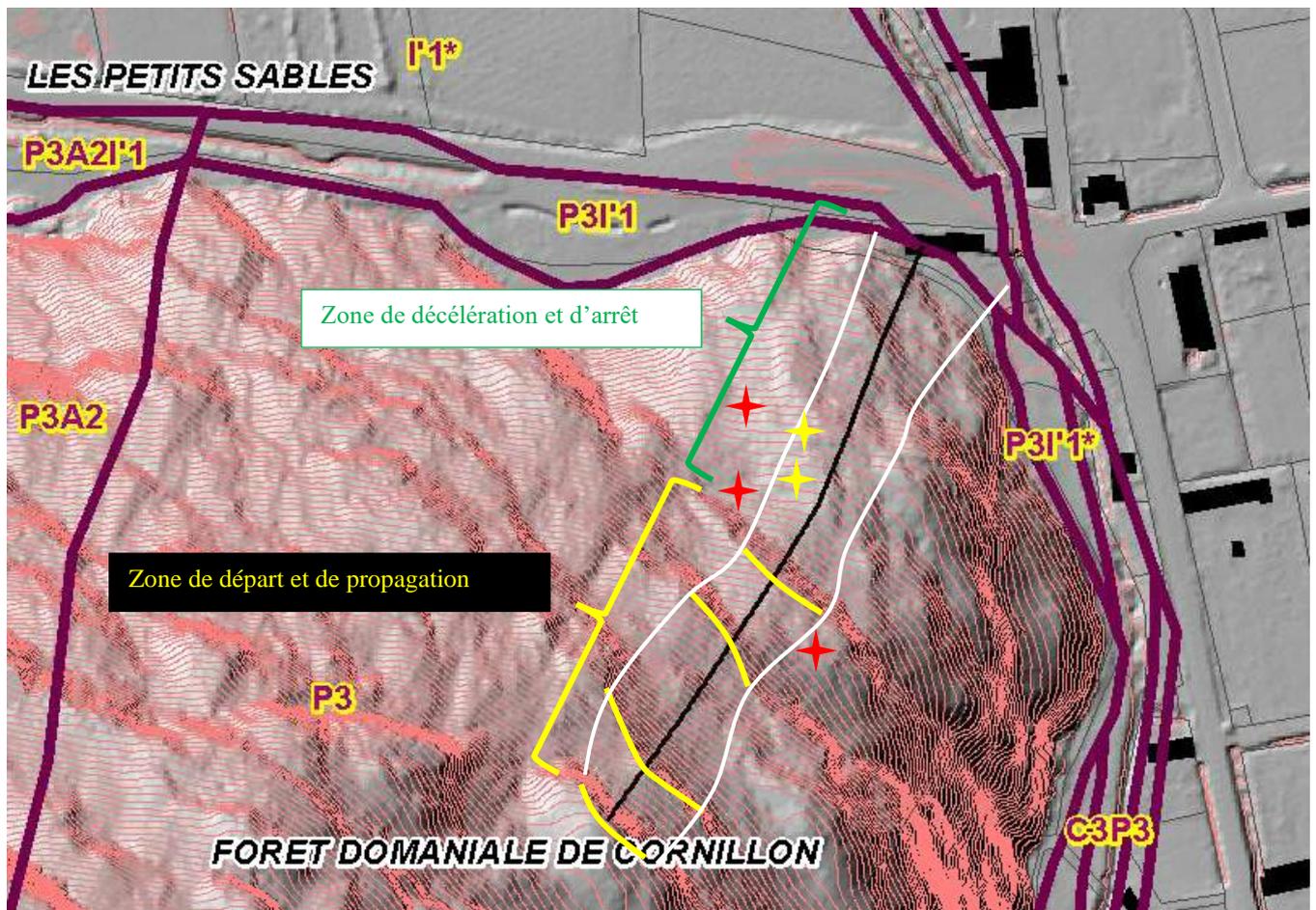
#### ROCHETAILLÉE

##### **Secteur nord**

Les enjeux pour la cartographie des aléas concernent l'ancien hotel-restaurant et le parking bordant la RD 1091. A partir de nos observations de terrain, et avec l'aide du MNT Lidar (DREAL, 2012), nous avons réalisé une analyse 2D a dire d'expert des scénarios le plus probables sur ce versant, en amont du projet. Nous avons aussi reporté un profil 1D le plus défavorable en termes de trajectographie (appelé plus loin « profil type 1 Rochetaillée), ce qui signifie que c'est la trajectoire la moins probable d'atteinte du bâtiment mais la plus impactante.



Localisation du profil-type et report des principales données de terrain. En jaune zone de propagation des blocs, en vert zone de décélération et d'arrêt des blocs.



Profil-type en noir, avec versants rocheux en jaune et zone de propagation homogène en blanc. Les blocs de 0,5 à 1m<sup>3</sup> repérés sont localisés (en rouge : hors de la zone de trajectoire, en jaune : inclus dans la zone).  
Echelle de la carte 1/2000e

On constate que les versants rocheux pouvant affecter le projet ont un linéaire très réduit.

**Les données à retenir pour l'analyse de l'aléa sont les suivantes :**

- Ligne d'énergie moyenne : 30°
- Maximum : 32-33°
  - Minimum : 28°

Probabilité d'atteinte : faible.

Bloc unitaire : 0,25 à 1m<sup>3</sup>

Fréquence de chute : 1/100 ans

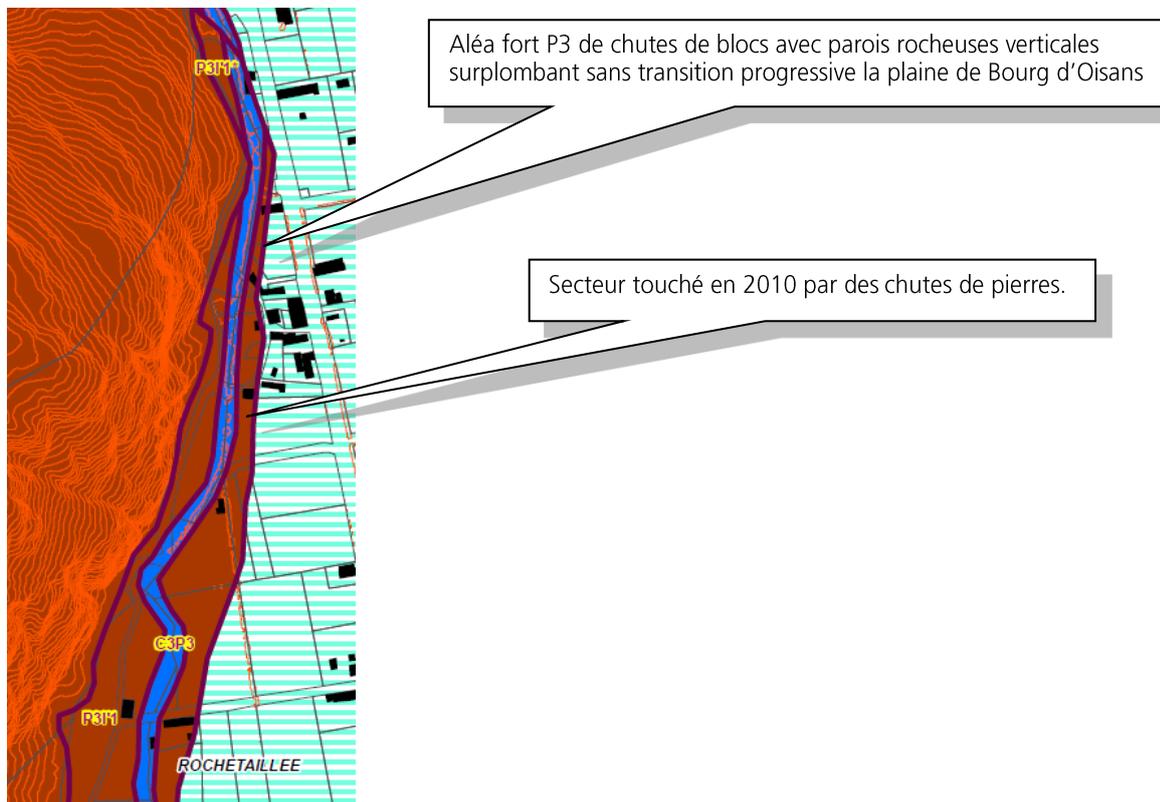
Dispersion latérale depuis les zones de départ : très forte.

Couvert forestier : houppiers >70%. Surface terrière tout juste suffisante. Toutefois le versant est totalement boisé et les zones de départs les plus favorables aux propagations des blocs sont éloignées de 100 à 200m, ce qui permet d'avoir une forte interception.

### Aléa résultant selon la méthode MEZAP : moyen P2

Les paramètres précis ne peuvent être fournis qu'avec une étude trajectographique, qui n'est pas l'objet de ce PPRN. On note cependant que les 80 derniers mètres du profil type (le plus défavorable) ont des pentes favorables à la décélération et l'arrêt des blocs.

#### Secteur Sud



Les amphibolites fracturées du massif de Cornillon forment une corniche rocheuse de hauteur croissante du Nord vers le Sud. Elle surplombe le hameau historique de Rochetaillée, et quelques habitations plus récentes. Il n'y a pas ou quasiment pas de transition morphologique entre le pied de versant et la plaine, héritage du comblement alluvial de l'ancien lac de l'Oisans. Les chutes de blocs sont peu fréquentes et les trajectoires s'arrêtent rapidement dans la plaine avant la béalière.

Cependant, pour des blocs massifs (entre 2 et 10m<sup>3</sup>) chutant de la partie supérieure de la corniche, les énergies et les vitesses développées peuvent amener à une translation rapide dans la plaine, l'arrêt se faisant alors au-delà de la béalière.

Compte tenu de la hauteur croissante de la corniche en allant vers le sud, la limite d'arrêt est également proportionnelle.

Un aléa fort (**P3**) est donc matérialisé, pour une ligne d'énergie moyenne de 40°. Au moins 6 bâtiments, dont des habitations, sont concernés.

### LE VERSANT ORIENTAL DU CORNILLON

L'éboulement de 1979 s'était étalé dans la plaine, au droit du BUIS, sur une distance de 70 m du pied du versant. Cette distance a donc été choisie pour déterminer la limite d'atteinte **probable** de l'aléa fort (**P3**) pour tout le pied du versant oriental du CORNILLON. Les terrains plats en bordure ou en aval des 70m peuvent également être atteints par des chutes de blocs plus rares et plus intenses. Ils ont été classés en aléa fort (**P3**) sur une bande d'une largeur supplémentaire de 20 m, soit 100m au total. Il n'y a pas d'enjeux humains sédentaires sur ce secteur.

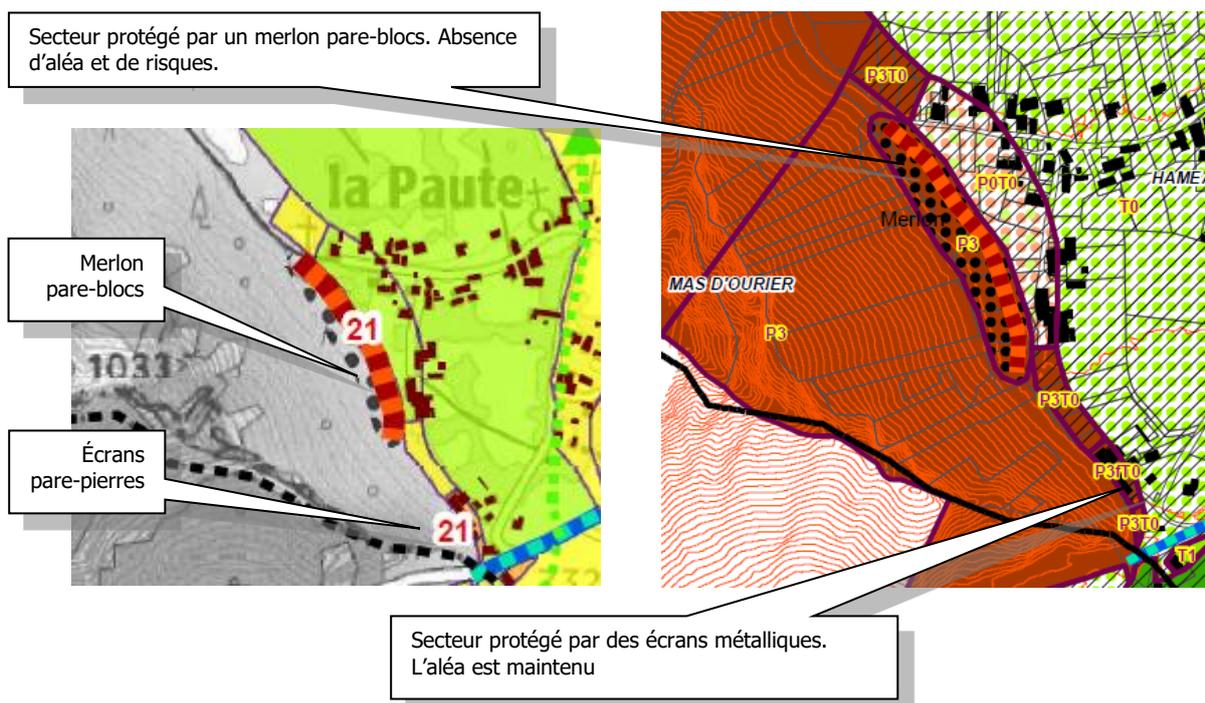
### LES VERSANTS DE LA CRETE DU PIRET (A L'AMONT DE LA PAUTE)

Les phénomènes connus (1999, 2006) et les phénomènes potentiels de chutes de blocs à partir de la falaise liasique ont été décrits précédemment (cf. § 4.3). Selon les compartiments, les volumes au départ peuvent atteindre plusieurs centaines de m<sup>3</sup> pour les événements les plus probables à court terme (le millier pour le plus long terme). Les calculs trajectographiques réalisés par l'ADRGT puis par le RTM ont, après calage des coefficients des modèles à partir de la cartographie des blocs relevés en pied de versant, permis de montrer que, si les blocs atteignant le pied de pente s'arrêtent, pour 80 % d'entre eux, dans une bande de 20 mètres de large à l'aval de celui-ci, certains ont des propagations plus importantes et peuvent atteindre les habitations situées les plus proches du pied du versant.

En absence de protections, l'aléa est qualifié de fort (**P3**) et concerne une dizaine d'habitations.

En tenant compte des protections réalisées en 2010, un reclassement de l'aléa peut être opéré sur certains secteurs :

- Sur le secteur noté (**P0**), la fosse du merlon pare-bloc est conséquente et permet d'arrêter tous les volumes rocheux de référence. Ceux-ci sont issus d'affleurements de calcaires marneux disposés en couches redressées et générant des volumes peu importants au départ et se fracturant facilement. Le risque y sera nul.
- La zone notée (**P3f**) est protégée par des écrans pare-pierres. Ces derniers n'offrent pas une protection pérenne en cas de chute. Aussi l'aléa y-est-t-il maintenu





Merlon de protection pare-blocs en 2011 et écrans pare-pierres en 2010

### ZONE D'ACTIVITE DU FOND DES ROCHES

Sur ce secteur, les limites de l'aléa fort P3 sont calées sur le pied de versant (rupture topographique brutale avec la plaine d'Oisans), avec une distance de 25m pour la propagation et l'arrêt des blocs de calcaires marneux (éléments unitaires de l'ordre d'1 m<sup>3</sup>). Les blocs proviennent de petites corniches aujourd'hui masquées par la forêt.

### LES FALAISES DU ST. ANTOINE

Compte-tenu des antécédents, la problématique liée à la caractérisation de l'aléa sur le cône torrentiel du ST. ANTOINE, au droit du BOURG, revêt deux aspects :

- l'un relatif à la quantification des aléas majeurs (c'est-à-dire ceux concernant des volumes susceptibles de dépasser la gorge du ST. ANTOINE et de surclasser, en un seul événement ou progressivement, les parades mises en œuvre),
- l'autre relatif à la détermination des distances de propagation en direction des zones habitées.

L'expertise réalisée en juillet 1998 par le bureau d'études SAGE a permis, sur la base de l'examen à la fois de la géologie du site et des mécanismes des éboulements de janvier et juin 1998, d'estimer les risques résiduels d'éboulement à court et moyen terme à des compartiments d'un volume unitaire vraisemblablement compris entre 15 000 et 100 000 m<sup>3</sup> (voire 50 000 à 200 000 m<sup>3</sup>) pour un volume total compris entre 600 000 et 800 000 m<sup>3</sup>, essentiellement dans le secteur déjà fragilisé de la "Demoiselle".

Compte tenu des nouveaux éboulements survenus en juin 1998, le ministère de l'Écologie (DGPR) et la Préfecture de l'Isère ont confié au CETE de LYON (CEREMA aujourd'hui) une mission de détermination des risques résiduels à long terme (c'est-à-dire à l'échelle du siècle). Cette étude, remise fin 2000, a d'une part confirmée l'analyse du bureau d'étude SAGE sur les mécanismes en cause :

- régression latérale des panneaux frontaux selon le découpage des accidents N50°,
- éboulements progressifs de ces panneaux avec une partie du compartiment arrière dès lors que les conditions d'équilibre ne sont plus remplies,
- poursuite de l'érosion régressive du compartiment arrière par glissements bancs sur bancs (cf. éboulements majeurs de 1998 et 1999, puis éboulements courants de 2004, 2013 et 2018).

Elle n'a pas d'autre part détecté d'écroulement en grande masse sur le secteur étudié et a conclu à la stabilité, à l'échelle du siècle, des promontoires du BOUT DU MONDE et du GRAND GENDARME qui, par leur pendage rentrant, calent toute une série de compartiments arrière. Par contre, elle a évalué à une valeur comprise entre 1,9 et 2 Mm<sup>3</sup> le volume cumulé à prendre en compte à l'échelle du siècle ; les éboulements en cause concernent des volumes unitaires inférieurs à 200 000 m<sup>3</sup> et sont susceptibles de se produire successivement de manière plus ou moins échelonnée dans le temps.

Les calculs trajectographiques réalisés par la SAGE en juillet 1998 à la demande du service RTM ont été effectués, en tenant compte du rehaussement du talweg de juin 1998, avec deux hypothèses sur la taille des blocs à l'arrivée (l'un correspondant à des blocs couramment observés - 10 à 30 m<sup>3</sup> -, l'autre aux blocs les plus gros observés en rive droite au sommet du front de l'éboulement du 22 janvier - 200 à 500 m<sup>3</sup>-). Ils ont permis de montrer que :

- sans aucune protection, la limite de la zone d'aléa fort se situait plus bas que le chemin communal du Belvédère, à une distance de l'ordre de 70 m de ce dernier et la limite de la zone d'aléa moyen à proximité du cimetière,

- la nouvelle digue torrentielle, si elle a un rôle efficace d'arrêt puisque les quelques blocs la franchissant ne dépassent pas le réservoir communal, peut, pour des énergies importantes, être partiellement détruite ; elle peut aussi être partiellement ou totalement comblée par des éboulements ultérieurs.

Le merlon de protection (tout au moins sa 2<sup>ème</sup> tranche réalisée en 1999-2000) a été conçu en tenant compte d'éboulements supplémentaires par rapport à la situation actuelle (pour environ 300 000 m<sup>3</sup>), éboulements qui auraient rehaussé d'environ 10 m le talweg et auraient comblé partiellement la digue torrentielle, avant que ne surviennent les éboulements à arrêter. Si du fait de sa largeur, le merlon paraît difficilement destructible, on ne peut totalement écarter le fait que des blocs le franchissent dans le cas où la fosse de réception amont serait partiellement comblée.

Il pourrait en être de même en cas d'un remblaiement du talweg plus important que celui précédemment envisagé. A noter également que le CETE signale qu'à partir d'un volume éboulé cumulé de l'ordre de 1,2 M m<sup>3</sup>, le verrou rocheux de la rive gauche (cote 1050) serait débordé, ce qui pourrait conduire les blocs à franchir alors latéralement côté nord le merlon pare-blocs, indépendamment d'un risque de modification du front à la sortie de la gorge aboutissant à une perte de contrôle des écoulements tel qu'assuré actuellement par la digue.

Toutefois, la volumineuse synthèse réalisée en 2014 dans l'étude de bassins de risques (RTM, Division Domaniale du St Antoine – voir bibliographie) montre que les événements historiques d'ampleur répertoriés depuis 4 siècles (1699-1700, 1965, 1988-1999), même s'ils s'en sont approché, n'ont jamais atteints l'urbanisation ancienne ou actuelle du Bourg d'Oisans, alors qu'aucun ouvrage de protection permettant de gérer ce risque n'existait alors. L'édification naturelle du cône de déjection du St Antoine résulte essentiellement, au cours des siècles, du remaniement des masses éboulées par les eaux météoriques, sous forme de laves et crues torrentielles.

Avec le recul, 20 ans, sur le fonctionnement des éboulements et du torrent, notamment l'absence de sollicitation des ouvrages par des blocs, éboulements ou coulées boueuses (tous les événements survenus depuis 1999 sont restés cantonnés dans la partie haute et médiane du bassin versant), il est proposé deux scénarios, tous deux à l'échelle du siècle :

- **Scénario courant, identique à celui proposé par la Sage : éboulements unitaires de 15 000 à 100 000 m<sup>3</sup> (voire 50 000 à 200 000 m<sup>3</sup>) pour un volume total compris entre 600 000 et 800 000 m<sup>3</sup>. Les ouvrages de protections réalisés, sous réserve de remise en état optimale après chaque événement, permettent de gérer ce scénario. La carte des aléas affiche donc un aléa nul (P0) en arrière des ouvrages.**
- **Scénario exceptionnel, comme proposé par le CETE (CEREMA), avec éboulements majeurs successifs ne permettant pas le curage et l'évacuation des matériaux derrière les merlons/digues. Dans ce cas les deux merlons pare-blocs pourraient être dépassés et un aléa fort couvrirait les deux tiers du cône de déjection. La limite forfaitaire a été fixée au niveau de l'ancienne route. Cet aléa n'est pas pris en compte dans le présent PPRN et devra l'être au travers de mesures d'urgences dans le PCS.**



### LES VERSANTS DE LA ROCHE DU PONTET

Les versants sont de formation sédimentaire (Lias surmontant le Trias) à schistosité et fracturations importantes.

Ainsi, les éboulements et les chutes de pierres et de blocs sont fréquents jusqu'à la RD 219 en direction de VILLARD NOTRE DAME. Jusqu'à la voie communale (au nord) et au terrain de cross (dans la partie centrale), compte tenu des propagations, l'aléa est fort (**P3**).

### CHARMONETIER

A partir de l'analyse du site, sur lequel de nombreux indices de mouvements actifs sont constatés, l'ADRGT estimait que les mécanismes de régression amont de l'arrachement sommital allaient affecter, à une échéance d'une trentaine d'années, essentiellement les affleurements de calcaires dolomitiques non en place (paquets glissés) et les amphibolites très disloquées dans ce secteur, pour un volume estimé entre 35 000 m<sup>3</sup> et 50 000 m<sup>3</sup>. Par ailleurs, compte tenu de la mise en évidence de mouvements latéraux lents (décollement en tête des terrains de couverture au droit du contact avec les calcaires dolomitiques en place), le bureau d'études n'excluait pas à une échéance lointaine (au-delà de 50 ans), des risques de départ de grande ampleur (environ 100 000 m<sup>3</sup>) dans la partie latérale ouest de l'éboulement de 1987 ; dans ce cas, la masse éboulée devrait se propager principalement dans la COMBE OUEST (celle qui domine le hameau de ST. CLAUDE).

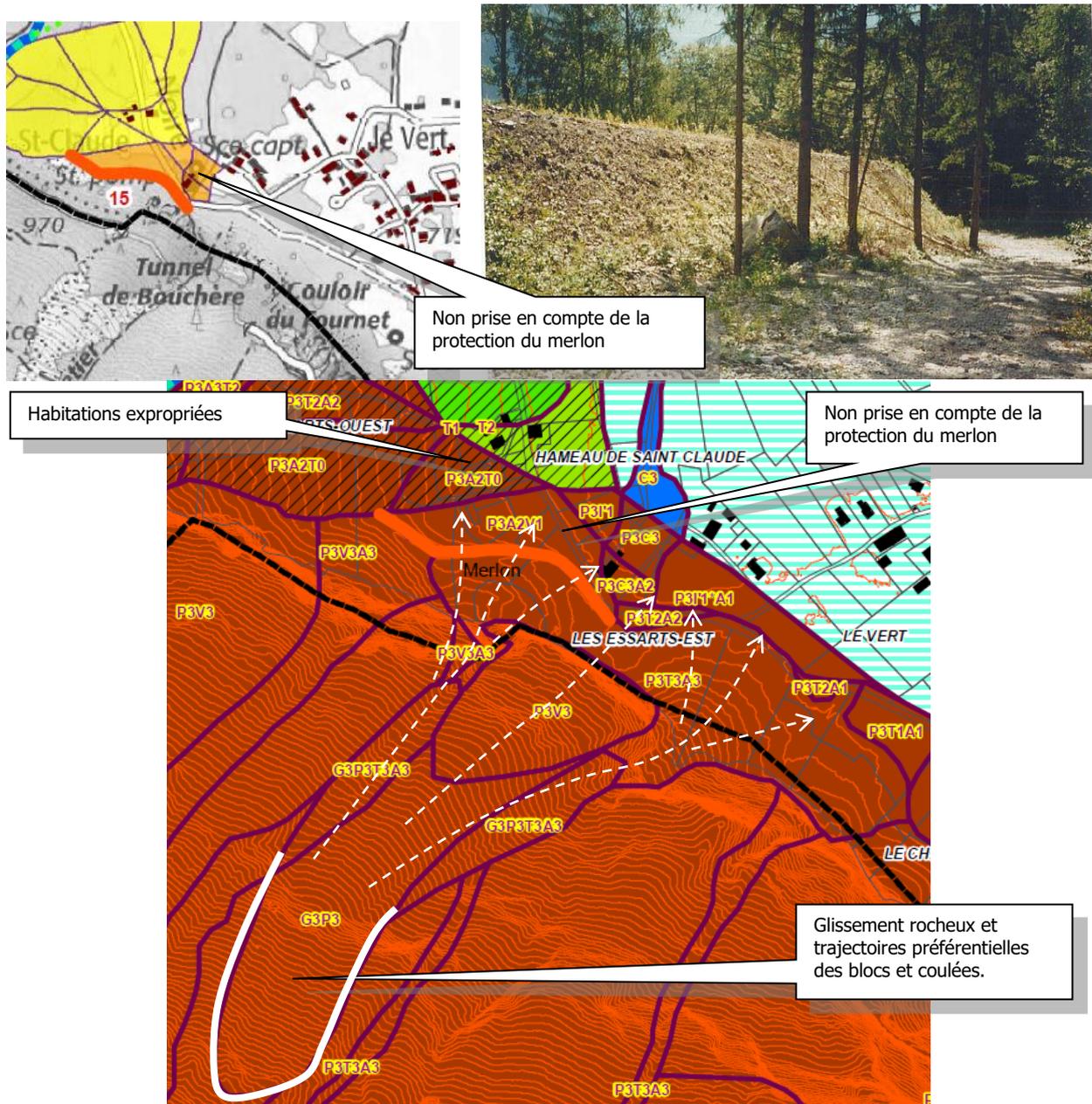
Les données relatives à l'éboulement de 1987 ont permis de caler les calculs trajectographiques effectués, en tenant compte par ailleurs de la géométrie du merlon pare-bloc réalisé à l'amont du hameau de ST. CLAUDE.

Ceux-ci ont été effectués :

- au droit du hameau LE VERT pour les blocs se propageant dans la combe de CHARMONETIER : en pied de versant, la zone soumise à un aléa fort (P3) dépasse légèrement la voie communale de VILLE NOIRE ;

- au droit du hameau ST. CLAUDE, pour les blocs se propageant dans la COMBE OUEST : il peut être d'abord rappelé que des blocs ont, en 1987, dépassé l'emprise actuelle aval du merlon ; celui-ci peut être lobé par des blocs ayant des trajectoires très aériennes (rôle en particulier d'un mole rocheux d'une hauteur d'environ 30 m à l'amont de l'ancienne RD 219) ou, comme l'avait montré l'étude CETE de 1988, franchi par certains blocs, compte tenu de sa faible hauteur et de son parement amont peu redressé (ouvrage en terre). Ceci explique que l'aléa fort (**P3**) concerne une partie de l'ancienne zone habitée du hameau (les habitations exposées ont été expropriées depuis).

Par ailleurs, il convient de rappeler que le massif granitique du soubassement peut être également le siège de départ d'écailles, comme cela l'a été en février 2000, à l'amont de la RD 219 ; quelques blocs (de 0,5 m<sup>3</sup> environ) ont franchi alors le merlon pour s'immobiliser une dizaine de mètres à l'aval, soit parce que la fosse amont s'est alors comblée, soit parce que sa hauteur ou/et sa pente amont sont insuffisantes (traces d'impacts repérés par le bureau d'études ISM, sous la crête de l'ouvrage).



### LES VERSANTS DE COTE ALAMELE (AU DROIT DU BASSEY)

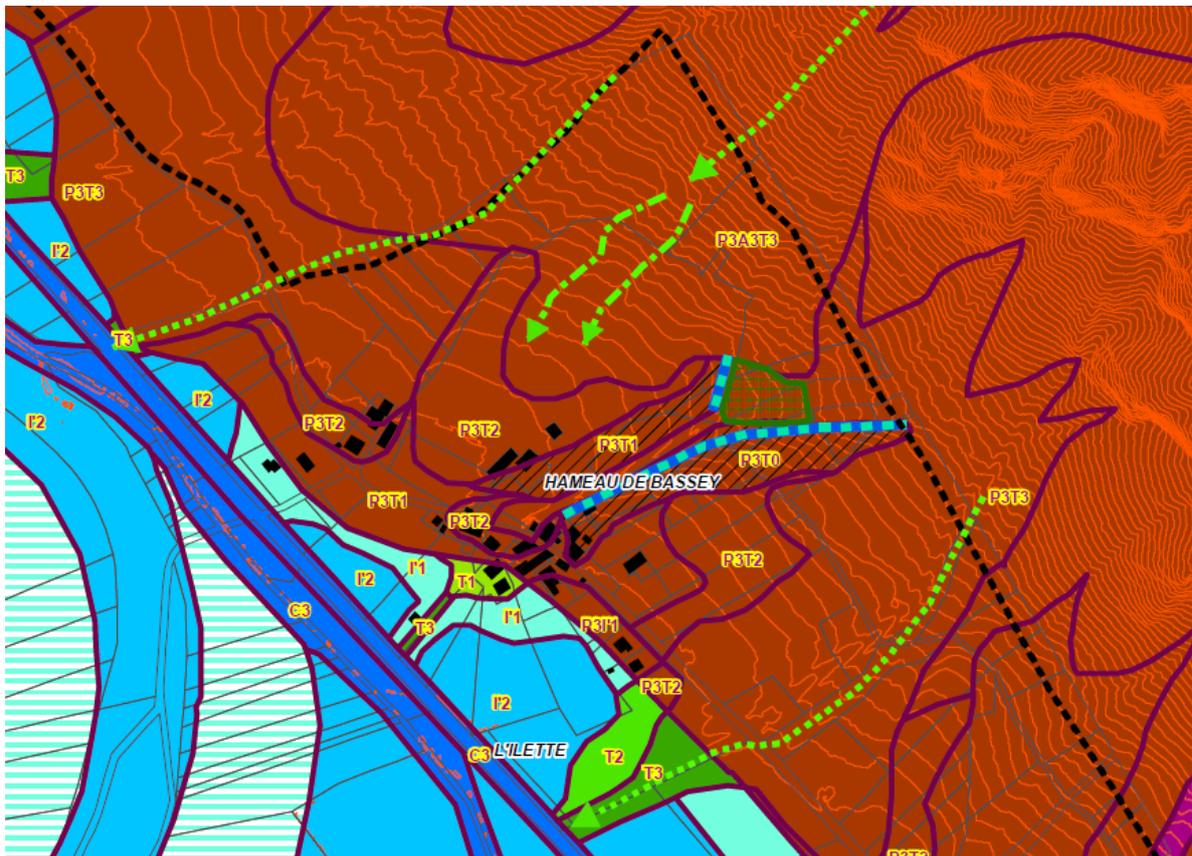
Le versant qui domine le hameau du BASSEY est formé par des cônes d'éboulis de plus de 200 m de dénivelé dont les matériaux sont activement repris par les trois torrents (COLOMBIER au nord, COUTARET au centre, CONFESSION au sud) issus des falaises liasiques le surmontant. L'étude réalisée, pour le compte du Conseil Général, par l'ADRGT au droit de ces dernières a montré un risque d'éboulement élevé, dans la logique des phénomènes passés, constatés par la présence notamment de masses rocheuses importantes à l'aval (par exemple, blocs de 120 m<sup>3</sup> à une cinquantaine de mètres des habitations).

La structure géologique du site est propice à des phénomènes de moyenne ampleur, essentiellement au niveau des falaises supérieures du FOULEY (de 1070 à 1442 m d'altitude), constituées par deux barres rocheuses, séparées par une grande vire de 10 à 90 m de largeur pentée à 48° vers le nord-ouest et parcourues par trois familles de discontinuités : les failles et fractures y délimitent des compartiments dièdres, dont la rupture est favorisée par la présence d'un plan de glissement (stratification) penté vers l'aval. Les reconnaissances de terrain ont permis de repérer,

outre une fissure récente observée sur près de 100 m de haut sur la falaise sommitale, des compartiments de 3 000 à 15 000 m<sup>3</sup> menaçant de s'ébouler.

Les simulations trajectographiques ont été effectuées pour des départs de type éboulement avec des masses unitaires pouvant atteindre, après une première série de fragmentations, 800 m<sup>3</sup> au droit des falaises du FOULEY, (correspondant, soit au départ d'un compartiment de 15 000 m<sup>3</sup> au droit de la barre rocheuse inférieure et se propageant vers le centre du hameau, soit au départ d'une colonne de 3000 m<sup>3</sup> au droit de la barre supérieure et se propageant d'abord sur la vire intermédiaire puis vers la partie nord du hameau, après un saut d'environ 100 m au droit de la falaise inférieure) ; par contre, elles concernent seulement des masses de 30 m<sup>3</sup> au droit des falaises basses de la RUINE du COLOMBIER (où, du fait de roches différentes, les instabilités sont du type colonnes ou écailles).

L'aléa identifié est donc **fort (P3)**. Il correspond aux limites produites dans l'étude ADRGT. L'application de l'angle de ligne d'énergie donne des résultats similaires, à savoir une atteinte probable, mais rare, des habitations du hameau par des éboulements et/ou des chutes de blocs isolées de 30 à 800m<sup>3</sup>. **Le hameau de Bassey représente la zone urbanisée la plus fortement impactée par l'aléa chute de blocs sur la commune et il paraît urgent que des protections adaptées soient mises en œuvre sur ce secteur.**



### LES ROCHERS D'ARMENTIER (LE VERNIS, LES ALBERGES)

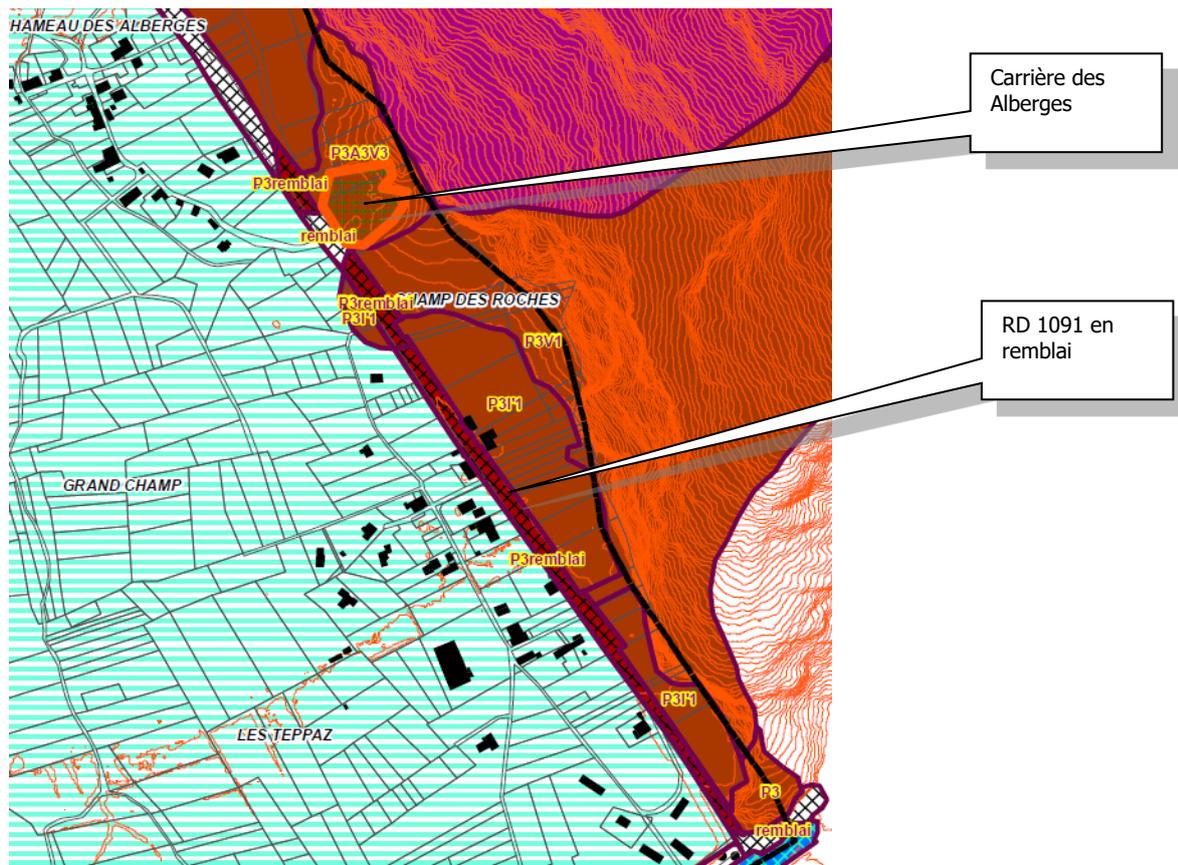
Le versant, d'une inclinaison moyenne de 55°, est constitué, sur un dénivelé de 500 m (soit jusqu'au niveau de la RD 211a), de roches métamorphiques compactes (amphibolites migmatitiques), superficiellement non friables et peu sensibles au gel, qui affleurent en barres rocheuses orientées NW/SE parallèlement à la vallée et inclinées à 60° SW. Les fractures principales sont en général dans les plans orthogonaux : elles peuvent donc débiter des blocs de forme parallélépipédique aux arêtes vives. Le pied du versant présente toujours une pente d'éboulis assez bien stabilisée.



## Les Alberges :

Les phénomènes sont identiques à ceux du VERNIS, la hauteur de falaise étant cependant plus importante. Toutefois, il existe un secteur au sud du village des ALBERGES où les chutes de pierres et de blocs sont relativement fréquentes avec une vaste zone naturelle d'étalement, au-delà de la RN 91. Une carrière a supprimé une grande partie du cône de déjection et offre aujourd'hui une protection efficace contre les chutes de blocs à trajectoires directes. Un aléa fort (**P3**) est toutefois conservé de part et d'autre de cette carrière, et peut toujours impacter la RD 1091.

La partie sud du hameau des Alberges est concernée par de l'aléa fort (**P3**) jusqu'à la limite aval de la RD 1091. Des habitations sises entre cette dernière et la falaise sont concernées, car des chutes de pierres se sont déjà propagées à leurs abords ainsi que la RD, comme en 2005.



## LE SECTEUR DE LA SARENNE ET DES ESSOULIEUX

Le contexte géologique est quelque peu différent de part et d'autre de la cascade de SARENNE par rapport à celui précédemment décrit : d'une part du fait de l'enfoncement du socle ancien, la falaise d'amphibolites migmatitiques a une hauteur plus faible (de l'ordre de 200 m) ; d'autre part, le pendage est contraire à la pente du versant (45°E), ce qui tend à favoriser la création de surplombs ; enfin dans la partie supérieure du versant (au-dessus des lacets 20 et 21 de la route de L'ALPE D'HUEZ) apparaît, en discordance, la série sédimentaire constituée de dolomies triasiques puis de schistes calcaires et de calcaires marneux du Lias.

Ce secteur a également fait l'objet d'expertises détaillées de la part de MECANROC il y a une vingtaine d'années.

L'existence d'aléa fort (**P3**) tient au fait que les volumes au départ sont de l'ordre du m<sup>3</sup> au minimum et sont constitués de roches massives et cohérentes peu sensibles à l'éclatement

En 1990, en rive gauche, au droit du terrain de camping "La Cascade" une quinzaine de blocs (de 0,1 à 2 m<sup>3</sup>), en provenance du tiers inférieur de la falaise, s'étaient arrêtés dans une bande

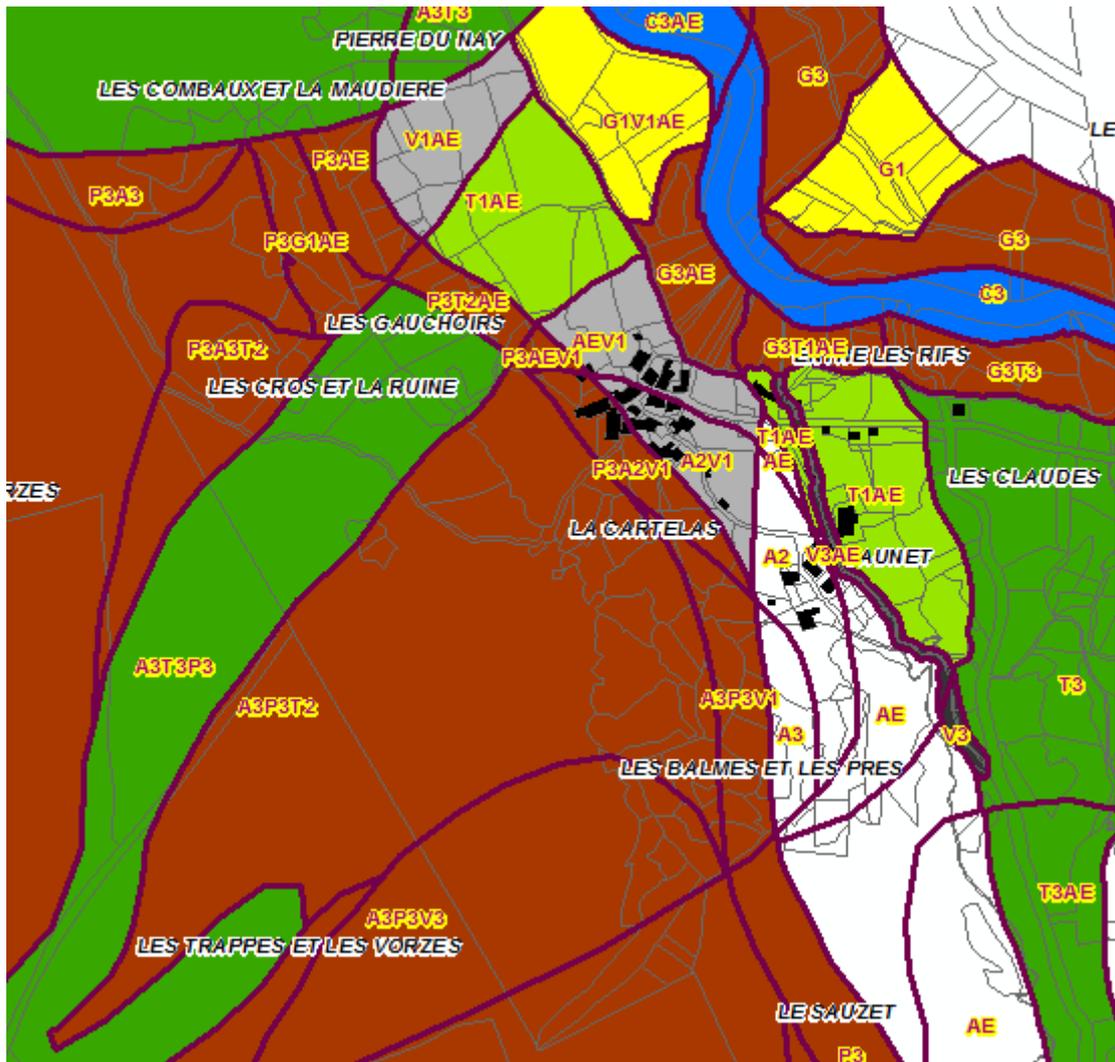
d'environ 15 m en pied de versant suite à un petit éboulement survenu en mars 1990. Le mécanisme d'éventuels départs de volumes rocheux est assimilable à un glissement plan sur plan ce qui exclut la possibilité de rebonds importants sur le versant, mais entraîne de fortes énergies dès l'arrivée dans la plaine. Un merlon a été réalisé en 1990 suite à cet évènement (maître d'ouvrage : propriétaire du camping ; étude SAGE), mais ne pouvait être pris en compte pour modifier l'aléa car il présentait une fosse de réception de faibles dimensions et un parement amont non raidi. En décembre 2021, une nouvelle chute de bloc impacte un bungalow du camping. La trajectoire est atypique : le bloc a parcouru en biais le versant, passant au nord du merlon (portail d'accès à la fosse). Cet évènement a démontré que la protection existante était également perfectible par rapport à son extension. S'en est suivi durant le printemps et l'été 2022 une nouvelle étude trajectographique (SAGE) et la reprise intégrale du merlon (agrandissement de la fosse, prolongation vers le nord, augmentation de la hauteur utile, raidissement du parement amont). Le niveau de l'aléa en arrière du nouvel ouvrage peut être considéré comme très faible aujourd'hui vu son niveau d'efficacité, ce qui assure une réelle protection des campeurs. Toutefois, la prise en compte du point de vue réglementaire de cet ouvrage n'est pas acquise car la gestion demeure à ce jour privée sans délégation à un maître d'ouvrage public.

En rive droite au droit du versant dominant le premier lacet de la montée à l'Alpe d'Huez et les lacets n° 21 et 20 de la RD 211, un éboulement survenu le 14 juillet 1991 a blessé une fillette logée dans une caravane du camping situé en contrebas. Des écrans de protection ont été implantés mais la protection qu'ils apportent n'est efficace que temporairement, c'est-à-dire efficace pour 1 chute, la conception de ces ouvrages obligeant à intervenir pour retendre et réparer les filets.



Ecrans de filets pare-blocs au-dessus de la centrale hydroélectrique et de la route d'Huez





## 5-10- L'aléa avalanches

### 5.10.1 - Qualification de l'aléa « avalanche »

L'aléa avalanche est qualifié sur la base du guide méthodologique PPRN avalanches d'août 2015. Le présent paragraphe en rappelle les principaux principes en les précisant sur quelques points.

La qualification porte sur un aléa de référence et sur un aléa exceptionnel.

L'aléa de référence centennal, notamment son extension, est basé sur la plus forte avalanche connue depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> 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 %.

La qualification des niveaux de l'aléa de référence prend en compte de la façon suivante la valeur de pression ponctuelle exercée par l'avalanche :

Pression	Niveau d'aléa
$P \geq 30$ kPa	<b>Fort A3</b>
$1$ kPa < $P$ < $30$ kPa	<b>Moyen A2</b>
Faible et non quantifiable, $0$ kPa < $P$ < $1$ kPa, purge de talus...	<b>Faible A1</b>

La fixation précise de la limite entre A2 et A3 sur la base de l'intensité nécessite souvent une modélisation fine. A défaut, la plage d'incertitude de qualification est affichée par une mention A2/A3.

Sur la commune de Bourg d'Oisans, la caractérisation de l'aléa avalancheux est assortie de critères complémentaires :

L'intensité est le critère principal. Elle est estimée qualitativement à dire d'expert. La CLPA sert de base à la cartographie mais ses indications peuvent être modifiées en fonction d'observations locales et d'appréciations d'experts. En particulier l'Enquête Permanente des Avalanches (EPA) et le recensement des couloirs sensibles (SSA) fournissent des précisions supplémentaires.

Dans le cas des avalanches de neige dense, l'emprise maximum connue ou estimée du phénomène est traitée dans le sens de la plus grande précaution, à savoir en aléa fort (A3).

Pour les avalanches de neige poudreuse (avec aérosols), une analyse particulière de l'effet de souffle est réalisée à dire d'expert pour tenter de caractériser au mieux les dégâts connus et/ou potentiels sur le bâti et de cartographier ainsi la limite de l'aléa fort (A3).

La carte des aléas du PPRN se base sur le plus fort évènement connu d'une part, sur une généralisation des trajectoires possibles d'autre part, à dire d'expert. Cette méthode entraîne systématiquement, pour le PPRN, une cartographie d'aléa « A100 » supérieure aux emprises de la CLPA

La grille suivante permet, à défaut de modélisations fines ou pour les avalanches sans enjeux majeurs, d'aider à la qualification à dire d'expert :

Aléa	Indice	Exemples de critères
Fort	<b>A3</b>	<p><u>Si cartographie CLPA</u> : avalanches <b>reconnues</b> par enquête sur le terrain (avalanches numérotées) et par photo-interprétation ; zones avalancheuses et dangers localisés</p> <p><u>En l'absence de cartographie CLPA</u> : zone d'extension maximale <b>connue</b> des avalanches (souvent par des archives) avec ou non destruction du bâti.</p> <p>Phénomène très localisé et de forte amplitude (purge de talus...)</p>
Moyen	<b>A2</b>	<p><u>Si cartographie CLPA</u> : zones <b>présumées</b> avalancheuses et dangers localisés présumés</p> <p><u>En l'absence de cartographie CLPA</u> : zones pour lesquelles des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou qui ont donné lieu à des renseignements non recoupés ou contradictoires</p> <p><u>Dans les deux cas</u> : zones de dégâts limités dus au souffle (bris d'arbres, de fenêtres)</p>
Faible	<b>A1</b>	<p>Zone terminale de souffle (bris de branches ; plâtrage de façade ; bris possible de vitrage ordinaire)</p> <p>Phénomène très localisé et de faible amplitude (purge de talus...)</p>

### 5.10.2 - Prise en compte de la forêt au-dessus de zones d'enjeux humains sédentaires importants

- En présence d'une forêt ayant toujours existé en zone de départ potentiel d'avalanche, si elle est efficace au vu du guide de sylviculture des forêts de Montagne (Alpes du Sud et Alpes du Nord) 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 (au lieu de V pour zone verte dans le guide PPRN Avalanche) dans un objectif de préservation, voire de gestion optimisée.

- Dans le cas d'une zone urbanisée concernée par un aléa A2 sur la base d'avalanches historiques, mais d'absence de départ d'avalanche depuis plusieurs décennies, absence attribuable à la création d'une forêt postérieure aux avalanches historiques, la zone considérée protégée est identifiée A2b et la zone de forêt dite forêt de protection ancienne ayant l'effet de protection correspondant est identifiée Ab.
  - Les deux cas de figure qui précèdent, pour les secteurs concernés, n'ont pas été rencontrés sur le territoire de Bourg d'Oisans.

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

Les seuls ouvrages de protection pris en compte sont les tournes et étraves paravalanches et les digues de limitation de l'extension de la partie terminale de l'avalanche, sous réserve qu'ils soient correctement dimensionnés et gérés par un maître d'ouvrage public administrativement et financièrement pérenne.

### 5.10.4 - Aléa exceptionnel AE

Il prend en compte les événements plus forts que l'aléa de référence centennal, soit antérieurs au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle (correspondant à la fin du Petit Âge Glaciaire), pouvant être très anciens, soit plus récents mais d'extension douteuse.

En cas de modélisation, les hypothèses doivent être au moins d'occurrence tri-centennale, c'est-à-dire avoir une probabilité annuelle de se produire égale à 1/300.

Compte tenu du grand nombre de sites avalancheux répertoriés sur la commune, une carte spécifique a été réalisée. La note explicative se trouve à la suite du paragraphe « localisation ». Sur le territoire de Bourg d'Oisans, il n'existe pas de modélisation spécifique de l'aléa tri-centennal.

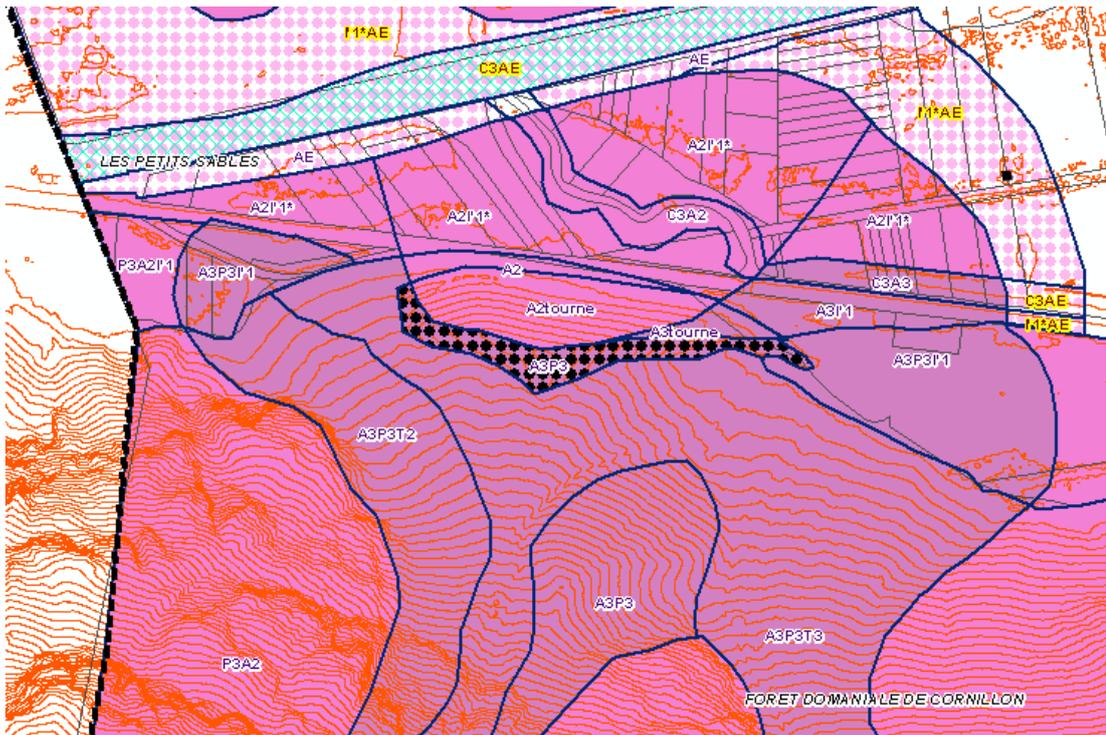
### 5.10.5 - Avalanches de référence centennale : Localisation des sites

*Nota : Pour une meilleure lisibilité, la cartographie de l'aléa avalanche « A100 » et « AE » est représentée sur une carte spécifique.*

#### MASSIF DU CORNILLON

Trois zones sont sensibles à des grosses avalanches : L'ESTILLERE, FARFAYET et le TREUIL.

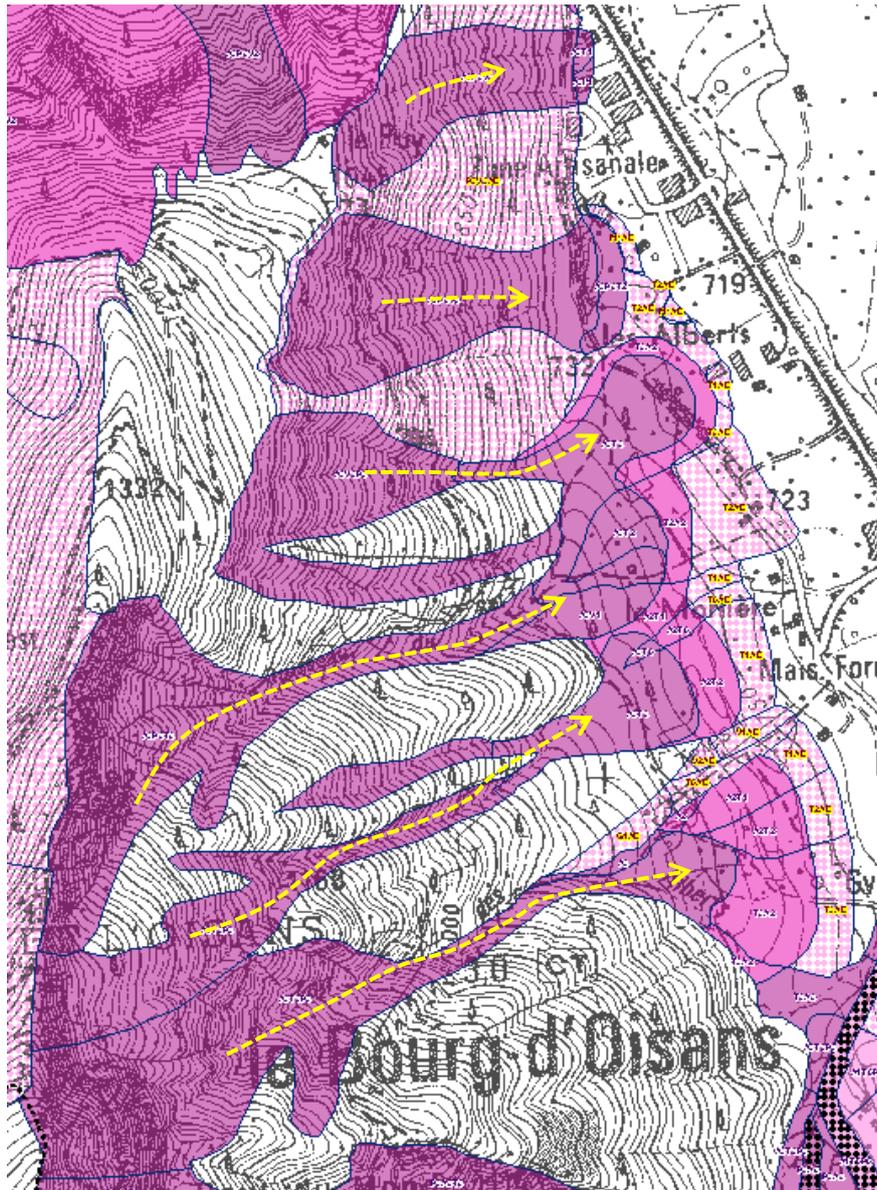
- L'avalanche de L'ESTILLERE descend sur le versant nord du CORNILLON. Son extension va au-delà de la RN 91. Son tracé a été classé en aléa fort (**A3**), au-delà de la RN 91. Son extension possible sur les côtés et son souffle ressenti jusque dans la plaine des PETITES SABLES ont été mises en aléa moyen (**A2**). Le gros ouvrage (digue/tourne) réalisé par l'ancienne DDE n'empêche pas l'effet de souffle d'atteindre la plaine mais elle repartie les coulées humides et/ou denses à l'ouest et à l'est, ce qui protège désormais la RD 1091 de tout blocage (à l'instar du phénomène survenu en 1923).



- L'avalanche de FARFAYET, outre son tracé classé en aléa fort (**A3**), présente une zone de souffle assez importante classée en aléa moyen (**A2**).





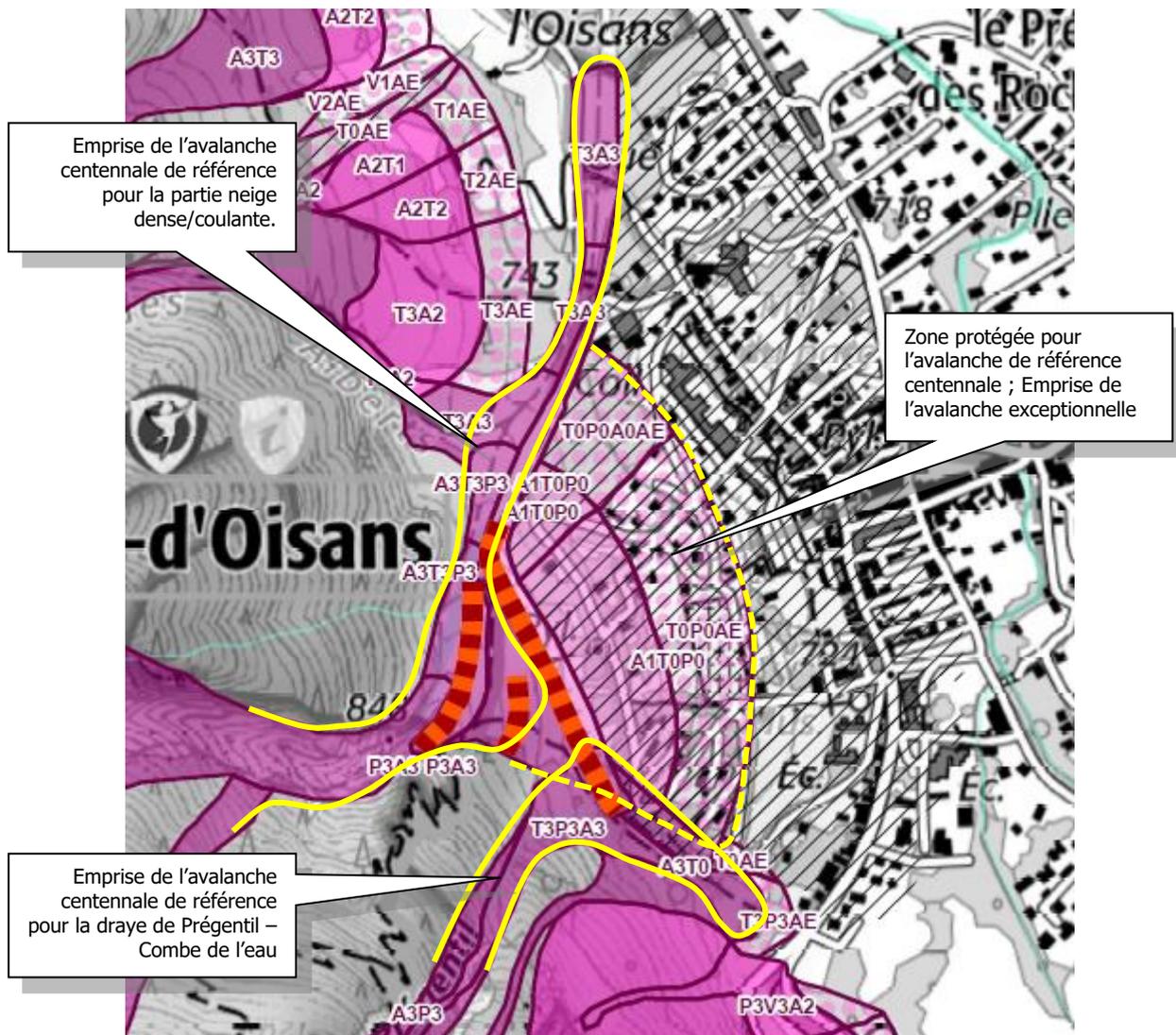


Suite à l'éboulement du ST. ANTOINE, les risques liés à l'avalanche de PREGENTIL ont été modifiés du fait du rehaussement du talweg d'une part, de la construction d'ouvrages de protection à l'aval d'autre part. En particulier, le rehaussement du talweg au droit de la gorge est de nature à favoriser un débordement en rive droite, le petit promontoire existant à la sortie à ce niveau ne pouvant plus jouer son rôle de renvoi de l'écoulement vers le chenal du ST. ANTOINE. Le service RTM a tenté de simuler ces nouvelles conditions de transit à partir de l'avalanche de 1981 qui, étroitement canalisée entre les digues du torrent, avait alors atteint l'ancienne RN : celle-ci se serait déclenchée à l'altitude 1400 à la base du cirque de falaises sous forme de coulées humides ; les avalanches de PREGENTIL et des autres couloirs au nord du BOUT DU MONDE plus tardivement sous forme d'avalanches mixtes. Il ressort de cette étude que :

- **Scenario courant, retenu pour le zonage des aléas** : dans les conditions actuelles, la digue torrentielle permet de maîtriser les avalanches majeures avec des débordements résiduels qui seraient arrêtés par le merlon pare-blocs. Un effet de souffle, passant au-dessus de la crête du merlon pare-bloc, ne peut être exclu en cas d'avalanche aérosol. Pour ces raisons, un aléa fort (**A3**) a été inscrit depuis le cours du ST. ANTOINE jusqu'au niveau du merlon pare-blocs et un aléa faible lié au souffle d'un aérosol (**A1**) à l'aval jusqu'en amont du cimetière. Au-delà, l'emprise des avalanches historiques a été cartographiée en avalanche exceptionnelle (**AE**).

- **Scenario retenu pour l'avalanche exceptionnelle (voir aussi le § 5.10.6)** : en cas d'une modification du site, tel un éboulement supplémentaire de 300 000 m<sup>3</sup> (cf. aléa chutes de blocs, hypothèse qui a été retenue pour dimensionner le merlon), on ne peut exclure un franchissement de ce dernier, qui serait alors de hauteur insuffisante pour certaines avalanches exceptionnelles ou pour une succession de celles-ci (par exemple déclenchement a posteriori de certains couloirs comme en 1981) ; la distance de propagation au-delà du merlon pourrait atteindre 150 m pour une avalanche mixte (emprise de la zone **AE**).

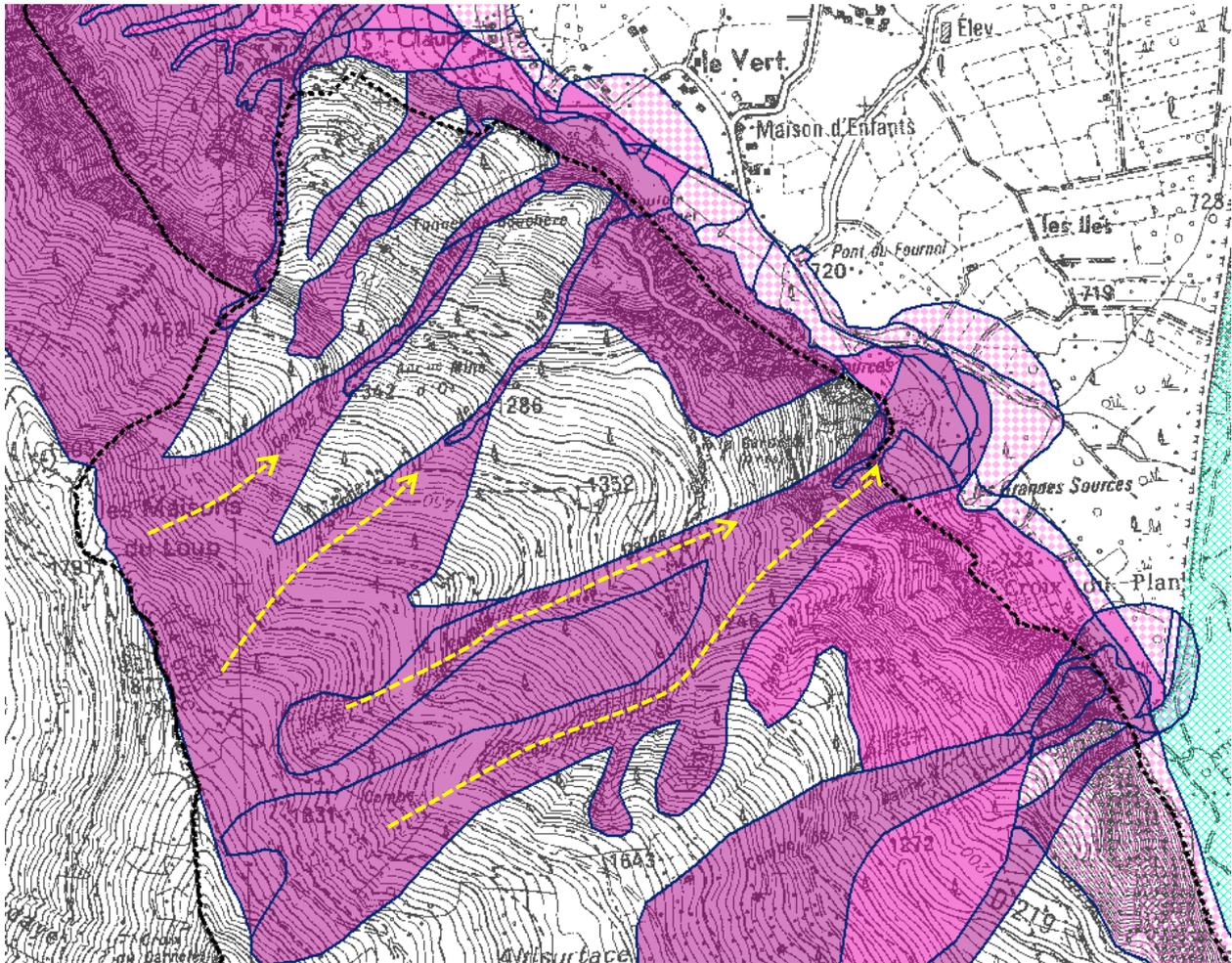
L'emprise A100 de la Draye de Prégentil – Combe de L'Eau qui correspond aux dépôts denses et épais assortis d'une bande de sécurité, peut être considérée comme de l'aléa fort (**A3**). Cette emprise ne concerne aucun bâtiment. Elle s'étend une quinzaine de mètres au-delà du pied du parement aval du merlon, en cas de surverse localisée de l'ouvrage, ainsi que dans les boisements et près de la bordure sud des Condamines, de part et d'autre de l'ouvrage (extrait de l'étude RTM de juillet 2022).



#### MASSIF DES ROCHES DU PONTET JUSQU'A VILLARD NOTRE DAME

Il s'agit de « petites » avalanches circonscrites au sommet du massif qui peuvent atteindre la RD 219 en direction de VILLARD NOTRE DAME. Sur la CLPA, existent des extensions possibles de ces avalanches jusque dans la plaine ; elles ont été reprises en aléa fort (**A3**) jusqu'en pied de versant (Combe de CHARMONETIER, Combe de LEYRE) et la zone de souffle possible (**A2**) encadre leur zone d'étalement.

Deux avalanches (Combe de la GARDE et Combe du LAUZAT) ont atteint la plaine aux grandes SOURCES. Elles sont classées en aléa fort (**A3**).



### MASSIF DU ROCHAIL

Quatre grosses avalanches peuvent descendre du versant oriental du massif du ROCHAIL (dans la limite du périmètre PPR) : avalanches de COMBE DU FRENE, de COMBE NOIRE, de COMBE BLANCHE, des GAUCHOIRS ainsi que de la DANCHERE (ou de RUISSELA).

- Avalanches de Combe du FRENE et Combe NOIRE

Elles descendent jusqu'au VENEON en aléa fort (**A3**). Leur souffle a atteint les habitations du SARRET et l'usine de PONT ESCOFFIER classées en aléa moyen (**A3**).

- Avalanche de COMBE BLANCHE

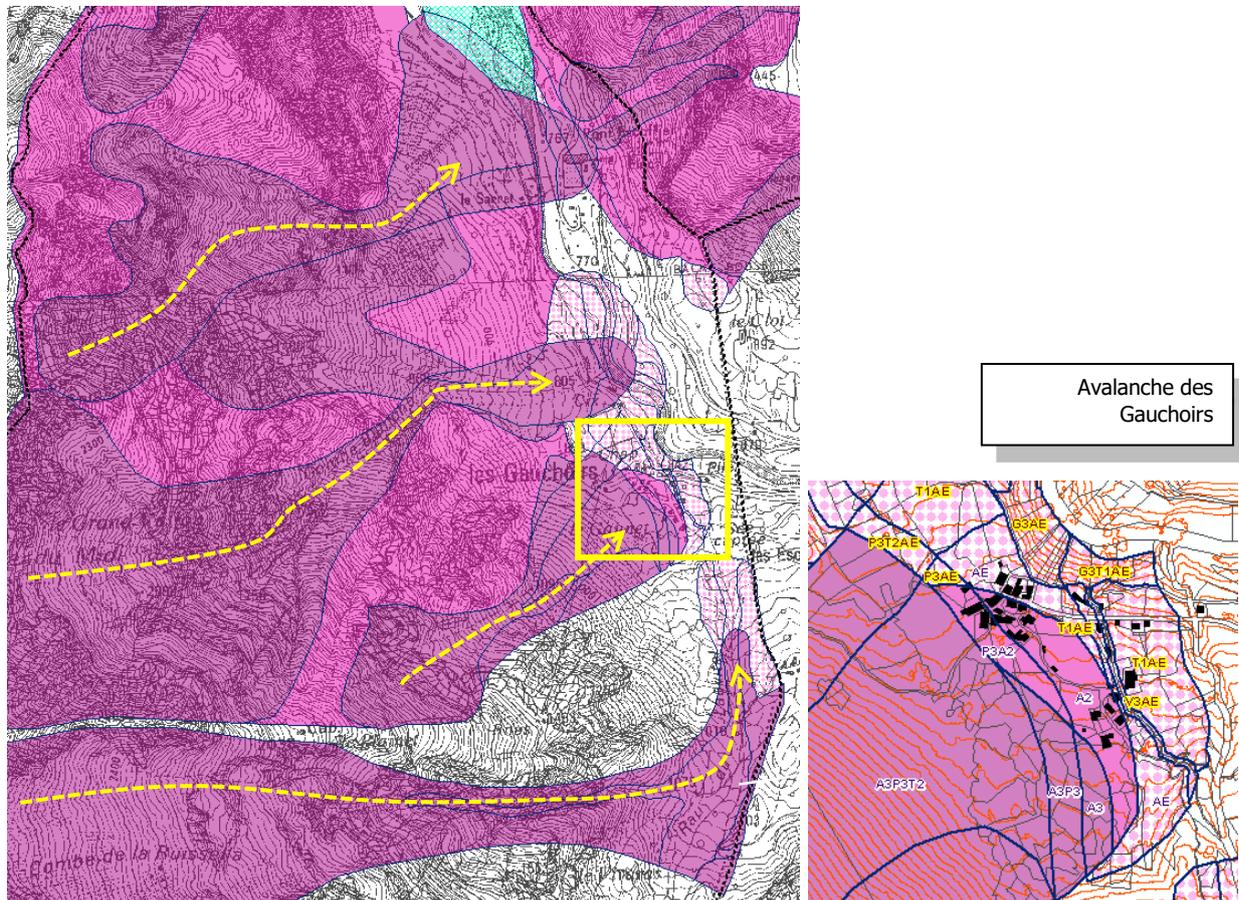
Cette avalanche est la somme de plusieurs qui se rejoignent dans la COMBE BLANCHE. Elle atteint aussi le VENEON (**A3**) et pourraient présenter aussi une zone de souffle (**A3**), pour l'instant, potentielle car cela n'a jamais été observé.

- Avalanche des GAUCHOIRS

C'est une avalanche de taille moyenne (comparée à celle du FRENE ou de la DANCHERE). Elle atteint un petit talweg au pied des falaises classée en (**A3**). Mais son souffle (classé en **A1**) peut toucher les habitations les plus proches du versant.

- Avalanche de la DANCHERE (ou de RUISSELLA).

Elle descend dans la combe de RUISSELLA. C'est une grosse avalanche qui traverse le torrent du LAUVITEL pour s'étaler sur le versant opposé (aléa fort **A3**). Son souffle a déjà atteint le hameau de la DANCHERE, sur la commune des DEUX ALPES (ex-VENOSC).



Avalanche des  
Gauchoirs

### MASSIF DE COTE ALAMELLE

Trois petites avalanches descendent de COTE ALAMELE pouvant toucher le territoire communal à l'amont du village du BASSEY. Elles ont été classées en (**A3**).

### MASSIF DES ROCHERS D'ARMENTIER

Trois petites avalanches descendent des rochers d'ARMENTIER et atteignent la plaine de BOURG D'OISANS.

Elles ont été classées en aléa fort (**A3**) ainsi que l'ensemble du versant, entre le VERNIS et les ALBERGES. Les zones éventuelles d'étalement en plaine sont en aléa fort (**A3**).

Au hameau du Vernis, il a été tenu compte du merlon pare-bloc qui permet le stockage de la petite avalanche de la combe du Cognet. Un aléa exceptionnel (**AE**) est affiché en arrière de l'ouvrage.



## 5.10.6 - Avalanches Exceptionnelles (AE) : Localisation des sites

### CARACTERISATION ; METHODOLOGIE :

1. (Rappel § 5.10.1) - L'avalanche centennale de référence (« A100 ») est calée sur les données de la CLPA (cartographie, notices), de l'EPA, de la BDRTM et des témoignages recueillis lors de l'enquête PPRN. Dans la majorité des cas, les zones de dépôts avalanchueux et les zones de souffles atteignent des secteurs sans enjeux humains sédentaires. Il n'a alors pas été distingué d'avalanches exceptionnelles « AE » : la carte des aléas du PPRN se base sur le plus fort évènement connu d'une part, sur une généralisation des trajectoires possibles d'autre part, à dire d'expert. Cette méthode entraîne systématiquement, pour le PPRN, une cartographie d'aléa « A100 » supérieure aux emprises de la CLPA.
2. Pour les sites avalanchueux référencés et retenus dans l'analyse des Sites Sensibles d'Avalanches (SSA) de 2010, les limites théoriques d'atteintes ont été reprises pour affiner le zonage des avalanches centennales « A100 » sur Bourg d'Oisans, dans les secteurs sans enjeux humains sédentaires.
3. Pour les sites avalanchueux recensés dans la CLPA avec enjeux humains sédentaires :
  - a. Si le site avalanchueux est historique (emprise magenta de la CLPA) : cartographie de l'aléa « A100 » selon la méthodologie 1 et 2. Sur Bourg d'Oisans, la majorité des zones de départ se trouvent en terrain nus ou herbacés. L'accru forestier n'a pas du tout ou très peu modifié la possibilité de survenue d'une avalanche historique. L'évolution climatique actuelle, pour les tranches d'altitudes inférieures à 2000m, entraîne par contre une raréfaction des avalanches de neiges sèches et poudreuses (aérosols), qui dans la configuration topographique de la commune (versants abrupts avec transition topographique brutale du pied de versant dans la plaine lacustre), ne semble plus pouvoir occasionner aujourd'hui et dans les décennies qui viennent un évènement d'ampleur supérieur aux évènements historiques connus et documentés. Si le site avalanchueux présente une configuration topographique avec cône de déjection, la zone d'arrêt des avalanches est plus incertaine. La cartographie de l'aléa « A100 » suit la méthodologie 1, mais une zone « AE », en extension de la limite « A100 » est ajoutée si la limite d'atteinte théorique maximale SSA dépasse l'emprise magenta CLPA et/ou si l'emprise orange de la CLPA dépasse l'emprise magenta.
  - b. Si le site avalanchueux est potentiel (emprise orange de la CLPA : photo-interprétation) : cartographie « AE », sans distinction de niveau d'intensité, en conformité avec le guide PPRN avalanche de 2015, repris dans le CCTP aléas départemental Isère de 2016.
4. Pour les petits couloirs non référencés et/ou non numérotés dans la CLPA (en général des ravins boisés, pour des cotes d'altitudes inférieures à 1500m, sans enjeux humains, y compris les voiries, la cartographie est de type « AE » si des enjeux sont présents. Ils ne sont pas représentés sinon.

**SITES CLPA REFERENCES, NUMEROTES, ET CORRESPONDANCE AVEC LE ZONAGE DES ALEAS DU PPRN :**

Les sites sont décrits du Nord au Sud de la commune.

N° site CLPA	Enjeux humains sédentaires	Type d'avalanche	Zonage A100	Zonage AE
37 et 38 (Allemond)	Non (sur Bourg d'Oisans)	Fond Coulante Mixte Poudreuse-Aérosol	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection.	Jonction des avalanches 37 et 38 avec 12 et 13 (Estilliere)
13 et 12 (Estilliere Combe Chave)	Non	Fond Coulante Mixte Poudreuse-Aérosol	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection. Prise en compte de la tourne = étalement latéral des dépôts de neige coulante/humide plus important. Pas de modification de la trajectoire et de l'emprise de l'aérosol	Dépassement de la tourne (succession d'avalanches) et aérosol puissant en plaine. Jonction avec avalanches 37 et 38 sur Allemond.
11 (Farfayet)	Oui (A100 et AE)	Fond Coulante Mixte Poudreuse-Aérosol	Regroupement des emprises Magenta « neige dense » et « aérosol » de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection.	Zone orange de la CLPA + limite maximale d'atteinte SSA + souffle puissant en plaine
4-5-6-7 (Villard Reculas)	Non	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta « neige dense » et « aérosol » de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection.	Non. AE=A100. Pas de sur-avalanche possible : couloirs raides se purgeant en totalité.
10 (Bourg d'Oisans), 12-13-14-15 (Oulles) (Combe du Treuil)	Non	Fond Coulante Mixte Poudreuse-Aérosol	Regroupement des emprises Magenta « neige dense » et « aérosol » de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection.	AE = fonctionnement simultané de tous les couloirs majeurs. Dépassement des limites historiques connues avec effet de souffle puissant dans la plaine.
9 (Grande Combe)	Non	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta « neige dense » et « aérosol » de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection.	Non. AE=A100. Aucun enjeu.
3-8 (Villard Reculas), 4 (La Garde) (Bassey)	Oui (en AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta « neige dense » et « aérosol » de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur le cône de déjection.	Zone orange de la CLPA, généralisée aux cônes de déjections + limite maximale d'atteinte SSA.

N° site CLPA	Enjeux humains sédentaires	Type d'avalanche	Zonage A100	Zonage AE
8 + couloirs magenta non numérotés (ZA les Alberts)	Oui (A100 et AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur les cônes de déjections.	CLPA 8 : Zone AE en extension de la zone A100. 1 bâtiment concerné.
5-6-7 (Rat, Morliere, torrent des Alberts)	Oui (en AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + généralisation des trajectoires potentielles sur les cônes de déjections. Zone A100>CLPA	Extension en AE sur l'aval du cône de déjection. Peu d'enjeux atteints.
3 et 4 (St Antoine-Pregentil), 6 (Villard Reymond)	Oui (en AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA.  Prise en compte des ouvrages de protection (tourne et digues) = aléa résiduel A1 en arrière.	AE au-delà des ouvrages de protections et de l'aléa résiduel, sur la partie amont du cône de déjection de Bourg d'Oisans.  Scenario de sur-avalanche et/ou de fosse comblée par un éboulement.
5 (Pregentil ou Combe de l'eau, Villard Reymond)	Oui (en A100 et AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA.  Prise en compte des ouvrages de protection (digue) : digue cyclopéenne = aléa résiduel A1 en arrière. Petite digue non dimensionnée = aléa A3 (débordements).	Pour la draye de Prégentil l'emprise AE s'étend un peu plus loin que A100, pour tenir compte d'un volume de dépôt 60% supérieur.
4 (Combe du Fau + Pissat ; La Garde)	Non	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA = A100. Ne concerne pas Bourg d'Oisans	Extension AE jusqu'en plaine (zone agricole), par franchissement des rochers d'Armentier.
Rochers d'Armentier-Cote du Seignet : 5-6-7-8 (La Garde) + couloirs sur Auris	Oui (en AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA = A100.	Extension AE : partie amont du hameau du Vernis (dépassement/comblement de la fosse du merlon) + RD 1091
Combe du Pontet (CLPA 1 Bourg Oisans et 7+10 Villard Reymond)	Oui (en AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + extension 150m en aval de la RD 219 = A100.	Extension AE : jusqu'au hameau de St Claude.
11 (St Claude)	Oui (en AE)	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + extension 100m en pied de versant = A100.	Extension AE : jusqu'au hameau de St Claude.

N° site CLPA	Enjeux humains sédentaires	Type d'avalanche	Zonage A100	Zonage AE
1+2 (Lauzat – Garde ; Villard Notre Dame)	Non	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA = A100. Atteint la Rive.	Extension AE 150m dans la plaine : sur-avalanche et effet de souffle.
5+6 (combe de la Balme – Villard Notre Dame)	Non	Fond Coulante Mixte	Regroupement des emprises Magenta et orange de la CLPA + extension jusqu'en plaine.	AE en extension de A100 : suravalanche et effet de souffle en plaine.
19 (Combe Tolette)	Non	Fond Coulante Mixte	Emprise Magenta de la CLPA = A100 jusqu'au Vénéon. Attention : mauvaise représentation cartographique de la CLPA.	AE=A100 (aucun enjeux - lit actif du Vénéon)
14 (Combe du Frêne-Combe Noire)	Oui (centrale de Pont Escoffier)	Fond Coulante Mixte Poudreuse Aérosol	Emprise Magenta de la CLPA + élargissement à tout le cône de déjection jusqu'au Vénéon = A100.	AE=sur-avalanche. Dépôts jusqu'au Vénéon et effet de souffle puissant.
99 (Font Vielle) et 7 (Fayol) – Les Deux Alpes	Oui (centrale de Pont Escoffier)	Fond Coulante Mixte	Pour CLPA 7 : A100 = Emprises Magenta et orange. Jonction avec CLPA 14.  Pour CLPA 99 : A100 = Emprises Magenta et orange + 100m. Jonction avec CLPA 14.	AE inutile pour CLPA 7.  AE étendu jusqu'au Vénéon pour CLPA 99.
15 (Combe Blanche)	Non	Fond Coulante Mixte Poudreuse Aérosol	Emprise Magenta de la CLPA + élargissement à tout le cône de déjection jusqu'au Vénéon = A100.  Avalanche de 1905 : proposer modification emprise CLPA.	AE=sur-avalanches avec trajectoires anormales sur le cône de déjection + effet de souffle sur versant opposé.
16 (Les Gauchoirs)	Oui (hameau)	Fond Coulante Mixte Poudreuse Aérosol	Emprise Magenta de la CLPA et zone de souffle = A100	AE au-delà de A100, jusqu'au Vénéon.
17 (Combe de la Ruissella)	Oui (1 maison sur Bourg d'Oisans, hameau de la Danchère sur les 2 Alpes)	Fond Coulante Mixte Poudreuse Aérosol	Emprise Magenta de la CLPA et zone de souffle = A100	AE principalement sur les 2 Alpes.  Sur Bourg d'Oisans, extension de 150m au-delà de A100, validée par modélisations RAMSS

**SITES AVALANCHEUX DU PPRN NON NUMEROTES ET/OU NON REFERENCES PAR LA CLPA**

Les sites sont décrits du nord au sud.

Localisation géographique	Site CLPA (magenta et/ou orange)	Enjeux humains sédentaires	Type d'avalanche	Zonage aléa
Le Gros Cornillon	Oui (partiellement)	Non	Fond Coulante Mixte	Sur l'emprise des sites CLPA : cartographie A100. En dehors des sites CLPA : cartographie AE. A noter : l'aléa chute de bloc est plus important (emprise, extension) sur ce secteur.
Le Colombaret Le Rocher Blanc	Oui	Oui	Fond Coulante Mixte	Sur l'emprise des sites CLPA : cartographie A100. En dehors des sites CLPA : cartographie AE. A noter : l'aléa chute de bloc est plus important (emprise, extension) sur ce secteur.
Draye Chanoura (le Rafour)	Oui (partiel) (Oz)	Oui	Fond Coulante	Cartographie limitée aux couloirs, sur l'emprise des sites CLPA et en dehors des sites CLPA : cartographie A100.
Grande Combe (Châtillon)	Oui (Oz)	Oui	Fond Coulante	Cartographie limitée aux couloirs, sur l'emprise des sites CLPA : cartographie A100.
Ruisseau des Combettes	Oui (partiel) (Oz)	Non	Fond Coulante	Cartographie limitée aux couloirs, sur l'emprise des sites CLPA et en dehors des sites CLPA : cartographie A100.
Les Grandes Barres (Villard Reculas, La Garde)	Oui	Non	Fond Coulante	Sur l'emprise des sites CLPA et en dehors des sites CLPA : cartographie AE. A noter : l'aléa chute de bloc est plus important (emprise, extension) sur ce secteur.
Confluence Sarenne-Romanche-Lignarre	Oui	Non	Fond Coulante Mixte	Extension site CLPA 2 (Villard Reculas) en AE. Sites de purges sous les falaises en AE. A noter : l'aléa chute de bloc est plus important (emprise, extension) sur ce secteur.
Versant et combes entre Le Treuil et La Paute	Oui	Non	Fond Coulante Mixte	Sur l'emprise du site CLPA magenta : cartographie A100. Sur l'emprise des autres sites CLPA orange : cartographie AE. A noter : l'aléa chute de bloc est plus important (emprise, extension) sur ce secteur.
Cote Alamele (hors couloirs CLPA)	Oui (partiel) (Villard)	Non	Fond Coulante	Sites de purges sous les falaises en AE.

Localisation géographique	Site (magenta et/ou orange)	CLPA	Enjeux humains sédentaires	Type d'avalanche	Zonage aléa
référéncés) (Bassey)	Reclus ; La Garde)	La		Mixte	A noter : les aléas chutes de blocs et torrentiels sont plus importants (emprise, extension) sur ce secteur.
Rive droite Lignarre	Oui		Non	Fond Coulante Mixte	Sur l'emprise du site CLPA magenta : cartographie A100. Sur l'emprise des autres sites CLPA orange : cartographie AE.
ZA du Rat	Oui		Oui (bâtiments d'activité de la ZAC du Rat - Pré de l'Eau)	Fond Coulante	Avalanches de couloirs se développant sur des versants boisés et à basse altitude. Sur l'emprise des sites CLPA magenta et orange : cartographie A100. Sur le reste du versant : cartographie AE.
Rochers du Pontet	Oui		Non	Fond Coulante Mixte	Sur l'emprise des sites CLPA magenta et orange : cartographie A100. Au-delà, jusqu'au chemin de Ville Noire : AE
Combe de Charmonetier. Combe de Leyre (Villard Notre Dame)	Oui		Non	Fond Coulante Mixte	Sur l'emprise des sites CLPA magenta et orange : cartographie A100 jusqu'en plaine (limite des cônes de déjection). Jusqu'au chemin de Ville Noire et 50m dans la plaine : AE. Effet de souffle.
La Roche (Villard Notre Dame)	Oui		Non	Fond (purge de corniche rocheuse)	A100=AE=emprise CLPA magenta + 100m en pied de versant.
La Pisse (Villard Notre Dame)	Oui		Non	Fond Coulante	CLPA=A100. Zonage AE inutile. Aléas T3, P3 et C3 > A3
Rochers du Fayol (les 2 Alpes)	Oui		Non	Fond Coulante	A 100 pour CLPA magenta et AE pour CLPA orange.
Balme Rousset (Les 2 Alpes)	Oui		Non	Fond Coulante	A 100 pour CLPA magenta et AE pour CLPA orange.

### CARTOGRAPHIE DES ALEAS AE

Pour une meilleure lisibilité, la cartographie de l'aléa avalanche « A100 » et « AE » est représentée sur une carte spécifique.

### **5-11- L'aléa séisme (non cartographié sur les cartes)**

Il existe un zonage sismique de la France dont le résultat est la synthèse de différentes étapes cartographiques et de calcul. Dans la définition des zones, outre la notion d'intensité, entre une notion de fréquence.

<https://www.isere.gouv.fr/content/download/7735/52962/file/5-DEPARTEMENT-DE-L-ISERE-DELIMITATION-DES-ZONES-DE-SISMICITE.pdf>

La carte obtenue (annexe 1) n'est pas une carte du "risque encouru" mais une carte représentative de la façon dont la puissance publique prend en compte l'aléa sismique pour prescrire les règles en matière de construction.

Pour des raisons de commodités liées à l'application pratique du règlement, le zonage ainsi obtenu a été adapté aux circonscriptions administratives. Pour des raisons d'échelles et de signification de la précision des données à l'origine du zonage, le canton est l'unité administrative dont la taille a paru la mieux adaptée.

Le canton de BOURG D'OISANS est classé en **zone de sismicité très faible**, soit **1A**.

## 6 - PROTECTIONS REALISEES

### 6-1 - Rappels :

Les sites faisant l'objet de mesures de protection ou de stabilisation actives ou passives nécessitent une attention particulière. En règle générale l'efficacité des ouvrages même les mieux conçus et réalisés ne peut être entièrement garantie à long terme, notamment si leur maintenance et leur gestion ne sont pas assurées par un maître d'ouvrage clairement désigné.

La présence d'ouvrages ne doit donc pas conduire a priori à augmenter la vulnérabilité mais permettre plutôt de réduire l'exposition des enjeux existants. La constructibilité à l'aval ne pourra être envisagée que dans des cas limités, si la maintenance des ouvrages de protection est garantie par une solution technique fiable et des ressources financières déterminées sous la responsabilité d'un maître d'ouvrage publique pérenne.

### 6.2 - Ouvrages de protection

Les principaux ouvrages de protection active et de protection passive (qui contribuent à l'aval à la protection immédiate des biens et des personnes) ont été reportés, sous forme schématique, sur une carte hors texte au 1/10 000<sup>e</sup>. La numérotation des ouvrages du tableau descriptif se retrouve sur la carte.

Une légende spécifique permet de préciser le niveau de prise en compte des ouvrages dans la cartographie des aléas : \*

Zone d'emprise de protection d'un ouvrage	
	Ouvrage et ou dispositif non pris en compte dans le zonage des aléas
	Ouvrage et ou dispositif pris partiellement en compte dans le zonage des aléas
	Ouvrage et ou dispositif pris en compte dans le zonage des aléas

- *Ouvrages non pris en compte = absence de maître d'ouvrage et/ou absence de dimensionnement/mauvais dimensionnement. Défaillances probables pour l'aléa de référence.*
- *Ouvrages pris partiellement en compte = maître d'ouvrage pérenne et ouvrage dimensionné, mais pour un aléa inférieur à l'aléa de référence. La nature de l'ouvrage n'entraîne pas de défaillance mais un aléa résiduel plus faible que l'aléas sans ouvrage.*
- *Ouvrages pris en compte : maître d'ouvrage pérenne et ouvrage dimensionné pour l'aléa de référence.*

#### 6-2-1 – Liste et efficacité des ouvrages existants

N°	Phénomène et dispositif	Enjeux	Maître d'ouvrage	Observations
<b>Ouvrages mixtes (crues torrentielles ; chutes de blocs et éboulements ; avalanches)</b>				
1	Eboulement de Prégentil ; crues du St. Antoine ; avalanches du St. Antoine et de Prégentil : digue torrentielle et plages de dépôts, merlons.	Partie du bourg situé sur le cône du St. Antoine	Ouvrages pare-blocs et avalanche : <b>Commune</b> . Ouvrages torrentiels : <b>Commune</b>	Voir détails au § 6-3-2. Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas.

N°	Phénomène et dispositif	Enjeux	Maître d'ouvrage	Observations
			Plage de dépôt de la Morlière : <b>Etat</b> (par RTM)	
<b>Ouvrages de protection contre les crues des torrents</b>				
0	Merlon de curage du Farfayet	Habitations	<b>Etat</b> (par RTM)	Ouvrage rustique. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
2	25 seuils de correction active sur le Treuil ; à l'aval digue (1,50 m de haut, 120 m de long) et plage de dépôts de 1000 m <sup>3</sup>  Dignes de curage dans la plaine	Hameau de Boirond ; voirie communale et cultures.  Cultures, habitation	<b>Etat</b> (par RTM).  <b>SUO</b>	Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas.  Ouvrages rustiques. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
3	5 barrages de sédimentation sur la Lignarre, tous atterris en 2021 (capacité résiduelle théorique < 5 000 m <sup>3</sup> ). Volume stocké depuis 100 ans : 500 000m <sup>3</sup>	Hameau de La Paute. RD 1091. ZAC.	<b>Etat</b> (par RTM)	Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas.
4	Dignes de la Lignarre : ensemble de digues rive droite, avec ancienne zone de dépôt (PDD historique), ensemble de digue rive gauche.  RD526 : chaussée en remblai. Digue de second rang	Plaine de La Paute. RD 1091. ZAC.	<b>SYMBHI</b>  <b>Département</b>	Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas.
5	Dignes de "curage" du Rat (2 à 3 m de haut sur 150 m de long) réalisée suite à la crue du 4 juin 1998.	ZAC.	Aucun	Etat médiocre. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
6	Quelques seuils de correction active sur le torrent des Alberts.	La Morlière	<b>Etat</b> (par RTM)	Plan de gestion validé. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.

N°	Phénomène et dispositif	Enjeux	Maître d'ouvrage	Observations
7	Digue de "curage" du torrent des Alberts (environ 4 m de haut sur 250 m de long).	La Morlière	Aucun	Etat médiocre. Rôle "stratégique" par renvoi sur la Plage de dépôts du St. Antoine. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
8	Digue de "curage" du Pontet (environ 2,50 m de haut sur 300 m de long)	RD 219 ; St. Claude	Aucun	Bon état général. (Enrochements sur 20 m coude supérieur). Dispositif non pris en compte pour le zonage des aléas.
9	Digue de La Pisse (50 m en enrochements)	Passerelle et conduite AEP	<b>Etat</b> (par RTM)	Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
10	68 seuils de correction active sur les 3 torrents du Bassey (du Nord au Sud : Colombier, Confession, Coutaret)	Voie communale ; hameau du Bassey	<b>Etat</b> (par RTM)	Plan de gestion validé. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
11	Digues de "curage" des torrents du Bassey et "ouvrages-filtres" en enrochements à l'aval sur Colombier et Coutaret. Plage de sédimentation de la confession.	Voie communale ; hameau du Bassey	<b>Commune</b>	Coutaret et Colombier : dispositifs ne jouent aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.  Confession = Travaux récents dans le hameau (2019), avec exutoire vers la Sarenne. Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas.
11b	Confession : Travaux récents dans le hameau (2019), avec exutoire vers la Sarenne.	Voie communale ; hameau du Bassey	<b>Commune</b>	Ouvrages : une PDD, un collecteur enterré, un chenal à ciel ouvert. Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas.

N°	Phénomène et dispositif	Enjeux	Maître d'ouvrage	Observations
12	Plage de dégravement de la Sarenne.  Digues de la Sarenne sur le cône de déjection.	3 campings, hameau de Sarenne	<b>SYMBHI</b>	En aval du pont de la RD 211. Pas de prise en compte pour l'aléa.  Dispositif global pris en compte pour le zonage des aléas avec des défaillances (surverse et ruptures ponctuelles)
13	Piège à matériaux (environ 1000 m <sup>3</sup> ) sur le ruisseau de Bayette et merlons torrentiels.	Ancien camping du Vernis	Aucun	Ouvrages rustiques. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
14	Piège à matériaux (environ 1000 m <sup>3</sup> ) sur le ruisseau des Alberges.	RD 1091	Aucun	Ancienne carrière. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
p.m.	<i>Digues du Vénéon, de la Romanche, de la Sarenne, de l'Eau d'Olles.</i>	<i>Plaine urbanisée et agricole.</i>	<i>A définir / SYMBHI</i>	<i>A traiter dans le futur PPRI couvrant l'ensemble du territoire communal.</i>
<b><u>Ouvrages de protection contre les chutes de blocs</u></b>				
15	Merlon pare-blocs de St. Claude (5 m de haut sur 170 m de long).	St. Claude. Route communale.	<b>Commune</b>	Réalisé en 1987 après l'éboulement de Charmonetier. Ne permet pas de gérer correctement l'aléa de référence (éboulement).
16	Merlon pare-blocs aux sources de la Rive (1 à 2 m de haut sur 200 m de long).	Piste et source de la Rive.	<b>Etat</b> (par RTM).	Ouvrage rustique. Ne joue aucun rôle de réduction de l'aléa de référence.
17	Filets pare-blocs à l'amont de la RD 211a (4 m de haut sur 100 m de long).	Route de l'Alpe d'Huez ; voie communale et une partie du camping "A la	<b>Département</b>	Ouvrages sur la commune de La Gard. Ouvrages non pris en compte

N°	Phénomène et dispositif	Enjeux	Maître d'ouvrage	Observations
		rencontre du Soleil"		dans la réduction de l'aléa
18	Ouvrages de confortement divers (butées, ancrages, grillages) en rive droite de la Sarenne.	Centrale hydro-électrique.	Gestionnaire de la centrale.	Ouvrages sur la commune de La Gard. Bilan à faire sur l'état général. Ouvrages non pris en compte dans la réduction de l'aléa
19	Merlon pare-blocs du camping de la Cascade (6 à 7 m de haut ; double parement raidi ; fosse de 6 à 9 m de large ; 120 m de long)	Camping.	Gestionnaire du camping.	Ouvrage récent (2022) repris d'un ouvrage ancien (1990) pour mises aux normes (aléa et dimensionnement). Ouvrage non pris en compte dans la réduction de l'aléa.
20	2 merlons pare-blocs du Vernis (2,5 m de haut sur respectivement 10 m et 20m de long)	Habitations.	Aucun.	Projet minimal (cf. étude MECANROC de 1992 qui préconise un merlon sur 100 m) ; 1 habitation non Protégée au nord. Ouvrages partiellement pris en compte dans la réduction de l'aléa.
21	Merlon pare-blocs de la Paute (fosse 18m de large, 5 m de haut sur 250 m de long).	Habitations.	<b>Commune.</b>	Ouvrage correctement dimensionné. Pris en compte pour la réduction de l'aléa.
21	Deux écrans pares-blocs de la Paute (50 et 20m de long, 3 et 2m de haut, 1000 et 2000kJ).	Habitations.	<b>Commune.</b>	Ouvrages correctement dimensionnés. Non pris en compte pour la réduction de l'aléa.
<b>Ouvrages de protection contre les avalanches</b>				
22	Digue d'arrêt de l'Estillière (3 à 6 m de haut sur 400 m).	RD 1091.	<b>Département.</b>	Construction en 1980 avec déblais

N°	Phénomène et dispositif	Enjeux	Maître d'ouvrage	Observations
				EDF ; dimensionnement non connu ; possibilité de débordement latéral. Pris en compte pour la réduction de l'aléa.
23	Digue-tourne en rive droite du Treuil (8 m de haut sur 70 m de long)	Hameau de Boiron.	Etat (par RTM)	Pris en compte pour la réduction de l'aléa.

## 6-2-2 – Dispositif de protection du St Antoine

La protection contre les crues du St. Antoine a toujours été une préoccupation des habitants de Bourg d'Oisans ; des digues ont été érigées en rive droite, pour repousser le torrent au-delà du bâti (cf. ancien couvent des Recollets - aujourd'hui école de musique) et des terres arables. A la fin du XIX siècle, le développement urbain s'est mis à enserrer ce torrent capricieux, avec par exemple, la construction de la gare et de nouveaux hôtels ("Grand Hôtel" et "Hôtel Oberland Français", de part et d'autre du lit). Aussi, dans le cadre des travaux RTM et en complément de ceux effectués depuis 1866 dans le haut bassin pour limiter la torrencialité, due, semble-t-il, au surpâturage, un nouveau chenal de dérivation était créé sensiblement à partir de la confluence des ALBERTS, en passant par le marais de la MORLIERE pour mettre le BOURG, si possible définitivement, à l'abri des crues.

Les ouvrages ont été à diverses reprises renforcés, surélevés, etc. ; suite aux éboulements de 1998, ils ont été profondément modifiés pour prendre en compte les différents risques susceptibles de menacer la zone urbanisée. Leur dimensionnement s'est avéré particulièrement délicat dans la mesure où il convenait de se protéger non seulement contre des événements de forte intensité (mais de faible fréquence) de type centennal, mais encore contre une conjonction d'événements catastrophiques de type différent (voire une succession d'événements de même type). Aussi, le dimensionnement retenu par la commune, maître d'ouvrage initial, repose sur les bases suivantes :

Phénomène	Hypothèses sur l'intensité du phénomène	Hypothèses sur l'état du chenal amont, lors de la survenance du phénomène	Limites des ouvrages
Crue torrentielle	Lave de 5 m de haut ; risque d'obstruction au niveau de l'éperon rocheux des Alberts : largeur minimale du chenal 20 m et capacité de stockage > 35 000 m <sup>3</sup>	Etat du lit été 1998 (stocks de matériaux de l'ordre de 330 000 m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume de stockage potentiel : 40 à 50 000 m<sup>3</sup> à l'amont du resserrement élargi à 20 m</li> <li>• Rupture partielle de la digue possible par éboulement mais barrière secondaire par le merlon pare-blocs.</li> <li>• <b>Nécessité d'un curage immédiat après toute crue.</b></li> </ul>

Phénomène	Hypothèses sur l'intensité du phénomène	Hypothèses sur l'état du chenal amont, lors de la survenance du phénomène	Limites des ouvrages
Eboulement	Compartiment de plusieurs dizaines de milliers de m <sup>3</sup> avec des blocs de 200 à 500 m <sup>3</sup>	Eboulements en sus de ceux de l'été 1998 pour 300 000 m <sup>3</sup> entraînant rehaussement du talweg de 10 m et avancée du front de 35 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêt par merlon de 7 m de haut raidi.</li> <li>• Le problème des poussières reste entier...</li> </ul>
Avalanche	Equivalente à celle de 1981	<p>Etat du lit été 1998.  <u>N.B.</u> : abaissement du front à la sortie des gorges favorable à la chenalisation de l'écoulement.</p> <p>Etat du lit été 1998 + 300 000 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêt.</li> <li>• Dépassement probable du merlon pare-blocs.</li> </ul>



Construction des ouvrages de protection (1999-2001) : merlon pare-bloc (1), merlon pare-bloc et digue torrentielle/avalanche (2). Etat après construction (3) et en 2018 (4)



L'ouvrage se trouve constitué par (cf. figure ci-après) :

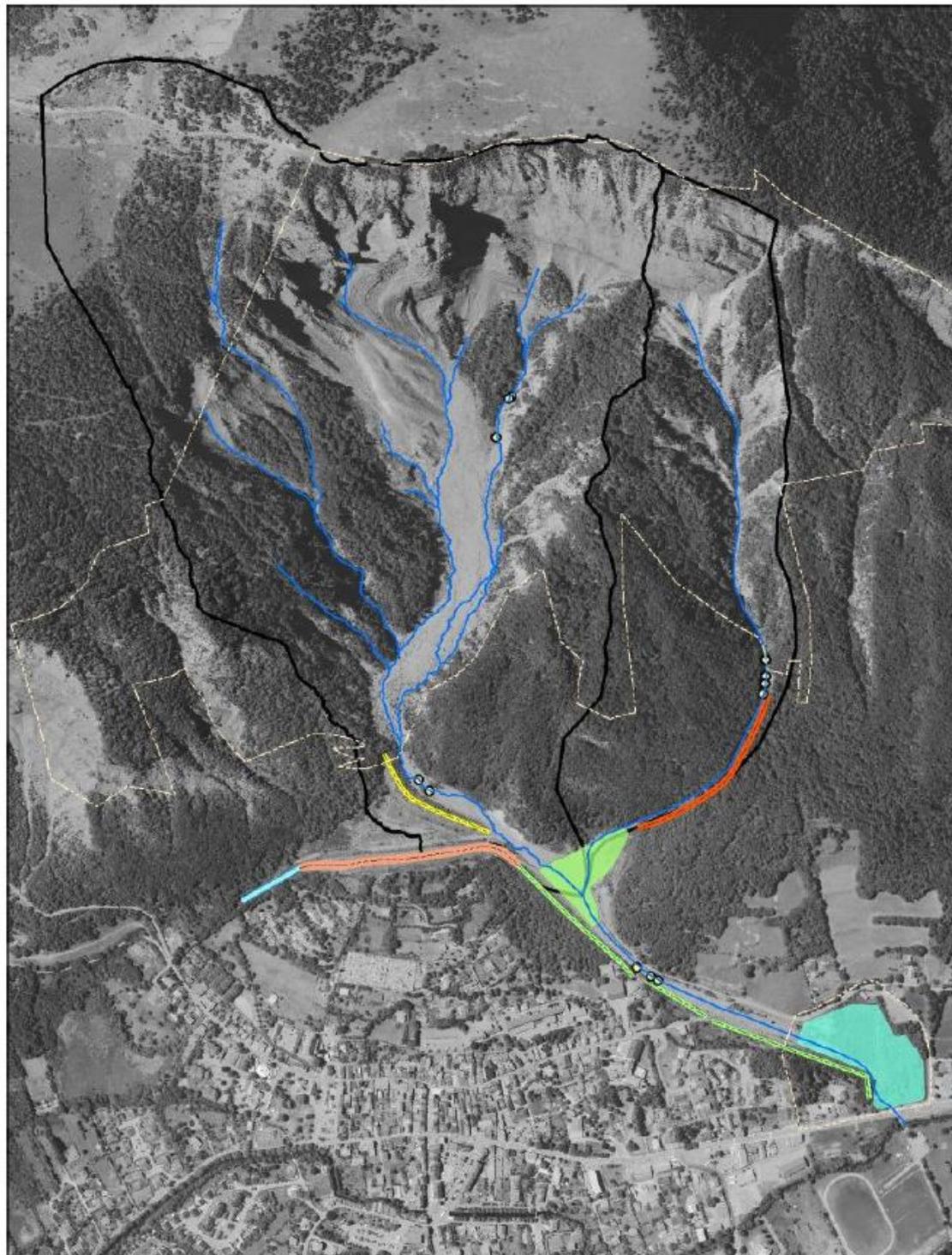
– Un chenal d'environ 1 km de long, bordé par une digue en rive droite, d'une hauteur minimale de 7 m à l'amont de la plage de dépôt des ALBERTS et de 5 m à l'aval. Simultanément, le lit

a été recreusé pour diminuer le surplomb par rapport aux terrains bâtis, notamment dans la partie basse et la digue rive gauche supprimée pour accroître le champ d'expansion des laves. Dans sa terminaison amont, la digue s'exhausse à une quinzaine de mètres pour, en venant épauler l'éperon rive droite, contribuer à guider les écoulements, notamment avalancheux (avalanches coulantes) vers le chenal,

– Une plage de dépôt, à la confluence des ALBERTS : pour y favoriser les dépôts (et les limiter au droit de l'étranglement rocheux amont), le chenal présente un changement de pente prononcée à ce niveau (18 % à l'amont ; 9 à 10 % à l'aval, sensiblement jusqu'à l'ancienne RN),

– Une plage de régulation hydraulique, dans le marais de la MORLIERE, avant rejet dans la RIVE,

– Un merlon pare-blocs perpendiculaire à la digue torrentielle, de 340 m de long, de 7 m de haut et à paroi amont redressée à 65° (technique pneutex) ; ce merlon présente une surlargeur conséquente afin de permettre, si nécessaire, un rehaussement à 11 mètres. Le terrain à l'amont a été remodelé pour présenter, au-delà d'une fosse de 15 m de large, des plateformes destinées à freiner les blocs. Les écoulements torrentiels susceptibles de franchir la digue torrentielle ainsi que les ruissellements de surface sont renvoyés, selon la topographie du site, soit vers le ST. ANTOINE (à travers une interruption de la digue torrentielle), soit vers le secteur de PETITE CROIX (une digue, de 120 m de long et de 4 à 5 m de haut, prolonge le merlon pour guider ces écoulements et pour arrêter a priori une fraction au moins des coulées avalancheuses en provenance de la draye de PREGENTIL ou COMBE de L'EAU).



0 100 200 400  
Mètres



RTM38 - 20/11/2014

#### Ouvrages de protection

-  Barrages
-  Digue des Alberts
-  Digue torrentielle amont
-  Digue torrentielle aval
-  Digue tourne paravalanches
-  Merlon pare blocs

#### Zones de dépôt

-  Zone de dépôt de la Morlière
-  Zone de dépôt des Alberts

#### Limites

-  Division RTM
-  Bassins versants

Ces ouvrages ont représenté un coût de près de 7 MF H.T. financé à 90 % par l'Etat (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche), la Région et le Département.

Il ressort en conclusion que ce dispositif de protection, **conçu avec une marge de sécurité certaine, assure la sécurisation des personnes, compte-tenu des délais qu'il offre pour réagir en situation de crise** ; c'est pourquoi il doit être accompagné de mesures de suivi pour permettre une adaptation des dispositions de prévention en fonction des événements constatés ainsi que d'un plan d'alerte et de secours.

## **BIBLIOGRAPHIE :**

### Générale :

- **Musée Daupinois** ; Conservation du Patrimoine en Isère - Patrimoine en ISERE-OISANS – 2001
- **Fond d'archives RTM** : dossiers des séries domaniales, photographies anciennes 1870-1970, base de données évènements et ouvrages.
- <http://www.geol-alp.com/> de M. M. Gidon
- <http://www.irma-grenoble.com/>

### Pour les crues torrentielles

- **E.T.R.M.** - Etude de l'éboulement du ST. ANTOINE - Analyse du fonctionnement du torrent. Principes d'aménagement. Réalisée en mars 1998 pour le compte du service RTM Isère
- **E.T.R.M.** - Torrent du ST. ANTOINE - Prise en compte de la crue du 4 juin 1998 - Etude réalisée en juin 1998 pour le compte du service RTM Isère.
- **RTM** - Etat des lieux et programme d'actions du bassin versant de la Lignarre – Pour le compte de la commune de Bourg d'Oisans et du MAAF – décembre 2012.
- **SAGE-HYDRETUDES** – Dignes de la Romanche, de la Lignarre et de l'Eau d'Olle ; visite technique approfondie – Pour le compte de l'AD Isère Drac Romanche - novembre 2010.

### Pour les chutes de blocs

- **Rapports RTM** : Suivi de mouvements de terrain, commune de Bourg d'Oisans, rapports annuels de 1998 à 2012 (falaises de Pregentil) et de 2002 à 2012 (falaises du Fouley).
- **GEOLITHE** : Etude de protection contre les éboulements rocheux – espace naturel sensible étang de Vieille Morte. Diagnostic géotechnique G5. Version du 18/01/2022, pour le compte du Département de l'Isère.

### LA PAUTE :

- **ADRGT** - Etude géologique de risques de chutes de blocs sur le hameau de la Paute - Juillet 2000 - Réalisée pour le compte du Conseil Général de l'Isère
- **SAGE** – Prédimensionnement d'ouvrages de protection au hameau de LA PAUTE – Septembre 2002 – Réalisé pour le compte de la commune de BOURG D'OISANS
- **SAGE** – Calculs trajectographiques en vue d'optimiser l'ouvrage de protection – Note de synthèse – Avril 2003 – Réalisé pour le compte de la commune de BOURG D'OISANS
- **RTM** - Avis complémentaire au prédimensionnement d'ouvrages de protection - Hameau de La Paute – Secteur au Sud de la Scierie – Commune de BOURG D'OISANS (38) – Juillet 2010

### ST. ANTOINE :

- **RTM Isère** - Eroulement du 22 janvier 1998 - Dossier général - Etude réalisée en mars 1998 avec le concours de bureaux d'études publics ou privés (CEMAGREF, SAGE, ETRM).

- **SAGE** - Eboulement de BOURG D'OISANS - Construction d'un merlon de protection contre les chutes de blocs - Prescriptions constructives - Etude des risques résiduels de départs en falaise - Synthèse des observations sur les événements - Rapport d'étape. Réalisé en juillet 1998 pour le compte du - Service RTM Isère.
- **SAGE** - Eboulement de BOURG D'OISANS - Merlon de protection contre les chutes de blocs - Optimisation et prédimensionnement - Rapport de synthèse. Réalisé en décembre 1998 pour le compte du service RTM Isère
- **SAGE** - Eboulement du 9 juin 1999 - Compte-rendu de la mission hélicoptée du 16 juin 1999 - RP 1543. Réalisé en juillet 1999 pour le compte du service RTM Isère.
- **CETE de LYON** : Eboulements 1998 et 1999 de BOURG D'OISANS. Cirque supérieur du St. ANTOINE - Analyse des risques résiduels d'éboulements à moyen et long terme - Recherche d'aléas majeurs - Novembre 2000 - Réalisée pour le compte du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (DPPR) et pour le compte de la Préfecture de l'Isère.
- **RTM**, plaquette d'information, la falaise de Prégentil et le torrent due Saint-Antoine : un voisinage dangereux pour la commune.
- Dossier thématique de **I'IRMA** sur la falaise de Prégentil.
- **RTM** : le journal du St Antoine (1998-2014).

#### CHARMONETIER :

- **RTM Isère** - Eroulement rocheux de CHARMONETIER - Compte-rendu de visite du 3 septembre 1987.
- **L.P.C.** : Eboulement de CHARMONETIER - Etude de propagation - Synthèse de plusieurs rapports. Réalisée en mars 1998.
- **CETE** - Eboulement de CHARMONETIER - CD 219 - Etude de propagation d'éboulements localisés provenant du front d'arrachement. Pour le compte du Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées "Rhône-Alpes" et du RTM – Mars 1998
- **I.R.I.G.M.** : Philippe GATEFIN - Approche du modèle géomécanique, glissement de CHARMONETIER - Mémoire de DEA réalisé en juin 1993.
- **INS** - RD 219 - PR 2 + 500 - Route de VILLARD NOTRE DAME ; étude pour la mise en sécurité et reconstruction de la route - Février 2000 - Réalisée pour le compte du Conseil Général de l'Isère.
- **ADRGT** : Diagnostic des risques de chutes de pierres et d'éboulements. Etude des mesures de protection sur la commune de BOURG D'OISANS (secteur de CHARMONETIER) - Pour le compte de la commune (pilotage RTM) - Octobre 2000.

#### BASSEY :

- **ADRGT** – Etude géologique des risques de chutes de blocs sur le hameau de BASSEY – Juillet 2000 – Réalisée pour le compte du Conseil Général de l'Isère
- **SAGE** – Prédimensionnement d'ouvrages de protection du hameau du BASSEY contre les éboulements – Septembre 2002 – Réalisé pour le compte de la commune de BOURG D'OISANS
- **SAGE**, FEVRIER 2005, ETUDE N°052-1142, CALCULS TRAJECTOGRAPHIQUES EN VUE D'OPTIMISER L'OUVRAGE DE PROTECTION, HAMEAU DE BASSEY, BOURG D'OISANS
- **RTM** - ETUDE DE FAISABILITE D'UN SUIVI DE MOUVEMENTS DE TERRAIN SUR LA FALAISE DU FOULEY – RAPPORT DE STAGE M1 GEOSCIENCES – LUC GIDON - 2012

### SARENNES ET ROCHERS D'ARMENTIER :

- **MECANROC** - Expertise de la falaise dominant la RD 211. Réalisée en août 1991 pour le compte de la D.D.E.
- **MECANROC** - Diagnostic des risques de chutes de pierres et blocs sur le site du centre hydraulique Oisans-EDF. Réalisé en avril 1992 pour le compte d'EDF.
- **SAGE** - Etude des risques de chutes de blocs et des moyens de protection sur le camping-caravaneige "La Cascade" à BOURG D'OISANS. Réalisée en juin 1990 pour le compte de M. GINET, gérant du camping.
- **MECANROC** - Etude de propagation des chutes de blocs au hameau du VERNIS. Réalisée en octobre 1992 pour le compte du RTM Isère.
- **RTM** - Note sur l'exposition aux risques naturels des bâtiments de l'ancien camping du Vernis – réalisée en novembre 2017 pour le compte de la DDT Isère.
- **RTM** – Avis RTM chute de bloc Bourg d'Oisans - La Cascade. Avis initial 26-12-2021 et avis complémentaire 30/12/2021.
- **SAGE** - Étude des risques de chutes de blocs Camping « La Cascade », à la demande et pour le compte du propriétaire du camping. RP 11270 – mars 2022

### Pour les glissements de terrain

- **CEMAGREF** - Projet de revégétalisation d'une griffe d'érosion à la Combe de CHATILLON. Réalisée en mars 1988.

### Pour les avalanches

- **RTM Isère** - Protection paravalanche de la RN 91 dans le canton de l'Oisans. Etude réalisée en 1993.
- **IRSTEA** – CLPA OISANS-GRANDES ROUSSES (2016)
- **IRSTEA** - Notice sur les avalanches constatées et leur environnement, dans le massif des Grandes Rousses. Document de synthèse accompagnant la carte et les fiches signalétiques de la CLPA. Mise à jour du 29/01/2016.
- **RTM Isère** – Recensement des sites sensibles aux phénomènes avalancheux – Juillet 2003 – Réalisé à la demande du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
- **RTM**, juillet 1998, Simulations du risque d'avalanches sur le Saint-Antoine à Bourg d'Oisans suite aux éboulements des 29 et 30 juin 1998
- **RTM**, mars 1998, Le Saint Antoine, Eroulement du 22 janvier 1998, Le Risque avalanche
- **RTM**, février 1999, Etude du risque avalancheux dans le bassin versant du Saint Antoine, rapport complémentaire
- **RTM**, Requalification de l'aléa avalanche sur le quartier de la Condamine. Etude réalisée en juillet 2022 pour le compte et à la demande de la mairie de Bourg d'Oisans.

## Pour tous les risques

- **RTM Isère** - Etude de Bassin de Risques – Division RTM de Bassey – Pour le compte du MAAF – 2015 (révision 2019)
- **RTM Isère** - Etude de Bassin de Risque – Torrent du Saint-Antoine - Pour le compte du MAAF – 2014.
- **DDAF/RTM/Préfecture de l'Isère** - Cartes des risques R111-3 – Arrêté n°86-2502
- **ALP'GEORISQUES** - Analyse "Enjeux-Risques" du canton de Bourg d'Oisans en vue de la programmation des travaux RTM, réalisée en 1992 pour le compte du RTM Isère et financée par le Conseil Général de l'Isère
- **RTM Isère - ALP'GEORISQUES** - Projet de PPR sur la commune de LA GARDE. Porté à connaissance du 20 août 1999 pour le compte de l'Etat.
- **RTM Isère - ALP'GEORISQUES** - Projet de PPR sur la commune de Venosc. Porté à connaissance du 20 août 1999 pour le compte de l'Etat.
- **RTM Isère - ALP'GEORISQUES** - Projet de PPR sur la commune d'HUEZ. Porté à connaissance du 2 mai 2000 pour le compte de l'Etat.
- **RTM Isère**, août 2010, Atlas de suivi des mouvements de terrain en Isère.
- **RTM Isère** – Projet de carte des aléas de la commune des Deux Alpes – 2020.
- **RTM Isère** – carte des aléas de la commune d'Ornon – 2017.

## **ANNEXES**

## Annexe 1 : Carte d'exposition sismique

Un séisme est un phénomène vibratoire naturel affectant la surface de l'écorce terrestre et dont l'origine est la rupture mécanique brusque d'une discontinuité de la croûte terrestre.

Les particularités de ce phénomène, et notamment l'impossibilité de l'analyser hors d'un contexte régional - au sens géologique du terme - imposent une approche spécifique. Cette approche nécessite des moyens importants et n'entre pas dans le cadre de cette mission. Le zonage sismique de la France a été défini par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, pour l'application des nouvelles règles de construction parasismiques. Ce zonage sismique divise le territoire national en cinq zones de sismicité croissante (de très faible à forte), en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes. Les limites de ces zones sont, selon les cas, ajustées à celles des communes ou celles des circonscriptions cantonales.

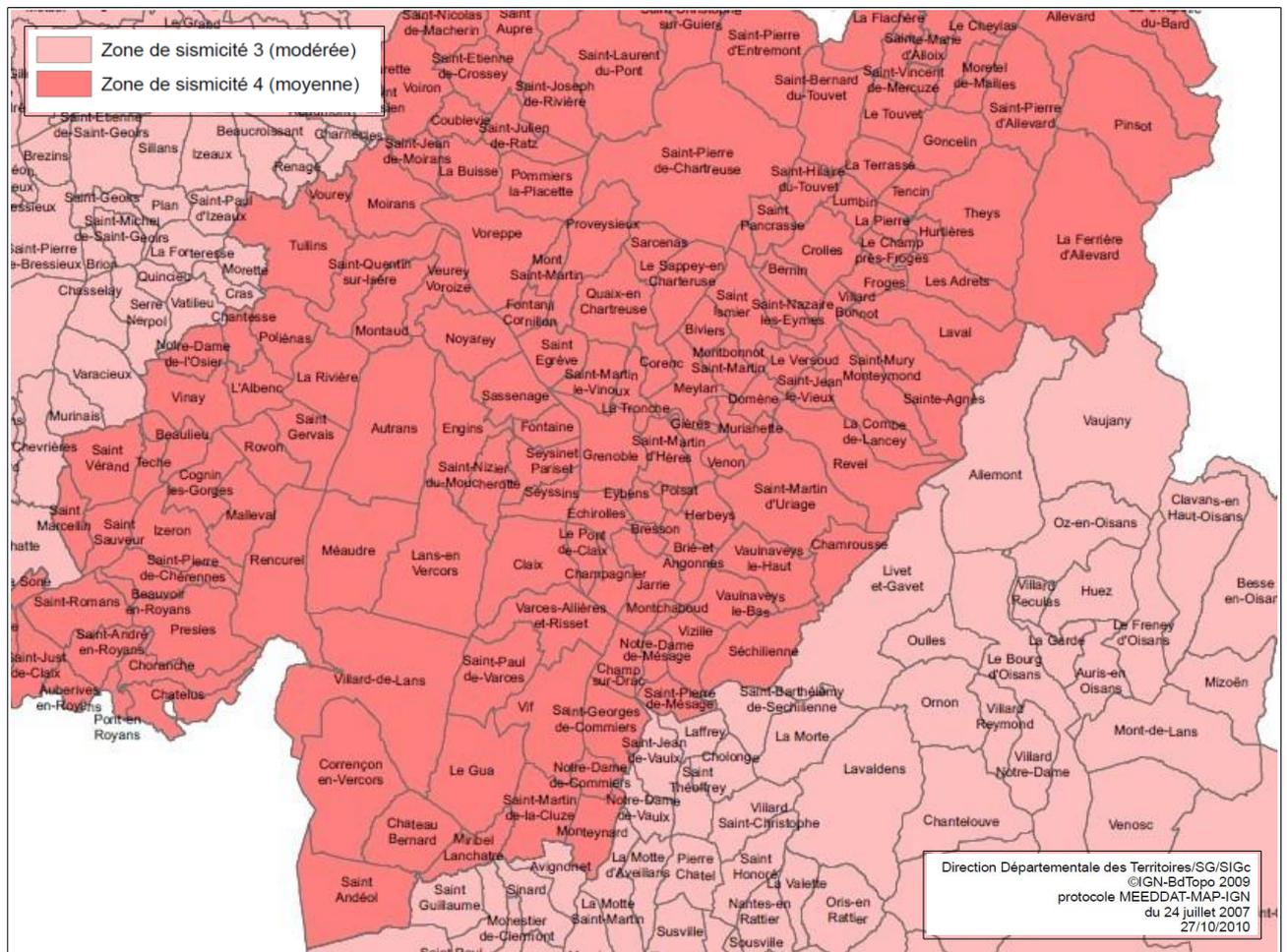


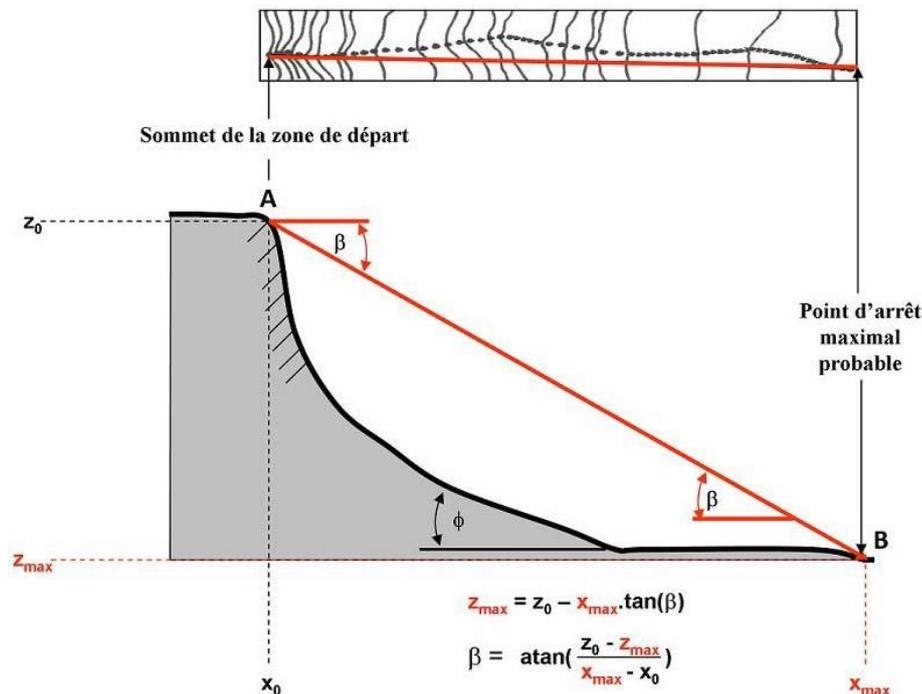
Figure III.1: Zonage de sismicité de la région Rhône-Alpes.

## Annexe 2 : Méthode de la ligne d'énergie © Alp'Géorisques ; IRSTEA , RTM

La méthode dite de la ligne d'énergie (ou encore méthode des cônes) permet d'estimer, à partir d'une zone de départ de chute de roches, la localisation du point d'arrêt maximal probable des blocs. Elle est basée sur le principe de la ligne d'énergie développé par Heim en 1932.

### Principe général (source : note MEZAP)

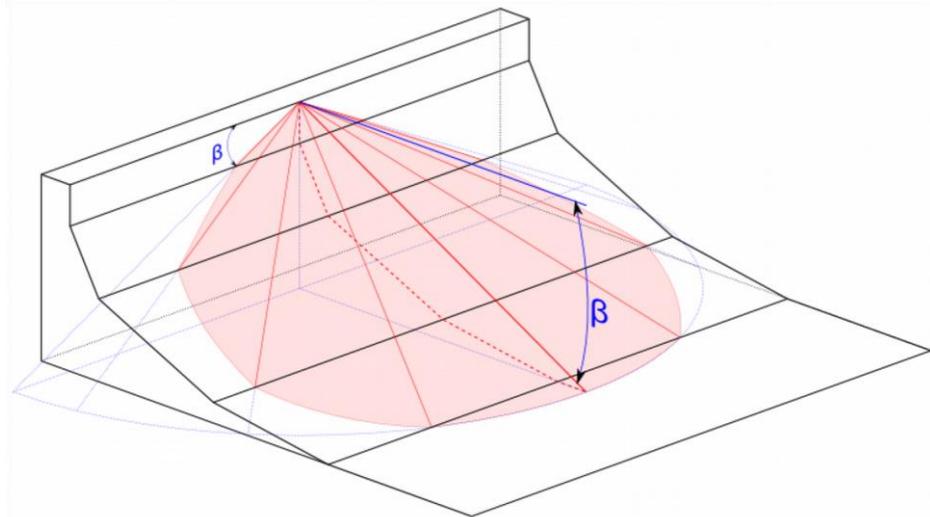
Le modèle de la ligne d'énergie repose sur le principe simple et trivial selon lequel un bloc ne peut progresser sur une pente que si celle-ci est suffisamment raide. Si la pente est supérieure à un angle limite  $\beta$ , le bloc accélère, sinon, il ralentit. Ainsi, un bloc peut se déplacer d'un point de départ A à un point d'arrivée B, point d'intersection de la topographie avec une ligne imaginaire partant du point A et faisant un angle  $\beta$  avec l'horizontale (Figure III.3). Cette ligne est appelée « ligne d'énergie », et l'angle  $\beta$  « angle de la ligne d'énergie ».



Représentation schématique du principe de la ligne d'énergie et de la formule permettant de déterminer l'angle  $\beta$  (modifié d'après Berger et Dorren, (2008)) - © MEZAP

Pour une zone de départ donnée, connaissant le profil topographique du versant en aval de cette zone, on peut alors, si l'on connaît la valeur de l'angle  $\beta$ , proposer le point maximal probable qu'atteindra tout projectile partant de la zone de départ.

Afin de prendre en compte la possibilité de déviation du bloc par rapport à trajectoire principale (à cause de la forme du bloc ou de la présence d'obstacles), il est possible de définir un cône de propagation des blocs, de sommet A et d'angle  $\beta$  par rapport à l'horizontale.



Exemple de cône de propagation défini selon l'angle  $\beta$  par rapport à l'horizontale.

Cette méthode peut être appliquée « manuellement » ou à l'aide de données numériques. Dans le premier cas, elle sera appliquée via différents profils sur lesquels seront calculés les points maximaux d'arrêt probable, et par interpolation à dire d'expert entre ces profils. Dans le deuxième cas, le logiciel Rollfree, développé sous environnement Matlab par IRSTEA (Toe et Berger, 2004), permet d'appliquer cette méthode à partir d'un modèle numérique de terrain. C'est le logiciel utilisé dans cette étude.

### Angle de trajet / angle géométrique

Deux possibilités se présentent quant à l'implantation du profil topographique auquel appliquer le principe de la ligne d'énergie.

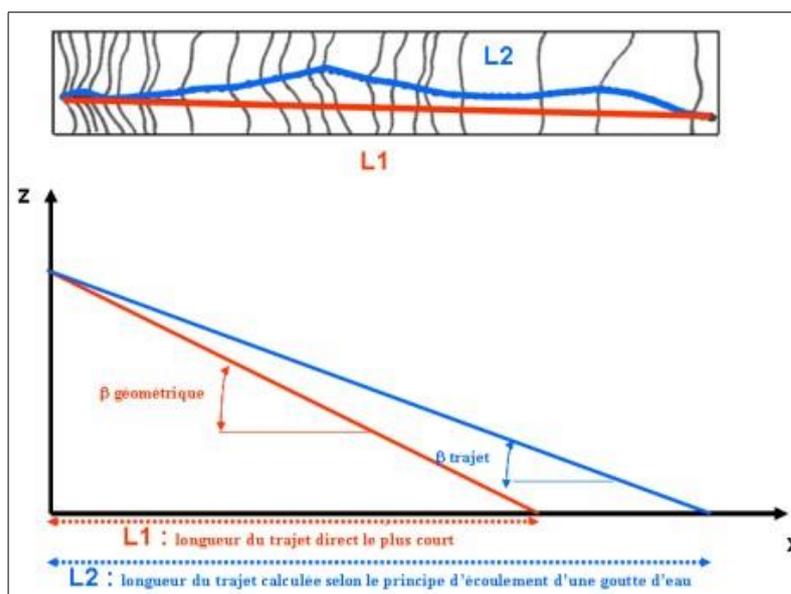
Une première école de pensée préconise d'utiliser un profil rectiligne, selon la direction de plus grande pente depuis le point de départ, que l'on peut appeler « profil géométrique » (en rouge sur la figure suivante). L'angle associé à la ligne d'énergie dans ce cas est appelé « angle géométrique ». La topographie entre le point de départ et le point d'arrêt n'est donc absolument pas prise en compte.

Une seconde école de pensée propose d'utiliser le profil en long correspondant au trajet le plus probable par rapport à la topographie du versant, que l'on peut appeler « profil de trajet » (ligne d'écoulement topographique, en bleu sur la figure suivante). L'angle associé est alors appelé « angle de trajet ».

Le point d'arrêt est le même dans les deux cas, mais le profil de trajet est plus long que le profil géométrique, puisqu'il respecte les variations locales de topographie. La différence de longueur entre les deux profils se traduit par une différence entre les angles associés (de quelques degrés d'après MEZAP<sup>1</sup>).

Le logiciel RollFree utilise l'angle géométrique. En effet, l'angle de trajet impliquerait d'utiliser ou développer un principe de calcul d'écoulement, ce qui est plus complexe à mettre en œuvre.

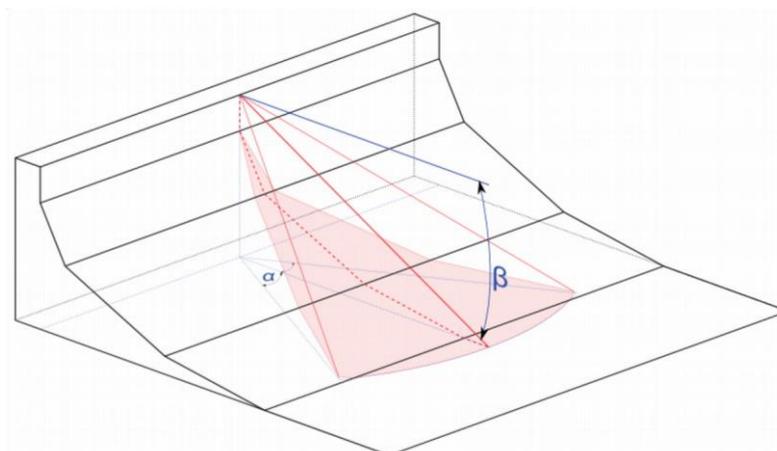
1 Groupe de travail « Méthodologie de Zonage de l'Aléa chutes de Pierre » animé par IRSTEA pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.



Principe de l'angle géométrique (rouge) et de l'angle de trajet (bleu). Le point d'arrêt est le même dans les deux cas, mais le profil de trajet est plus long que le profil géométrique, ce qui explique que les deux profils déroulés sur un même axe semblent aboutir à deux points d'arrêt différents.

## Angle d'analyse

Afin de prendre en compte la possibilité de déviation de la trajectoire des blocs par rapport à la ligne de plus grande pente, le logiciel Rollfree permet d'appliquer un angle d'analyse de part et d'autre de la/des direction(s) principale(s) de propagation.



Exemple de cône de propagation réduit selon un angle d'analyse  $\alpha$  de part et d'autre de la direction principale de propagation.

Cet angle peut être appliqué entre 5 et 30°. Les développeurs de Rollfree recommandent d'utiliser un angle d'analyse entre 20 et 30°.

## Données bibliographiques et valeurs usuelles de qualification de la probabilité d'atteinte

De nombreux auteurs ont travaillé sur la détermination de l'angle de la ligne d'énergie, par l'analyse de données de terrain (blocs éboulés) ainsi que d'expériences en laboratoire ou grandeur nature. Le Tableau III.1 présente les résultats d'une analyse statistique des valeurs de l'angle géométrique rencontrées dans la littérature, réalisée par le groupe de travail MEZAP. (Aucune précision n'est faite sur la signification des qualificatifs « minimal » et « maximal » relatifs aux angles issus des données bibliographiques) :

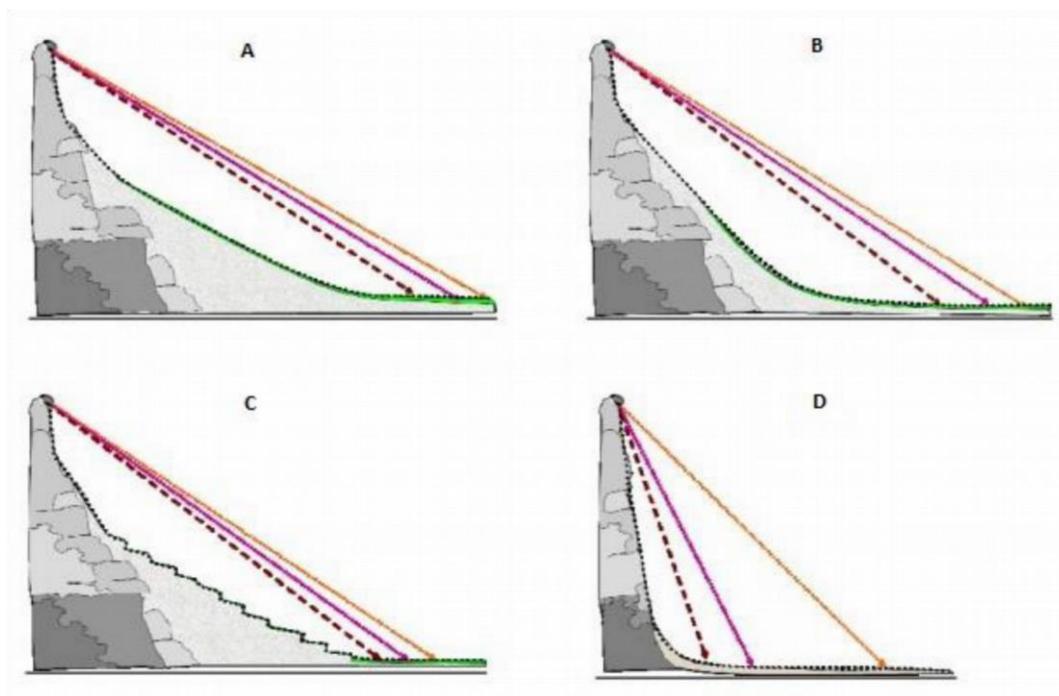
Statistique	Ensemble des données bibliographiques (1968-2014)		Base de données RTM 2011-2013	Expérimentations à échelle réduite IRSTEA 2014
	Angle géométrique minimal	Angle géométrique maximal	Angle géométrique	
Moyenne	30,68°	43,55°	36,69°	33,47°
Min	23,28°	30°	24,65°	23,28°
1 <sup>er</sup> quartile	28,84°	37,93°	33°	27,94°
2 <sup>ème</sup> quartile	31,32°	38,90°	36°	31,56°
3 <sup>ème</sup> quartile	33°	45,10°	40°	36,62°
Max	36,87°	90,00°	58,42°	90°

Analyse statistique des valeurs d'angle géométrique rencontrées dans la littérature, réalisée par le guide technique MEZAP. Dans la note MEZAP, aucune précision n'est faite sur la signification des qualificatifs « minimal » et « maximal » relatifs aux angles issus des données bibliographiques.

On remarque que les valeurs de l'angle géométrique s'étalent sur une plage très large de 23,28° à 90°. D'après les résultats statistiques obtenus, le guide technique MEZAP propose, à titre indicatif, des plages de valeurs permettant une quantification de la probabilité d'atteinte (Tableau III.2), ainsi que des modulations de ces intervalles d'angles selon des profils types de versant (Figure III.7).

Probabilité d'atteinte d'un point	Intervalles d'angles de la ligne d'énergie
<b>Très forte</b>	35° et plus
<b>Forte</b>	33° - 35°
<b>Moyenne</b>	30° - 33°
<b>Faible</b>	26° - 30°

Plages de valeurs indicatives des angles géométriques issues de l'analyse statistique des valeurs publiées à ce jour (source MEZAP).



Profils types et lignes d'énergies associées proposés par le groupe de travail MEZAP (modifié d'après guide technique MEZAP, 2014). A : profil de pente régulière en pied de zone de départ, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs d'angles usuelles (30° - 34°) ; B : Profil de pente régulière en pied de zone de départ avec replat marqué en fin de trajectoire, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs d'angles plus fortes (31° - 38°) ; Profil de pente irrégulière en pied de zone de départ, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs fortes (30° - 38°) ; D : Falaise et replat marqué, répartition statistique des blocs très resserrée selon des valeurs d'angle très fortes - © MEZAP

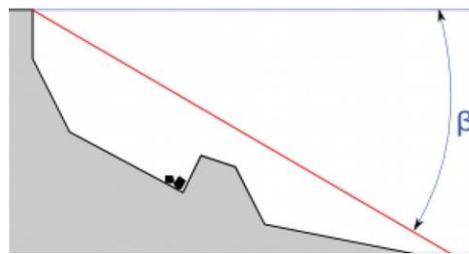
## Limites conceptuelles

### INFLUENCE DE LA TOPOGRAPHIE LOCALE LE LONG DU VERSANT

La méthode de la ligne d'énergie présente l'avantage d'être une méthode simple d'utilisation puisqu'en théorie, elle ne tient pas compte des caractéristiques du terrain (topographie locale, coefficients de restitution, etc.) entre les points de départ et d'arrivée. En cela, elle n'est pas un modèle de trajectographie.

Cependant, en pratique, on remarque aisément que l'application de la méthode de la ligne d'énergie ne peut se passer d'une analyse de la topographie du versant. Les couples « plages d'angles/profils types de versant » proposés par le guide technique MEZAP (Figure III.7) illustrent parfaitement ce constat. Pour ces profils types, la méthode de la ligne d'énergie s'applique en adaptant les angles choisis selon la configuration du versant.

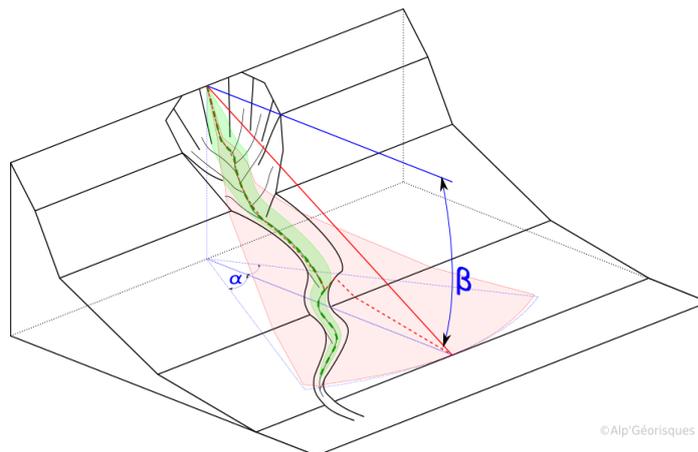
Or, pour certaines configurations de versant, lorsque la topographie locale influence directement sur l'atteinte maximale des blocs, la méthode de la ligne d'énergie n'est tout simplement plus applicable. C'est le cas pour l'exemple de la Figure III.8, dans lequel un relief, suffisamment conséquent pour faire obstacle aux blocs, réduit considérablement le point d'arrêt maximal probable par rapport au point d'arrêt de la ligne d'énergie. Dans ce cas la méthode de la ligne d'énergie implique un zonage excessif du point d'arrêt maximal probable par rapport à la réalité.



*Configuration topographique pour laquelle la méthode de la ligne d'énergie n'est pas applicable.*

Ce cas peut être vu comme la vision en deux dimensions d'autres cas, en trois dimensions, pour lesquels l'application de la méthode de la ligne d'énergie pose problème. Ce sont les configurations de versants qui présentent une topographie chenalisée, influant sur les trajectoires et les points d'arrêt maximal probable, mais transparente au vu de la ligne d'énergie (Figure III.9).

Dans ce cas de versant chenalisé, quel que soit le cône de propagation utilisé, le zonage induit par la méthode de la ligne d'énergie est bien trop excessif par rapport à la réalité (Figure III.9).



© Alp'Géorisques

*III.: Application de la méthode de la ligne d'énergie à un versant chenalisé : le zonage des points d'arrêt maximal probable est excessif par rapport à la réalité (en vert la zone d'arrêt réelle des blocs, en rouge le zonage induit par la méthode de la ligne d'énergie).*

Le cas du versant chenalisé peut être généralisé à tout versant présentant des variations locales de topographie suffisamment importantes pour dévier ou stopper les trajectoires des blocs de façon brutale, sans pour autant influencer sur la ligne d'énergie. Pour ces cas-là donc, la méthode de la ligne d'énergie telle qu'elle est définie par le principe de Heim n'est pas applicable. Autrement dit, cette méthode n'est applicable que lorsque le versant présente une topographie suffisamment régulière, comme les profils-type proposés par le guide technique MEZAP.

## Annexe 3 – éléments descriptifs complémentaires pour la Lignarre

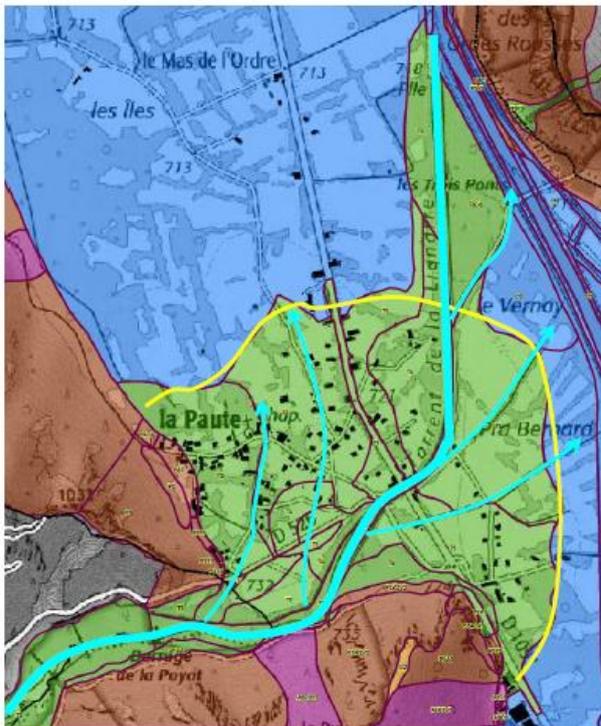
### Evènements historiques

1650	Le torrent de la Lignarre a détruit et couvert 65 stérées. Le bois du Vernet (confluence entre la Lignarre et la Romanche) qui servait de pâturage "est à moitié perdu
1700	65 stérées de fonds cadastrés détruits. Hameaux de la Paute ainsi que le Bois du Vernet
22/10/1928	Barrage de la Poya rompu. Hameaux de la Paute et des Sables menacés mais protégés
1955, 05/2008	Fortes crues sans dommages La Lignarre en crue en 2008 en amont des barrages RTM

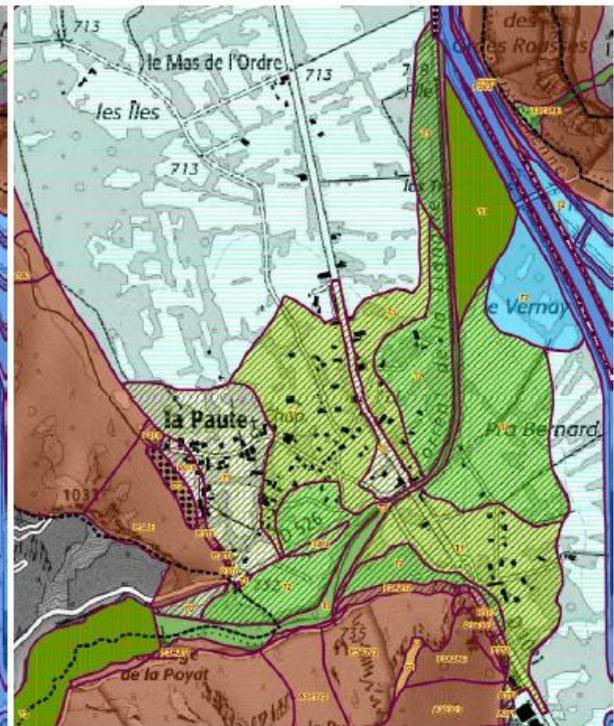


La Lignarre

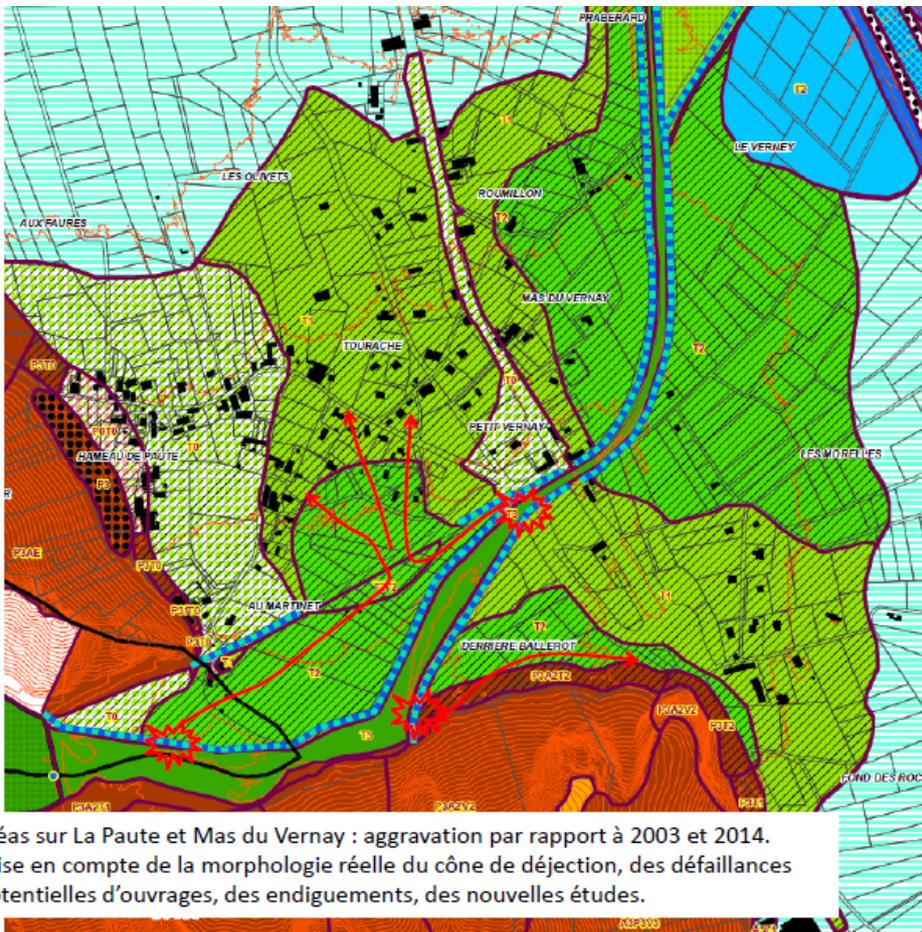
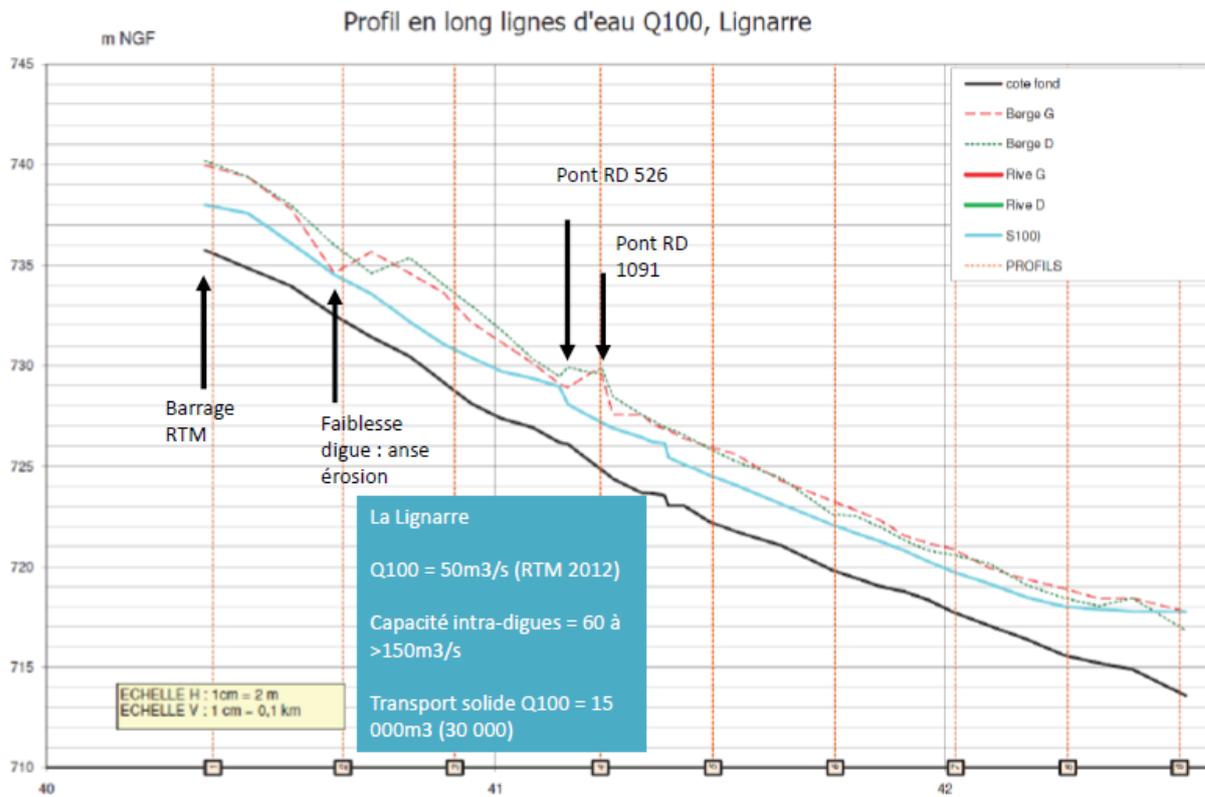
### Aléas



Aléas « naturels »



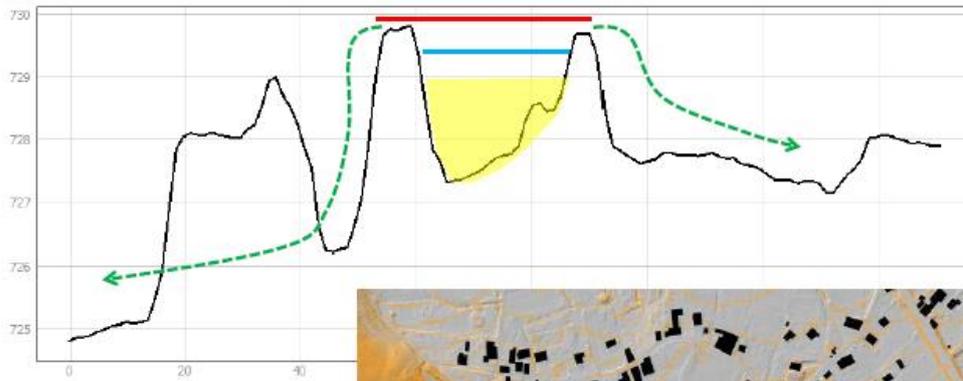
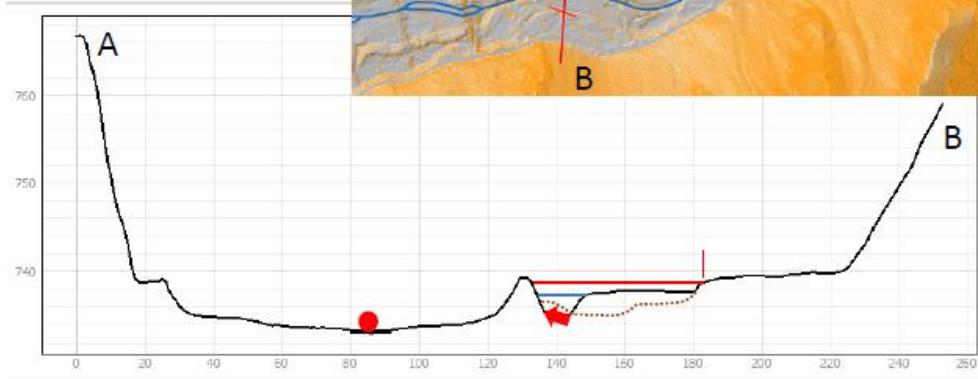
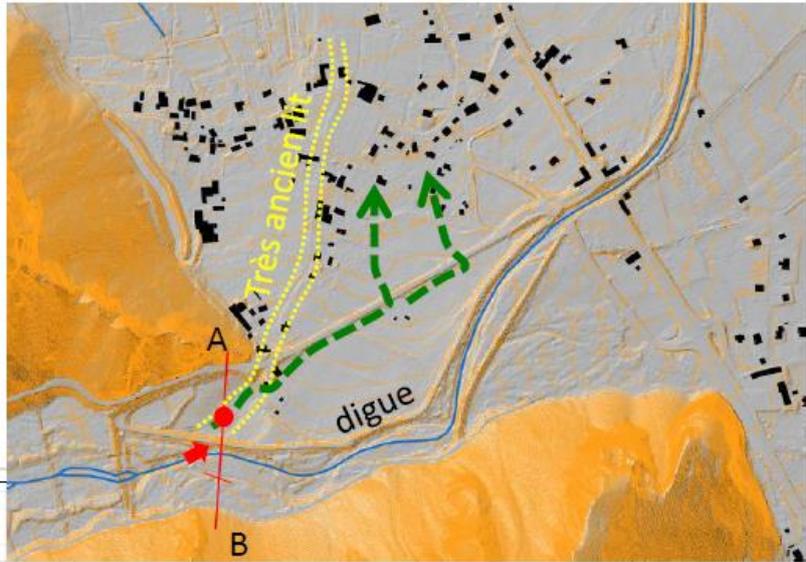
Aléas avec ouvrages



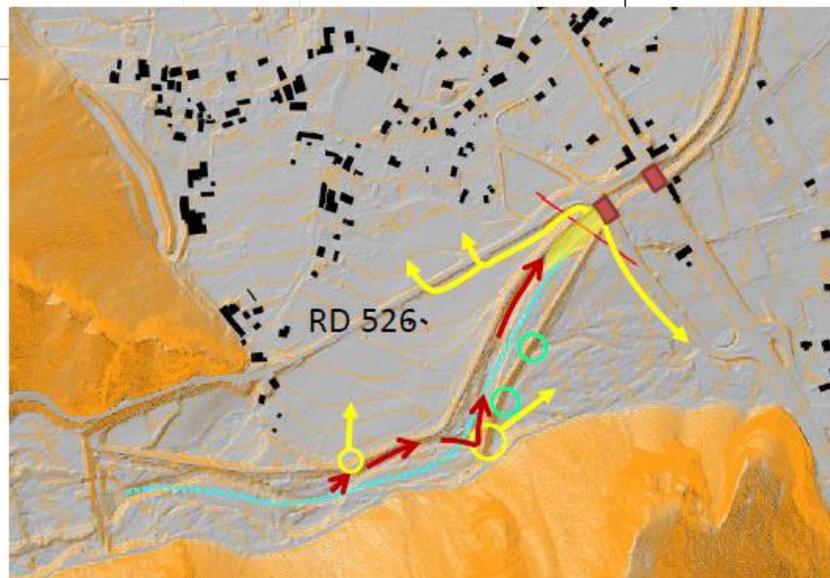
Aléas sur La Paute et Mas du Vernay : aggravation par rapport à 2003 et 2014. Prise en compte de la morphologie réelle du cône de déjection, des défaillances potentielles d'ouvrages, des endiguements, des nouvelles études.

## Points de débordements

1 – digue rive gauche



2 – Pont RD 526  
3 – angles  
d'attaque sur  
digues internes



Justification de  
l'aléa nul TO sur la  
Paute (hameau  
historique)

