



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfète de la Savoie

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES

COMMUNE DE

Aime-la-Plagne

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

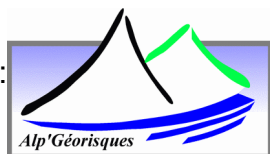
1. Note de présentation

Partie 2 : **Présentation détaillée des aléas**

Cette note complète la note de présentation générale du PPRN

Version du 31 octobre 2025

PPRN approuvé le.....



Elaboré par Alp'Géorisques



Avec le concours du Service RTM de la Savoie

Sommaire

I. Limites de l'étude.....	7
I.1. Périmètres d'étude.....	7
I.2. Données prise en compte.....	8
I.3. Scénarios de référence.....	8
I.4. Responsabilités.....	8
II. Phénomènes pris en compte.....	9
II.1. Avalanches (A).....	9
II.2. Chutes de pierres (P).....	10
II.3. Glissements de terrain (G).....	10
II.4. Affaissements (F) et Effondrements (E).....	10
II.5. Inondations lentes (I).....	10
II.6. Torrentiel (T).....	11
III. Méthodologie de cartographie détaillée des aléas.....	12
III.1. Phénomènes définis par un couple « intensité / période de retour ».....	12
III.2. Phénomènes définis par un couple « intensité / probabilité d'occurrence ».....	13
III.3. Phénomènes définis par un couple « activité maximale / activité présente ».....	14
III.4. Description des niveaux d'aléa.....	15
III.4.1. Avalanche.....	15
III.4.2. Chute de Pierres.....	15
III.4.3. Affaissement – Effondrement.....	16
III.4.4. Glissement de terrain.....	16
III.4.5. Crue Torrentielle – Lave Torrentielle – Érosion de berge – Divagation.....	16
III.5. Prise en compte du bâti.....	17
III.6. Prise en compte des ouvrages de protection.....	17
III.7. Légende.....	17
III.8. Carte des aléas conjugués.....	18
III.9. Zones vertes.....	18
IV. Présentation des investigations menées par le BE.....	19
IV.1. Exploitation des données du service RTM.....	19
IV.1.1. Études disponibles.....	19
IV.1.2. Rapports de visite ou d'accident naturel du service RTM.....	21
IV.1.3. Fiches événements, archives RTM.....	21
IV.1.4. Articles de journaux.....	22
IV.1.4.1. Fonds photographique d'événements.....	22
IV.1.5. Photographies aériennes.....	22
IV.1.5.1. Cartographies.....	22
IV.2. Sources d'information en mairie.....	22
IV.2.1. Personnes rencontrées.....	22
IV.2.2. Phénomènes et dommages connus.....	22
IV.2.3. Cartographies du risque pré-existantes sur la commune.....	23
IV.3. Bases de données et cartographies en ligne.....	24
IV.4. Synthèse des événements historiques.....	24
IV.5. Carte de localisation des phénomènes.....	31
IV.5.1. Évènements localisés.....	31
IV.5.2. Autres informations cartographiées.....	31
V. Analyse géomorphologique.....	32
V.1. Géologie.....	32
V.1.1. Sources des données.....	32
V.1.2. Descriptif géologique.....	32
V.1.3. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels.....	33
V.2. Pentas.....	33
V.3. Photo interprétation.....	33

V.4. Hydrologie.....	34
V.5. Avalanches.....	35
V.5.1. Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche.....	35
V.5.2. Les ouvrages de protections.....	35
V.5.2.1. Couloir de Grande-Raze-Crétière.....	35
V.5.2.2. Couloir du Mial.....	36
V.5.2.3. Couloir de la Combe aux bœufs.....	36
V.5.2.4. Couloir de Sagellan.....	36
V.5.2.5. Secteur de Aime 2000.....	36
VI. Approche générale des aléas.....	37
VI.1. Glissements de terrain.....	37
VI.2. Chute de pierres.....	37
VI.2.1. Exploitation de données numériques.....	37
VII. Investigations de terrain.....	37
VII.1. Descriptif des reconnaissances de terrain.....	37
VII.2. Enquêtes de voisinage.....	39
VIII. Présentation synthétique des aléas.....	40
VIII.1. Présentation synthétique des aléas.....	40
VIII.1.1. L'aléa torrentiel.....	40
VIII.1.1.1. Phénomènes historiques.....	40
VIII.1.1.2. Observations de terrain.....	40
VIII.1.1.3. Représentation cartographique.....	40
VIII.1.1.4. Qualification de l'aléa.....	40
VIII.1.2. L'aléa de glissements de terrain.....	41
VIII.1.2.1. Phénomènes historiques.....	41
VIII.1.2.2. Observations de terrain.....	41
VIII.1.2.3. Qualification de l'aléa.....	43
VIII.1.3. L'aléa chutes de blocs.....	44
VIII.1.3.1. Phénomènes historiques.....	44
VIII.1.3.2. Observations de terrain.....	44
VIII.1.3.3. Qualification de l'aléa.....	44
VIII.1.4. L'aléa effondrements de cavités souterraines.....	45
VIII.1.4.1. Phénomènes historiques.....	45
VIII.1.4.2. Observations de terrain.....	45
VIII.1.4.3. Qualification de l'aléa.....	45
VIII.1.5. L'aléa avalanche.....	45
VIII.1.5.1. Phénomènes historiques.....	45
VIII.1.5.2. Exploitation de la CLPA et de l'EPA et représentation cartographique.....	46
VIII.1.5.3. Observations de terrain.....	46
VIII.1.5.4. Qualification de l'aléa.....	46
IX. Présentation des aléas secteur par secteur.....	48
IX.1. Carte de localisation des secteurs.....	48
IX.2. Villaret-Montgirod-Centron.....	48
IX.2.1. Secteur 1A – Avalanche.....	48
IX.2.1.1. 1A1 couloir de Sagellan (n°200 EPA).....	48
IX.2.2. Secteur 1P – chutes de Pierres.....	50
IX.2.2.1. 1P1 Mongirod.....	50
IX.2.2.2. 1P2 Villaret.....	51
IX.2.2.3. 1P3 Centron.....	52
IX.2.3. Secteur 1G – Glissement de terrain.....	53
IX.2.3.1. 1G1 Montgirod.....	53
IX.2.3.2. 1G2 Villaret.....	54
IX.2.4. Secteur 1T – Crue torrentielle.....	54
IX.2.4.1. 1T1 Nant-Agot.....	54
IX.3. Secteur 2 Villette-Charvaz-Tessens-Villarolland.....	58
IX.3.1. Secteur 2A – Avalanche.....	58

IX.3.1.1. 2A1 couloir de La Combe aux bœufs (CLPA n°8, EPA n°1).....	58
IX.3.2. Secteur 2P – chutes de Pierres.....	62
IX.3.2.1. 2P1 Villette.....	62
IX.3.2.2. 2P2 Charvaz.....	63
IX.3.2.3. 2P3 Tessens.....	63
IX.3.2.4. 2P2 Villarolland – Le Breuil.....	63
IX.3.3. Secteur 2G – Glissement de terrains.....	64
IX.3.3.1. 2G1 Villette.....	64
IX.3.3.2. 2G2 Charvaz.....	64
IX.3.3.3. 2G3 Tessens.....	64
IX.3.4. Secteur 2T – Crues torrentielles.....	65
IX.3.4.1. 1T1 Villette.....	65
IX.4. Secteur 3 Granier-Bonvillard.....	65
IX.4.1. Secteur 3A – Avalanche.....	65
IX.4.1.1. 3A1 Couloir de Grande-Raze-Crétière (n° 3 CLPA / n°3 EPA – n°203 EPA depuis 2003).....	65
IX.4.1.2. 3A2 Couloir du Mial (n° 3 CLPA / n°8 EPA).....	71
IX.4.1.3. 3A3 Couloir de Buisson Rouge (n° 4 CLPA / n°4 EPA – n°200 EPA depuis 2003).....	75
IX.4.1.4. 3A4 Versant boisé dominant La Thuile.....	77
IX.4.1.5. 3A5 Coulées de La Thuile (n°9 EPA – n°203 EPA depuis 2003).....	80
IX.4.2. Secteur 3G – Glissement de terrain.....	82
IX.4.2.1. 3G1 Bonvillard.....	82
IX.4.2.2. 3G2 Hameau du Granier et de la Thuile.....	82
IX.4.2.3. 3G2 Les Chavonnes – Grumailly.....	83
IX.4.3. Secteur 3F – Effondrements de cavités souterraines.....	84
IX.5. 3F1 Les Chavonnes – Grumailly.....	84
IX.5.2. Secteur 3T – Crue torrentielle.....	85
IX.5.2.1. 3T1 Hameau du Granier.....	85
IX.5.2.2. 3T2 Bonvillard.....	86
IX.6. Secteur 4 Aime.....	88
IX.6.1. Secteur 4P – Chute de blocs.....	88
IX.6.1.1. 4P1 Chef lieu.....	88
IX.6.2. Secteur 4G – Glissement de terrain.....	88
IX.6.2.1. 4G1 Aime-chef lieu.....	88
IX.6.3. Secteur 4F – Effondrement de cavités souterraines.....	89
IX.6.3.1. 4F1 Noyeray d'en Haut, Noyeray-du-Bas, La Ruaz.....	89
IX.6.4. Secteur 4T – Crue torrentielle.....	90
IX.6.4.1. 4T1 L'Ormente.....	90
IX.6.4.2. 4T2 Ruisseau de Villarolland.....	93
IX.6.4.3. 4T2 Ruisseau « Les Jointes ».....	93
IX.6.4.4. 4T2 Ruisseau de La Ruaz.....	94
IX.6.4.5. 4T2 Ruisseau du Villard.....	95
IX.7. Secteur 5 Pugnière-Planchamp-Chalet-de-Prajourdan.....	95
IX.7.1. Secteur 5P – Chutes de blocs.....	95
IX.7.1.1. 5P1 Planchamp.....	95
IX.7.1.2. 5P2 Rive gauche torrent de Bonnegarde.....	96
IX.7.2. Secteur 5G – Glissement de terrain.....	96
IX.7.2.1. 5G1 – Montvilliers-Planchamp et Plangerland.....	96
IX.7.2.2. 5G2 Pugnière.....	97
IX.7.3. Secteur 5T – Crue torrentielle.....	97
IX.7.3.1. 5T1 – Torrent de Bonnegarde.....	97
IX.7.3.2. 5T2 – Nant-Pugin.....	100
IX.7.3.3. 5T3 – Ruisseau de Lieutaz.....	100
IX.8. Secteur 6 Longefoy.....	101
IX.8.1. Secteur 6A – Avalanche.....	101
IX.8.1.1. 6A1 Vers les Côtes.....	101
IX.8.2. Secteur 6G – Glissement de terrain.....	102
IX.8.2.1. 6G1 Mongésin – Le Forperet – La Maignonne.....	102
IX.8.2.2. 6G2 Longefoy – Montalbert.....	102

IX.8.3. Secteur 6T – Crue torrentielle.....	103
IX.8.3.1. 6T1 Longefoy.....	103
IX.8.3.2. 6T2 Village vacances du Dou de la Ramaz.....	103
IX.8.4. Secteur 6I – Inondation.....	104
IX.8.4.1. 6I1 Longefoy.....	104
IX.9. Secteur 7 Aime-La Plagne.....	105
IX.9.1. Secteur 7A – Avalanche.....	105
IX.9.1.1. 7A1 Club Med – Aime 2000.....	105
IX.9.2. Secteur 7P – Chute de blocs.....	107
IX.9.2.1. 7P1 Club Med – Aime 2000.....	107
IX.9.3. Secteur 7G – Glissement de terrain.....	107
IX.9.3.1. 7G1 Club Med – Aime 2000.....	107

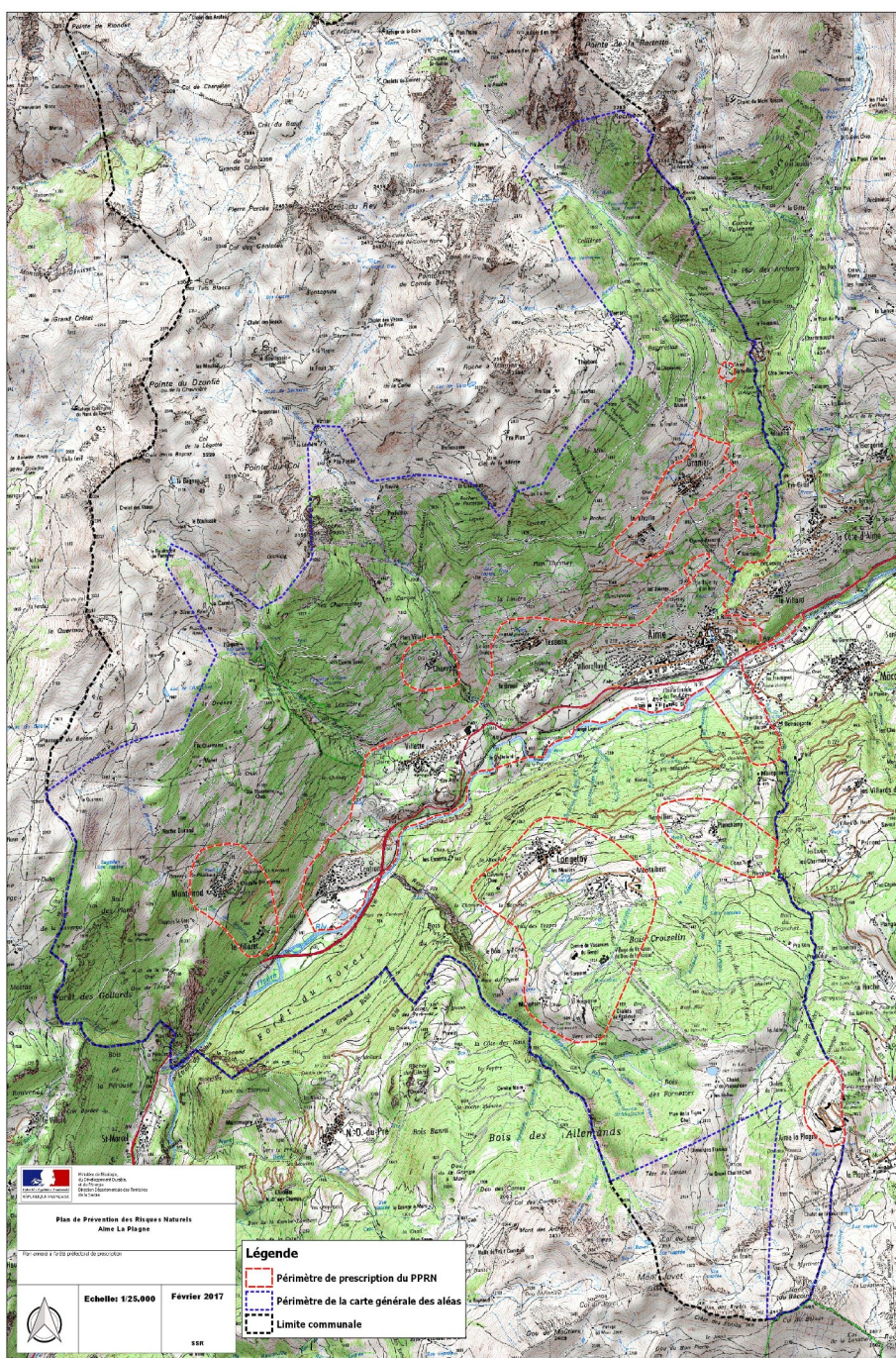
La note de présentation du PPRN comprend deux parties et des annexes :

- 1.1 Une note de **présentation générale** (généralités, enjeux, zonage)
- 1.2 Le présent document qui donne une **présentation détaillée des aléas**
- 1.3 annexe carte informative des phénomènes historiques
- 1.4 annexe cartes des aléas, par phénomène et par secteur
- 1.5 annexe carte des enjeux

I. Limites de l'étude

I.1. Périmètres d'étude

Les secteurs étudiés concernent le périmètre de la carte générale des aléas et le périmètre de prescription qui correspond au périmètre réglementé (Cf carte ci-jointe). Ils ont été décidés en étroite collaboration avec les élus.



I.2. Données prise en compte

La cartographie des aléas décrite dans le présent document a été établie en fonction :

- des connaissances actuelles sur les phénomènes naturels passés, existants ou prévisibles,
- de la topographie des sites, de leur géologie, de l'état de la couverture végétale,
- de l'existence d'ouvrages de protection, et de leur efficacité à la date de la réalisation du zonage.

Ces cartes sont établies après examen du terrain et des photos aériennes, ainsi qu'à l'aide des archives (celles du service RTM entre autres), comptes-rendus d'événement, études spécifiques, etc.

Du fait de ses missions et de sa connaissance des phénomènes sur la commune, le service RTM de l'ONF a apporté une assistance technique à la DDT, maître d'ouvrage, dans la phase d'élaboration du PPR. Cette assistance vise des appuis techniques ponctuels sur des sujets complexes techniquement. Dans le cas du présent PPR, cet appui s'est traduit par la mise à disposition de l'intégralité des archives RTM (événements, études, travaux, cartes d'aléas pré-existantes) pour consultation par le bureau d'études, et par l'analyse des projets de dossier des aléas et les cartes (hors zonage réglementaire) formalisés dans deux avis émis entre mars et septembre 2019 et la participation à la réunion de présentation des aléas en mairie en février 2020. L'avis du service RTM n'a pas été sollicité sur le dossier soumis à enquête publique et sur les documents réglementaires.

Les témoignages recueillis ont été insérés à l'étude dans la mesure où ces derniers apportent un complément d'information.

Ces cartes ne peuvent malheureusement prétendre inventorier la totalité des phénomènes, certains nécessitant pour être révélés des techniques de prospection plus élaborées.

I.3. Scénarios de référence

La grande variabilité des phénomènes, ajoutée à la difficulté de pouvoir s'appuyer sur de longues séries d'événements, rendent difficile la détermination d'un scénario de référence pour le zonage des risques, en s'appuyant sur les seules données statistiques.

En matière d'inondation, le phénomène de référence est le plus fort événement connu ou le phénomène de fréquence centennale si le plus fort événement connu est d'intensité moindre.

Concernant les risques « montagne », si les facteurs ayant contribué au déclenchement et au développement d'un phénomène historique ne sont plus réunis, alors ce phénomène ne sera pas pris en compte. Ainsi, seront à priori écartés, par exemple, les avalanches antérieures à 1850, liées au Petit Age Glaciaire ou encore les débordements torrentiels lorsque l'enfoncement du chenal d'écoulement ne permet plus de tels débordements

C'est ce scénario « de référence » qui sert de base au zonage réglementaire du PPR.

I.4. Responsabilités

Au vu de ce qui précède, les prescriptions du PPR ne sauraient être opposées à l'Administration ni au bureau d'études, comme valant garantie contre des phénomènes plus rares que le phénomène de référence ou imprévisibles au regard des moyens et connaissances disponibles.

Le PPR pourra être révisé en cas de survenance de faits nouveaux (évolution des connaissances, modifications sensibles du milieu, ou réalisation de travaux de protection, etc.).

Le périmètre d'étude et le périmètre réglementé ont été décidés en étroite collaboration avec les élus. Hors des limites du périmètre de prescription, la prise en compte des phénomènes naturels se fera sous la responsabilité de l'autorité compétente en urbanisme.

Le PPR n'exonère pas le maire de ses devoirs, particulièrement ceux visant à assurer la sécurité des personnes.

II. Phénomènes pris en compte

Ne sont pas pris en compte :

- **les séismes** qui font l'objet d'un zonage général de la France. Les constructions devront respecter la réglementation parasismique (règles eurocode 8), dont le corpus réglementaire et le cadre d'application figurent sur le site internet <http://www.planseisme.fr/>
- l'aléa retrait-gonflement des **argiles** Le site <http://www.argiles.fr/> fournit la carte de hiérarchisation de l'aléa et les recommandations.
- Ne sont pas pris en compte dans le présent PPR les phénomènes de glissement de faible extension spatiale, dus à des activités humaines mal maîtrisées (exemple : glissement de talus dû à des raidissements trop importants ou à des rejets d'eau sans précaution). La solution à ces problèmes est de la responsabilité du maître d'ouvrage et de son maître d'œuvre qui doivent analyser l'impact prévisible des travaux, avant toute exécution, afin d'éviter une aggravation de l'état d'instabilité des terrains, le cas échéant en menant une étude géotechnique spécifique.
- Ne sont pas pris en compte les phénomènes de marais, remontées de nappe pour lesquels le respect de règles de l'art suffit à se prémunir.

Les phénomènes naturels pris en compte à l'intérieur de la zone d'étude sont décrits ci-après, avec leurs conséquences sur les constructions. Dans le zonage et le règlement, ils sont regroupés en fonction des stratégies à mettre en œuvre pour s'en protéger :

Code Risque COVADIS	Phénomène	
A	Avalanche	140
P	Chutes de pierres et de blocs, éboulement	123
G	Glissements de terrain	124
F	Affaissements	121
E	Effondrements	
I	Inondation, crue à débordement lent	112
T	Inondation par crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau, érosion de berge, divagation	113

II.1. Avalanches (A)

Sur terrain en pente, le manteau neigeux peut brutalement se mettre en mouvement par rupture de sa structure : c'est l'avalanche. Les écoulements suivent en général la ligne de plus grande pente.

On peut distinguer :

- les avalanches coulantes de neige dense humide, transformée par les cycles de gel-dégel, peu rapides,
- les avalanches coulantes de neige froide, non transformée, peu denses et rapides.
- les aérosols, mélange d'air et de neige se déplaçant à grande vitesse (100 km/h et plus)
L'aérosol est généré par la vitesse élevée de certaines avalanches de neige froide.

Les biens exposés aux avalanches subissent une poussée dynamique (pression d'impact) sur les façades exposées à l'écoulement mais aussi à un moindre degré sur les autres façades. Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liés à la présence, dans l'avalanche, d'éléments étrangers : arbres, blocs rocheux, etc. Ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions. Par ailleurs les constructions pourront être envahies et/ou ensevelies par les avalanches.

L'analyse des avalanches permettra de distinguer deux scénarios. Le scénario centennal débouchant sur des règles d'urbanisme et un scénario exceptionnel destiné à prendre en compte la sécurité des personnes dans les seules zones urbanisées.

II.2. Chutes de pierres (P)

Les chutes de pierres et de blocs correspondent au déplacement gravitaire d'éléments rocheux par rebonds ou par roulement sur la surface topographique. Ces éléments rocheux proviennent de zones rocheuses escarpées et fracturées ou de zones d'éboulis instables. On parlera de **pierres** lorsque leur volume unitaire ne dépasse pas le litre ; les **blocs** désignent des éléments rocheux de volumes supérieurs.

Il est relativement aisé de déterminer les volumes des instabilités potentielles. Il est plus difficile de définir la probabilité d'apparition des phénomènes.

Les trajectoires sont guidées par la ligne de plus grande pente, mais l'on observe souvent des trajectoires qui s'écartent de cette ligne "idéale". Les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes (par exemple 100 kJ pour un bloc de 60 cm – 250 kg à 100 km/h) et donc un grand pouvoir destructeur, le poinçonnement pouvant entraîner, dans les cas extrêmes, la ruine totale des constructions.

Les **écroulements** désignent l'effondrement de pans entiers de montagne (cf. écroulements du Mont Granier en 1248 et en 2016) et peuvent mobiliser plusieurs milliers voire plusieurs millions de mètres cubes de rochers. La dynamique de ces phénomènes ainsi que les énergies développées n'ont rien à voir avec les chutes de blocs isolés. Ces phénomènes très exceptionnels ne sont pas pris en compte dans les PPRN.

II.3. Glissements de terrain (G)

Un glissement de terrain est un déplacement d'une masse de matériaux meubles ou rocheux, suivant une ou plusieurs lignes de rupture. Ce déplacement entraîne généralement une déformation plus ou moins prononcée des terrains de surface.

Les déplacements sont de type gravitaire et se produisent donc selon la ligne de plus grande pente.

En général, l'un des facteurs principaux de la mise en mouvement de ces matériaux est l'eau.

Sur un même glissement, on pourra observer des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain, créant des mouvements différentiels. Les constructions situées sur des glissements de terrain pourront être soumises à des efforts de type cisaillement, compression, dislocation liés à leur basculement, à leur torsion, leur soulèvement ou encore à leur affaissement.

Ces efforts peuvent entraîner la ruine des constructions.

Le PPR ne traite que des phénomènes « naturels » à l'exclusion des instabilités que pourraient provoquer des terrassements inadaptés.

II.4. Affaissements (F) et Effondrements (E)

Ces mouvements sont liés à l'existence de cavités souterraines, donc difficilement décelables, créées soit par dissolution (calcaires, gypse...), soit par entraînement des matériaux fins (suffosion), soit encore par les activités de l'homme (tunnels, carrières...). Ces mouvements peuvent être de types différents :

Les **affaissements** consistent en un abaissement lent du niveau du sol, sans rupture apparente de ce dernier. Les **effondrements** se manifestent, en revanche, par un mouvement brutal du sol au droit de la cavité, avec une rupture en surface laissant apparaître un escarpement plus ou moins vertical. Selon la nature exacte du phénomène, les dimensions et la position du bâtiment, ce dernier pourra subir des déformations, un basculement ou un enfoncement pouvant entraîner sa ruine partielle ou totale.

II.5. Inondations lentes (I)

Les inondations sont un envahissement par l'eau des terrains, principalement lors des crues. Cet envahissement se produit lorsque le débit liquide est supérieur à la capacité d'écoulement du lit du cours d'eau en particulier au droit d'ouvrages tels que les ponts, les busages, etc.

Une inondation peut aussi être provoquée par remontée du niveau de la **nappe** ; dans ce cas le facteur vitesse tient peu de place dans l'appréciation de l'intensité du phénomène.

Un autre type d'inondation est lié au ruissellement pluvial urbain. Phénomène lié en grande partie à l'artificialisation du milieu par imperméabilisation de l'impluvium, présence d'obstacles, etc.

À la submersion simple (vitesse des écoulements inférieure ou égale à 0,5 m/s), peuvent s'ajouter les effets destructeurs d'écoulements rapides (vitesse des écoulements supérieure à 0,5 m/s).

II.6. Torrentiel (T)

Les phénomènes torrentiels recouvrent des phénomènes variés. Il s'agit cependant dans tous les cas d'écoulements où cohabitent une phase liquide (l'eau) et une phase solide (les matériaux transportés : terre, pierres, blocs, branchages...).

Les écoulements suivent en général la ligne de plus grande pente. Les vitesses d'écoulement sont fonctions de la pente, de la teneur en eau, de la nature des matériaux et de la géométrie de la zone d'écoulement (écoulement canalisé ou zone d'étalement).

Certaines coulées boueuses sont issues de glissements de terrains. D'autres sont liées aux crues des torrents et des rivières torrentielles ; la phase solide est alors constituée des matériaux provenant du lit et du ravinement des berges mêmes du torrent et des versants instables qui le dominent. Ces **coulées boueuses** ont une densité telle qu'elles peuvent transporter des blocs de plusieurs dizaines de mètres cubes.

On parlera d'écoulement **bi-phasique** lorsque, dans la zone de dépôt, il y a séparation visible et instantanée des deux phases.

Dans le cas contraire on parlera d'écoulements mono-phasique ; il s'agit alors de **laves torrentielles** coulées boueuses ayant un fonctionnement spécifique.

Les biens exposés subiront une poussée dynamique sur les façades exposées à l'écoulement mais aussi une pression sur les façades situées dans l'axe de l'écoulement. Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liés à la présence au sein des écoulements d'éléments grossiers. Ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions

Par ailleurs les constructions pourront être envahies et/ou ensevelies par les dépôts.

Les **érosions de berges** sont assimilées au phénomène torrentiel. Il s'agit du sapement du pied des berges par l'énergie d'écoulement d'un cours d'eau, avec pour conséquence l'ablation d'une partie des matériaux constitutifs de ces mêmes berges, pouvant conduire au recul de la berge. Ce recul peut conduire de façon assez aléatoire à la divagation du cours d'eau s'il se crée un nouveau lit.

Les berges meubles sont les plus concernées, mais les érosions en crue peuvent arracher des blocs, voire des ouvrages de protection (enrochements sous-dimensionnés.)

Le risque d'apparition de ce phénomène rend impropre à la construction une bande de terrain plus ou moins large de part et d'autre des cours d'eau (et y compris des talwegs secs).

Il fait aussi courir aux constructions existantes un risque de destruction partielle ou complète.

Certains ravinements ou glissements de terrains peuvent s'apparenter aux coulées boueuses. Pour le zonage et le règlement, elles seront rattachées au type de phénomène dont les effets sont les plus proches.

Les ruissellements chargés liés à un débordement torrentiel ou un ravinement, sont rattachés en T.

Le **ravinement** est une forme d'érosion rapide des terrains sous l'action de précipitations abondantes. Plus exactement, cette érosion prend la forme d'une ablation des terrains par entraînement des particules de surface sous l'action du ruissellement.

Dans les zones où se produit le ravinement, les fondations des constructions pourront être affouillées, ce qui peut entraîner leur ruine complète. En contrebas, dans les zones de transit ou de dépôt des matériaux, le phénomène prend la forme de coulées boueuses.

Il convient de laisser les axes d'écoulement (y compris les talwegs secs) libres de tous obstacles : Aussi, une bande de recul est prescrite, dont la largeur dépend de la taille du bassin versant et de son activité (voir article 8 du règlement).

III. Méthodologie de cartographie détaillée des aléas

Le risque d'origine naturelle, objet du présent PPRN, est la combinaison d'un phénomène naturel, visible ou prévisible, et d'un enjeu (personnes, biens, activités, patrimoine, etc) susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

La cartographie des aléas peut être élaborée par méthode « classique » basée sur une analyse géomorphologique du territoire les aléas étant évalués sur trois niveaux : faible, moyen, élevé. Cette méthode est utilisée pour réaliser des cartes générales d'aléas sur de grands territoires.

Une méthode plus analytique est préconisée pour les PPRN. Elle est basée sur l'intensité et la période de retour prévisibles, ou sur l'activité présente et maximale. La méthode est décrite ci-après.

Une synthèse est réalisée sous forme d'une carte où l'aléa est représenté par un dégradé de couleurs dans les tons pastels correspondants à **trois niveaux d'aléa** (+ le niveau exceptionnel) :

Niveaux d'aléa	Faible	Moyen	Élevé
Symbole			

III.1. Phénomènes définis par un couple « intensité / période de retour »

Il s'agit des **Avalanches, Coulées de boues, crues Torrentielles et Inondations**

Évaluation de l'intensité

Sur un site donné, le choix de la classe d'intensité est fondé sur la possibilité de construire un bâtiment-référence (10 m par 10 m d'emprise au sol, deux niveaux, un toit), devant être capable d'assurer la sécurité de ses occupants et de ne pas subir d'endommagement, grâce à des renforcements économiquement envisageables (surcoût inférieur à 20 % de la valeur du bâtiment) qui lui permettrait de résister au phénomène.

- **1 : faible** → La réalisation des travaux de renforcement n'est pas indispensable, les manifestations du phénomène étudié ne remettant en cause ni la sécurité des occupants, ni l'intégrité du bien.
- **2 : moyenne** → Il est indispensable de réaliser les travaux de renforcement pour assurer la sécurité des occupants et/ou l'absence d'endommagement du bien.
- **3 : élevée** → Il n'est pas envisageable de construire le bâtiment, aux conditions définies ci-dessus.

Période de retour

L'aléa de référence (ARC) correspond à une période de retour « rare » d'ordre de grandeur 100 ans.

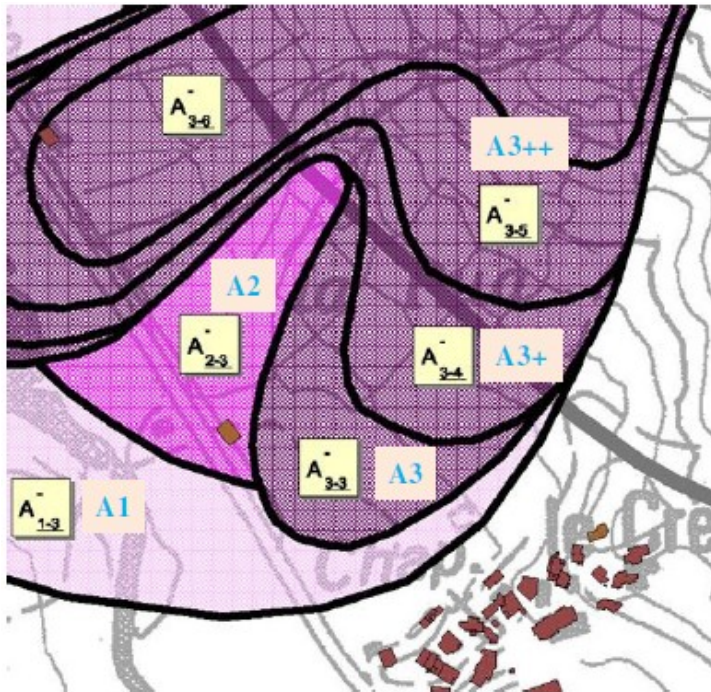
Si la période de retour est estimée « fréquente » entre 10 et 30 ans, un signe « + » est ajouté après l'intensité. Si la période de retour est estimée « très fréquente » (< 10 ans), un double signe « ++ » est ajouté après l'intensité.

Pour les avalanches, un aléa de référence exceptionnel (ARE) est pris en compte conformément au guide Avalanche 2015

Période de retour Intensité	100 à 300 ans scénario exceptionnel avalanche	30 à 100 ans scénario rare (référence) :	10 à 30 ans scénario fréquent (+)	0 à 10 ans scénario très fréquent (++)
faible 1	Contours : Souffle et Coulante	1	1+	1++
moyenne 2		2	2+	2++
élevée 3		3	3+	3++

Si le scénario est très fréquent, alors le niveau retenu pour l'aléa est surclassé : 1++ passe en niveau d'aléa moyen et 2++ passe en niveau élevé.

Le but premier des signes « + » est de montrer que ces zones sont plus « dangereuses » puisqu'on risque d'être impacté plus souvent. On ne mentionnera la fréquence « + » ou « ++ » que pour l'aléa dont l'intensité est la plus forte, sur une zone donnée. En pratique, cela conduit, pour l'intensité de l'aléa centennal, à ajouter un contour marquant la limite des phénomènes fréquent et très fréquent, en remontant dans le versant. On obtient donc simplement un « dégradé » de la fréquence de l'amont vers l'aval, pour l'intensité correspondant à la référence centennale. Exemple : avec étiquettes en bleues (anciennes notations en noir,)



Parfois, l'aléa fréquent ou très fréquent se superpose à l'aléa rare, car une limite topographique empêche le phénomène de se propager plus loin ou avec la même intensité (chenal torrentiel, versant opposé...). Dans ce cas, on passe d'aléa (très) fréquent à aléa moins intense ou négligeable (hors ARE).

Exemple d'une berge abrupte, qui contient la crue (aléa fréquent de forte intensité noté T3+ dans le lit) sans permettre à une crue rare de déborder (absence de zone T3).

Dans certains cas, un **double affichage** peut combiner les phénomènes connus dont on veut garder la trace (par exemples fréquents et peu intenses, 1+) et le phénomène de référence, probable à l'échelle du siècle mais qui ne s'est jamais produit (2 ou 3).

Les **phénomènes exceptionnels sont cartographiés par leur seul contour (jaune/orange)**, pour les distinguer des **phénomènes centennaux qui sont dessinés sous forme d'aplat de couleur plus ou moins foncée**.

III.2. Phénomènes définis par un couple « intensité / probabilité d'occurrence »

Il s'agit des chutes de Pierres et des Effondrements.

La méthode d'élaboration du zonage de l'aléa **chute de pierre** dite « MEZAP » préconisée par le ministère (note technique janvier 2014) a servi de base notamment par prise en compte des lignes d'énergie (relevé des valeurs d'angles), complétée par la prise en compte de l'énergie (facteur vitesse) et le cas échéant par des modélisations trajectographiques (dont les résultats sont donnés au chapitre 9 « présentation des aléas secteur par secteur »).

L'intensité est qualifiée par l'énergie estimée ou calculée des blocs (qui dépend de leur volume et de leur vitesse).

À titre indicatif, un bloc de 600 kg à la vitesse de 10 m /s déploie une énergie de 30 kJ, qui passe à 100 kJ à une vitesse de 18 m/s. Cette gamme d'énergie peut détruire des parois en béton armé de 20 à 30 cm d'épaisseur. (source CEREMA – CADOROC oct 2017)

La probabilité d'occurrence est la résultante d'une probabilité de départ et d'une probabilité d'atteinte.

Le niveau d'aléa découle du croisement intensité x occurrence selon la grille suivante :

Probabilité d'occurrence Intensité (Energie)	Faible De l'ordre d'un impact potentiel tous les 30 à 100 ans	Moyenne (+) De l'ordre d'un impact potentiel tous les 10 à 30 ans	Elevée (++) Plus d'un impact potentiel tous les 10 ans
faible V < 250 litres ET E < 30 kJ	1	1+	1++
moyenne dans les autres cas	2	2+	2++
élevée V > 1 m3 OU E > 300 kJ	3	3+	3++

Le scénario d'occurrence moyenne à élevée sont surclassés pour tenir compte du caractère imprévisible de l'aléa et dangereux pour les personnes :

1+ passe en niveau d'aléa moyen. 1++, 2+ et 2++ passent en niveau élevé.

Pour les **effondrements**,

Probabilité d'occurrence Intensité (diamètre)	Faible De l'ordre d'un tous les 30 à 100 ans	Moyenne (+) De l'ordre d'un tous les 10 à 30 ans	Elevée (++) Plus d'un tous les 10 ans
faible <3 m	1	1+	1++
moyenne	2	2+	2++
élevée >	3	3+	3++

III.3. Phénomènes définis par un couple « activité maximale / activité présente »

Il s'agit des **Glissements de terrain, aFaissements, Ravinements**.

Le choix de la classe d'activité est fait par rapport à la capacité de résistance d'un bâtiment-référence devant conserver à l'échelle du siècle un état de fonctionnement et de sécurité satisfaisant, grâce à une conception et/ou des renforcements envisageables (surcoût < 20 % de la valeur du bâtiment).

- faible. L'adaptation du projet aux mouvements du sol n'est pas indispensable (risque de désordres limités sur le bâti, même en l'absence de mesures spécifiques).
- moyen. Il est **indispensable d'adapter le projet de construction aux mouvements du sol** pour assurer les conditions définies ci-dessus. Le phénomène n'est pas dangereux pour les personnes.
- élevé. Il n'est **pas envisageable de construire** le bâtiment-référence, aux conditions définies ci-dessus. Le phénomène peut être dangereux pour les personnes (glissement rapide ou brutal).

Activité présente Activité maximale	faible ou nulle	moyenne	Elevée
faible	1		
moyenne	2-	2	
élevée	3--	3-	3

L'activité présente est mentionnée à titre indicatif, par un signe « - » ou « -- » pour indiquer son niveau (actuel) par rapport à l'activité maximale.

III.4. Description des niveaux d'aléa

III.4.1. Avalanche

Période de retour Intensité	100 à 300 ans scénario exceptionnel avalanche	30 à 100 ans scénario rare (référence) :	10 à 30 ans scénario fréquent (+)	0 à 10 ans scénario très fréquent (++)
Faible : coulées de talus, aérosols (< à 3kpa)	Contours : Souffle et Coulante	A1	A1+	A1++
Moyenne : Zones avalanches, zones de souffle (entre 3 et 30 Kpa)		A2	A2+	A2++
Élevée : Avalanches reconnues, zones avalanches, zones de souffle (>30 kpa)		A3	A3+	A3++

III.4.2. Chute de Pierres

La méthode s'inspire de la note technique MEDDE « Méthodologie de l'élaboration du volet « aléa rocheux » d'un PPR » (MEZAP) janvier 2014 page 17.

La qualification de la **probabilité d'occurrence** est définie à dire d'expert, en prenant en compte la probabilité d'atteinte en un point (mesure d'angle + contexte topographique) et la probabilité de départ qualifiée par l'indice d'activité.

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

		Intensité (1)			
		V≤0,25 m ³ ET E ≤ 30 kJ	autres cas	> 1 m ³ OU E > 300 kJ	
		Faible	Modérée	Elevée	
Probabilité d'occurrence	Faible moins d'un impact potentiel par siècle				Cartographie avec un niveau d'aléa unique très élevé en utilisant le principe de la ligne d'énergie (Cf. 3.1)
	Modérée un impact potentiel tous les 30 à 100 ans	Faible P1	Modéré P2	Elevé P3	
	Elevée un impact potentiel tous les 30 à 10 ans	Modéré P1+	Elevé P2+	Elevé P3+	
	Très élevée plus d'un impact potentiel tous les 10 ans	Elevé P1++	Elevé P2++	Très élevé P3++	

(1) Une estimation de l'énergie du bloc sera prise en compte en complément de son volume pour d'une part déterminer le niveau d'intensité, d'autre part caractériser la hauteur d'impact et l'énergie à prendre en compte pour les renforcements de façade (données reprises dans le zonage et/ou le règlement).

III.4.3. Affaissement – Effondrement

Probabilité d'occurrence Intensité (diamètre)	Faible De l'ordre d'un tous les 30 à 100 ans	Moyenne (+) De l'ordre d'un tous les 10 à 30 ans	Elevée (++) Plus d'un tous les 10 ans
Faible : terrain sans signe d'affaissement, mais de nature propice (gypse profond...) sans risque de mouvement brutal ni important	F1	F1+	F1++
Moyenne : terrain sans signe d'affaissement mais très propice (gypse subaffleurant...) ou dolines peu actives sur calcaire	F2	F2+	F2++
Élevée : affaissements actifs risque d'effondrement	F3	F3+	F3++

III.4.4. Glissement de terrain

Activité présente Activité maximale	faible ou nulle	moyenne	Elevée
Faible : terrain sans signe, mais de nature propice (...) sans risque de mouvement brutal ni important	G1		
Moyenne : terrain sans signe mais très propice ou peu actifs	G2-	G2	
Élevée : Glissements actifs ou d'importance, risque de rupture et de mouvements brutaux	G3--	G3-	G3

III.4.5. Crue Torrentielle – Lave Torrentielle – Érosion de berge – Divagation

Période de retour Intensité	30 à 100 ans scénario rare (référence) :	10 à 30 ans scénario fréquent (+)	0 à 10 ans scénario très fréquent (++)
Faible : dépôt ou affouillement <50 cm - zones de débordement, faible hauteur d'eau et des boues, - pas ou peu d'affouillements	T1	T1+	T1++
Moyenne : dépôt ou affouillement entre 50 cm et 1 m zones de débordement, le courant peut engendrer dépôts et érosions	T2	T2+	T2++
Élevée : dépôt ou affouillement > 1 m - Lit des ruisseaux et axes d'écoulements (y compris talwegs secs) - bande de recul de 4 m des sommets de berges pour accès et entretien - l'érosion de berge et la divagation qui constituent des surlargeurs des lits des ruisseaux sont classés en aléa élevé sauf cas particulier de petits ruisseaux ou ravines - zones de débordement, - bande de sécurité derrière les digues	T3	T3+	T3++

III.5. Prise en compte du bâti

Les cartes d'aléa sont élaborées en faisant abstraction du bâti.

L'influence du bâti – existant et futur – sur l'écoulement des phénomènes naturels gravitaires est complexe. Elle n'est de ce fait que partiellement et forfaitairement prise en compte, en considérant que l'écoulement peut être dévié par le bâti formant obstacle, d'un angle allant jusqu'à 80° par rapport à sa direction initiale. Il en résulte une large gamme de façades considérées comme pouvant être directement exposées à l'écoulement (cf. annexe 1 du règlement)

III.6. Prise en compte des ouvrages de protection

En présence d'ouvrage de protection dont les effets pérennes sur l'aléa justifient la prise en compte, un **double affichage des aléas** est réalisé. La cartographie doit permettre de distinguer les zones où l'ouvrage diminue l'aléa, et les zones où l'ouvrage augmente l'aléa. Chaque zone est décrite par la qualification de l'aléa en tenant compte de l'ouvrage, suivi (entre parenthèses) de sa qualification en faisant abstraction de l'ouvrage. Le paragraphe suivant donne des exemples de légende.

Les ouvrages de protection contre les inondations devront respecter les exigences de la loi MAPTAM instaurant la compétence GEMAPI et les études de danger des digues.

III.7. Légende

L'échelle de cartographie retenue est celle du **1/5000° au minimum**.

Comme présenté dans les grilles ci-dessus, chaque phénomène étudié est décrit par :

- Une lettre majuscule, abréviation du nom du phénomène, tel que décrit **au point 2**.
- Un indice composé d'un chiffre indiquant l'intensité du phénomène, suivi le cas échéant d'un ou deux signes « + » indiquant la fréquence, ou signe « - » indiquant l'écart avec l'activité actuelle.
- Un deuxième indice composé de la même façon, mais placé entre parenthèses, décrivant le phénomène **en faisant abstraction des protections**.

La parenthèse lorsqu'elle existe, permet d'apprécier l'impact des dispositifs de protection sur le danger que représentait le phénomène étudié avant la mise en place de la protection.

Lorsque le phénomène est caractérisé par plusieurs indices, celui retenu pour définir l'aléa de référence est souligné.

Si le phénomène de référence n'est pas le plus élevé en intensité ou en activité, ce choix est justifié dans la fiche descriptive.

Les exemples ci-après permettent d'illustrer cette légende.

Phénomène A valanches	A1+	Le phénomène est faiblement intense et fréquent
Phénomène T orrentiel	T3	Le phénomène est intense et rare
Deux phénomènes T orrentiels se superposent	T2+/3Ex	L'un est moyennement intense et fréquent (2+) L'autre est intense mais exceptionnel (3Ex). Le phénomène de référence est souligné.
Prise en compte d'ouvrages : A valanche	A1(3)	Le phénomène de référence est souligné - En faisant abstraction des protections, le phénomène est intense et rare (3). Grace à la tourne paravalanche,
chutes de P ierres	P0(3)	l'aléa résiduel est faiblement intense et rare (1). - Grace au merlon pare-pierres, l'aléa est supprimé (0).
G lisement de terrain	G3--	Le phénomène peut devenir très actif mais n'est actuellement que peu actif

III.8. Carte des aléas conjugués

Le PPRN traitant plusieurs aléas, une carte des aléas conjugués est élaborée afin de synthétiser le **niveau d'aléa de référence** retenu en chaque point du territoire. Comme indiqué plus haut, cette carte présente 3 niveaux d'aléa correspondant à 3 tons pastels d'intensité dégradée. Les niveaux sont notés avec l'initiale du phénomène, suivie d'un chiffre. Par exemple, une zone concernée par un aléa torrentiel moyen et un aléa glissement faible sera notée T2G1.

<i>Niveau d'aléa de référence</i>	A	G ou P	T ou I
Niveau élevé	A3	G3	T3
Niveau moyen	A2	G2	T2
Niveau faible	A1	G1	T1

S'il est traité, l'aléa exceptionnel est figuré par son contour en pointillé jaune.

Les cartes identifient la direction des phénomènes, par une flèche indiquant son sens de propagation (sauf lorsqu'ils suivent avec évidence la plus grande pente).

III.9. Zones vertes

La forêt occupe 30 % du territoire communal.

Les peuplements forestiers sont variés selon l'altitude, l'exposition et la nature du sol. Ils s'étagent du collinéen à la base du subalpin. Ainsi, on y rencontre la chênaie et la hêtraie en zone basse, puis la hêtraie-sapinière et la pessière dans l'étage montagnard. Globalement les feuillus (hêtres, chênes, érables, frênes, etc) restent majoritaires. Les résineux étant essentiellement représentés par l'épicéa, le sapin et localement le pin sylvestre.

L'ensemble de la forêt de Aime-la-Plagne joue un rôle déterminant en termes de protection des zones urbanisées, tant au niveau de la fixation des terrains vis-à-vis des eaux de ruissellement dans toutes les zones à forte pente, qu'au niveau de l'écran qu'elle constitue vis-à-vis des chutes de blocs ou dans la protection contre le déclenchement des avalanches.

La végétation peut, dans certains cas, influencer sur l'apparition et le développement des phénomènes naturels. La végétation peut agir de manière active ou passive sur les phénomènes naturels :

- en limitant le ruissellement, contribuant ainsi à réduire les débits instantanés des cours d'eau ;
- en limitant l'érosion et le ravinement qui peut alimenter le transport solide des torrents.
- en contribuant à la fixation du manteau neigeux et limitant ainsi la fréquence des avalanches ;
- en limitant la propagation des pierres et des blocs dans les zones exposées.

IV. Présentation des investigations menées par le BE

IV.1. Exploitation des données du service RTM.

IV.1.1. Études disponibles

Titre	Auteur	Année	Commentaire
Aménagement			
Aménagement d'une ZAE au lieu-dit – Plan du Cruet	EPODE	2013	Géologie du sous-sol, présence de gypse
UTN – Volet 1 : État du site et de son environnement, diagnostic touristique et les perspectives d'évolution d'Aime-La-Plagne – Volet 3 : risques naturels	ASADAC, Atelier BDa, SCP Barbeter et Dupuis	2011	Site d'Aime 2000
Projet de lotissement à Tessens – Prise en compte des eaux pluviales	RTM	2007	Document d'incidence au titre de la loi sur l'eau
Hydraulique			
Étude du busage du ruisseau des Frasses au lieu-dit « Les Adrets »	Société d'aménagement de la station de la Plagne	1989	Données débits
Rapport d'accident naturel du 6 juillet 1991 – Torrent de Bonnegarde et de Lovatière	RTM	1991	Informations sur les points de faiblesse et de débordement. Travaux à envisager
Étude hydrogéologique – Tessens	RTM	Avril 2008	Coulée de boue du 6 mars 2007
Note hydraulique – Traversée du Nant Pugin RD88	RTM	Février 2014	Rectification d'une courbe de la RD88
Torrent du Nant-Agot – Étude hydrologique et hydraulique au niveau de la carrière SOCAVI	RTM	Août 2004	Mesures afin de limiter les risques de débordement
Gestion du risque inondation dans la traversée d'Aime par l'Ormente et compatibilité de franchissabilité piscicole.	ETRM	Janvier 2012	Analyse détaillée de la zone à la confluence avec l'Isère
Étude hydraulique complémentaire pour la	EGIS Eau, ETRM	Juillet 2012	Risque d'obstruction du pont de la RN 90. Inondation de la zone d'activité.

Titre	Auteur	Année	Commentaire
protection de la zone d'activité des Iles contre les crues de l'Ormente			
Route nationale 90 – Déviation d'Aime – Étude hydraulique	SOGREAH		Débits et niveau de crue de l'Isère et de l'Ormente
Étude des aménagements hydrauliques sur l'Isère et sur l'Ormente	SOGREAH	Mars 1989	Dimensionnement des ouvrages
Diagnostic sur l'état de quelques ruisseaux de la commune.	RTM	Janvier 2002	Nant-Pugin, Ruisseau des Rottes, Bief Bovet, Nant de Tessens,...
ZAC de Montalbert – Étude hydraulique et géotechnique	SILENE	Janvier 1992	Conditions de stabilité du ruisseau des Frasses, du ruisseau des Rottes et le bief Bovet modifications de débits liés à l'aménagement de la station.
Ancien camping de Villette – Étude du risque vis à vis du Nant-Agot.	RTM	Janvier 2010	Estimation des risques au niveau du camping – Proposition de travaux
Glissements de terrain			
Rapports d'expertise « Glissement du Chapelet	RTM	1995, 1998, 1999, 2000	Réactivation d'un glissement ancien.
Rapport d'expertise « Glissement de terrain au-dessus du quartier de La Ruaz »	RTM	1995	Glissement de terrain juste au-dessus des habitations.
Glissement de la Combe aux Bœufs au-dessus de Villarolland	BRGM	1977	Coulée boueuse sur le versant au-dessus de Villarolland
Étude Robert Marie	RTM		Stabilité des secteurs au-dessus du village de la Villette
Avalanches			
Rapport de visite du 5 novembre 2015	RTM	2015	Ouvrages paravalanches de la Combe aux Bœufs
Rapport de visite du 9 novembre 2005	RTM	2005	Hameau de la Pesée, sensibilité aux avalanches
Étude sur les avalanches de 1990	Commune de Granier-sur-Aime	1990	Avalanche de Sautet-Buisson-Rouge Avalanche de la Chavonne Avalanche de Raze-Crétière
Rapport – Analyse des avalanches au village de La Thuile	RTM	2008	Analyse des différents couloirs qui peuvent affecter le village
Diagnostic risques nivologiques – TSD Envers – La Plagne	Engineerisk	2015	Exposition du TSD aux avalanches

Titre	Auteur	Année	Commentaire
Étude du risque d'avalanche sur le projet de téléski des stades	TORAVAL	Avril 2001	Prise en compte du risque d'avalanche dans un avant-projet de téléski ;
Exposition actuelle du hameau de La Thuile au risque d'avalanche et proposition de protections complémentaires pour réduire les contraintes d'urbanisme.	RTM	Novembre 2010	Reconstitution de l'avalanche de 1981 ; Proposition de protections complémentaires ;
Pré-diagnostic des trajectoires et des risques d'avalanche exceptionnelle en vue de cartographier les ARE dans le PPR.	RTM	Juin 2017	Aider pour évaluer l'importance des aléas de référence exceptionnels (ARE) concernant les avalanches au sein du périmètre réglementé du PPR d'Aime La Plagne
Chutes de blocs			
Étude trajectographique de propagation – Forêt domaniale du Nant-Agot	SAGE	Octobre 2000	Analyse de stabilité d'un bloc
Compte rendu de visite du 2 mars 1992	SAGE	1992	Suite aux éboulements de février 1992

IV.1.2. Rapports de visite ou d'accident naturel du service RTM

- 1982, Glissement de terrain de Plan-Villard ;
- 1986, Éboulement sur la route pastorale de Tessens ;
- 1999, Chutes de blocs, forêt des Gollards ;
- 1999, Écroulement sur la rive droite du Nant-Agot ;
- 2002, Crue torrentielle du Nant Thieret ;
- 2003, Falaise de Montgirod ;
- 2005, Crue torrentielle du Nant Thieret ;
- 2006, Chutes de pierres – lotissement de la Cerisaie ;
- 2009, Risque de chutes de pierres sur la route reliant La Vilette à Charvaz ;
- 2010, Chute de bloc sur un parking ;
- 2012, Demande d'avis sur les risques de chutes de pierres sur le RD 218, d'accès à Tessens ;
- 2014, Chutes de blocs sur la route d'accès au hameau de Charvaz ;
- 2015, Chute de pierres sur le hameau de la Ruaz ;

IV.1.3. Fiches événements, archives RTM

- 1940, Pluie torrentielle du 14 et 15 septembre 1940. Crue du torrent de l'Ormente. Dégâts dans la traversée du bourg d'Aime. Caves inondées, maisons affouillées ;
- 1948, Éboulement de rocher dans le Nant-Agot ;
- 1999, Avalanche de poudreuse au lieu-dit « Les Carres » ;
- 2007, Coulée de boue dans le village de Tessens ;
- 2013, 2014 et 2015, Crue torrentielle du Nant Thieret ;

IV.1.4. Articles de journaux

- « Les Caprices de la météo », Événements suite aux fortes précipitations du 14-15 février 1990, DL ;
- « Glissement de terrain et blocs erratiques », DL du 1er novembre 1992, Travaux de consolidation des terrains au-dessus de la RN 90 ;
- « Éboulement sur la voie ferrée », Le Petit Dauphinois – avril 1914, éboulement sur la voie ferrée à la sortie du tunnel de Saint-Anne.

IV.1.4.1. Fonds photographique d'événements

IV.1.5. Photographies aériennes

- [Photographies aériennes IGNF PVA de 1945, de 1967, de 1984 et de 1996](#)
- [Ortho-photographies géoréférencées de l'IGN, de 2013](#)

IV.1.5.1. Cartographies

- Carte de localisation probable des risques naturels dite carte « Robert MARIE » 1/25.000 ;
- Feuilles de la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA) + fiches signalétiques des avalanches correspondantes, le tout consultable sur le site « Avalanches.fr » ;
- Carte des panneaux déclencheurs ;
- Sites sensibles avalanches (SSA) – IRSTEA ;

IV.2. Sources d'information en mairie

IV.2.1. Personnes rencontrées

Nom	Fonction	Date	Objet – Commentaire
M. Chenu Roger	Adjoint délégué d'Aime	28 juin 2018	Réunion de lancement et réunion des sachants
M. Ducognon Guy	Elu		
M. Milleret Christian	Adjoint délégué		
M. Genettaz Michel	2 ^e adjoint		
MmeTerrillon Solène	5 ^e adjointe		
M. Urbain Xavier	Adjoint délégué		

IV.2.2. Phénomènes et dommages connus

Type de phénomène	Description et commentaire
Glissement de terrain	En 1995, la réactivation du glissement de terrain de 1956 à la Ruaz a généré une coulée de boue qui est passé entre les maisons (1 m de boue d'après les précisions d'un sachant)
Glissement de terrain	Le 9 février 1955, le hameau de Villarolland est menacé par une coulée de boue de 300 m de large et 600 m de long. Cet événement serait lié à un remblai et une canalisation mal maîtrisé (déviation de sources) d'après les éléments fournis par des sachants.

IV.2.3. Cartographies du risque pré-existantes sur la commune

- Plan d'indexation en Z, version 2009, complétée en août 2016 ;
- PPRI de l'Isère, approuvé le 9 novembre 2016 ;
- PPR du Granier, approuvé le 7 juillet 2015.

IV.3. Bases de données et cartographies en ligne

— Site du Ministère chargé de l'Environnement <http://www.georisques.gouv.fr> qui indique :

Il informe que la commune a fait l'objet de 4 classements en CatNat :

Avalanche : 1					
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du	
73PREF19840056	08/02/1984	08/02/1984	05/12/1984	20/12/1984	
Inondations, coulées de boue et glissements de terrain : 1					
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du	
73PREF19840003	26/11/1983	27/11/1983	15/02/1984	26/02/1984	
Inondations et coulées de boue : 1					
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du	
73PREF20175425	14/02/1990	20/02/1990	14/05/1990	24/05/1990	
Tempête : 1					
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du	
73PREF19820007	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982	

Figure 1: source Georisques.gouv.fr

La commune d'Aime-La-Plagne n'est pas exposée au risque de retrait gonflement des argiles.

IV.4. Synthèse des événements historiques

Le tableau ci-dessous récapitule ces événements classés par secteur, pour l'ensemble de la commune :

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
Secteur 1 – Villaret – Montgirod-Centron						
Glissement de terrain	Siaix	1	G1	1992	DL du 29/11/1995	Glissement de terrain à la sortie du tunnel de Siaix
Chutes de blocs	Montgirot			2020	RTM	En février 2020, des blocs se sont détachés du versant rocheux en amont du hameau et ont fini leur course au niveau d'une route et d'un chemin près des habitations sans causer de dommages.
Chutes de blocs	Route Montgirod-Hautecour			2012-2013	Mairie Aime	Des rochers sont tombés sans atteindre la route. Ils se sont arrêtés dans les prés et certain de petite taille ont touché le bâtiment du GAEC des sables sans faire de dégâts.
Chutes de	Nant-Agot	2	P2	1999	RTM	Écroulement en rive droite du Nant-

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
blocs						Agot vers la cote 1220 m.
Chutes de blocs	Forêt des Gollards	3	P3	1999	RTM	Un bloc de 50 m ³ environ a traversé la route entre Montgirod et Le Villard. Le bloc a défoncé la piste forestière à la cote 1380 m avant de faire de même sur la route. La circulation automobile a été interrompue.
Chutes de blocs	Siaix	4	P4	1992	DL 1 ^{er} novembre 1992	Chutes de blocs sur la chaussée de la RN 90. Route coupée à deux reprises pendant les JO.
Chutes de blocs	Siaix	5	P5	1988	DL 1 ^{er} novembre 1992	Chutes de blocs sur la chaussée de la RN 90
Chutes de blocs	Nant-Agot	6	P6	1948	RTM	Éboulement en rive droite du torrent de l'Agot entre les cotes 1070 et 980 m.
Avalanche	Le fruit commun	7	A7	1981	RTM	Suite aux fortes chutes de neige du 21 et 22 décembre 1981, une avalanche a enfoncé le mur nord d'un bâtiment communal à la cote 1800 m.
Avalanche	Montgirod	8	A8	1978	RTM	
Secteur 2 – Villette – Charvaz-Tessens-Villarolland						
Glissement de terrain	Chapelet	9	G9	En cours	RTM	Le glissement de terrain menace plusieurs chalets d'alpage. Celui-ci a nécessité le déplacement de la piste d'accès au hameau.
Glissement de terrain	Tessens	10	G10	2007	RTM	Coulée de boue jusqu'au niveau du lacet de la route, lié à des circulations d'eau souterraines. Environ 200 m ³ de matériaux glissés. Un mur de soutènement est parti.
Glissement de terrain	Plan-Villard	11	G11	1981-1982	RTM	Glissement de terrain sur la route de Plan-Villard, à l'est de Combe Gérel. Plusieurs milliers de m ³ . Ce glissement a entraîné une coulée boueuse canalisée dans le talweg jusqu'à la cote 750 m.
Glissement de terrain	Combe-aux Bœufs	12	G12	1977	BRGM	Glissement de terrain à l'origine d'une coulée boueuse qui est descendu jusqu'à 1000 m d'altitude, au-dessus de Villarolland.
Glissement de terrain	Villarolland			1955	DL du 10 février 1955	Le hameau est menacé par une coulée de boue de 300 m de large et 600 m de long.
Chutes de blocs	Tessens	13	P13	fréquent	RTM	Éboulement sur la route pastorale de Tessens à Chapieu. Phénomène récurrent
Chutes de blocs	Charvaz	14	P14	2014	RTM	En juillet 2014, quelques blocs dont un de 300 litres sont tombés sur la route d'accès au hameau de Charvaz.
Chutes de blocs	Villette			1991	RTM	Au printemps chute de blocs sur la route de Plan-Villard à environ 950 m

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
						d'altitude
Chutes de blocs	Saint-Anne	15	P15	1914	Le Petit Dauphinois – avril 1914	Éboulement sur la voie ferrée à la sortie du tunnel de Saint-Anne.
Crue torrentielle	Nant-Agot	16	C16	1764	P. Mougin	Le 11 juin 1764, une lave torrentielle engendre un changement du cours du torrent, qui envahit le village de la Villette. 5 maisons furent détruites et 40 endommagées.
Crue torrentielle	Nant-Agot			1834	RTM	Le 18 juillet 1834, le torrent déposa ses matériaux sur la route. Un mort et 2 blessés.
Crue torrentielle	Nant-Agot			1889	RTM	Le 5 avril 1889, suite à un orage, une lave envahit les champs de Villette et de Centron.
Crue torrentielle	Nant-Agot			1893	RTM	De petites crues ont contribué à l'effondrement du sol constitué de gypse au niveau de la digue de protection de La Villette. Les eaux disparaissent et ressortent 2 km à l'aval au niveau des vignes entre le hameau de Centron et la RN 90.
Crue torrentielle	Nant-Agot			1897	RTM	Le 12 juillet 1897, suite à un orage, le torrent détruit plusieurs ponts. La digue de la Villette est affouillée.
Crue torrentielle	Nant-Agot			1901	RTM	Le 11 juin 1901, suite à des pluies abondantes, le torrent endommage 7 barrages.
Avalanche	La Combe-Cochant	17	A17	2018	AGR observations	Avalanche de poudreuse suite aux fortes précipitations de l'hiver 2018. Destruction de nombreux arbres au niveau des lacets de la piste.
Avalanche	Praliathou	18	A18	2018	AGR observations	Avalanche de poudreuse suite aux fortes précipitations de l'hiver 2018. Destruction de nombreux arbres.
Avalanche	Les Carres	19	A19	1999	RTM	Avalanche de poudreuse suite aux fortes précipitations de février 1999. Destruction de nombreux arbres (150 m³ de chablis).
Avalanche	Praliathou	18	A18	1984	RTM	Le 26 janvier 1984, une avalanche est partie à l'altitude 2200 m avant de s'arrêter à 1150 m. Elle a détruit 5 à 600 m³ de bois d'œuvre.
Avalanche	Rochassière	20	A20	1984	RTM	Le 8 février 1984, une avalanche partie à 2200 m environ a détruit 3 chalets et 2 à 300 m³ de forêt.
Avalanche	Combe aux Bœufs	21	A21	1981	RTM	Avalanche du 20 janvier 1981. La tourne édifiée en 1979 a permis de briser l'élan de l'avalanche. Une partie de la neige a été arrêtée à l'arrière de celle-ci. Le reste s'est éparpillé sur quelques centaines de mètres à l'aval.

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
Avalanche	Combe aux Bœufs	22	A22	1978	RTM	Avalanche le 2 février 1978 s'est arrêté à 400 m des maisons du hameau de Tessens
Avalanche	Combe aux Bœufs	23	A23	1822	RTM	Le 25 décembre 1822, une avalanche de poudre est descendu le long de la Combe aux Bœufs jusqu'au niveau de la route nationale.
Secteur 3 – Granier-Bonvillard						
Avalanche	Pra Plan	24	A24	2018	RTM/AGR	Rupture de plaque à proximité des chalets de Pra Plan
Avalanche	Pra Spa	25	A25	2018	RTM/AGR	Avalanche sur le versant S-E de la Roche à Thomas. L'avalanche est passée sur les chalets de Pra Spa et de la Traversaz. Elle a emporté la croix. Elle s'est arrêté dans une fosse naturelle à la cote 1978 m.
Avalanche	La Chavonne	26	A26	1990	RTM	Le 14 février 1990, l'avalanche de neige poudreuse (mixte plus bas) est partie d'une plaque de 80 m de large sur 1,5 m d'épaisseur. Elle s'est élargie en descendant pour atteindre la forêt sur environ 500 m. Une langue ouest s'est arrêtée sur le plateau de Chavonne. Les deux autres langues se sont arrêtées à 1450 m et 1600 m d'altitude. Sur le plateau de Chavonne, un chalet a été écrasé. L'arrivée du télésiège a été remblayée à mi-hauteur.
Avalanche	La Thuile-Crétière	27	A27	1990	RTM	Le 14 février 1990, une avalanche est descendue dans la combe de la Grande-Raze-Crétière, elle a survolé la tourne d'arrêt.
Avalanche	Sautet-Buisson-Rouge	28	A28	1990	RTM	Le 14 février 1990, l'avalanche a emprunté le couloir de Buisson-Rouge et la bande qui la sépare du couloir du Sautet. Zone d'arrêt à la cote 1580 m pour le premier et 1540 m pour le second.
Avalanche	Laval	29	A29	1988	RTM	Suite aux importantes chutes de neige entre le 1 ^{er} et le 12 février une avalanche dans la Combe de Chiron a partiellement détruit un chalet situé en rive gauche du torrent du Cormet.
Avalanche	Pré Jeune	30	A30	1988	RTM	Suite aux importantes chutes de neige entre la 1 ^{er} et le 12 février une avalanche dans la Combe de Poupresaz a détruit un chalet situé au pied d'un escarpement rocheux (Chalet Vaudey) et à l'aval un chalet enterré (Pelissier) a été endommagé par un bloc de près de 1m ³ transporté par l'avalanche.
Avalanche	La Thuile	31	A31	1981	RTM	Le 20 janvier 1981, une avalanche a détruit les maisons Arnollet, et Léon Collomb, et frôla celle de Joseph

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
						Chenal. 3 mètres de neige fraîche à 2000 m d'altitude.
Avalanche	La Thuile	32	A32	1966	RTM	Décrochement d'une corniche au sommet du Mial, dont la masse de neige emporta les platelages jusqu'au bas de la forêt communale.
Avalanche	Laval	33	A33	1952	RTM	Les chalets Ducognon, puis Francois Duc sont emportés par une avalanche.
Avalanche	Pré Jeune	34	A34	1950	RTM	Le chalet Vaudey est emporté par une avalanche.
Avalanche	La Thuile	35	A35	1923-1924	RTM	Une avalanche déferla sur le village de la Thuile et ne s'arrêta qu'au-dessus d'Aime. 3 familles touchées matériellement, bâtiment et mobilier anéantis
Avalanche	La Thuile			1919	RTM	Le 20 décembre 1919, avalanche assez importante dans la combe de Grande-Raze-Crétière.
Lave torrentielle	Laval	35 a		2018	Observation	Lave torrentielle provoquée par un épisode orageux ; l'eau a creusé un chenal dans le versant avant de s'étaler autour des cabanes de Laval.
Secteur 4 – Aime						
Glissement de terrain	La Ruaz	36	G36	1995	RTM	Réactivation du glissement de 1956
Glissement de terrain	La Ruaz	37	G37	1956	RTM	Glissement de 50 m de large sur quelques centaines de mètres de long.
Chutes de pierres	La Ruaz	38	P38	2015	RTM	Fin avril 2015, deux chutes de pierres se sont produites. L'une d'entre elles a atteint le hameau.
Chutes de blocs	Sous la Chapelle	39	P39	2010	RTM	Un bloc a écrasé le toit d'une voiture en stationnement.
Ruissellement	La Ruaz	40	R40	occasionnellement	RTM	Lors d'un orage assez violent des écoulements d'eau assez importants se forment à l'arrière des premières maisons de la ville sur la route de Bourg-Saint-Maurice
Crue torrentielle	L'Ormente, Bourg d'Aime			1733	P. Mouglin	Le 14 septembre 1733, la crue emporte le pont Jourdan et tous les bâtiments riverains.
Crue torrentielle	L'Ormente,			1764	RTM	Le 12 juin 1764, le torrent emporte quelques maisons du bourg d'Aime, le pont et des terres.
Crue torrentielle	L'Ormente,	41	C41	1778	RTM	Le 26 octobre 1778, suite à un éboulement formation d'une lave. L'Ormente envahit Aime et détruit 36 maisons.
Crue torrentielle	L'Ormente,			1781	RTM	Le 17 octobre 1781, une crue emporte le pont de la route provinciale. Une personne est

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
						emportée.
Crue torrentielle	L'Ormente,	42	C42	1859	Étude BV de l'Ormente – Nadège Quey – 1998	1 ^{er} novembre 1859, suite à de fortes pluies, le torrent a causé d'importants dégâts aux bâtiments, usines, champs. Terrain emporté ou engravé. Phénomène identique à celui de 1778.
Crue torrentielle	L'Ormente,			1901	Étude BV de l'Ormente – Nadège Quey – 1998	23 juin 1901, crue causée par un orage. Plusieurs petits ponts emportés, quelques dégâts à une habitation.
Crue torrentielle	L'Ormente,			1909-1910	Étude BV de l'Ormente – Nadège Quey – 1998	Glissement de terrain ayant alimenté la crue. 2 personnes furent emportées au niveau du pont de la RN 90.
Crue torrentielle	L'Ormente, Bourg d'Aime			1940	Administration des eaux et forêts	Pluie torrentielle du 14 et 15 septembre 1940. Crue du torrent de l'Ormente. Dégâts dans la traversée du bourg d'Aime. Caves inondées, maisons affouillées
Crue torrentielle	L'Ormente	43	C43	1941	Étude BV de l'Ormente – Nadège Quey – 1998	Une crue inonde Aime en suivant la route. Un bâtiment est noyé. Pont de la Côte d'Aime totalement obstrué par des troncs d'arbres.
Crue torrentielle	L'Ormente			1968	Étude BV de l'Ormente – Nadège Quey – 1998	Crue importante qui menace les quartiers riverains. Colmatage des brèches.
Crue torrentielle	L'Ormente			1981	Étude BV de l'Ormente – Nadège Quey – 1998	Le 21 octobre 1981, la crue endommage les berges. Charriage de boue et d'arbres. Destruction d'un mur de soutènement.
Crue torrentielle	L'Ormente	44	C44	1996	RTM	Le 24 juillet 1996, les laves torrentielles ont dévalé les pentes du Roignais et du massif de la Nova. Affouillement au niveau du pont de la CD et du pont de la RN 90.
Secteur 5 – Bonnegarde-Planchamp-Chalet de Prajourdan						
Glissement de terrain	Route de Plangerland	45	G45	2014	RTM	Glissement de talus sur la route de Plangerland.
Glissement de terrain	Montgilbert	46	G46	2005	RTM	Un glissement de terrain s'est produit dans le talus de la route d'accès au hameau de Montgilbert.
Glissement de	Route d'Aime	47	G47	1992	RTM	Glissement de talus à l'amont de la

Type de phénomène	Localisation	Numéro et Repère carto		Année	Source	Commentaire
terrain	à Longefoy					route
Glissement de terrain	Montgilbert	48	G48	1988	RTM	Glissement de terrain sur le talus rive gauche du torrent de Bonnegarde.
Chutes de blocs	Planchamp	49	P49	1995	RTM	Éboulement d'environ 200 à 300 m³ sur la route d'accès au hameau
Crue torrentielle	Torrent de Bonnegarde			1990	DL 16/02/1990	Suite à d'importantes pluies, crue du torrent le 15 février 1990.
Crue torrentielle	Torrent de Bonnegarde			1990	RTM	En juillet 1990, le torrent de Bonnegarde en crue est sorti de son lit. Il a endommagé le chemin en rive gauche du torrent et il a inondé les garages des cars Loyet.
Crue torrentielle	Zone d'activité – Bonnegarde			1991	RTM	Le 6 juillet 1991, une crue du torrent de Bonnegarde a détruit la route entre Pugenière et la zone d'activité. Les garages de l'entreprise Loyet ont été recouverts de boue.
Crue torrentielle	Torrent de Bonnegarde			2006	RTM	Crue du 18-19 mai 2006. Quelques dégâts matériels à l'intérieur du chenal.
Secteur 6 – Longefoy						
Glissement de terrain	Pont Thieret	50	G50	1994	BRGM	En juin 1994, un glissement de terrain d'environ 3 000 m³ a recouvert la route RD88.
Crue torrentielle	Nant Thieret			2015	RTM	Crue torrentielle du Nant Thieret
Crue torrentielle	Nant Thieret			2014	RTM	Lave torrentielle
Crue torrentielle	Nant Thieret	51	C51	2013	RTM	Lave torrentielle a arraché le garde-corps du pont de la D88
Crue torrentielle	Nant Thieret	51	C51	2005	RTM	Passerelle emportée. Obstruction de la RD88
Crue torrentielle	Nant Thieret			2002	RTM	Crue torrentielle du Nant Thieret
Crue torrentielle	Nant Thieret	51	C51	1993	RTM	Route coupée à la circulation
Crue torrentielle	Bief Bovet	52	C52		Témoignage d'un riverain	Le bief Bovet a débordé au niveau du Moulin. Les écoulements ont emprunté la RD88 et inondé un bâtiment.
Secteur 7 – Aime-La-Plagne						
Avalanche	Club-Med	53	A53	1998	CLPA	En janvier 1998, à la suite d'un tir préventif à l'explosif, le souffle de l'avalanche parti au niveau des râteliers a détruit le chalet du jardin d'enfants installé en aval de la piste. Elle a déposé les débris dans le coin sud-est du bâtiment du Club Med. Le dépôt s'est arrêté au niveau de la piste.

Leur localisation est présentée sous forme d'une carte des phénomènes historiques en annexe.

IV.5. Carte de localisation des phénomènes

La carte de localisation des phénomènes historiques est établie au 1/25 000 sur un fond topographique. Le réseau hydrographique ainsi que les périmètres de cartographie des aléas et de prescription sont portés sur cette carte.

IV.5.1. Évènements localisés

Les évènements répertoriés dans le tableau de synthèse ci-dessus sont localisés lorsque les informations disponibles sont suffisamment précises. Il est en effet difficile de localiser un évènement décrit uniquement comme « crue du torrent de x » par les documents consultés. Ces évènements sont identifiés sur la carte par le code figurant dans le tableau de synthèse.

Les emprises affectées par les phénomènes sont reportées uniquement lorsque les informations disponibles sont suffisamment précises et que l'extension de la zone est suffisante pour que sa représentation soit possible à l'échelle de la carte (1/25 000 soit 1 cm pour 250 m).

IV.5.2. Autres informations cartographiées

Dans le périmètre de cartographie des aléas, les emprises des avalanches connues sont définies à partir de l'ensemble des données disponibles. En dehors de ce périmètre, les informations provenant de la CLPA sont présentées ; il existe donc potentiellement des zones situées hors périmètres de cartographie des aléas et non couvertes par la CLPA, qui pourraient être exposées à des avalanches.

Les zones potentiellement exposées aux chutes de blocs, identifiables du fait de leur morphologie (affleurements rocheux sur des pentes fortes) et dont l'activité est avérée, sont identifiées. Cette identification n'est pas exhaustive et l'extension des zones est indicative puisque ces critères morphologiques ne permettent pas d'identifier les zones de propagation potentielle des blocs.

V. Analyse géomorphologique

V.1. Géologie

V.1.1. Sources des données

- Carte géologique au 1/50 000 (et sa notice) Feuilles n°751 Moutiers
- Site Internet Infoterre : <http://infoterre.brgm.fr/>
- Site Internet de GeolAlp : <http://www.geol-alp.com/>

V.1.2. Descriptif géologique

Le secteur d'Aime-La Plagne se situe au plan géologique et structural dans le contexte des grands chevauchements alpins. La nappe permo-carbonifère de la zone houillère briançonnaise affleure largement dans la vallée de l'Isère. Elle chevauche vers l'Ouest la nappe du flysch de l'Embrunois, et elle-même recouverte vers l'Est par la nappe de la Vanoise et du Mont-Pourri et la nappe des Schistes lustrés. Localement, la nappe des gypses, constituée de cargneules et de gypses triasiques, forme un coussin qui s'intercale structuralement entre la zone houillère briançonnaise et la zone Vanoise et du Mont-Pourri.

Le secteur minier de La Plagne se situe en avant du chevauchement du massif Vanoise et du Mont-Pourri sur la zone houillère briançonnaise, et à proximité de la klippe tectonique du Mont-Jovet, témoin de la nappe des schistes lustrés piémontaise.

Le pied des pistes de la station de ski de La Plagne est installé sur les reliefs mamelonnés et percés d'entonnoirs de dissolution déterminés par la nappe des gypses triasiques. Les pentes à l'aval, en rive gauche de l'Isère (secteur Montchavin, Longefoy), sont situées sur les grès et schistes productifs de la zone houillère briançonnaise modelés par l'érosion glaciaire.

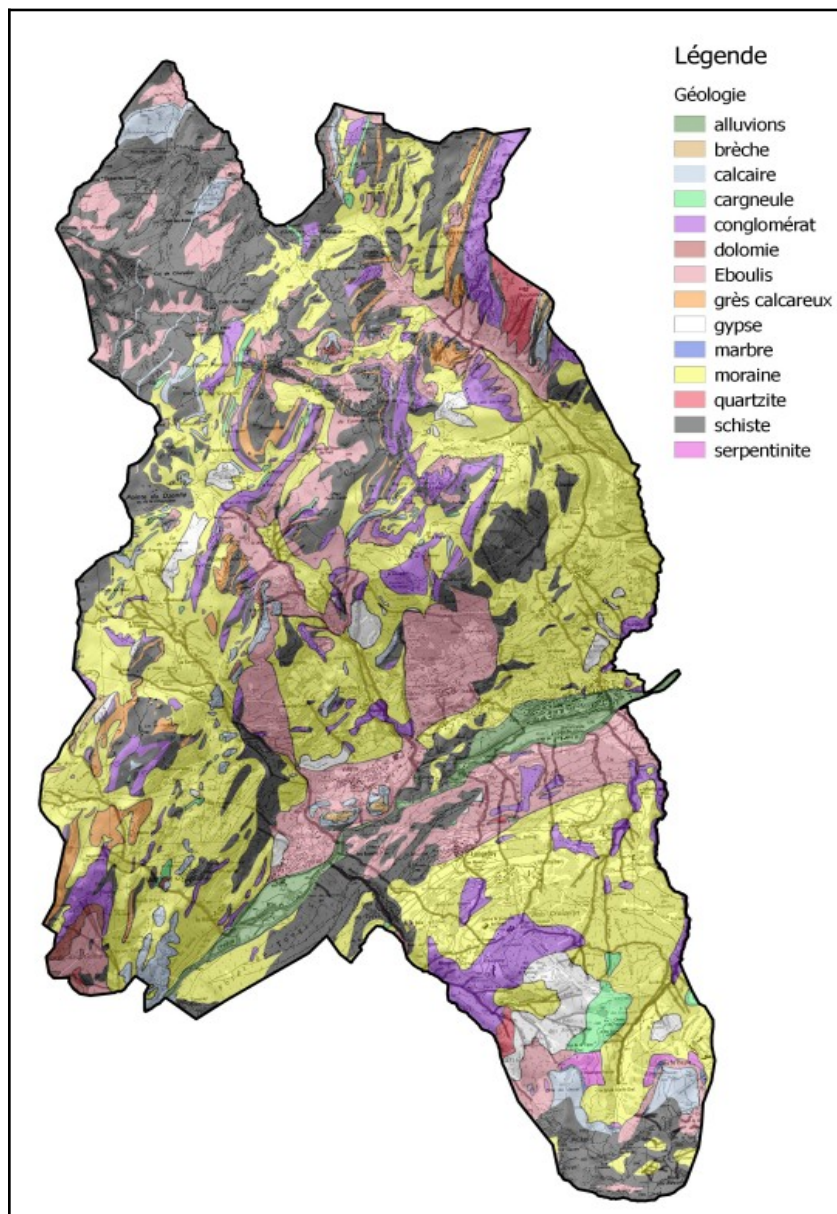


Figure 2: Carte géologique simplifiée

V.1.3. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels

Les phénomènes naturels sont d'une manière générale, conditionnés par les caractéristiques mécaniques des terrains concernés, la topographie (en particulier la pente) et par la présence d'eau.

Les zones présentant un socle de quartzite sont en général peu sensibles aux glissements de terrain, sauf les niveaux marneux qui peuvent voir se développer des glissements. Les éboulis anciens sur pente soutenue et la frange d'altération par décalcification du substratum conduit à la formation de colluvions argilo-limoneuses. Sur pente forte à moyenne, ce recouvrement est susceptible de glisser ou de fluer naturellement (phase de saturation par les précipitations) ou lors d'aménagements inadaptés (terrassements, remblaiements, rejets d'eau, etc). Les placages morainiques, souvent de nature argileuse sont sensibles aux glissements de terrain, dès que la pente s'accroît. Notons que la faible perméabilité de ces formations favorise le ruissellement voire des phénomènes de ravinement.

Lorsque la roche affleure, que ce soit dans les formations du Houillier ou des quartzites, des phénomènes de chutes de blocs sont fortement probables du fait d'une fracturation prononcée de ce type de roche.

V.2. Pentes

Les résultats obtenus sont bien entendu tributaires de la qualité des données numériques utilisées (entre autre le Modèle Numérique de Terrain). Ils permettent de distinguer les zones les plus pentues en foncé des zones où la pente est faible.

Ces résultats sont ensuite utilisés pour l'analyse des phénomènes gravitaires (chutes de blocs, glissement de terrain, avalanche, etc).

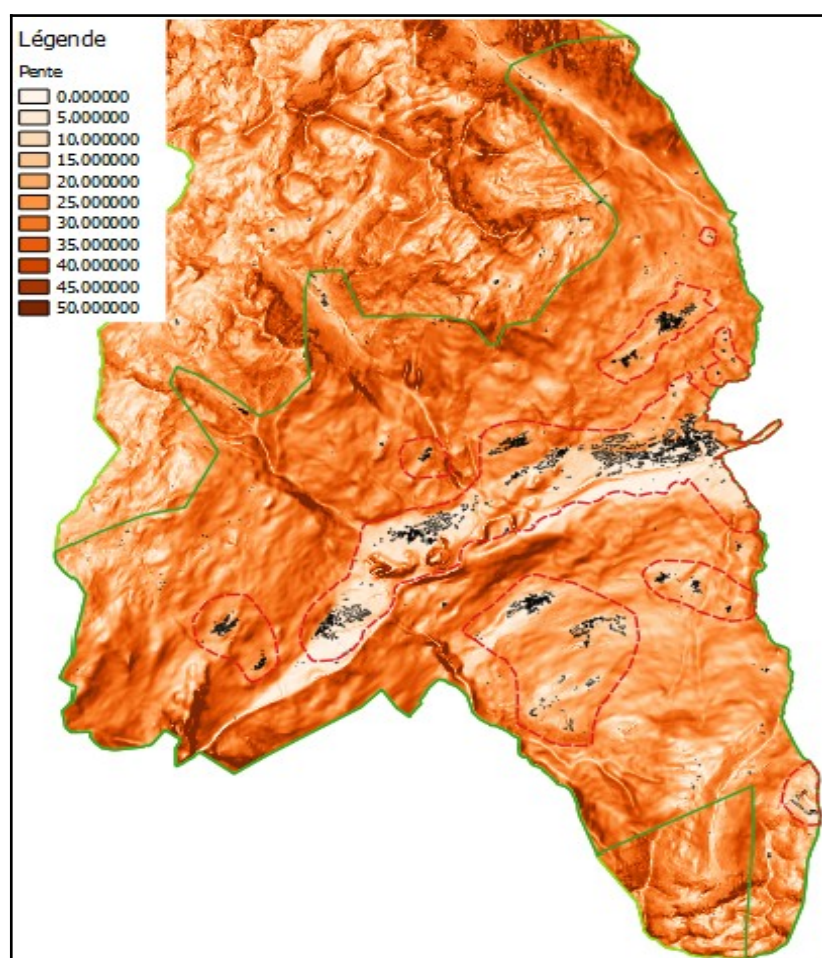


Figure 3: Carte des pentes

V.3. Photo interprétation

Cette démarche permet d'identifier sur des photographies aériennes récentes ou anciennes, les phénomènes passés, par l'utilisation de la stéréoscopie qui restitue une image en relief amplifié.

Les images aériennes anciennes disponibles librement sur le site de <http://remonterletemps.ign.fr/> ont été consultées : des missions récentes en couleurs réelles, des missions anciennes (noir et blanc) et les photographies en infrarouges. Elles ont été utilisées afin d'effectuer une analyse visuelle dite diachronique qui consiste à suivre l'évolution des phénomènes par comparaison de photographies d'époques différentes.

L'intérêt particulier de cette technique est de repérer les traces de phénomènes passés ou en cours d'évolution et d'analyser les secteurs difficiles d'accès. Ces traces peuvent être de nature diverse : présence de blocs éboulés, d'arbres couchés (avalanches), de niches d'arrachement, de bourrelets (glissement), de zones humides, etc. Elles nous renseignent sur la nature du phénomène présent, sur son activité, sur son évolution dans le temps.

Elle permet d'observer et d'identifier les événements anciens dont les contours seraient inobservables sur le terrain, du fait de la présence de la végétation par exemple.

Les missions suivantes ont été consultées :

Noir et blanc :

- IGNF_PVA_1-0__1945-10-09__C3840-0171_1945_MISSIONALPES22_5038 ;
- IGNF_PVA_1-0__1967-09-26__C3533-0051_1967_F3533-3633_0023

Infra rouge :

- IGNF_PVA_1-0_1996-07-22_CN95000054_1995_IFN73_IRC ;
- IGNF_PVA_1-0_1982-08-22_C3330-0034_1982_IFN73_IRC_
- IGNF_PVA_1-0__1984-07-07__C3330-0034_1982_IFN73_IRC_1912

Couleur :

- C96SAA1472_1996_FD73_0367

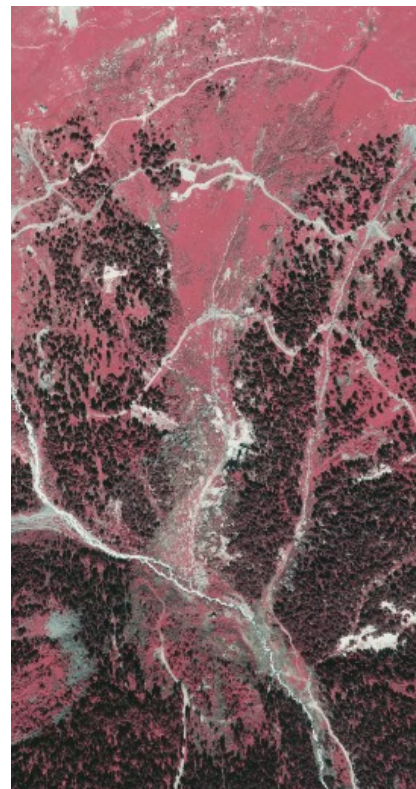


Figure 4: Trace des avalanches de Prialiathou et de Rochassière – hiver 1984 – secteur de Prialiathou – photographie de 1984

La photo-interprétation a permis :

- de constater un reboisement général du territoire communal,
- d'identifier les couloirs d'avalanches sur les secteurs du Granier, La Thuile, Tessens, Montgirod, La Combe, Chapieu, La Pesée, Rochassière, Prialiathou, Pra-Plan, Pra-Spa,
- d'identifier les zones de départ de blocs hors du secteur réglementé (éperons rocheux, zones d'éboulis, etc),

V.4. Hydrologie

L'hydrologie de surface se caractérise par la présence d'un cours d'eau majeur qui est l'Isère. Cette rivière est située au point bas, en fond de la vallée de la Tarentaise, vallée relativement escarpée à cet endroit. Le secteur étudié, situé sur les deux rives de l'Isère, est lui-même drainé par plusieurs cours d'eau secondaires descendant des massifs d'altitude et venant se jeter dans l'Isère. Les cours d'eau qui parcourent ces vallons sont, en rive gauche, le ruisseau de Bonnegarde, le Nant-Pugin, le ruisseau de Lieutaz, des Rottes, des Frasses, de Bons-Pas, Nant de Thieret, en rive droite, l'Ormente, Nant de Tessens et Nant-Agot, Ruisseau de Sagellan.

Les connaissances concernant l'hydrogéologie profonde sont peu détaillées mais on peut supposer que les principaux réservoirs miniers sont connectés aux alluvions du fond de vallée. Toutefois, les observations de terrain laissent penser que de nombreuses circulations d'eau se font dans le massif à la faveur de drains préférentiels naturels ou anthropiques.

V.5. Avalanches

V.5.1. Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche

Les feuilles de la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA) et les fiches signalétiques des avalanches correspondantes, sont consultables sur le site « <http://www.avalanches.fr> ».

Une CLPA existe sur ce secteur : feuilles AP66, AQ66 et AR66, à l'échelle du 1/25 000.

La CLPA identifie plusieurs couloirs au-dessus des hameaux du Granier, de la Thuile et de Tessens, de Montgirod, de Longefoy ainsi qu'au niveau de la station Aime 2000. Sur le reste de la commune de nombreux couloirs n'ont pas été identifiés. Ils sont situés en zone naturelle.

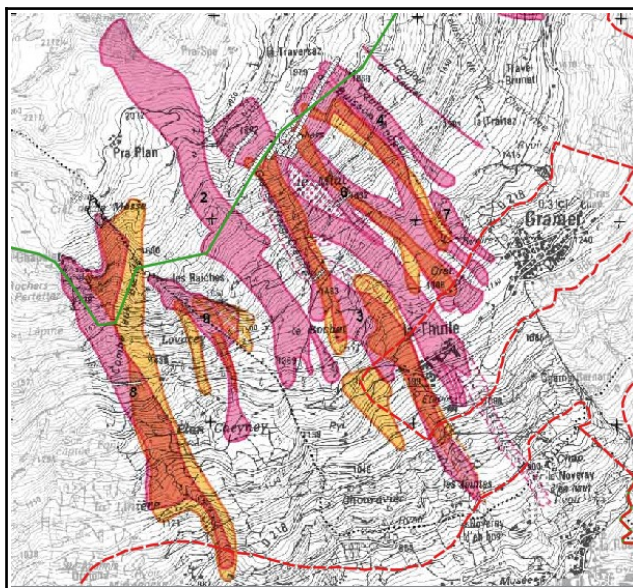


Figure 5: Carte de localisation des phénomènes avalancheux

Dans l'Enquête Permanente des Avalanches (EPA), plusieurs couloirs sont suivis au-dessus des hameaux du Granier, de la Thuile et de Tessens, de Montgirod et de Longefoy.

Un reboisement naturel s'observe sur une bonne partie du territoire depuis la moitié du 20^e siècle, en raison de la déprise agricole. Mais le phénomène avalancheux reste néanmoins présent, en particulier pour les avalanches se déclenchant au-dessus de la limite forestière.

V.5.2. Les ouvrages de protections

De nombreux ouvrages de protection ont été réalisés afin de limiter les phénomènes avalancheux ou pour stopper ces derniers au-dessus des hameaux du Granier, de la Thuile, de Tessens et de Montgirod.

Sur le secteur de la Thuile, il s'agit pour l'essentiel d'ouvrages conçus et réalisés entre 1981 et 1982, pour protéger le hameau d'avalanches similaires à celles de janvier 1981.

V.5.2.1. Couloir de Grande-Raze-Crétière

- 1) Environ 1660 ml de banquettes larges réparties sur 7 niveaux en zone de départ, entre 2040 m et 1900 m d'altitude. Les plus imposantes font 3 à 4 m de large avec un cavalier aval d'environ 1 à 2 m de haut (contre-pente). Réalisation sous MO communale en 1979 et 1982.
- 2) Trois lignes de filets paravalanches F36 vers 2050 m, au sommet des zones de départ de 1981, pour un linéaire total de 154 m. Réalisation sous MO communale en 2014.
- 3) Grande digue amont de 185 m de long et 8 à 12 m de haut, avec un parement amont incliné à 38 – 40°, terrassée sur un replat vers 1880 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1982.
- 4) Récente piste forestière de 4 m de large traversant le couloir à 1780 m d'altitude, en zone de départ secondaire.
- 5) Digue aval de 86 m de long et 6 m de haut, avec une fosse de 5 m de large (piste) et un parement amont à 36°, terrassée dans le couloir à 1520 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1982.

V.5.2.2. Couloir du Mial

- 1) Claies en rondins de bois sur armature métallique (rails) hautes d'environ 2,5 m, réparties sur 3 niveaux entre 1920 et 1880 m d'altitude, pour un linéaire total d'environ 180 m, réalisées entre 1956 et 1967.
- 2) Râteliers métalliques hauts d'environ 3 m, répartis sur 4 niveaux entre 1930 et 1880 m d'altitude, pour un linéaire total d'environ 175 m, réalisés entre 1969 et 1982.
- 3) Filets paravalanches T3 (équivalent F36) hauts d'environ 2,5 m, répartis sur 2 niveaux sous les claies (au niveau du départ de 1981, entre 1880 et 1860 m d'altitude), pour un linéaire total d'environ 100 m. Réalisés en 1982.
- 4) Piste forestière de 4 m de large traversant le couloir à 1780 m d'altitude.
- 5) Tourne de 53 m de longueur utile pour une hauteur d'environ 6 m et un parement amont à 35°, terrassée en rive droite du couloir à 1620 m, en remplacement de l'ancienne digue. Réalisation sous MO communale en 2014.
- 6) Digue aval de 80 m de long et 2 m de haut, avec une fosse de 3 m de large (piste) et un parement amont à 35°, terrassée dans le couloir à 1550 m, en 1982.

Sur le secteur de Tessens, des protections par ouvrages charpentés ont été installées en plusieurs tranches depuis 1957.

V.5.2.3. Couloir de la Combe aux bœufs

- 1) 2 râteliers métalliques hauts d'environ 3 m, à 2090 m d'altitude, réalisés en 2004.
- 2) Plusieurs râteliers à support en rails de chemin de fer et platelage métallique, avec quelques rondins de bois. Ils sont répartis sur 3 niveaux. Ils ont été construits en 1957 entre 2090 et 2050 m d'altitude.
- 3) Plusieurs râteliers métalliques sur ancrage béton hauts d'environ 3 m, à 2040 m d'altitude, réalisés en 1970.
- 4) Filet paravalanche haut d'environ 2,5 m, à environ 2020 m d'altitude. Réalisé dans les années 80.
- 5) 14 râteliers métalliques sur ancrage béton hauts d'environ 3 m, réalisé sur 3 niveaux, entre 2020 et 1990 m d'altitude.
- 6) Barrières à vent constituées de supports métalliques qui maintiennent un platelage en bois de mélèze, réalisée à 2 100 m d'altitude au début des années 1980.
- 7) 23 lignes de banquettes, réalisées à l'ouest des râteliers, entre 2070 et 1970 m d'altitude.

V.5.2.4. Couloir de Sagellan

Sur le secteur de Montgirod, 7 lignes de banquettes ont été réalisées entre 1880 et 1800 m d'altitude dans la zone de départ du couloir de Sagellan.

V.5.2.5. Secteur de Aime 2000

Sur le secteur de Aime 2000, plusieurs ouvrages de protection ont été édifiés sur le domaine skiable.

- 1) Barrières à vent constituées de supports en bois qui maintiennent un platelage en bois de mélèze, réalisée à 2320 m d'altitude.
- 2) 3 lignes de banquettes, réalisées sous le télésiège du Biollet, entre 2290 et 2200 m d'altitude.
- 3) 2 lignes de banquettes, réalisées sur le versant Ouest du Dos des Frasses, entre 2300 et 2250 m d'altitude.

Les divers ouvrages de maîtrise des aléas seront reportés sur la carte des aléas.

VI. Approche générale des aléas

Un traitement des données d'information géographique (SIG) permet de croiser les contextes conditionnent les phénomènes (cartes de susceptibilité).

VI.1. Glissements de terrain

Aucun traitement numérique n'a été réalisé sur ce secteur pour identifier les zones de glissement de terrain.

Les zones de glissement de terrain ont été analysées soit par l'observation d'indices de glissement de terrain au voisinage des zones du périmètre réglementé et au voisinage des pistes carrossables, soit par photo-interprétation.

VI.2. Chute de pierres

VI.2.1. Exploitation de données numériques

Il est admis que sur une pente supérieure à 37° le substratum affleure, au moins en partie puisque les matériaux meubles ne tiennent pas en équilibre sur des pentes supérieures. Par conséquent toute pente supérieure à 37° est susceptible de voir la présence d'affleurements rocheux pouvant libérer des blocs.

Un premier traitement a donc consisté à distinguer les versants disposant de telles pentes (cf. carte des pentes). Ces secteurs étant potentiellement des zones de départ de blocs. Néanmoins la qualité du MNT ne nous a pas permis de distinguer l'ensemble des zones de départ des blocs. Nous avons donc identifié un grand nombre de petites falaises, d'éperon rocheux autour des zones à enjeux lors de nos visites de terrain.

A savoir, également que nous n'avons pas traité les zones de départ de blocs se situant à l'amont des talwegs en zone naturelle (Nant-Agot, Nant-Tessens).

Les zones de départs ont ensuite été intégrées dans un traitement automatisé à l'aide d'un logiciel de modélisation de chutes de blocs : Rollfree® (développé par l'IRSTEA).

Les résultats obtenus ont servi d'aide à la décision pour l'expert. Ils sont basés sur un traitement numérique automatisé projetant une surface à pente constante, depuis les points en sommet de falaise jusqu'à l'intersection de cette surface virtuelle avec la surface topographique en pied de versant.

Usuellement, l'extension maximale des chutes de blocs ne dépasse pas une pente, mesurée depuis le sommet de falaise de 30°. De nombreuses études de cas ont été réalisées afin de déterminer des angles de lignes d'énergies pouvant être appliqués à l'ensemble des territoires. Ces études s'accordent à dire que les probabilités d'atteintes sont faibles quand l'angle est compris entre 28 et 30° et fortes à moyennes au-delà.

Les résultats obtenus sont présentés dans une note technique et sur la carte d'**Identification des zones de départ et de propagation des blocs**. (en pièce jointe) .

Ces résultats ont ensuite été comparés avec la « réalité terrain ».

VII. Investigations de terrain

VII.1. Descriptif des reconnaissances de terrain

<u>Dates des visites</u>	<u>Secteurs visités</u>	<u>Points identifiés</u>
25 avril 2018	Chapieu – Chapelet – La Pesée – La Ravine – Praliathou – Rochassière – Combe aux Bœufs – Couloir des Combattants	Glissement de terrain du Chapelet ; Digue d'arrêt, avalanche de la Combe aux Bœufs ; Lave torrentielle dans le Couloir des Combattants ; Couloirs d'avalanche de la Pesée ;

<u>Dates des visites</u>	<u>Secteurs visités</u>	<u>Points identifiés</u>
		Couloirs d'avalanche de Praliathou et Rochassière ;
3 mai 2018	Nant-Agot – Plan-Villard et Villette	Zone de départ de la coulée de boue de Plan-Villard ; Eboulement dans zone de gypse ;
17 mai 2018	Chapelet – Chavone – Combe aux Bœufs – Grande-Raze-Crétière – La Chaille – La Traversaz – Mial – Pra-Spa – Pra-Plan – Thiabord – Taitaz – Verraret	Ouvrages de protection dans les zones de départ de la Combe aux Bœufs, de la Grande-Raze-Crétière, de Mial ; Avalanche 2018 de Pra-Spa ;
23 et 24 mai 2018	Bonvillard – Charvaz – Granier – La Combe – La Thuile – Plan-Villard – Tessens	Instabilité de terrain entre Granier et Bonvillard ; État du bief à l'amont du hameau du Granier ; Nombreux bois emportés par l'avalanche de la Combe ; Instabilités constatées dans le cimetière de Tessens ;
29 mai 2018	Montgirod – Quermoz – Roche-Durand – Sagellan	État des petites falaises de Montgirod ; Zone de départ de l'avalanche de Sagellan ; Petites zones d'effondrement lié à la présence de gypse à Roche-Durand ;
14 juin 2018	Forêt-des-Gollards – Villaret – Montgirod	Zone d'instabilité sous le Villaret ; Zone d'arrivée de l'avalanche de Sagellan ;
20 juin 2018	Villette – Villaret – Saint-Anne – Nant-Agot – Centron	Zone d'activité de Centron ; État des buses du Nant-Agot sous la carrière ; Zones d'instabilité et ouvrages de protection contre chutes de blocs à Centron ; Digue de protection de Villette au débouché du Nant-Agot sur son cône de déjection ; Ouvrages de protection du Nant-Agot ; État falaise de St-Anne ; Chutes de petits blocs provenant des gypses au nord de la Villette ;
3 juillet 2018	Chalets-Envers – Combe-Vert – Prajourdan – Pralioud – Station Aime	Présence de gypse, dolines à Prajourdan et Pralioud ; Zones avalancheuses derrière le Club-Med à Aime-2000 ;
6 juillet 2018	Bonnegarde – centre-ville – Charvaz – Grumailly – La Ruaz – Le Breuil – Noyeray-d'en-bas – Villarolland	Zone de chutes de pierres derrière l'église ; Affleurements rocheux pouvant générer des chutes de pierres ; Glissement de terrain vers Grumailly ; Zones d'instabilité liées à la présence de gypse à la Ruaz ;
17 juillet 2018	Montgesin – Longefoy – Montalbert – Planchamp-Plangerland – Pont-Thieret	Zones de divagation possible du bief Bovet ; Glissement de terrain actif à Montgesin ; Glissements de terrain Planchamp-Plagerland ;

<u>Dates des visites</u>	<u>Secteurs visités</u>	<u>Points identifiés</u>
18 juillet 2018	Bonnegarde – La Ruaz – Montvillier – Ormente – Centre-ville	Zones d'érosion et de divagation du torrent de Bonnegarde ; Zones d'instabilité à Montvillier ; Zone d'obstruction et de divagation possible de l'Ormente ;
26 août 2018	Crey-du-Rey – Laval – Pré-Jeune – Rocheboc	Lave torrentielle à Laval, été 2018 ;
22 octobre 2018	Chapieu – La Pesée – Laval – Pont-Lanches	Ouvrages de protection des bâtiments contre les avalanches à la Pesée ; Zones d'instabilité des terrains à la Pesée, importantes circulations d'eau ;
16 mai 2019	Centron – Villette	Nant-Agot = sommet du cône de déjection + visite de la traversée de la carrière

VII.2. Enquêtes de voisinage

Les témoignages recueillis sur le terrain n'ont pas permis d'apporter des informations complémentaires.

VIII. Présentation synthétique des aléas

VIII.1. Présentation synthétique des aléas

Les secteurs étudiés correspondent à l'emprise de tous les phénomènes naturels prévisibles précités, susceptibles d'avoir une influence sur le périmètre réglementé défini par l'arrêté de prescription.

Remarques :

Les dénominations utilisées sont celles figurant sur la carte topographique IGN au 1/25000. Les zones non dénommées ont été désignées par un nom de lieu-dit voisin permettant de les localiser.

VIII.1.1. L'aléa torrentiel

VIII.1.1.1. Phénomènes historiques

Plusieurs torrents traversent le territoire communal. Ces cours d'eau sont, en rive gauche de l'Isère, le ruisseau de Bonnegarde, le Nant Pugin, le ruisseau de Lieutaz, des Rottes, des Frasses, de Bons-Pas, Nant de Thieret, et en rive droite, l'Ormente, Nant de Tessens et Nant-Agot, Ruisseau de Sagellan.

La plupart de ces ruisseaux ont déjà connu des crues plus ou moins importantes. L'essentiel de l'historique est reporté dans cette note au chapitre Synthèse des événements historiques.

Les informations recueillies intéressent plus particulièrement les zones d'enjeux. Seuls les torrents de l'Ormente, Nant-Agot et Bonnegarde ont fait l'objet d'événements importants ayant endommagé des zones bâties.

VIII.1.1.2. Observations de terrain

Dans les zones naturelles, ces torrents sont généralement encaissés dans des talwegs. En plus de leurs profils topographiques prononcés, ces derniers traversent des terrains particulièrement sensibles à l'érosion entraînant des transports solides ou la formation de coulées boueuses. Des débordements ponctuels sont également possibles. De surcroît, ces cours d'eau s'écoulent sur des espaces boisés souvent mal entretenus (présence de bois morts). Cela conduit à la présence de matériaux et/ou bois morts dans le lit des ruisseaux, qui peuvent provoquer des embâcles au niveau des ouvrages de franchissement des chemins et voiries (buses, passerelles, ponts...).

VIII.1.1.3. Représentation cartographique

Les torrents et ruisseaux indiqués sur le scan25, ont été représentés par une zone tampon de 5 à 10 m de part et d'autre de l'axe découlement. Elle correspond à un aléa fort.

VIII.1.1.4. Qualification de l'aléa

T	Intensité	Critères
T3	Niveau élevé	• Lit mineur du torrent ou du ruisseau torrentiel avec bande de sécurité de largeur variable, selon la morphologie du site, l'importance de bassin versant ou/et la nature du torrent ou du ruisseau torrentiel ; • Zones affouillées et déstabilisées par le torrent (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique) ; • Zones de divagation fréquente des torrents dans le « lit majeur » et sur le cône de déjection ; • Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau boueuse de plus de 1 m environ ; • Zones soumises à des probabilités fortes de débâcles ;
T2	Niveau moyen	• Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau boueuse entre 0,5 et 1 m environ ; • Zone de divagations possibles des crues.
T1	Niveau faible	• Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de moins de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers ; • Zone de divagations possibles des crues.

Le lit mineur des torrents et des ruisseaux a été classé en **aléa fort**, ainsi que les zones de divagation adoptant des hauteurs et des vitesses modérées à fortes.

Les divagations possibles adoptant des hauteurs et des vitesses limitées, sont traduites en **aléa fort à faible**.

VIII.1.2. L'aléa de glissements de terrain

VIII.1.2.1. Phénomènes historiques

Plusieurs glissements de terrain potentiellement actifs ou historiques ont été identifiés sur le territoire communal. L'essentiel de l'historique est reporté dans cette note au chapitre Synthèse des événements historiques. La plupart d'entre eux affectent des zones naturelles. Néanmoins certains se trouvent au voisinage de zones urbanisées comme sur le secteur du Granier, de la Ruaz, du Villaret, de Montvillier. Leur évolution peut présenter une menace pour ces hameaux.

VIII.1.2.2. Observations de terrain

L'analyse des glissements de terrain réalisée pour l'élaboration de cette étude correspond à une identification des terrains potentiellement instables par photo-interprétation, couplée à des reconnaissances visuelles de surface. En l'absence de sondage, de telles investigations ne permettent pas de déterminer de manière certaine la profondeur des glissements, ni la présence de terrains sensibles en profondeur lorsque aucun glissement déclaré n'affecte la zone. Il est important aussi de rappeler que seules les zones décrites naturellement sont identifiées ici. Le PPRN n'est pas un document d'aptitude géotechnique des sols.

Les indices recherchés sont essentiellement des détails topographiques (arrachements, bourrelets, moutonnements) mais aussi des désordres provoqués par les glissements (routes déformées, constructions fissurées, etc.).

Malgré la présence d'un substratum compact, la couverture quaternaire de nature morainique qui recouvre une grande partie du territoire, est particulièrement sensible. Par ailleurs, les terrains qui présentent à leur surface une couche de matériaux meubles sont altérés avec une forte composante argileuse (frange d'altération).

La présence de l'ensemble de ces matériaux est un élément défavorable, compte-tenu de leurs mauvaises caractéristiques mécaniques. Les glissements de terrain se produisent généralement à la suite d'épisodes pluvieux intenses, à la fonte des neiges ou à proximité de sources.

L'eau joue en effet, un rôle moteur et déclencheur dans leur mécanisme. Elle intervient en saturant les terrains, en servant de lubrifiant entre deux couches de nature différente, en provoquant des débuts d'érosion, en provoquant des sous-pression, etc.

La profondeur des glissements de terrain peut varier de quelques décimètres à quelques mètres ; elle est souvent liée à l'épaisseur de terrain meuble en surface ou à l'importance des lentilles argileuses présentes.

Les phénomènes observés sur la commune sont d'extension variable. Leur superficie varie de quelques dizaines à quelques milliers de mètres carrés. Ils restent globalement ponctuels, mais leur survenance peut intervenir en tout point sur de vaste étendue.

Dans les zones à enjeux, en fond de vallée, les glissements de terrain restent limités et localisés, compte tenu de la forte pente et de la faible épaisseur des sols. Seules quelques combes présentent des instabilités.

Sur le reste du territoire, des zones de glissement actif ont pu être identifiées sur le terrain et par photo-interprétation. Ainsi on trouve ces glissements sur les berges des ruisseaux ou des torrents (lieux-dits La Combe, La Pesée, le Chapieu, Bonvillard, Grumailly, Montgilbert, Plangerland, Bois-des-Allemands, Mongésin), en sommet de combe ou des bassins versants (Sagellan, Combe Gérel, Praliathou, Le Chapelet, Vers-les-Côtes,) sur des terrains pentus et très humides (Granier, Crévolard). Certains présentent une activité marquée. Leur évolution est visible par photo-interprétation.

C'est le cas pour le glissement de terrain au lieu-dit Le Chapelet.

Glissement de terrain au lieu-dit Le Chapelet

Le glissement du Chapelet est un mouvement très ancien qui se réactive depuis quelques dizaines d'années. Il a fait l'objet de plusieurs rapports en 1984, 1995, 1998, 2000...

Ce décrochement correspond à un très gros glissement de terrain de plus de 50 ha qui s'étage de 2300 à 1200 m d'altitude. La raison de ce glissement est probablement lié à la présence de gypse en profondeur.

Sa zone d'activité remonte petit à petit chaque année et menace le hameau du Chapelet qui est constitué de 9 chalets d'alpage, rénovés en résidence secondaire. La piste d'accès au hameau a été emportée, elle a dû être déplacée.



Figure 7: Vue d'ensemble du glissement du Chapelet



Figure 6: Vue au sommet de la niche d'arrachement le 25 avril 2018

Le glissement de terrain d'où émergent des sources vers 1800 m d'altitude, provoque des laves torrentielles dans le couloir des Combattants, qui dépose des matériaux sur la route de Chapieux, avant de rejoindre le ruisseau de Tessens.



Figure 8: Lave torrentielle dans le couloir des Combattants

VIII.1.2.3. Qualification de l'aléa

G	Intensité	Critères
G3	Niveau élevé	- 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 - Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris zone d'arrêt des glissements (bande de terrain peu penté au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) - Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain - Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors de crues
G2	Niveau moyen	- Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif - Glissement actif dans les pentes faibles (<20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux & du terrain instable) sans indice important en surface
G1	Niveau faible	- Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site - Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage)

L'ensemble des versants fortement pentus constitués de formations morainiques et notamment les zones humides a été classé en **aléa moyen (G2)**. Il s'agit généralement de zones morphologiquement proches de terrains qui ont déjà été atteints (pentes similaires, même nature géologique, zones humides, écoulements, etc.) et de secteurs par nature sensibles aux glissements de terrain du fait de leurs caractéristiques physiques.

Seules les zones actives repérées par photo-interprétation ou par observation sur le terrain ont été classées en **aléa fort (G3)**.

Les secteurs où les caractéristiques géologiques et topographiques sont similaires à des secteurs en mouvements, mais qui présentent une faible pente, ont été classés en **aléa faible (G1)**. Il en est de même des versants à forte pente qui présentent une faible épaisseur des sols. Aucun indice de mouvement n'est présent sur ces zones. Néanmoins compte tenu de la pente, des coulées de boue sont susceptibles de se produire.

VIII.1.3. L'aléa chutes de blocs

VIII.1.3.1. Phénomènes historiques

Plusieurs phénomènes de chute de blocs ont été identifiés sur le territoire communal. L'essentiel de l'historique est reporté dans cette note au chapitre Synthèse des événements historiques. La plupart d'entre eux affectent des zones naturelles sur les versants (Forêt des Gollards, forêt du Siaix, etc) ou dans le lit des torrents (Nant-Agot, Nant de Tessens, etc) Peu d'événements sont recensés sur les zones à enjeux à l'exception de ceux qui affectent les infrastructures comme la RN90 au lieu-dit Le Siaix. D'importants travaux ont été réalisés afin de la protéger, dont la construction d'une déviation et d'un tunnel.

VIII.1.3.2. Observations de terrain

En rive gauche de l'Isère, des schistes noirs et grès fin (formation du Houiller) affleurent par endroit et donnent lieu à des chutes de blocs. Plusieurs éperons rocheux sont visibles sur le versant, d'autres sont masqués par la végétation.

Les flyschs de Tarentaise surmontés de schistes noirs à quartzites peuvent donner lieu à des écroulements, comme dans le lit du Nant-Agot.

Dans le secteur de Montgirod, on trouve de nombreux affleurements de schistes calcaires du lias appelé calcaires du Siaix. Ils ont donné lieu à de nombreuses chutes de blocs sur la RN90 qui serpentait le long de ce massif quelques dizaines de mètres au-dessus de l'Isère. En 1990 un tunnel a été ouvert sous ce massif, afin de palier ce problème.

Dans le secteur de « la Forêt des Gollards », des Dolomies présentent en barres vers 1500 m d'altitude surmonte des roches cristallines très productives de blocs. Ces dernières a provoqué la chute d'un bloc de 100 tonnes en 1999 qui a traversé la route entre Montgirod et le Villard, sur la commune voisine.

Des blocs en équilibre issus des formations morainiques sont également visibles par endroit dans les bois. Leur déstabilisation dans des conditions météoriques défavorables n'est pas à exclure.

VIII.1.3.3. Qualification de l'aléa

P	Intensité	Critères
P3	Niveau élevé	• Zones exposées à des éboulements en masse et à des chutes fréquentes de blocs ou de pierre avec des indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée avec de nombreux blocs instables, falaise, affleurement rocheux) • Zones d'impact
P2	Niveau moyen	• Pente raide dans le versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente >70 % • Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente >70 % • Pente moyenne boisée parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. blocs erratiques)
P1	Niveau faible	• Zone de chute de petites pierres

Sur le territoire communal, plusieurs secteurs en zones naturelles ont été classés en **aléa fort (P3)** de chutes de blocs : forêt des Gollards, Forêt du Siaix, Forêt du Tovet, les berges du Nant-Agot, Le Versant des Charmettes, La Roche Janatan, les versants au lieu-dit La Pesée, Rochers de Pertettaz, Lovarey, les versants rives droites et gauche du Cormet d'Arêches, Montgilbert, Le Crete, Saint-Anne, Châtelard, Ravin de Côte Lancelin, Roc du Bécoin, Dos de la Vellière.

Seuls quelques secteurs ont été classés en **aléa moyen (P2)** : à l'est de Montgirod, au lieu-dit La Lentillière, vers l'oratoire de Ste Apolinie, etc.

On trouve enfin quelques zones pouvant occasionner quelques chutes de pierres en **aléa faible (P1)** vers Villarolland et Villette.

VIII.1.4. L'aléa effondrements de cavités souterraines

VIII.1.4.1. Phénomènes historiques

Plusieurs phénomènes d'effondrement ont été identifiés sur le territoire communal. L'essentiel de l'historique est reporté dans cette note au chapitre Synthèse des événements historiques. La plupart d'entre eux affectent des zones naturelles (Vilette, Quermoz, Couloir des Combattants) et sont sans conséquences pour les enjeux. Seuls quelques maisons pourraient être concernées par ce phénomène au lieu-dit La Ruaz sur la route de Grumailly.

VIII.1.4.2. Observations de terrain

Sur le terrain, plusieurs affleurements de gypses sont visibles sur la route de Chapieu, au niveau du Hameau de Grumailly, au nord du hameau de Vilette. A l'est du lieu-dit Quermoz, le terrain est parsemé de dolines qui attestent de la présence de gypse.

VIII.1.4.3. Qualification de l'aléa

F	Intensité	Critères
F3	Niveau élevé	• Zones d'effondrement existant • Zones exposées à des effondrements brutaux de cavités souterraines naturelles (présence de fractures en surface) • Présence de gypse affleurant ou sub-affleurant sans indice d'effondrement • Zones exposées à des effondrements brutaux de galeries de carrières (présence de fractures en surface ou faiblesse de voûtes reconnues) • Anciennes galeries de carrières abandonnées, avec circulation d'eau
F2	Niveau moyen	• Zones de galeries de carrières en l'absence d'indice de mouvement en surface • Affleurement de terrain susceptibles de subir des effondrements en l'absence d'indice (sauf gypse) de mouvement en surface • Affaissement local (dépression topographique souple) • Zone d'extension possible mais non reconnue de galerie
F1	Niveau faible	• Zone de galerie de carrières reconnues (type d'exploitation, profondeur, dimensions connus), sans évolution prévisible, rendant possible l'urbanisation

Les zones d'aléas d'effondrement ont été identifiées d'après la carte géologique du secteur et d'après les observations de terrain. Il s'agit ici d'effondrements naturels lié à la présence de gypse. Par conséquent les zones déjà mentionnées précédemment sont concernées par un **aléa fort (F3)**.

Seul un **aléa moyen (F2)** a été identifié au lieu-dit La Bouillissoire de Fontagny.

VIII.1.5. L'aléa avalanche

VIII.1.5.1. Phénomènes historiques

De nombreuses avalanches se sont produites sur le territoire communal. La plupart des couloirs se situent en zone naturelles. Néanmoins plusieurs d'entre eux traversent ou s'approchent des hameaux de La Thuile et de Tessens. L'essentiel de l'historique est reporté dans cette note au chapitre Synthèse des événements historiques.

En 1981, une avalanche a causé d'importants dégâts dans le hameau de la Thuile, détruisant ou endommageant plusieurs bâtiments.

VIII.1.5.2. Exploitation de la CLPA et de l'EPA et représentation cartographique

Sur la commune d'Aime-la-Plagne, trois secteurs sont identifiés sur les CLPA : Granier, Longefoy et Aime.

Ces trois secteurs disposent de leurs propres fiches signalétiques pour les couloirs identifiés :

- 8 couloirs pour le Granier ;
- 16 couloirs pour Longefoy ;
- 25 couloirs pour Aime ;

Le territoire communal dispose également d'une enquête permanente sur les avalanches (EPA) sur certains secteurs :

- 2 couloirs sur Aime
- 12 couloirs pour le Granier ;
- 7 couloirs pour Tessens ;
- 1 couloir sur Villette ;
- 1 couloir sur Montgirod ;
- 10 couloirs sur Longefoy.

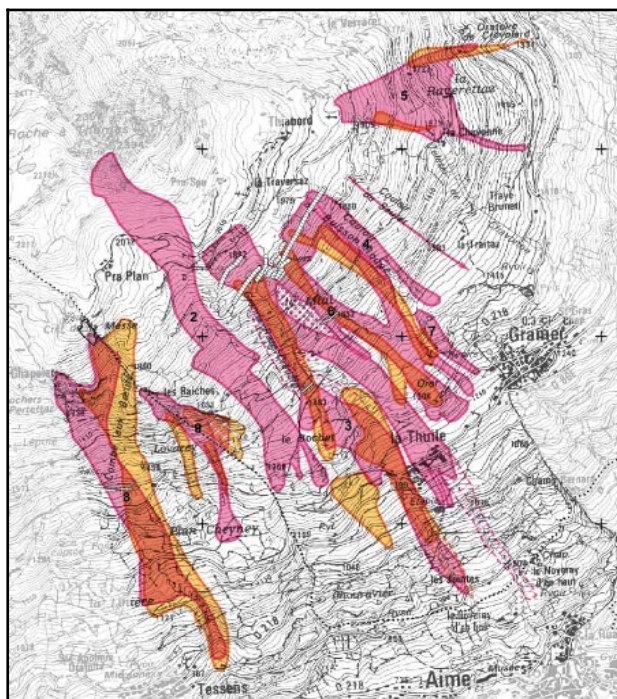


Figure 9: CLPA – secteur du Granier et La Thuile

Suite à la photo-interprétation et après notre visite sur le terrain au printemps 2018, il est important de faire remarquer qu'un grand nombre de couloirs ne figure pas sur les documents précités, la plupart se trouvant dans des secteurs inaccessibles en hiver. Ces couloirs ont donc été reportés sur la carte générale des aléas. Ils se situent pour le plupart dans la vallée du Cornet d'Arêche, sur le secteur de la Pesée et de la Combe.

VIII.1.5.3. Observations de terrain

Une partie des observations sur le terrain ont été menées au cours du printemps 2018, durant la période de fonte. Compte tenu du fort enneigement au cours de l'hiver 2017-2018, de nombreuses avalanches se sont produites durant l'hiver et au printemps. Certaines avalanches ont été assez importantes, entraînant d'importants dégâts à la végétation (avalanches de la Combe et de Praliathou).

D'autres couloirs sont récurrents et correspondent principalement aux avalanches de printemps (de fonte).

VIII.1.5.4. Qualification de l'aléa

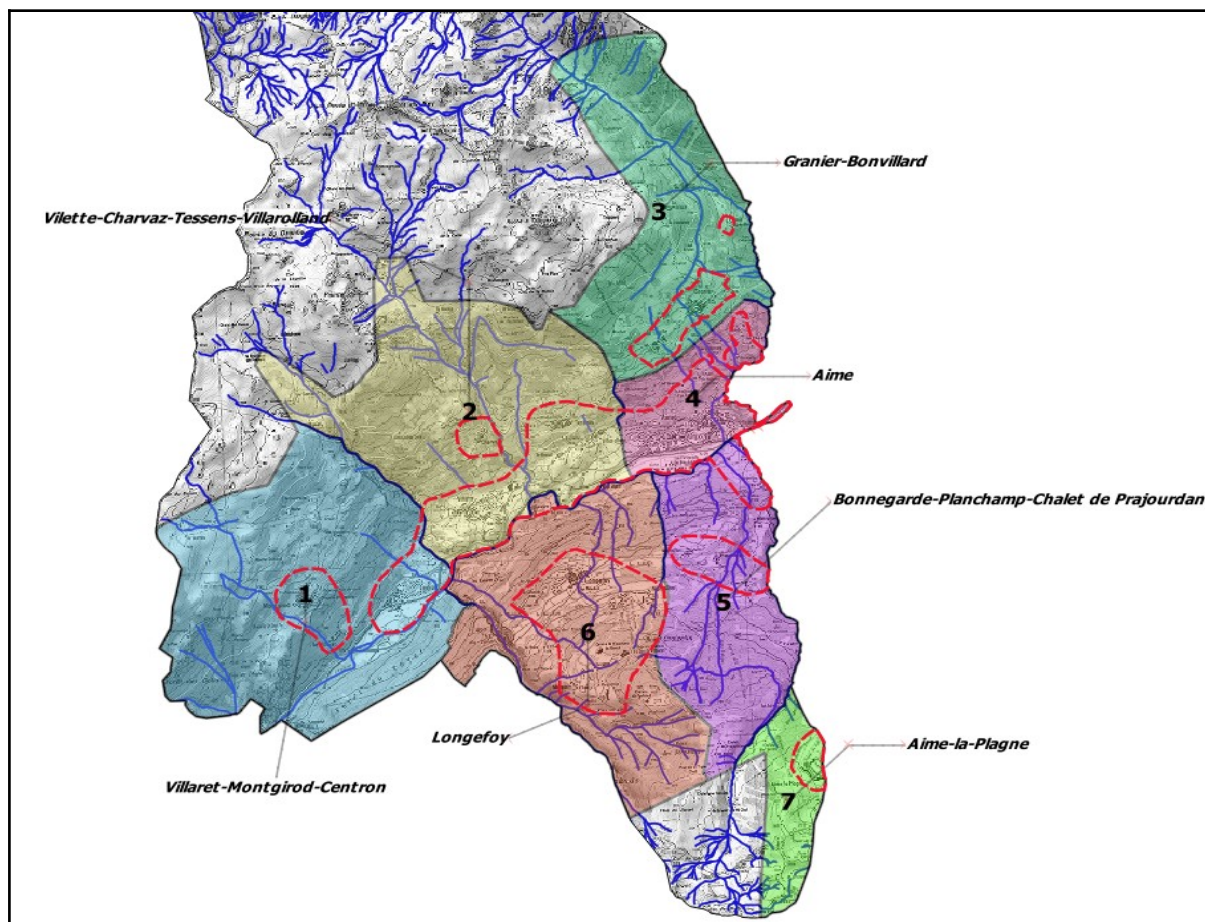
Cet aléa est fonction de nombreux paramètres, dont il nous faut tenir compte. Nous avons représenté sur la carte l'enveloppe des couloirs d'avalanche par photo-interprétation. L'enveloppe identifiée sur la CLPA étant très différente, étant donné l'échelle utilisée. En ce qui concerne le secteur du Granier et du hameau de La Thuile, nous avons conservé le contour des aléas du PPRN de 2014, réalisé par le service RTM de la Savoie.

A		Intensité	Critères
AE	A3	Niveau élevé	• avalanches reconnues par enquête sur le terrain (avalanches numérotées) et par photo-interprétation ; • zones avalancheuses et dangers localisés ; • zones de souffle avec dégâts significatifs ;
	A2	Niveau moyen	• zones avalancheuses et dangers localisés ; • zones de souffle avec dégâts significatifs ;
	A1	Niveau faible	• Phénomène très localisé et de faible amplitude (purge de talus...) ; • Zone terminale de souffle (bris de branches ; plâtrage de façade ; bris possible de vitrage ordinaire).

Les effets de ce phénomène étant généralement dévastateurs, l'**aléa** est généralement **fort (A3)** sur l'ensemble des couloirs. Seule la zone d'arrivée de certains couloirs a été classée en **aléa moyen (A2)** sur le secteur du Granier et de La Thuile, d'après les informations sur les événements passés, dont nous disposons.

IX. Présentation des aléas secteur par secteur

IX.1. Carte de localisation des secteurs



IX.2. Villaret-Montgirod-Centron

IX.2.1. Secteur 1A – Avalanche

IX.2.1.1. 1A1 couloir de Sagellan (n°200 EPA)

a. Morphologie du site

Le couloir de Sagellan, exposé sud-est, comprend deux zones de départ possibles d'après les relevés de l'EPA. La première entre 1910 et 1800 m d'altitude se situe dans les alpages de Quermoz. La zone d'écoulement de l'avalanche se divise en deux branches au niveau de la source captée. La première branche prend la direction du talweg du ruisseau de Sagellan. La seconde s'écoule à travers les cascades de la source captée avant de rejoindre un autre petit couloir d'avalanche dans le Bois-des-Plans. Cette branche vient ensuite rejoindre la branche principale dans le talweg du ruisseau de Sagellan à la cote 1350 m.

La seconde zone de départ se trouve à environ de 1600 m à l'est de la source captée, dans un secteur sensible au glissement de terrain compte tenu des importantes circulations d'eau. Elle se trouve être dans la zone d'écoulement de l'avalanche qui part en amont.

Ces deux avalanches empruntent le talweg du ruisseau de Sagellan. La plupart d'entre elles s'arrêtent dans ce talweg entre 1450 et 1200 m. Néanmoins certaines peuvent descendre plus bas à proximité du hameau de Montgirod, pour atteindre l'ancien moulin ou les zones agricoles à l'aval.

b. Historique des événements marquants

Le couloir de Sagellan a connu 16 événements depuis 1906.

En général, l'avalanche parcourt quelques centaines de mètres. Néanmoins, en 1940, elle a atteint la côte 1100 m.

En 1978, une avalanche s'est séparée en deux à proximité de Montgirod pour s'arrêter aux cotes de 1030 m et 1060 m. Plusieurs m³ de bois ont été détruits.

c. Ouvrages de protection existants

- **Naturelles :**

Néant

- **Artificielles :**

1) Environ 1240 ml et 1600 ml de banquettes larges réparties sur 7 niveaux en zone de départ, entre 1880 m et 1800 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1979 et 1987.

Efficacité :

1) Assez bonne pour l'ensemble des banquettes : les départs dans cette zone sont jugés nettement moins fréquents.

d. Scénarios de référence « centennal » (ARC)

► Le phénomène de référence centennal est une avalanche en aérosol d'occurrence centennale qui, en dépit des banquettes, partirait par rupture de plaque vers 1900 m d'altitude, se déposerait partiellement sur le replat au-dessus de la source avant de se diviser en deux branches. Avec une reprise de neige poudreuse vers 1600 m, la branche la plus à l'est parviendrait à basculer et à se propager dans le talweg du ruisseau de Sagellan avant de s'arrêter en aval du moulin, entre les cotes 1100 et 1050 m, comme en 1978. Celle la plus à l'ouest s'écoulerait à travers la forêt avant de rejoindre un autre couloir d'avalanche à la cote 1450 m, pour enfin s'arrêter sur un secteur moins pentu vers 1400 m.

L'aléa de référence (ARC) correspond à une période de retour « rare » mais l'intensité du phénomène reste élevée (A3).

e. Scénario de Référence Exceptionnel (ARE) pour l'avalanche

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une avalanche en aérosol qui partirait par rupture de plaque vers 1900 m, se diviserait en deux branches. Avec une reprise de neige poudreuse vers 1600 m, les deux branches parviendraient à se rejoindre à la côte 1350 m, pour ensuite s'écouler dans le talweg du ruisseau de Sagellan sans néanmoins dépasser la zone d'arrivée de l'avalanche centennale, compte tenu de la rupture de pente au niveau de Mongirod et de la morphologie du secteur.

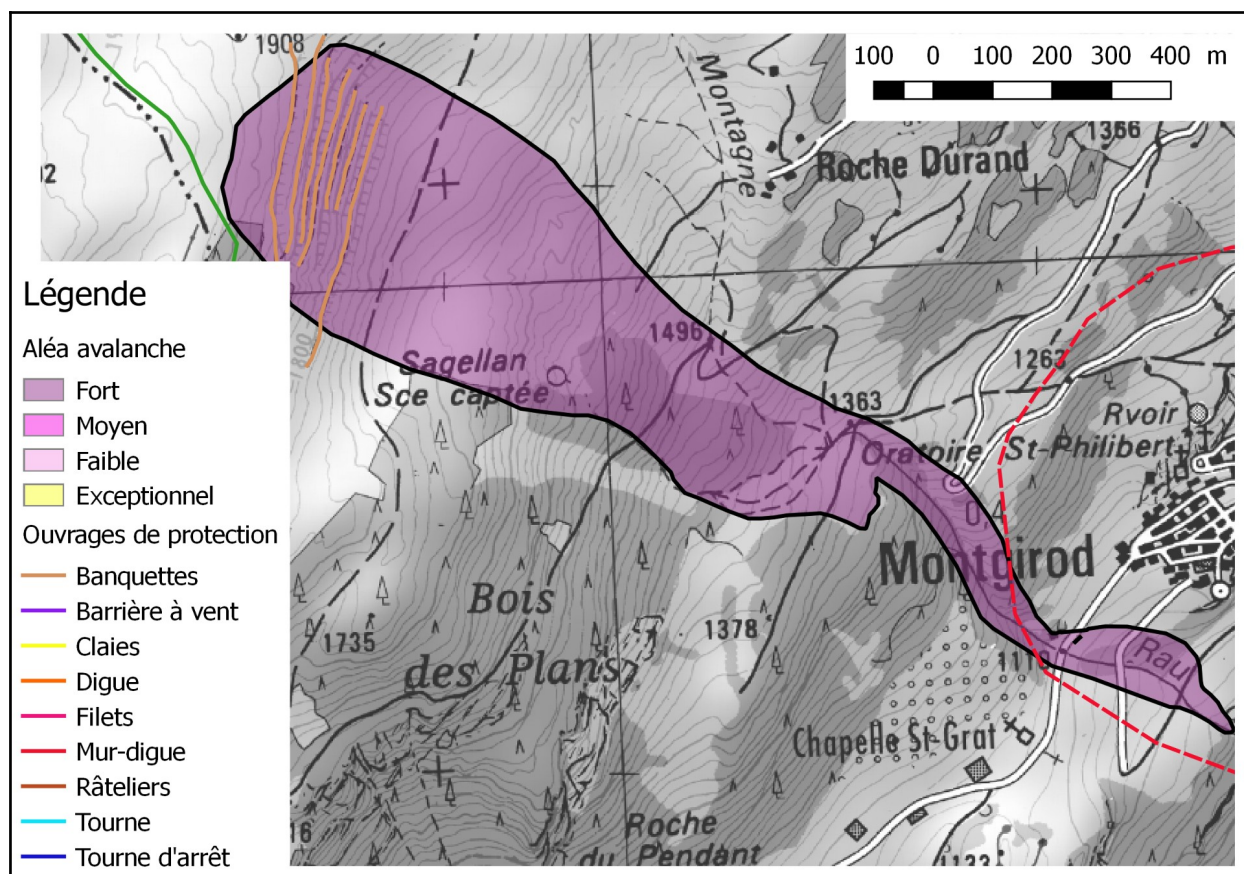


Figure 10: Carte des aléas – Couloir de Sagellan

IX.2.2. Secteur 1P – chutes de Pierres

IX.2.2.1. 1P1 Mongirod

a. Morphologie du site

Le hameau de Montgirod est situé sur un replat à environ 1050 m d'altitude. Il est dominé par plusieurs falaises ou talus rocheux. Le rocher de l'oratoire de St-Philibert est un affleurement de schistes calcaire appelé Calcaire du Siaix. Sur la partie ouest, il s'agit d'une ancienne carrière qui présente d'importantes fracturations.

La zone rocheuse constituant la partie supérieure du versant est globalement massive, avec néanmoins de nombreuses familles de discontinuités. Plusieurs masses instables ont été identifiées de volumes unitaires allant de quelques dizaines à plusieurs centaines de litres.

Le site de la carrière présente de nombreuses instabilités avec des volumes conséquents jusqu'au mètre cube. Cependant la configuration topographique est très favorable à l'arrêt des blocs au niveau du replat.

Le talus rocheux qui domine les maisons de la route de l'Oratoire Saint-Roch, présente également quelques instabilités de l'ordre de la centaine de litres. La probabilité de départ de ces blocs est jugée faible à très faible. Il y a peu de risque d'avoir des dommages sur la chaussée et le bâti.

Un autre talus rocheux plus à l'est dans le hameau, domine les maisons de la route de l'Oratoire Saint-Bernard. Celui-ci présente également des fracturations.



Figure 11: Rocher de Montgirod au-dessus de l'Oratoire



Figure 12: Talus rocheux route de l'oratoire de St-Roch.

b. Historique des événements marquants

En février 2020, des blocs se sont détachés du versant rocheux en amont du hameau et ont fini leur course au niveau d'une route et d'un chemin près des habitations sans causer de dommages.

Durant l'hiver 2019-2020, l'angle droit du toit de la Chapelle a été endommagé par un bloc.

c. Ouvrages de protection existants

Néant

d. Scénarios de référence

Pour le rocher de l'Oratoire de St-Philibert, le scénario fréquent au niveau de la carrière correspond à la chute de blocs d'un volume compris entre $0,25 \text{ m}^3$ et 1 m^3 , et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++). Ces blocs s'arrêtent sur la zone de replat. De part et d'autre de la carrière et à l'aval, l'occurrence est moindre (P2+). Les blocs s'arrêtant en pied de falaise ou sur le chemin.

Le scénario rare correspond à un phénomène qui atteindrait les premières habitations ou qui dévalerait la pente jusqu'à la route. L'intensité du phénomène resterait modérée ainsi que la probabilité d'occurrence (P2).

Pour le talus rocheux de la route de l'oratoire de St-Bernard, le scénario de référence correspond à la chute de blocs d'un volume compris entre $0,25 \text{ m}^3$ et 1 m^3 , et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++). Ces blocs s'arrêtent en pied de talus sur le replat.

IX.2.2.2. 1P2 Villaret

a. Morphologie du site

Le hameau du Villaret est situé sur un replat à environ 780 m d'altitude. Il est dominé par plusieurs falaises situées sous la Chapelle Ste-Agathe. Cette falaise est une formation basale du flysch de Tarentaise, un affleurement de conglomérat. Elle domine le hameau de plusieurs centaines de mètres. Néanmoins le hameau est situé sur un bombement du terrain permettant aux blocs d'être déviés de part et d'autre. Le versant entre la falaise et le hameau est très boisé.

Un autre affleurement de conglomérat est également visible en amont de deux maisons à la sortie du hameau en direction de Montgirod.



Figure 13: Falaise dominant le hameau



Figure 14: Affleurement rocheux à l'amont de deux maisons



Figure 15: Bloc attaché par un câble

b. Historique des événements marquants

Aucun événement n'a été signalé.

c. Ouvrages de protection existants

- 1) Filet plaqué sur le talus à l'amont de la maison sur la parcelle 180.
- 2) Bloc attaché par un câble

Efficacité :

- 1) Bonne. Le filet permet de limiter la propagation de petites pierres provenant du talus.
- 2) Moyenne compte tenu de la pérennité de celui-ci.

d. Scénarios de référence

Pour la falaise principale, le scénario fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume compris entre $0,25 \text{ m}^3$ et 1 m^3 , et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++). Ces blocs sont déviés de leur trajectoire sous le lacet de la route à la cote 886 m. La morphologie du terrain faisant en sorte de protéger le hameau. Ainsi, seules les maisons à l'entrée du hameau peuvent être impactées par le phénomène.

Le scénario rare correspond à une propagation du phénomène un peu plus étendue. Quelques maisons du hameau pourraient être impactées. L'intensité du phénomène resterait modérée ainsi que la probabilité d'occurrence (P2).

Pour l'affleurement rocheux à la sortie du hameau, le scénario de référence correspond à la chute de blocs d'un volume supérieur à 1 m^3 , et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P3+). Ces blocs pourraient traverser les deux routes avant de s'arrêter dans un secteur moins pentu.

IX.2.2.3. 1P3 Centron

a. Morphologie du site

Le hameau du Centron est situé à l'extrémité ouest du cône de déjection du Nant-Agot à environ 610 m d'altitude. Il est dominé par l'ancienne RN 90 qui est longée par de nombreux talus rocheux qui peuvent présenter une menace pour le hameau. Ces talus sont fortement fracturés. De même, à

l'amont des affleurements rocheux sont visibles sur le versant. Ces affleurements rocheux sont des formations basales du flysch de Tarentaise, à faciès conglomératique.

b. Historique des événements marquants

Aucun événement n'a été signalé. Néanmoins compte tenu de la présence d'ouvrage de protection, il semble évident que la RN 90 a déjà été affectée par ce phénomène.

c. Ouvrages de protection existants

- 1) Filet plaqué sur le talus à l'amont de la RN90, sur un linéaire d'environ 350 m ;
- 2) Filet tendu à l'amont de la RN 90 ;
- 3) Filet plaqué au-dessus de l'ancienne école, sur le talus amont de la route d'accès au hameau.

Efficacité :

- 1) Moyenne. Le filet permet de limiter la propagation de petites pierres provenant du talus. Néanmoins les blocs un peu plus volumineux pourront traverser celui-ci. Pérennité de l'ouvrage depuis la déviation de la RN90.
- 2) Moyenne compte tenu de la pérennité de celui-ci.
- 3) Bonne. Le filet permet de retenir les matériaux.



Figure 16: Filet plaqué au-dessus de l'ancienne école



Figure 17: Filet tendu à l'amont de la RN90

d. Scénarios de référence

Le long de l'ancienne RN90, le talus rocheux peut occasionner de nombreuses chutes de pierres (volume < à 0,25 m³), voir quelques blocs de taille supérieure. Des filets ont été installés dans le but de limiter leur propagation. Néanmoins, aujourd'hui la RN90 a été déviée. La pérennité de ces ouvrages n'est pas garantie.

Dans ce cas, le scénario fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume inférieur à 1 m³, et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++). Dans la majorité des cas, les blocs viendront s'arrêter sur la chaussée. Néanmoins certains pourront rebondir et atteindre le hameau (P2+).

En ce qui concerne les affleurements dans le versant, le scénario fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume inférieur à 1 m³, et ayant une probabilité d'occurrence élevée (P2+).

Le scénario rare correspond à une propagation du phénomène un peu plus étendue. Les maisons construites au pied du versant pourraient être impactées. L'intensité du phénomène resterait modérée, ainsi que la probabilité d'occurrence (P2).

IX.2.3. Secteur 1G – Glissement de terrain

IX.2.3.1. 1G1 Montgirod

a. Morphologie du site

Au niveau du hameau le substratum est constitué principalement par des schistes et grès du houiller. Il affleure par endroit au niveau des pentes raides. Ces terrains sont recouverts par des moraines de faible épaisseur en général. Seules quelques combes présentent des épaisseurs plus importantes.

À l'ouest du hameau de Montgirod, une combe traversée par le ruisseau de Sagellan présente des indices de glissement (bombement du sol, importantes circulations d'eau, etc).

b. Historique des événements marquants

Aucun événement n'a été signalé.

c. Ouvrages de protection existants

Néant.

d. Scénarios de référence

La combe à l'ouest du hameau présente une activité moyenne à élevée (G3-). Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées peut être sujet à des coulées de boue localisées. Sur ces zones, aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est faible (G1).

IX.2.3.2. 1G2 Villaret

a. Morphologie du site

Au niveau du hameau, le substratum est constitué principalement par des schistes et grès du houiller. Ils affleurent par endroit au niveau des pentes raides. Ces terrains sont recouverts de moraines de faible épaisseur en général. Seules quelques zones présentent des épaisseurs plus importantes.

Sous le hameau, une zone semble particulièrement active. De nombreux indices témoignent d'une activité récente. La terrasse d'une maison est complètement disloquée au nord de la chapelle. Au sud de celle-ci, un terrain très pentu est occupé par des jardins. Il s'est affaissé mettant à nu une partie des fondations des habitations situées à l'amont.

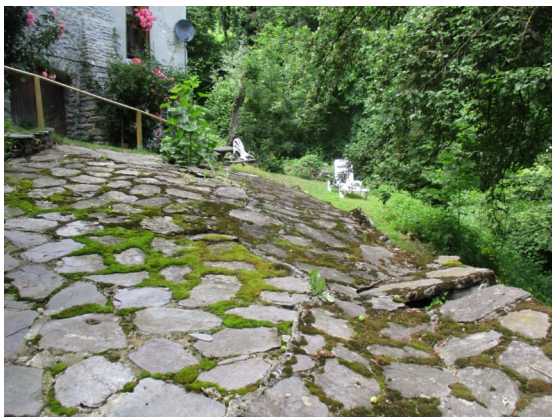


Figure 18: Terrasse disloquée témoignant d'une activité sur la zone

b. Historique des événements marquants

Aucun événement n'a été signalé.

c. Ouvrages de protection existants

Néant.

d. Scénarios de référence

À l'est du hameau, les terrains présentent une activité élevée (G3) à moyenne à l'aval. Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées peut être sujet à des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée faible (G1).

IX.2.4. Secteur 1T – Crue torrentielle

IX.2.4.1. 1T1 Nant-Agot

a. Morphologie du site

Le Nant-Agot est formé par les ravins qui descendent de la Pointe du Col (2 319 m), la Croix de la Bagnaz (2 376 m), le Quermoz (2 296 m). Le torrent s'écoule selon un axe N-O/S-E avant de

rejoindre l'Isère, après avoir parcouru environ 5 km. Sa pente moyenne est d'environ 35 %. La surface de son bassin versant est d'environ 7,5 km². Le ruissellement intense dans la partie haute de son bassin versant (au-dessus de 1 600 m), non boisée, contribue à l'irrégularité et la soudaineté des crues de ce torrent.

Dans la partie supérieure de son bassin de réception, il y a peu d'indices d'érosion. Celle-ci est couverte principalement de pelouse. Seules quelques zones de glissement de terrain ou d'érosion sont visibles en rive droite à la hauteur du hameau de la Combe. Dans la forêt domaniale de Villette (entre 1 000 et 1 300 m d'altitude), un écoulement en rive droite est très actif. Des glissements de matériaux et la chute de gros blocs ont lieu régulièrement. Ces apports ne sont pas suffisants pour que le torrent les reprenne sous forme de lave torrentielle, néanmoins ils pourront alimenter les crues importantes.

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'activité torrentielle du Nant-Agot est réduite. Au niveau de la carrière, son lit a été comblé. Le débit courant passe simplement dans une buse de diamètre (800 mm). Le débit décennal est estimé à 5 m³/s. Celui-ci serait doublé en fréquence centennale avec d'importants transports solides. Pour de tels débits, les buses dans la carrière sont sous dimensionnées.

À l'aval de la carrière, un lit mineur étroit et un lit majeur large marqué par le passage de laves torrentielles sont visibles. Ces lits sont très encombrés par des bois, des blocs de toutes tailles issus des tirs de mines.

Avant le passage sous la RN 90 (dalot de 4 m x 4 m), le ruisseau s'écoule dans une buse de 1 200 mm au niveau de l'accès à une propriété.

b. Historique des événements marquants

Année	Descriptif
1764	Le 11 juin 1764, une lave torrentielle engendre un changement du cours du torrent, qui envahit le village de la Vilette. 5 maisons furent détruites et 40 endommagées.
1834	Le 18 juillet 1834, le torrent déposa ses matériaux sur la route. Un mort et 2 blessés.
1889	Le 5 avril 1889, suite à un orage, une lave envahit les champs de Villette et de Centron.
1893	De petites crues ont contribué à l'effondrement du sol constitué de gypse au niveau de la digue de protection de la Villette. Les eaux disparaissent et ressortent 2 km à l'aval au niveau des vignes entre le hameau de Centron et la RN 90.
1897	Le 12 juillet 1897, suite à un orage, le torrent détruit plusieurs ponts. La digue de La Villette est affouillée.
1901	Le 11 juin 1901, suite à des pluies abondantes, le torrent endommage 7 barrages.

Des laves torrentielles et des crues violentes faisant suite à des orages d'été ont provoqué d'importants dégâts au cours du 19^e siècle. Afin de palier ce phénomène, une série de barrages et un perré de protection ont été réalisés par l'administration des Eaux et Forêts.

c. Ouvrages de protection existants

- 1) Forêt domaniale de la Villette, reboisement de 21 ha suite à acquisition des terrains par l'État en 1891.
- 2) 91 barrages rustiques construits en 1892 et 1896. Certains ont été détruits, mais leur reconstruction a été jugée inutile (pas d'information sur le nombre de barrages restants).
- 3) un perré construit sur la zone d'effondrement dans le gypse.
- 4) digue située en rive gauche entre les cotes 780 et 920 m, dans la partie supérieure du cône de déjection.

Efficacité :

- 1) Bonne ; elle a permis de réduire considérablement les zones d'érosion et de glissement de terrain.
- 2) Pas d'information précise sur l'état de tous les barrages restants.
- 3) Bon état
- 4) Bon état général. Cet aménagement ne put empêcher les laves de 1893, 1897 et 1901.

d. Scénarios de référence

Depuis 1901, aucun événement majeur n'a été signalé pour ce torrent. Les aménagements réalisés dans son lit à la fin du 19^e siècle ont permis de stabiliser le lit et ses berges. On peut considérer que la fréquence d'une lave torrentielle est moindre aujourd'hui.

Suivant les directives nationales qui s'appuient sur la plus forte crue connue, nous considérerons néanmoins la lave torrentielle comme étant notre phénomène de référence. Elle se forme en amont de 1500 m et se recharge en matériaux vers la cote 1 200 m au niveau de l'écroulement. Par contre l'extension de ces laves sont limitées. Elles s'arrêteraient dans la partie supérieure du cône de déjection, au niveau du camping.

À l'aval, et notamment dans la traversée de la carrière, nous prendrons en compte un scénario de crue à fort charriage, avec une possibilité de fort étalement.

Dans la partie supérieure du cône de déjection, la rive gauche est protégée par une digue. Cette digue est bien dimensionnée. Le lit du torrent présente une forte pente à ce niveau ce qui limite les dépôts et donc le rehaussement du lit. La probabilité qu'une lave torrentielle puisse submerger la digue semble faible aujourd'hui.

À l'extrémité aval de la digue, la pente diminue fortement. Cette zone favorise le dépôt des matériaux au cours de la lave.

La passerelle diminue également la section du lit. Un risque d'obstruction et de submersion de celle-ci est très probable au cours de la lave. La submersion de l'ouvrage aurait pour conséquence l'écoulement principalement en rive droite d'une partie de la crue, avant de traverser l'ancienne route. La rive gauche est légèrement plus haute à l'amont de la passerelle. Néanmoins, au cours de la lave, le lit du torrent va se combler par le dépôt des matériaux. Des écoulements plus ou moins chargés en matériaux, pourraient ainsi emprunter la route en direction du camping, du village de Villette et de la carrière à travers des parcelles boisées. Compte tenu de la morphologie du terrain, les écoulements ne viendraient pas menacer le village par contre ils s'écouleraient à travers le verger dans une large combe, jusqu'à être contraint par la butte Sainte-Anne. Ils rejoindraient ensuite l'Isère en traversant le RN 90.



Figure 19: Passerelle sur la partie supérieure du cône de déjection

Au niveau de l'ancienne route, la buse qui permet de transit des écoulements est sous-dimensionnée. La buse sera très probablement obstruée en cas de survenance d'une crue à fort charriage. Compte tenu de la pente à 4 % vers l'ouest, les débordements suivront cette direction, empruntant la route et le chemin, s'éloignant ainsi du lit actuel du torrent.

Dans la traversée de la carrière, le torrent est busé au moyen de deux buses l'une d'un diamètre de 800 et l'autre de 1 000 mm. Ces ouvrages sont insuffisants pour permettre le transit des crues à fort débit et des crues à fort charriage. Des phénomènes d'embâcles peuvent se produire à leur niveau. Ces phénomènes auraient pour conséquence l'écoulement du torrent à travers la carrière.

- Une partie des écoulements serait redirigée vers une fosse en rive droite, du fait du reprofilage du terrain suite à des travaux. Néanmoins compte tenu du passage des camions cet aménagement n'est pas pérenne. De même, la fosse débouche ensuite vers le parking et la zone de chargement de la carrière.



Figure 20: Axe principale des écoulements en cas d'obstruction de la buse

- L'autre partie des écoulements emprunterait la piste visible sur la photo ci-dessus. Ces écoulements pourraient ainsi se recharger en matériaux avant de traverser le parking et la zone de chargement des camions. Au niveau de cette dernière une partie des matériaux viendrait s'y déposer, puisque celle-ci est limitée à l'aval par un muret en béton.

Actuellement, une éventuelle grosse crue du torrent qui viendrait à déborder dans la traversée de la carrière ne pourrait pas retourner dans son lit en aval. Les écoulements plus ou moins diffus divagueraient sur son cône de déjection, affectant la ZA actuellement en développement.

De même, à l'aval, ces écoulements chargés en matériaux sont susceptibles de couper la RN 90 en y déposant une partie du transport solide.

Le scénario de référence « centennal » correspond à une lave torrentielle ayant une période de retour « rare » de 30 à 100 ans compte tenu de la faible fréquence des crues depuis la construction des ouvrages de protection. A l'aval du camping, ce scénario correspond à une crue centennale à fort charriage.

Ainsi au niveau de la passerelle, les débordements en rive droite ont été qualifiés en aléa fort (T3). En rive gauche, ils ont été qualifiés en aléa fort (T3), moyen (T2) à faible (T1) en fonction de l'étalement des écoulements et du dépôt des matériaux.

Au niveau de l'ancienne route, en rive droite, on trouve un aléa fort (T3) à moyen (T2). En rive gauche l'aléa a été qualifié de moyen (T2) jusqu'à une fosse profonde (T3) dans la carrière où les écoulements vont se stocker.

Dans la traversée de la carrière, l'aléa a été qualifié de fort (T3) sur la piste et au niveau de la fosse.

À l'aval de la carrière, le lit majeur plus large avant le passage sous la RN90, a été qualifié en aléa fort (T3).

Enfin sur le cône de déjection les écoulements vont s'étaler ou se concentrer en fonction de la topographie, d'où un aléa moyen (T2) à faible (T1).

IX.3. Secteur 2 Villette-Charvaz-Tessens-Villarolland

IX.3.1. Secteur 2A – Avalanche

IX.3.1.1. 2A1 couloir de La Combe aux bœufs (CLPA n°8, EPA n°1)

a. Morphologie du site

Ce couloir d'avalanche prend naissance sous le Crêt de la Messe, dans des pentes herbeuses orientées au Sud, vers 2 000 m d'altitude (accumulations par flux neigeux de NO). La trajectoire « classique » suit un couloir rectiligne jusqu'à la route de Chapieu où une digue (1 450 m) vient stopper cette avalanche. Une trajectoire « débordante », plus exceptionnelle, peut diverger en rive gauche à partir de cette digue pour s'arrêter au lieu-dit « La Linière ».

b. Historique des événements marquants

Suivie depuis 1902 dans le cadre de l'EPA, cette avalanche parcourait le couloir en moyenne tous les 4 ans jusqu'en 1978 mais une seule avalanche a atteint la cote 1000 m (1978). Depuis la réalisation des protections paravalanches, au moins trois avalanches ont emprunté ce couloir. Tous les phénomènes passés depuis la mise en place de ces ouvrages n'ont pas été forcément référencés.

§ **11 mars 1923** : une avalanche s'est arrêtée à 1 100 m emportant un hangar.

§ **3 février 1978** : une avalanche a atteint la cote 1 000 m. Elle a barré la route. 30 m³ de bois ont été arrachés.

§ **En 1981** : une avalanche en neige mixte s'est rapprochée de la route qui monte d'Aime à Tessens. L'avalanche n'a pas fait de dégâts.

c. Ouvrages de protection existants

• Artificielles :

- 1) 2 râteliers métalliques hauts d'environ 3 m, à 2090 m d'altitude, réalisés en 2004.
- 2) Plusieurs râteliers à support en rails de chemin de fer et platelage métallique, avec quelques rondins de bois. Ils sont répartis sur 3 niveaux. Ils ont été construits en 1957 entre 2090 et 2050 m d'altitude.
- 3) Plusieurs râteliers métalliques sur ancrage béton hauts d'environ 3 m, à 2040 m d'altitude, réalisés en 1970.
- 4) Filet paravalanche haut d'environ 2,5 m, à environ 2020 m d'altitude. Réalisé dans les années 80.
- 5) 14 râteliers métalliques sur ancrage béton hauts d'environ 3 m, réalisé sur 3 niveaux, entre 2020 et 1990 m d'altitude.
- 6) Barrière à neige constituée de supports métalliques qui maintiennent un platelage en bois de mélèze, réalisée à 2100 m d'altitude au début des années 1980.
- 7) 23 lignes de banquettes, réalisées à l'ouest des râteliers, entre 2070 et 1970 m d'altitude.
- 8) Une tourne située à environ 1450 m d'altitude.



Figure 22: Râteliers et claies dans la zone de départ de l'avalanche de la Combe aux Bœufs



Figure 21: Barrière à neige au-dessus de la Combe-aux-Bœufs

Efficacité :

Une visite des ouvrages effectuée en 2015 par le RTM informe sur un bon état général du dispositif. Si cet ensemble se montre efficace pour les coulées récurrentes. Il s'avère toutefois insuffisant pour les conditions d'enneigement exceptionnelles.

- 1) Bon état
- 2) Bon état
- 3) Bon état
- 4) État moyen – Le poteau a plié sous la charge. Absence de câbles de maille. Malgré ce constat, cet ouvrage joue encore son rôle.
- 5) Bon état. Les planches cassées lors de la visite de 2015 par le service RTM, ont été remplacées.
- 6) Bon état

Modélisation numérique :

Une modélisation a été réalisée avec le logiciel AVAL-1D développé par le SLF de Davos. Ce logiciel permet la modélisation des avalanches de neiges denses et des aérosols sur des profils topographiques.

2 profils topographiques ont été choisis :

- le premier dans le couloir principal au-dessous des paravalanches
- le second avec un départ dans la zone ouest

Les volumes de neige utilisés pour la modélisation ont été estimés à partir des épaisseurs critiques et en tenant compte de la surface des zones de départ probables. Il convient de noter que :

- les zones de départ mobilisées lors de l'épisode avalancheux de janvier 1981 ne sont pas connues avec précision ;
- les données historiques ne permettent pas de connaître le volume des avalanches de janvier 1981 (on peut estimer les hauteurs de neige dans certaines zones d'arrêt mais pas pour l'ensemble de celles-ci).

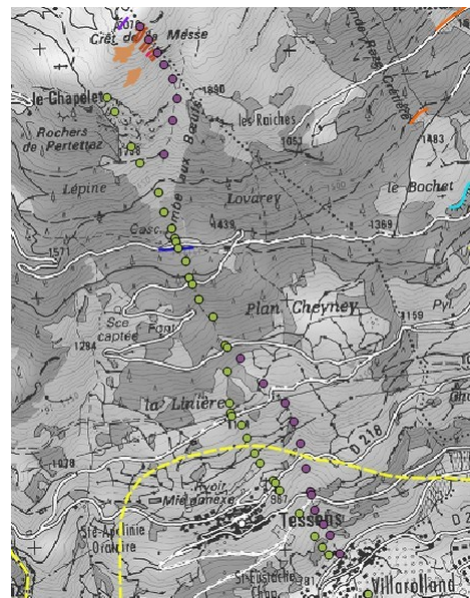


Figure 23: Situation des deux profils

Scénarios testés :

Toutes les trajectoires possibles n'ont donc pas été modélisées, les répartitions des volumes entre les différentes branches possibles des avalanches ne pouvant être estimées de manière fiable

- Scénario 1 avec un départ dans le couloir principal au-dessous des paravalanches (profil 1) :

On retient une hauteur mobilisée de 1 m entre 1950 et 1850 m d'altitude pour une largeur de 70 m environ (volume 12 000 m³).

La propagation, de l'avalanche dans le couloir est le scénario le plus probable et la modélisation confirme que l'avalanche atteint au moins la RD218 (approximativement l'emprise atteinte en 1981).

Les caractéristiques de la digue d'arrêt (alt. 1 470 m environ) ne sont pas connues avec précision. Pour les dimensions testées (longueur 100 m, hauteur 5 m, largeur de la zone de stockage 30 m,

volume de stockage théorique de l'ordre de 15 000 m³), l'avalanche n'est pas stoppée mais le modèle est peu performant pour l'analyse des ouvrages de ce type.

- Scénario 2 avec un départ dans la zone ouest (Profil 2)

On retient un scénario avec départ dans la zone Ouest (profil 2) pour 0,8 à 0,5 m de neige mobilisée entre 1950 et 1750 m d'altitude pour une largeur de 60 m (volume 10 300 m³ environ). L'avalanche se propage jusqu'à 1130 m d'altitude (La Linière).

- Scénario 1 et 2 en conditions exceptionnelles

Si on retient une chute de neige centennale (2 m épaisseur critique dans la zone de départ pour le profil 1 et 1,40 m pour le profil 2) les altitudes atteintes sont respectivement de 790 m environ (Villarolland dans l'axe de la combe) et de 970 m environ sur le profil 2 (entrée est de Tessens).

Ces conditions peuvent être considérées comme exceptionnelles pour le profil 1 (dans la mesure où elles impliquent un départ de toute l'épaisseur de neige fraîche dans la zone de terrasse) comme pour le profil 2.

d. Scénario de référence « centennale » (ARC)

► Le phénomène de référence retenu pour réglementer l'urbanisme est une avalanche poudreuse d'occurrence centennale qui, partirait au-dessous des paravalanches (zone de départ entre 1950 et 1850 m), parviendrait à déborder la grande digue déjà partiellement remplie par d'autres coulées, balaierait le couloir de la Combe aux Bœufs en y arrachant la plupart des jeunes bois. Si le volume mobilisé est suffisant, l'avalanche peut se propager vers le couloir est mais aussi vers la zone ouest (lisière du hameau de Tessens). Sur la partie ouest, l'avalanche viendrait s'arrêter sur la zone de replat de la Linière. A l'est, elle suivrait probablement le talweg pour s'arrêter à l'aval de la D218, vers 930 m. L'aléa de référence correspond à un scénario rare (période de retour de 30 à 100 ans). L'intensité reste élevée, d'où un aléa (A3)

e. Scénario de référence « exceptionnelle » (ARE)

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une avalanche en aérosol suite à un épisode neigeux centennal. Le volume mobilisé correspondrait à l'ensemble de l'épaisseur de neige fraîche sur la surface prédéfinie. Elle suivrait la même trajectoire que l'avalanche de référence. Mais les distances parcourues seraient supérieures. Sur la partie ouest, l'avalanche dépasserait la zone de replat de la Linière, pour venir s'arrêter sur la partie est du hameau de Tessens à environ 970 m d'altitude. A l'est, elle suivrait probablement le talweg pour s'arrêter à Villarolland, vers la cote 790 m. L'aléa de référence correspond à un scénario exceptionnel (période de retour de 100 à 300 ans). L'intensité reste élevée, d'où un aléa (AE).

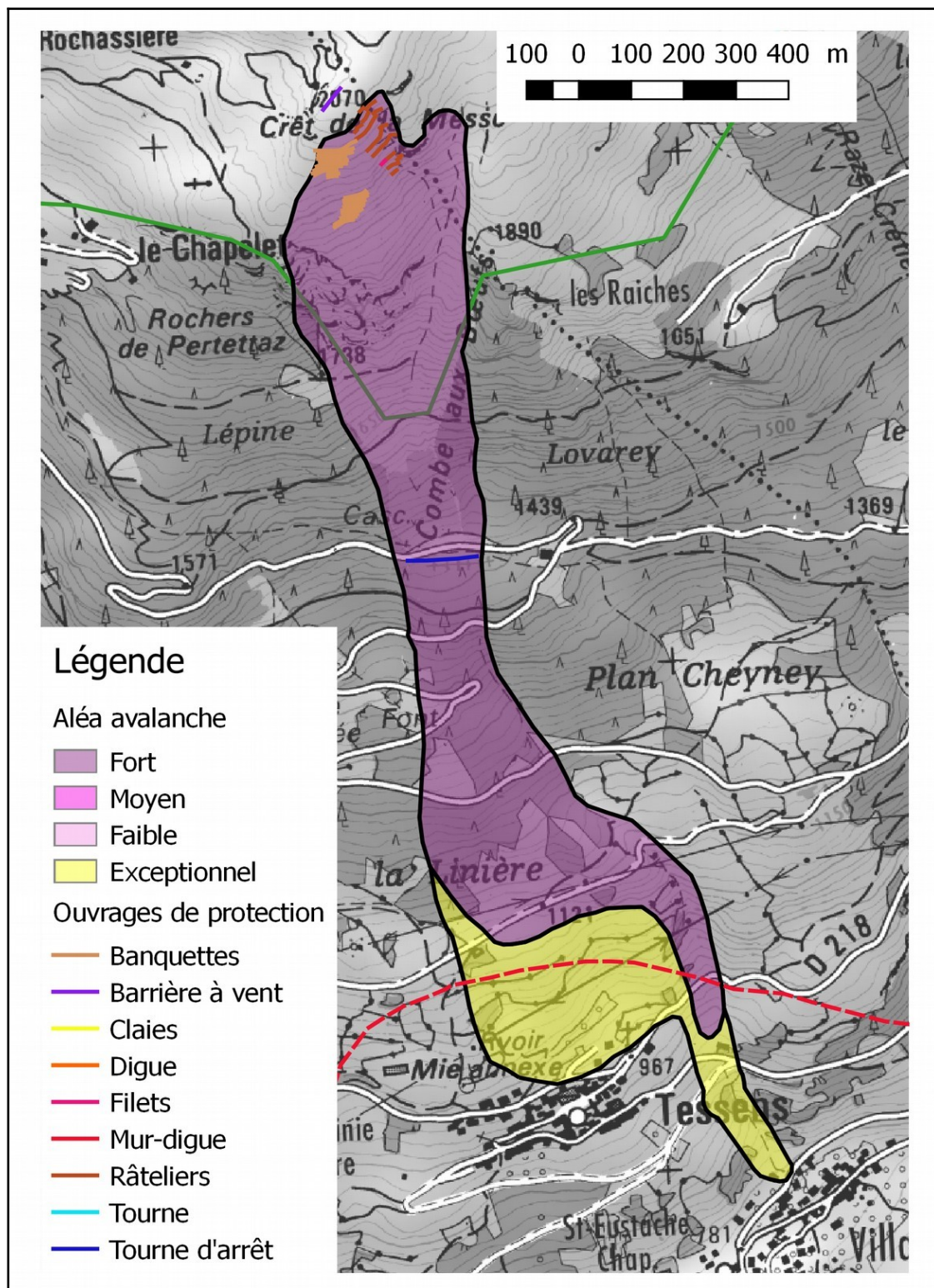


Figure 24: Carte des aléas – Couloir de La Combe-aux-Bœufs

IX.3.2. Secteur 2P – chutes de Pierres

IX.3.2.1. 2P1 Villette

a. Morphologie du site

Le hameau de Villette est situé sur le cône de déjection du Nant-Agot à environ 740 m d'altitude. Il est dominé par plusieurs falaises ou talus rocheux au nord, sur le versant, et limité au sud par le verrou rocheux de Ste-Anne et de la carrière.

Ce dernier est un affleurement de calcaire Marmoréen. Sur la partie ouest, une partie du verrou a été exploité en carrière, de même qu'à l'extrême est. Au sud, le pied du verrou est longé par l'Isère. Quelques dizaines de mètres au-dessus, la RN 90 traverse ce secteur. Sur ce versant la falaise présente d'importantes fracturations. Des blocs d'un volume $< 1 \text{ m}^3$ sont visibles dans les éboulis sur le talus amont de la RN90. Ces derniers menacent la route, c'est pourquoi un important dispositif de protection a été mis en place sur cette zone. En versant nord, les zones de fracturation sont moins visibles compte tenu de la présence de la végétation.

Au nord-ouest du hameau, une importante falaise de gypse est bien marquée dans le paysage. Elle génère des écroulements de plusieurs dizaines de m^3 ou des chutes de blocs isolés.

Au nord-Est, plusieurs petits affleurements rocheux de conglomérat du flysch de Tarentaise génère des chutes de pierres ou de petits blocs.

Historique des événements marquants :

Aucun événement n'a été signalé. Néanmoins sur le talus le long de la RN 90, plusieurs blocs sont visibles dans les zones d'éboulis ou derrière les ouvrages de protection. De même, au pied de la falaise de gypse, nous avons pu constater d'importants éboulements au niveau des lacets de la route qui monte à Charvaz.

Ouvrages de protection existants :

- 1) 10 filets ASM répartis sur le talus le long de la RN90. Bon état général
- 2) Un filet parre-blocs de 150 ml environ.
- 3) Un filet plaqué sur un talus rocheux de la RN90. Il a été changé en 2018.

Efficacité :

- 1) Assez bonne pour l'ensemble des filets ASM. Elle limite l'arrivée des blocs sur la RN 90.
- 2) Moyenne. Elle limite l'arrivée des pierres sur la RN 90. Néanmoins en cas d'écroulement de plusieurs dizaines de m^3 le filet ne pourrait arrêter les matériaux. Des blocs pourraient arriver sur la route.
- 3) Bonne

Scénarios de référence :

Le long de l'ancienne RN90, le verrou rocheux peut occasionner de nombreuses chutes de pierres et de blocs, voir des écroulements massifs de quelques dizaines de m^3 . Des ouvrages de protection ont été installés dans le but de limiter leur propagation.

Sur ce secteur, le scénario très fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume $< 1 \text{ m}^3$, et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++). Dans la majorité des cas, les blocs seront arrêtés par les filets. Pour un scénario moins fréquent, le volume des blocs est plus important $> 1 \text{ m}^3$ mais la probabilité d'occurrence est moindre, d'où un aléa (P3+)

Pour la falaise de gypse, l'intensité du phénomène est élevé compte tenu du volume des blocs. Par contre la probabilité d'occurrence est très élevée à modérée, d'où l'aléa (P3++), (P3+) ou (P3).

En ce qui concerne les affleurements bien marqués dans le versant, à l'est du hameau, le scénario fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume $< 1 \text{ m}^3$, et ayant une probabilité d'occurrence élevée (P2+). Pour le reste du versant l'intensité du phénomène est faible et la probabilité est modérée d'où un aléa (P1).

IX.3.2.2. 2P2 Charvaz

a. Morphologie du site

Le hameau de Charvaz est situé sur un replat à environ 1100 m d'altitude, au bord des berges du Nant de Tessens. Le hameau n'est pas concerné par l'aléa de chutes de blocs. Néanmoins il peut être impacté par ce phénomène au niveau de ses voies d'accès. De petits affleurements de conglomérat peuvent générer des chutes de pierres.

Historique des événements marquants :

En juillet 2014, quelques blocs dont un de $0,3 \text{ m}^3$ sont tombés sur la route d'accès au hameau de Charvaz.

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénarios de référence :

Les quelques talus rocheux présents sur cette zone, génèrent des chutes de pierres ou de petits blocs.

Ils ont été classés en aléa fort (P1++) compte tenu de la fréquence du phénomène.

IX.3.2.3. 2P3 Tessens

Le hameau de Tessens n'est pas concerné par le phénomène de chute de blocs. Seul le talweg à l'est du hameau pourrait connaître des chutes de blocs provenant des éperons rocheux de Lovarey.

IX.3.2.4. 2P2 Villarolland – Le Breuil

a. Morphologie du site

Les hameaux de Villarolland et du Breuil sont situés entre le pied de versant et un verrou rocheux à environ 780 m d'altitude. Ces deux hameaux ne sont pas concernés par l'aléa chutes de blocs. Seule une maison à la sortie est du hameau de Villarolland peut être impactée par des chutes de pierres.

Le verrou rocheux au sud, traversé par la RN 90 peut générer des chutes de blocs sur la chaussée. Il est formé par des schistes et des calcaires en alternance. Un entrepôt est installé au pied de ce verrou, le long de la RN90.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénarios de référence :

A la sortie est du hameau de Villarolland, de petits affleurements rocheux peuvent générer la chute de pierres. La probabilité d'occurrence du phénomène est modéré à faible et l'intensité est faible, d'où un aléa modéré (P1+) à faible (P1).

Le long de la RN90, le verrou rocheux peut occasionner de nombreuses chutes de pierres et de blocs, voir des écroulements massifs de quelques dizaines de m^3 .

A l'ouest de ce verrou, le scénario très fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume $< 1 \text{ m}^3$, et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++). Dans la majorité des cas, les blocs s'arrêteront sur la chaussée.

Dans la partie est, la probabilité d'occurrence est moindre. Les volumes sont variables mais peuvent être $> 1 \text{ m}^3$ sur certains tronçons, d'où l'affichage d'un aléa fort (P3+ ou P2+).

Au niveau de l'entrepôt, la probabilité d'occurrence et l'intensité sont modérées, d'où un aléa moyen (P2).

Le reste des affleurements présent sur cette zone n'occasionne que des chutes de pierres, d'où un aléa modéré (P1+) ou faible (P1).

IX.3.3. Secteur 2G – Glissement de terrains

IX.3.3.1. 2G1 Villette

Villette étant installé sur le cône de déjection du Nant-Agot, il n'est pas concerné par le phénomène de glissement de terrain. La pente est faible sur la majeure partie du secteur. Seuls quelques talus en glissement peuvent être observés à la confluence du Nant de Tessens et de l'Isère ou sur les berges de ce dernier. L'aléa est moyen (G2) à faible (G1).

IX.3.3.2. 2G2 Charvaz

a. Morphologie du site

Au niveau du hameau le substratum est constitué principalement de conglomérats. Ils affleurent par endroit au niveau des pentes raides. Autour du hameau, les terrains sont recouverts par des moraines d'épaisseur variable. Ce secteur ne présente pas de glissement actif y compris sur les berges du Nant de Tessens. Néanmoins sur les terrains à l'ouest du hameau, la morphologie mamelonnée du sol au niveau d'une combe, témoigne d'une activité lente ou passée. Sur le reste du secteur, l'épaisseur des sol est moindre.

Historique des événements marquants :

Aucun événement n'a été signalé.

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénarios de référence :

A l'ouest du hameau, les terrains présentent une activité modérée (G2). Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes forte à modérées, peut être sujet à des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'a été repéré. L'activité présente et maximale est qualifié de faible (G1).

IX.3.3.3. 2G3 Tessens

a. Morphologie du site

Ce hameau s'est installé sur un replat à environ 970 m d'altitude. Sur ce secteur le substratum est constitué principalement de brèches de la zone Valaisanne. Ces brèches sont des roches sédimentaires très hétérogènes, essentiellement constituées de couches où alternent des calcaires, des grès ou des schistes d'épaisseurs variables. Cette roche n'affleure pas aux alentours du hameau. Elle est recouverte de matériaux morainiques dont l'épaisseur varie.

Historique des événements marquants :

Le 6 mars 2007, une coulée de boue s'est produite au niveau du lacet de la route, occasionné par des apports d'eau souterrains artificiels. Environ 200 m^3 de matériaux ont glissés. Un mur de soutènement a été renversé.

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénarios de référence :

Mis à part un petit glissement lié à des circulations d'eau mal maîtrisé, ce secteur ne connaît pas de glissement actif. Néanmoins compte tenu de l'épaisseur des sols, de la pente et de présence d'eau dans certaines combes, des mouvements plus ou moins lents peuvent s'y manifester. Sur le reste du secteur, l'épaisseur des sol est moindre, mais la pente reste importante.

Au nord et au sud du hameau, les terrains présentent une activité modérée (G2). Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes forte à modérées, peut être sujet à des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée de faible (G1).

IX.3.4. Secteur 2T – Crues torrentielles

IX.3.4.1. 1T1 Villette

a. Morphologie du site

Au nord de Villette, un talweg dont la source se situe au niveau de la Combe Gérel débouche sur le hameau. Cette combe n'a pas d'écoulement pérenne. Néanmoins au cours d'épisode pluvieux, elle peut générer des écoulements qui en général s'infiltrent dans les terrains au débouché sur son cône de déjection. Ce phénomène s'apparente à du ruissellement.

b. Historique des événements marquants

Un glissement de terrain de plusieurs milliers de m³ à l'est de Combe Gérel, a entraîné une coulée boueuse canalisée dans le talweg jusqu'à la cote 750 m.

c. Ouvrages de protection existants

Néant

d. Scénario de référence :

Le scénario de référence centennal correspond à une coulée boueuse, qui prendrait naissance au niveau de la Combe Gérel où les terrains sont très pentus et favorables au glissement de terrain.

Cette coulée boueuse viendrait s'étaler sur un cône de déjection au nord de Villette. Les eaux boueuses pourraient pénétrer dans des propriétés.

La période de retour de ce phénomène est rare (entre 30 à 100 ans) et l'intensité est moyenne à faible, d'où un aléa moyen (T2) à faible T1).

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

IX.4. Secteur 3 Granier-Bonvillard

IX.4.1. Secteur 3A – Avalanche

IX.4.1.1. 3A1 Couloir de Grande-Raze-Crétière (n° 3 CLPA / n°3 EPA – n°203 EPA depuis 2003)

a. Morphologie du site

Ce couloir d'avalanche prend naissance sous le replat de Pra Spa, dans des pentes herbeuses orientées au SE, vers 2070 m d'altitude (accumulations par flux neigeux de NW). Des avalanches aérosol peuvent se déclencher plus haut, sur versant SE de la Roche à Thomas, mais de multiples contre-pentes empêchent la phase dense de basculer vers la Gde Raze Crétière. La trajectoire « classique » suit un couloir rectiligne jusqu'au plateau du Bochet où elle s'arrête habituellement (entre 1500 et 1400 m d'altitude). Elle peut ensuite basculer en rive gauche vers La Thuile, en traversant le hameau au niveau des garages semi-enterrés (branche occidentale). Une trajectoire « débordante », plus exceptionnelle, diverge en rive gauche dès 1800 m et peut traverser la forêt communale pour atteindre La Thuile au niveau de la chapelle (branche orientale).

Historique des événements marquants :

Suivie depuis 1903 dans le cadre de l'EPA, cette avalanche parcourait le couloir en moyenne tous les deux ans jusqu'en 1981, mais seules trois avalanches ont atteint La Thuile (1909, 1923 et surtout 1981). Depuis la réalisation des protections paravalanches en 1982, aucun départ n'a été relevé en zone sommitale et une seule avalanche a emprunté le couloir de Grande-Raze-Crétière (1990).

§ 06 février 1749 : une avalanche cause le décès de 9 personnes à La Thuile, écrasées sous les ruines de leur maison peu avant minuit. Elle endeuille les familles Michel, Lepine et Olinet. (Scs : *Archives paroissiales et Savoie Hebdo du 30/12/1988*). Sa trajectoire demeure imprécise.

§ 25 mars 1909 : une avalanche de fond est consignée dans le vieux carnet de l'EPA jusqu'à 1100 m d'altitude, soit en aval de La Thuile, mais sa largeur (40 m) et l'absence de dégât laissent imaginer qu'il s'agissait uniquement de la branche occidentale, sans débordement vers le cœur du hameau.

§ 23 décembre 1923 : une avalanche aérosol d'occurrence environ cinquantennale endommage 3 ou 4 bâtiments dans La Thuile (chalets des familles Arnollet et Sorrel) et tue 2 vaches et plusieurs moutons. L'avalanche descend très bas vers Aime. (Sce : *courrier du brigadier des Eaux et Forêts à Aime du 24/12/1923*). D'après Martial CHENAL, ces vaches ont été tuées dans une étable située au niveau du parking actuel, à l'ouest de la chapelle. Les chalets Arnollet et Sorrel se situaient au même emplacement qu'en 1981, c'est à dire tout près de l'actuel parking, à l'ouest et en contrebas. On peut donc supposer que cette avalanche a suivi la même trajectoire que la branche centrale de 1981, sans être assuré qu'elle venait bien de Gde Raze Crétière et non du couloir du Mial. La branche occidentale a sans doute fonctionné également, sans faire de dégât, comme en 1981, et l'événement de 1923 serait très comparable à celui de 1981, avec une intensité légèrement inférieure (4 bâtiments endommagés au lieu de 7). Cette avalanche fait suite à un cumul de 100 à 120 cm de neige fraîche tombés la veille, suivi d'une tempête formant de grosses accumulations.

§ 02 février 1978 : une avalanche aérosol d'occurrence environ trentennale se déclenche vers 2000 m. Après avoir arraché tous les jeunes épicéas qui avaient recolonisés le couloir depuis quelques années, elle se dépose sur le plateau du Bochet mais amorce la bascule vers La Thuile. Elle s'arrête contre un bosquet à 1300 m, à moins de 100 m des habitations... Elle s'est déclenchée à la suite de chutes de neige remarquables, mais toutefois moins exceptionnelles qu'en janvier 1981 (cumul de neige fraîche sur l'épisode d'environ 160 cm à Granier et d'environ 250 cm à 2000 m, mais neige humide jusque vers 1500 m, ce qui l'aurait freiné dans sa progression sur le replat du Bochet et l'aurait empêché d'atteindre La Thuile).

§ 20 janvier 1981 : une avalanche en aérosol d'occurrence environ centennale part naturellement vers 12h40. Son origine, observée par plusieurs habitants, se situe juste au-dessous de la route pastorale de Pra Plan, vers 2070 m d'altitude, sur de fortes pentes herbeuses (35 à 38°). Constitué de neige froide et fluide, l'écoulement rejoint une combe déversante vers l'ouest, franchit un court replat naturel vers 1880 m (sur lequel a été édifiée la grande digue en 1982), puis bascule dans le couloir de Grande-Raze-Crétière, raide et déboisé, en y décrochant probablement une nouvelle grosse plaque (visible sur photo).

Entre 1800 et 1650 m d'altitude, cette puissante avalanche déborde largement en forêt communale, par la rive gauche du couloir, au-dessus d'une croupe naturelle peu prononcée. Poudreuse, la neige plâtre les arbres adultes (épicéas) sur toute leur hauteur mais couche ou arrache l'essentiel des semis existants. Grâce à une pente restant forte, ce flux débordant traverse toute la forêt du NO vers le SE, en contournant par l'est un replat rocheux. Il sort de la forêt sur 100 m de large, à mi-chemin entre les couloirs de Grande Raze et du Mial, se recharge en neige légère sur les prés raides dominant La Thuile puis s'oriente vers la chapelle du hameau. Cette langue atteint les premières maisons de La Thuile en s'étalant sur plus de 180 m de large et en déposant 2 à 3 m de neige froide contre les obstacles. Elle cause de très gros dégâts : au total 7 bâtiments plus ou moins endommagés (dont 3 détruits aux 3/4). La neige a brisé les ouvertures avant d'envahir les habitations, des charpentes ont été arrachées, des murs écroulés, des fenêtres et des cheminées soufflées. Le chalet d'habitation de Jean-Marie Arnollet, détruit à 80 %, a subi l'effet bélier de 5 véhicules qui étaient garés sur le parking juste au-dessus et qui ont été emportés jusqu'en aval du hameau.

Cette avalanche s'est accompagnée d'un aérosol en phase de dispersion, occasionnant un plâtrage des pylônes EDF sur 7 – 8 m de haut et des traces d'érosion sur les toitures enneigées.

Les dommages ont été estimés à 1 300 000 F par la commune. Par miracle, il n'y a aucune victime (seulement une personne projetée hors de sa voiture sans gravité). L'avalanche s'est frayée trois

passages entre les groupes de chalets pour venir mourir à 1100 m d'altitude, sur le replat (18°) de la fruitière communale qu'elle n'a pas touchée.

L'autre partie de l'avalanche a suivi le couloir habituel qui venait d'être « nettoyé » par l'avalanche de février 1978. L'écoulement s'est en partie déposé sur le replat du Bochet, vers 1400 m (près à 19°) mais un débit important a basculé vers La Thuile, par une pente boisée à 34°. Cette langue d'environ 3 m d'épaisseur est passée entre deux groupes de maisons, sur une zone de danger connue et restée non bâtie. Les maisons de bordure n'ont été que légèrement touchées, sans dégât significatif. Cette langue s'est prolongée bien en aval du hameau, jusqu'aux « Jointes » et au « Noyeray d'en Haut », à 900 m d'altitude.

Cette avalanche fait suite à un cumul de neige fraîche et froide d'environ 250 cm à Granier en 9 jours, avec de grosses accumulations par vent de NO en altitude reposant sur une couche fragile.

§ 14 février 1990 : une avalanche partiellement humide part en milieu de journée vers 1800 m, sur une pente herbeuse de 40°, située sous la grande digue de 1982. L'avalanche suit le couloir de Grande-Raze-Crétière, déborde la digue inférieure et se dépose sur le plateau du Bochet, à 1400 m d'altitude. Cette digue inférieure n'est comblée de neige humide qu'en son milieu, sur 15 à 20 m de large, alors que sa crête est hérissée de débris ligneux sur toute sa largeur (90 m). La partie la plus fluide a donc sauté l'ouvrage en y déposant des débris. (*Rapport de R. Oggeri sur les avalanches de février 1990*). L'avalanche fait suite à un cumul de neige fraîche de 150 cm en 3 jours vers 1700 m d'altitude, suivi d'un net redoux et de pluies abondantes jusque vers 1500 à 2000 m.

Ouvrages de protection existants :

- **Naturelles :**

1) Reboisement spontané du couloir en épicéas et feuillus sous la grande digue, faute d'avalanche depuis plus de 20 ans.

- **Artificielles :**

2) Environ 1 660 ml de banquettes larges réparties sur 7 niveaux en zone de départ, entre 2 040 m et 1 900 m d'altitude. Les plus imposantes font 3 à 4 m de large avec un cavalier aval d'environ 1 à 2 m de haut (contre-pente). Réalisation sous MO communale en 1979 et 1982.

3) Trois lignes de filets paravalanches F36 vers 2 050 m, au sommet des zones de départ de 1981, pour un linéaire total de 154 m. Réalisation sous MO communale en 2014.

4) Grande digue amont de 185 m de long et 8 à 12 m de haut, avec un parement amont incliné à 38 – 40°, terrassée sur un replat vers 1 880 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1982.

5) Piste forestière de 4 m de large traversant le couloir à 1 780 m d'altitude, en zone de départ secondaire.

6) Digue aval de 86 m de long et 6 m de haut, avec une fosse de 5 m de large (piste) et un parement amont à 36°, terrassée dans le couloir à 1 520 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1982.

Efficacité :

1) Très faible pour le boisement qui n'occupe pas les zones de départ et pourrait être emporté en cas d'avalanche majeure, comme en 1978 ou 1981. Il pourrait freiner la première avalanche mais serait sans effet sur les suivantes.

2 et 3) Assez bonne pour l'ensemble filets – banquettes larges : les départs d'avalanches sont jugés nettement moins fréquents depuis leurs installations.

4) Bonne pour la grande digue qui, malgré un comblement partiel par des coulées de début de saison, permet d'écarter très sensiblement un aérosol type 1981, en réduisant par 4 ou 5 l'épaisseur du flux débordant (d'après modélisation avec SV1D – cf. rapport RTM 2010). De plus, son orientation favorise une déviation vers la rive droite, réduisant ainsi le risque de débordement dangereux sur la rive gauche.

5) Faible, la piste pouvant être complètement nivelée par enneigement abondant.

6) Moyenne : la digue aval n'est pas suffisante pour arrêter la phase la plus fluide (débordement observé en 1990).

Scénarios de référence « centennale » (ARC) :

► Le phénomène de référence retenu pour réglementer l'urbanisme est une avalanche aérosol d'occurrence centennale qui, en dépit des filets installés en 2014, partirait par rupture de plaque friable vers 2070 m (zone de départ de 1981), parviendrait à déborder la grande digue déjà partiellement remplie par d'autres coulées, balaierait le couloir de Grande-Raze-Crétière en y arrachant la plupart des jeunes bois, déborderait aussi la digue aval, se déposerait partiellement sur le replat du Bochet mais qui, grâce à une forte reprise de neige poudreuse, parviendrait à basculer et se propager vers La Thuile, en passant sur les garages semi-enterrés (branche occidentale), pour s'arrêter en aval du hameau, voir seulement aux Jointes (900 m), comme en 1981. La pression d'impact calculée (cf. rapport RTM 2010) reste supérieure à 30 kPa jusqu'à proximité du point d'arrêt, vu le profil en long de cette trajectoire (A3). Un faible effet de souffle est possible en conditions centennales, au-delà des limites de l'écoulement dense (A1).

Scénarios de référence « exceptionnelle » (ARE) :

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une avalanche en aérosol qui passerait sur la grande digue totalement remplie et qui, malgré une probable déviation vers la rive droite, parviendrait à déborder largement en rive gauche, en reprenant la trajectoire orientale observée en 1981. Le cœur du hameau de La Thuile serait alors à nouveau traversé par un écoulement d'intensité forte à moyenne sur 180 m de large (A3 puis A2). La partie ouest de la Thuile serait aussi touchée (AE).

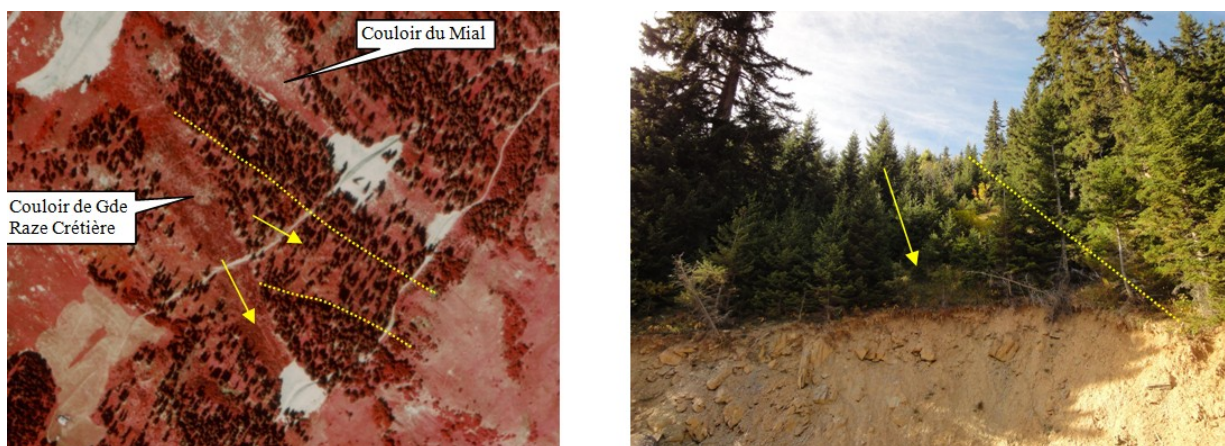


Figure 25: traces du passage de l'avalanche de 1981 en forêt communale, sur photo aérienne IFN de 1982 et sur site en 2010. (source PPRN Granier 2014)

Figure 26: passage de l'avalanche au niveau des garages (branche occidentale) (photos Oggeri gendarmerie).

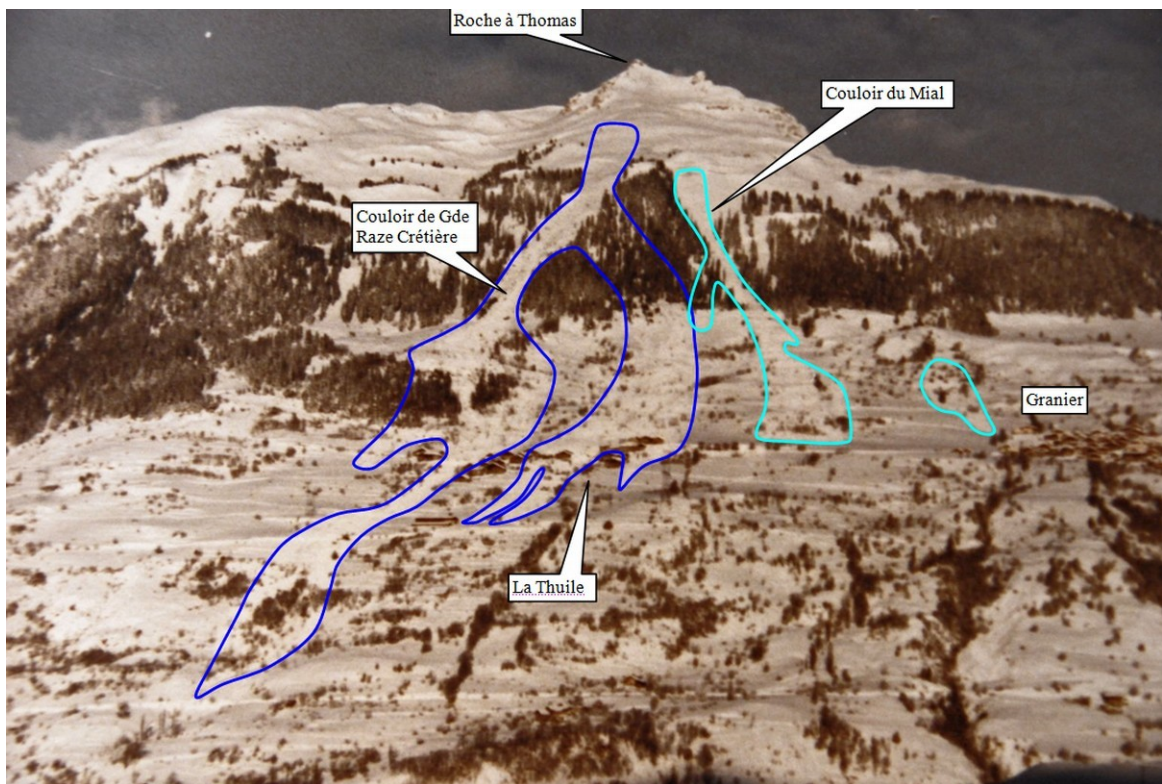


Figure 27: report des limites visibles des avalanches du 20/01/81 entre La Thuile et Granier, sur photo de versant prise le lendemain. (source PPRN Granier 2014)

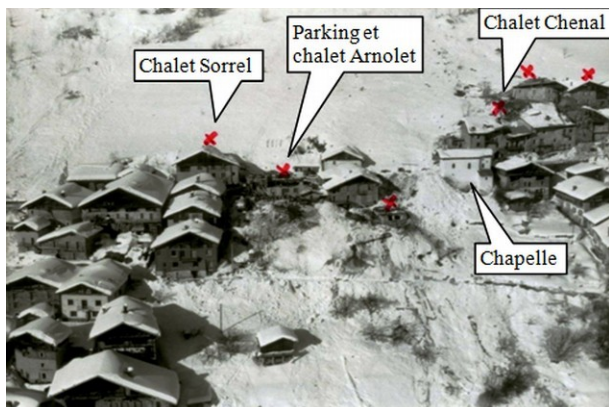


Figure 28: chalets endommagés par la branche orientale dans le centre de La Thuile (photo hélico de la gendarmerie du 24/01/81).



Figure 29: chalet de Joseph Chenal détruit en partie est de La Thuile. Il ne reste que 2 poutres latérales en place, sur la gauche de la photo (photo de R. Oggeri du 21/01/81).



Figure 30: emplacement du chalet Arnolet détruit (branche orientale) (photos Oggeri gendarmerie).

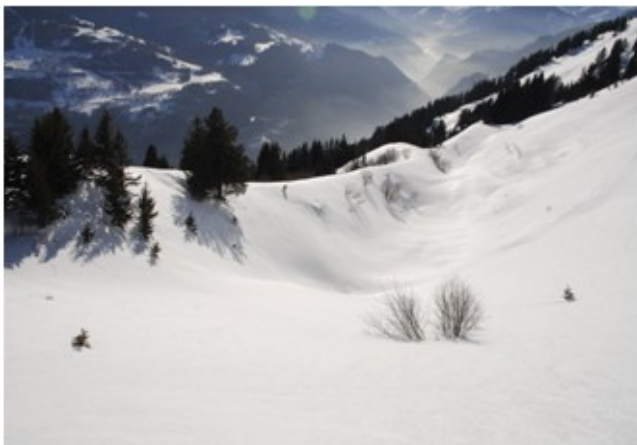


Figure 31: la grande digue avec 1,5 m de neige (janvier 2012)



Figure 32: les banquettes larges en zone de départ

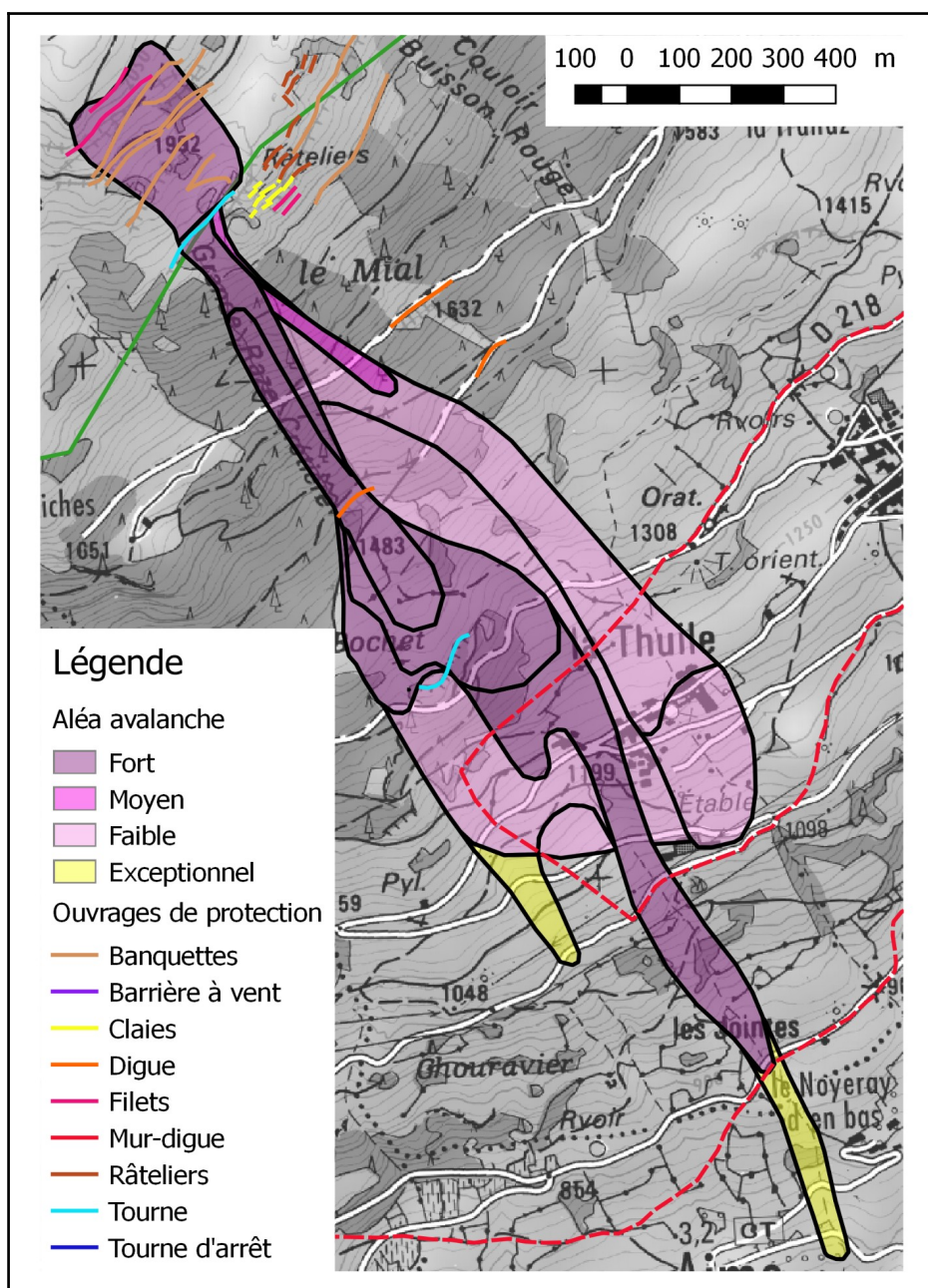


Figure 33: Carte des aléas – Grande-Raze-Cretière

IX.4.1.2. 3A2 Couloir du Mial (n° 3 CLPA / n°8 EPA)

a. Morphologie du site

Ce couloir d'avalanche prend naissance vers 1930 m d'altitude, sous un net replat favorable au transport de neige par le vent. La zone de départ, qui s'étend de 1930 à 1800 m d'altitude, correspond à des pentes herbeuses raides (38°) et orientées au SE (surchargées par flux neigeux de NO), qui se prolongent par un couloir en forêt, débouchant sur des prés de fauche en amont de l'oratoire. Cette trajectoire « classique » peut dépasser l'oratoire et se terminer non loin de la RD 218, entre La Thuile et Granier. Un débordement plus ou moins prononcé est possible en rive droite, vers 1600 m d'altitude, la langue pouvant se propager en direction de La Thuile (trajectoire débordante).

Historique des événements marquants :

Suivie depuis 1928 dans le cadre de l'EPA, cette avalanche emprunte le couloir quasiment chaque hiver. Avant réalisation des digues en 1982, elle s'arrêtait habituellement vers 1500 à 1600 m d'altitude (en forêt). Elle descendait parfois vers 1450 à 1400 m (dans les prés en aval de la forêt), voir exceptionnellement jusqu'à 1250 m (1981 – cf. détails ci-dessous). Depuis ces terrassements, elle s'arrête toujours dans la digue amont (1630 m), sauf une fois où elle s'est arrêtée en contrebas de la digue aval (1500 m).

Le haut de la zone de départ a été équipé de claies en rondins de bois dès 1956. Des départs se sont alors produits à côté ou en aval des ouvrages, voir exceptionnellement dans le réseau (en décembre 1965, sous l'effet d'énormes accumulations de neige - jusqu'à 4 m, 33 claies ont été emportées ou endommagées par des coulées parties en amont. Elles ont été remplacées par les râteliers). Avec la rénovation et l'extension du réseau vers l'est et vers l'aval (filets) jusqu'en 1982, la surface des zones de départ observée s'est réduite aux pentes inférieures, non traitées.

§ 20 janvier 1981 : une avalanche de neige froide part naturellement vers 16h30, juste sous le réseau de claies en bois existantes (1880 m d'altitude). Elle emporte quasiment tout le manteau neigeux sur 65 m de large (sol apparent les jours suivants). L'écoulement suit l'axe central du couloir en direction de l'oratoire. S'élargissant jusqu'à 150 m, l'écoulement s'arrête dans les prés entre les deux villages, vers 1250 m d'altitude, sur un replat à environ 12°.

Une très faible partie de l'avalanche semble avoir débordé en rive droite du couloir, entre 1650 et 1550 m, pour traverser une courte zone forestière et s'arrêter sur un pré à 25°. Il est certain que cette petite langue de débordement n'a pas atteint le hameau de La Thuile, malgré un axe favorable et une pente restant supérieure à 20° jusqu'à proximité des premières maisons. L'heure plus tardive de cette seconde avalanche (4h après celle de Gde-Raze-Crétière) et la possibilité d'un léger tassement du manteau neigeux sous l'effet d'éclaircies peuvent en partie expliquer cette trajectoire avortée. Seul le nuage de l'aérosol en phase de dispersion a atteint La Thuile, sans gravité (témoins).

Aucun document historique (EPA, vieilles chroniques, photos, etc) ne permet d'affirmer que l'avalanche du Mial aurait atteint le hameau de La Thuile au cours des siècles passés. L'avalanche de 1981 apparaît donc comme le plus fort événement connu en terme de distance d'arrêt.

Ouvrages de protection existants :

- **Naturelles :**

1) Reboisement spontané du couloir en épicéas et feuillus au-dessous de 1600 m d'altitude, faute d'avalanche importante en aval des digues depuis 20 à 30 ans.

- **Artificielles :**

2) Claies en rondins de bois sur armature métallique (rails) hautes d'environ 2,5 m, réparties sur 3 niveaux entre 1920 et 1880 m d'altitude, pour un linéaire total d'environ 180 m. Réalisation sous MO communale entre 1956 et 1967.

3) Râteliers métalliques hauts d'environ 3 m, répartis sur 4 niveaux entre 1930 et 1880 m d'altitude, pour un linéaire total d'environ 175 m. Réalisation sous MO communale entre 1969 et 1982.

4) Filets paravalanches F36 répartis en 3 lignes sous les claies et râteliers (2 lignes au niveau du départ de 1981, entre 1880 et 1860 m d'altitude, plus 1 ligne à l'est, en 2014). Linéaire total d'environ 135 m. Réalisation sous MO communale en 1982 et 2014. A noter aussi une banquette recreusée par la commune sous les filets de 2014.

5) Piste forestière de 4 m de large traversant le couloir à 1780 m d'altitude.

6) Tourne de 53 m de longueur utile pour une hauteur d'environ 6 m et un parement amont à 35°, terrassée en rive droite du couloir à 1620 m, en remplacement de l'ancienne digue. Réalisation sous MO communale en 2014.

7) Digue aval de 80 m de long et 2 m de haut, avec une fosse de 3 m de large (piste) et un parement amont à 35°, terrassée dans le couloir à 1550 m. Réalisation sous MO communale en 1982.

Efficacité :

1) Très faible pour le boisement qui occupe la zone d'arrêt et qui pourrait être emporté en cas d'avalanche majeure, comme en 1981. Il pourrait freiner la première avalanche mais serait sans effet sur les suivantes.

2, 3 et 4) Moyenne pour les écrans paravalanches. Les ouvrages sont en bon état (cf. rapport RTM de 2005 ; claies rénovées en 2010). Ils sont correctement répartis et espacés sur la zone de départ mais des décrochements importants peuvent encore avoir lieu en bordure ou sous les filets. Il n'est pas exclu non plus qu'une rupture se produise au niveau des plus hautes lignes d'ouvrages (cf. rupture des claies en 1965), ces écrans étant particulièrement chargés sous la rupture de pente, et parfois totalement ensevelis (cf. fig. 34).

5) Faible, la piste pouvant être complètement nivelée par enneigement abondant.

6) Assez bonne : la tourne est débordée par l'avalanche de référence centennale mais elle réduit son débit en rive droite du couloir. La langue de neige susceptible de tourner vers le hameau de La Thuile est ainsi atténuée. Le nombre de bâtiments exposés est ainsi largement réduit depuis le remplacement de la digue par la tourne en 2014.

7) Faible : la digue aval, de faible capacité, peut être débordée même par une avalanche en fin de parcours.

Scénarios de référence « centennale » (ARC) :

► Le phénomène de référence retenu pour réglementer l'urbanisme est une avalanche en aérosol d'occurrence centennale, qui partirait dans le réseau d'écrans paravalanches existants (soit localement du sommet, soit dans et autour des filets) en s'élargissant à tout le couloir (jusqu'à deux fois la largeur de l'avalanche de 1981). Cette avalanche très fluide, d'environ 25 000 m³, tangenterait la tourne tout en la débordant sur sa partie inférieure (cf. fig. 35). Elle sauterait la digue aval, puis s'élargirait sous la limite forestière pour venir mourir sur la RD 218 à l'est, et contre les premiers bâtiments de La Thuile à l'ouest, à la faveur d'un net replat. Les pressions d'impact resteraient fortes jusqu'en début de replat à 1240 m (A3) puis modérées jusqu'en limite d'arrêt (A2). Ce scénario a pu être confirmé par des simulations numériques en 2D réalisées avec le logiciel RAMMS (cf. fig. 35).

Un faible effet de souffle, qui risque d'accompagner cette avalanche aérosol, pourrait se faire sentir bien au-delà de l'écoulement dense, jusque vers 1 100 m (A1).

Scénarios de référence « exceptionnelle » (ARE) :

► Le phénomène d'occurrence nettement supérieure au siècle retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une extension vers l'aval, jusqu'à un replat vers 1150 m, des dépôts d'avalanche (AE).



Figure 34: les écrans paravalanches du Mial à la fin des années 70 et en janvier 2012 (noter la surcharge des lignes amont).



Figure 35: trajectoires de l'avalanche du Mial au contact de la tourne

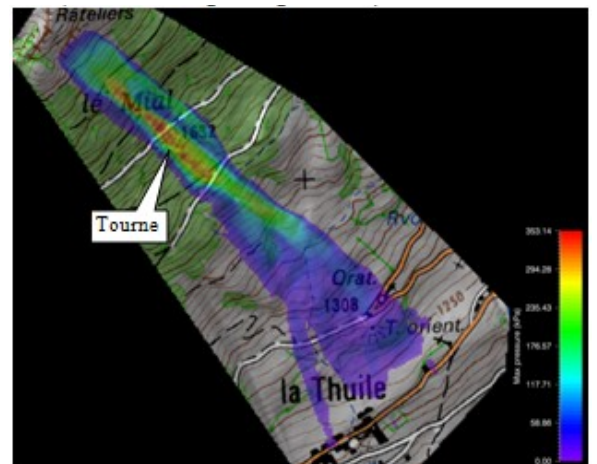


Figure 36: carte des pressions d'impact obtenue avec RAMMS pour l'avalanche centennale.

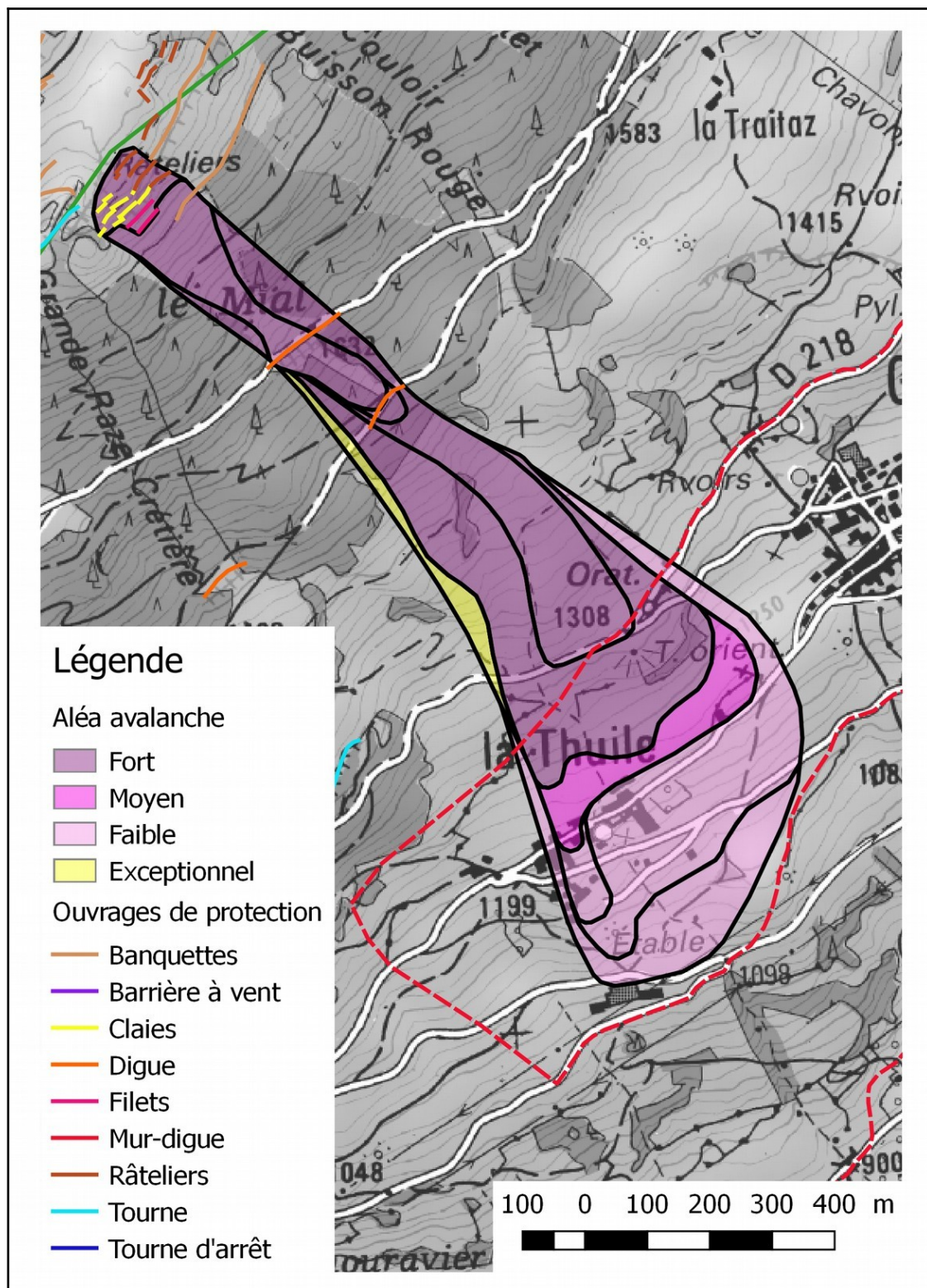


Figure 37: Carte des aléas – Couloir de Mial

IX.4.1.3. 3A3 Couloir de Buisson Rouge (n° 4 CLPA / n°4 EPA – n°200 EPA depuis 2003)

a. Morphologie du site

Ce couloir d'avalanche prend naissance vers 1960 m d'altitude, sous un net replat favorable au transport de neige par le vent. La zone de départ, plus limitée en dénivellée que sur le Mial, s'étend de 1960 à 1850 m d'altitude et correspond à des pentes herbeuses localement raides (35° sur le haut) et orientées au SE (donc surchargées par flux de NO). Elle se prolonge par un couloir peu marqué en forêt. Vers 1550 m d'altitude, un épaulement en rive gauche tend à dévier l'avalanche vers le sud, en direction de l'oratoire. Un débordement limité sur cet épaulement reste possible et aurait déjà été observé, sans toutefois menacer le Chef-lieu.

Historique des événements marquants :

Suivie depuis 1904 dans le cadre de l'EPA, cette avalanche empruntait le couloir en moyenne tous les 2 ou 3 ans et se déposait entre 1550 et 1450 m (en sortie de forêt), voire plus rarement jusqu'à 1350 m (en amont de l'oratoire en mars 1923). Depuis installation des râteliers dans la zone de décrochement au début des années 70, plus aucun départ n'a été enregistré dans l'EPA. Une avalanche assez exceptionnelle par son extension a néanmoins été relevée par l'agent forestier en 1990, en marge du réseau de râteliers (rapport) :

§ 14 février 1990 : une avalanche, en aérosol au départ, se déclenche vers 1950 m, au nord de la zone stabilisée par râteliers. Large d'environ 150 m, elle emprunte le couloir de Buisson Rouge mais aussi la forêt plus au nord, jusqu'en bordure du couloir du Sautet. Elle se charge ensuite en neige humide dans les zones inférieures et gagne en puissance. Elle casse ou couche les jeunes arbres de 10 à 15 cm de diamètre mais épargne les arbres adultes. Dans l'axe de Buisson Rouge, l'avalanche s'arrête en forêt, vers 1580 m d'altitude, mais plus au nord, elle se propage en sous-bois jusqu'en sortie de forêt et se dépose sur un replat pâturé, vers la cote 1500 m. D'après l'emprise dessinée par l'agent forestier R. Oggeri, il manquait moins de 80 m à l'avalanche pour basculer sur le Chef-lieu sur une pente plus forte.

Cette avalanche et d'autres nombreuses sur ce versant sont survenues suite à un cumul de neige fraîche d'environ 150 cm en trois jours à 1700 m, suivi de pluies abondantes jusqu'à 1500 – 2000 m.

Ouvrages de protection existants :

- **Naturelles :**

1) Reboisement spontané du couloir en épicéas au-dessous de 1850 m.

- **Artificielles :**

2) Râteliers métalliques hauts d'environ 3,5 m, répartis sur 2 niveaux entre 1960 et 1940 m d'altitude, pour un linéaire total d'environ 115 ml (23 modules). A noter aussi une ligne de 40 ml au sud du couloir de Buisson-Rouge. Réalisation sous MO communale entre 1971 et 1976.

3) Filets paravalanches type F46, sur une ligne (14 ml), pour soulager les contraintes sur un râtelier endommagé par l'enneigement de l'hiver 1994-1995. Réalisation sous MO communale en 1995.

4) Deux banquettes larges à 1910 et 1850 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1979.

5) Récente piste forestière de 4 m de large traversant le couloir à 1780 m d'altitude.

Efficacité :

1) Faible pour le boisement qui occupe la zone d'écoulement et qui pourrait être emporté en cas d'avalanche majeure. Il pourrait freiner la première avalanche mais serait sans effet sur les suivantes.

2 et 3) Moyenne pour le réseau d'écrans paravalanches. Les ouvrages sont en très bon état (cf. rapport de visite RTM d'octobre 2005) et sont correctement répartis et espacés sur la zone de départ la plus active, au droit des principales corniches et accumulations. Ceci explique qu'aucun départ n'y

ait été enregistré depuis leur installation. Toutefois certaines lignes sont totalement recouvertes lors d'hivers très enneigés et des zones de départ ne sont pas traitées plus au nord. Il n'est donc pas exclu qu'une rupture se produise au niveau des plus hautes lignes d'ouvrages ou en marge du réseau, comme en 1990.

4) Faible : les banquettes sont bien en contrebas des zones de décrochement et sont nivelées par enneigement abondant.

5) Faible, la piste pouvant être complètement nivelée par enneigement abondant.

Scénarios de référence « centennale » (ARC) :

► Le phénomène de référence retenu pour réglementer l'urbanisme est une avalanche poudreuse d'occurrence centennale, qui partirait par rupture de plaque friable vers 1960 m (au niveau de la plus haute ligne de râteliers et/ou dans les pentes non équipées plus au nord). Elle emprunterait le couloir de Buisson Rouge sur toute sa largeur, ainsi que la pente boisée au nord, en couchant les jeunes épicéas sous 1850 m.

Si une partie marginale de l'écoulement de Buisson Rouge pourrait déborder au droit du coude vers 1500 m, en se dispersant rapidement dans la végétation et sur un replat, l'écoulement principal serait dévier vers le sud et se déposerait progressivement jusque vers 1350 m (comme en 1923 – A3). Un faible effet de souffle d'accompagnement est possible jusqu'à l'oratoire (A1).

Concernant la trajectoire nord en sous-bois, des dépôts sont probables jusque sur le replat vers 1500 m (type 1990), mais l'avalanche ne devrait pas basculer sur le Chef-lieu (jamais observé depuis des siècles d'existence du village).

Scénarios de référence « exceptionnelle » (ARE) :

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une avalanche en aérosol plus volumineuse, qui franchirait le replat et basculerait dans la pente dominant le Chef-lieu, pour venir se déposer dans le village avec une intensité modérée (AE).

A noter que la coulée du couloir du Sautet, aujourd'hui rare du fait de plusieurs passages de pistes et du reboisement de la zone de départ, n'est pas de nature à menacer le Chef-lieu, même en conditions exceptionnelles.

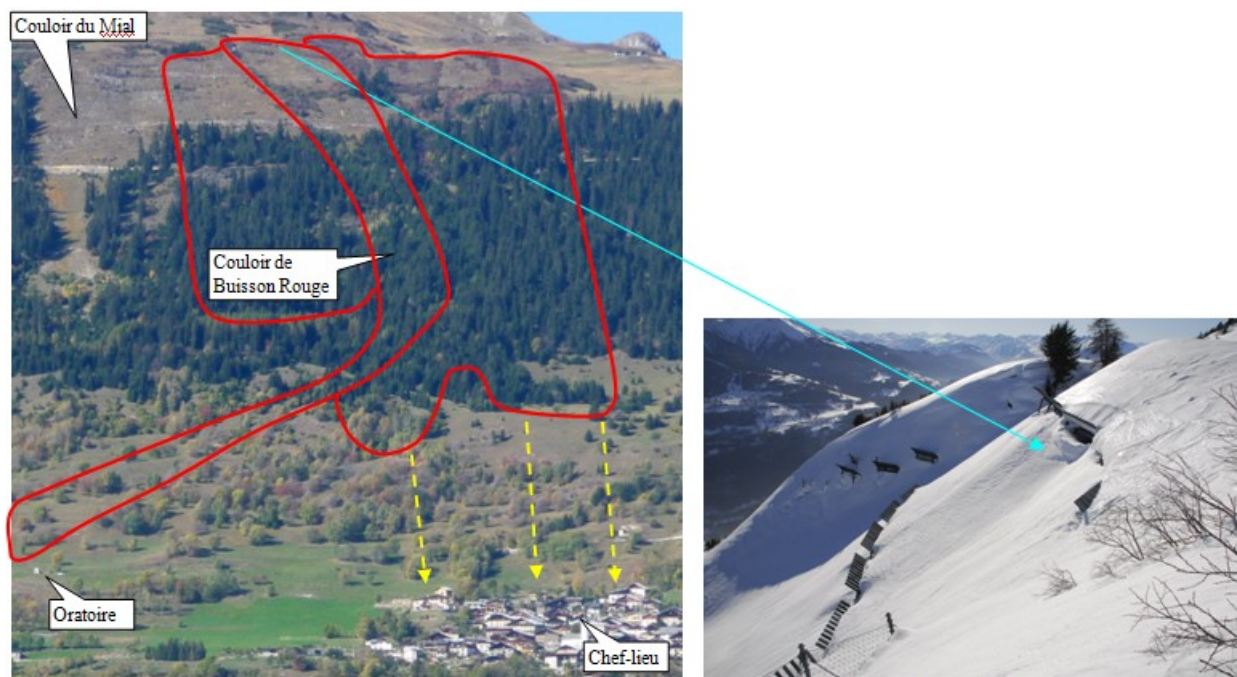


Figure 38: le couloir de Buisson Rouge en 2010 et les râteliers sommitaux enfouis sous la neige en janvier 2012.

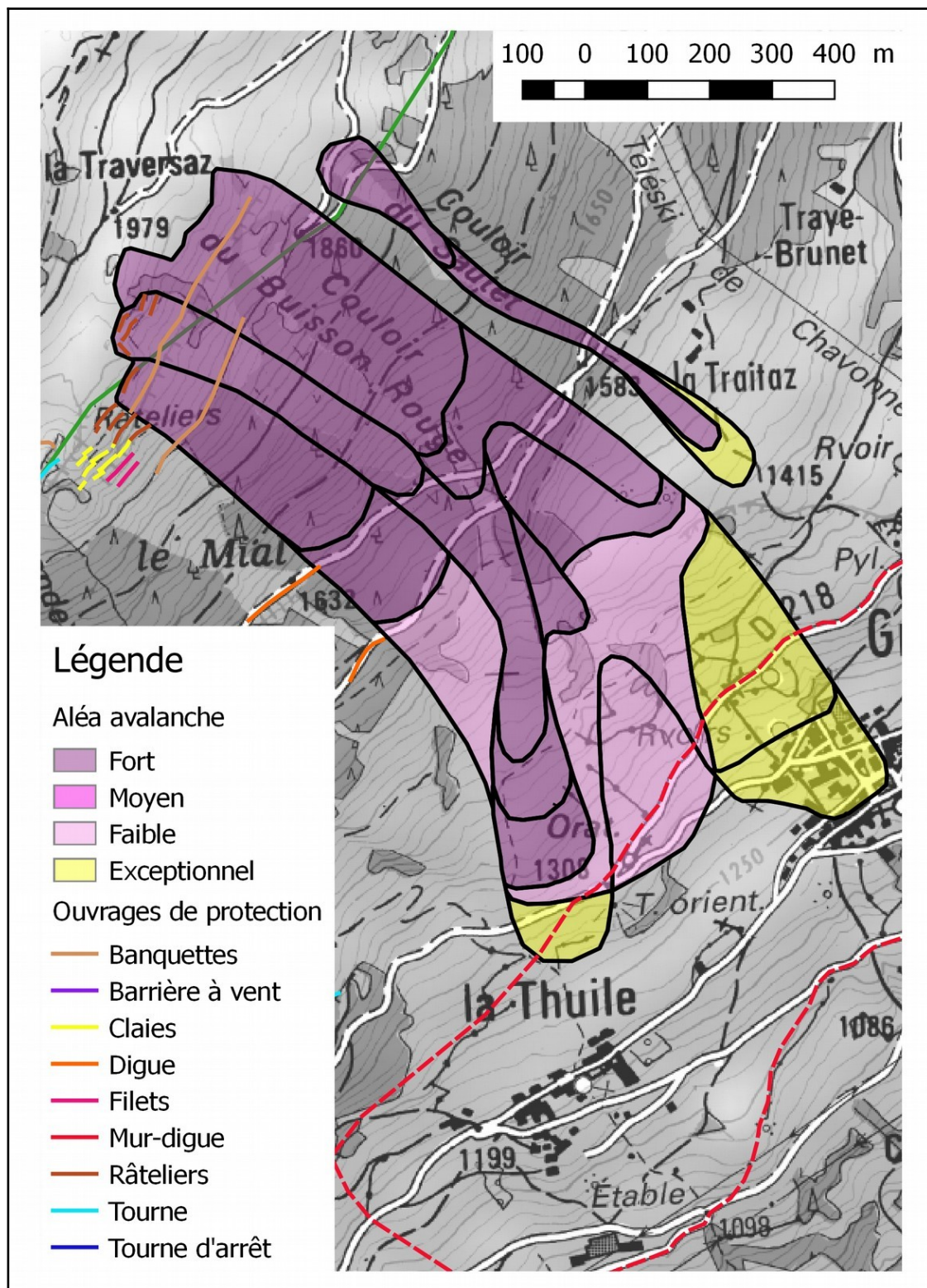


Figure 39: Carte des aléas – Couloir de Buisson Rouge et du Sautet

IX.4.1.4. 3A4 Versant boisé dominant La Thuile

a. Morphologie du site

L'activité avalancheuse de ce versant (hors débordement depuis les couloirs de Raze Crétière ou du Mial) se limite à une coulée depuis un court panneau herbeux en sommet de versant (bien visible sur la fig. 40). Cette coulée souvent humide se cale contre les arbres et ne dépasse pas la piste forestière, vers 1780 m.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Naturelles :

Boisement naturel de l'ensemble du versant (dominante d'épicéas).

Artificielles :

Une ligne de claies en bois de classe C36 sur un linéaire de 25 m, à 1870 m d'altitude, sur le panneau herbeux sommital où se produisent des coulées de fond. Réalisation sous MO communale en 2014 (cf. fig.44).

Efficacité :

Le boisement existe depuis au moins un siècle (déjà assez dense et mûre sur la photo aérienne de 1948 – cf. fig. 40). Sa partie inférieure a souffert lors du débordement de l'avalanche de 1981 depuis Raze-Crétière (cf. fig. 41) mais une régénération s'est opérée depuis et les trouées se sont refermées (cf. fig. 43 et 42). Composé essentiellement d'épicéas, ce boisement présente un couvert hivernal important (voisin de 80 %).

Il apparaît donc suffisant pour empêcher des départs d'avalanches (hors la coulée sommitale) malgré une pente généralement forte (35 à 40°). Toutefois, ce boisement naturel reste intrinsèquement vulnérable : structure fragilisée par des vieux bois plutôt instables, faible régénération en sous-bois.

Scénarios de référence « centennale » (ARC) :

► Hormis les coulées observées en sommet de versant, le risque d'un départ d'avalanche généralisée à l'ensemble du boisement n'est pas retenu à l'échelle du siècle.

Scénarios de référence « exceptionnelle » (ARE) :

► A plus long terme (occurrence nettement supérieure au siècle), une disparition du boisement n'est pas exclue. Dans ce cas, une avalanche pourrait bien atteindre les premières maisons de La Thuile. L'entretien et le renouvellement de cette forêt à rôle de protection paravalanche est donc primordial.

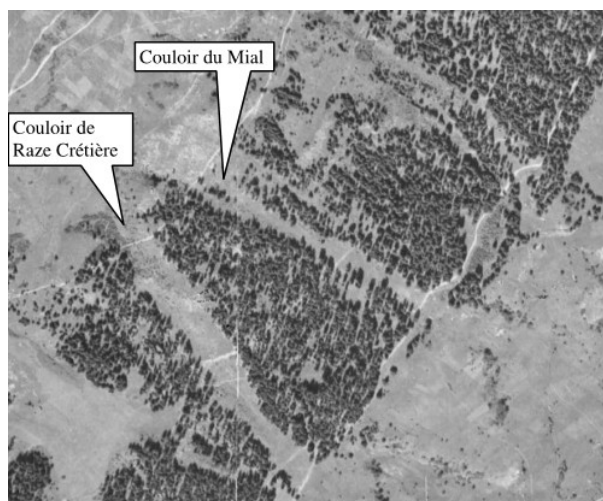


Figure 40: photo aérienne du boisement en 1948 (IGN)

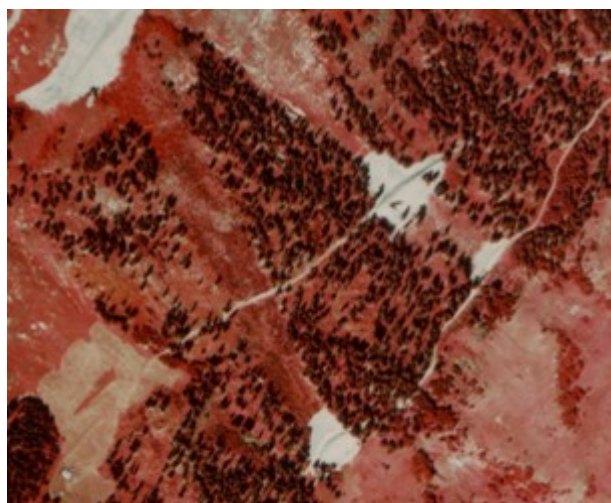


Figure 41: idem en 1982 (IFN)

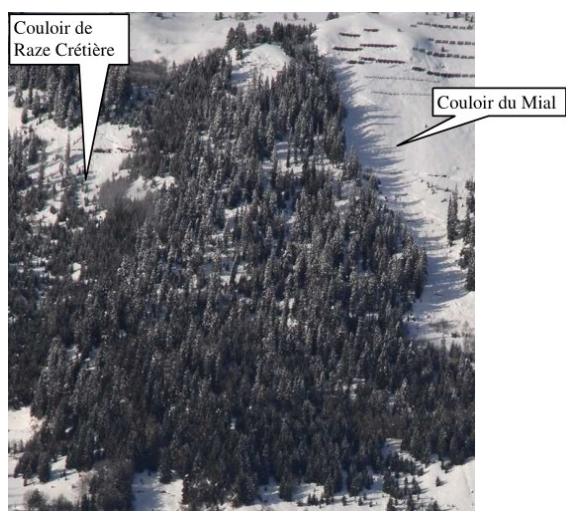


Figure 42: vue du versant en 2012 (RTM)



Figure 43: idem en 2006 (IGN)



Figure 44: claies en bois installées en 2014.

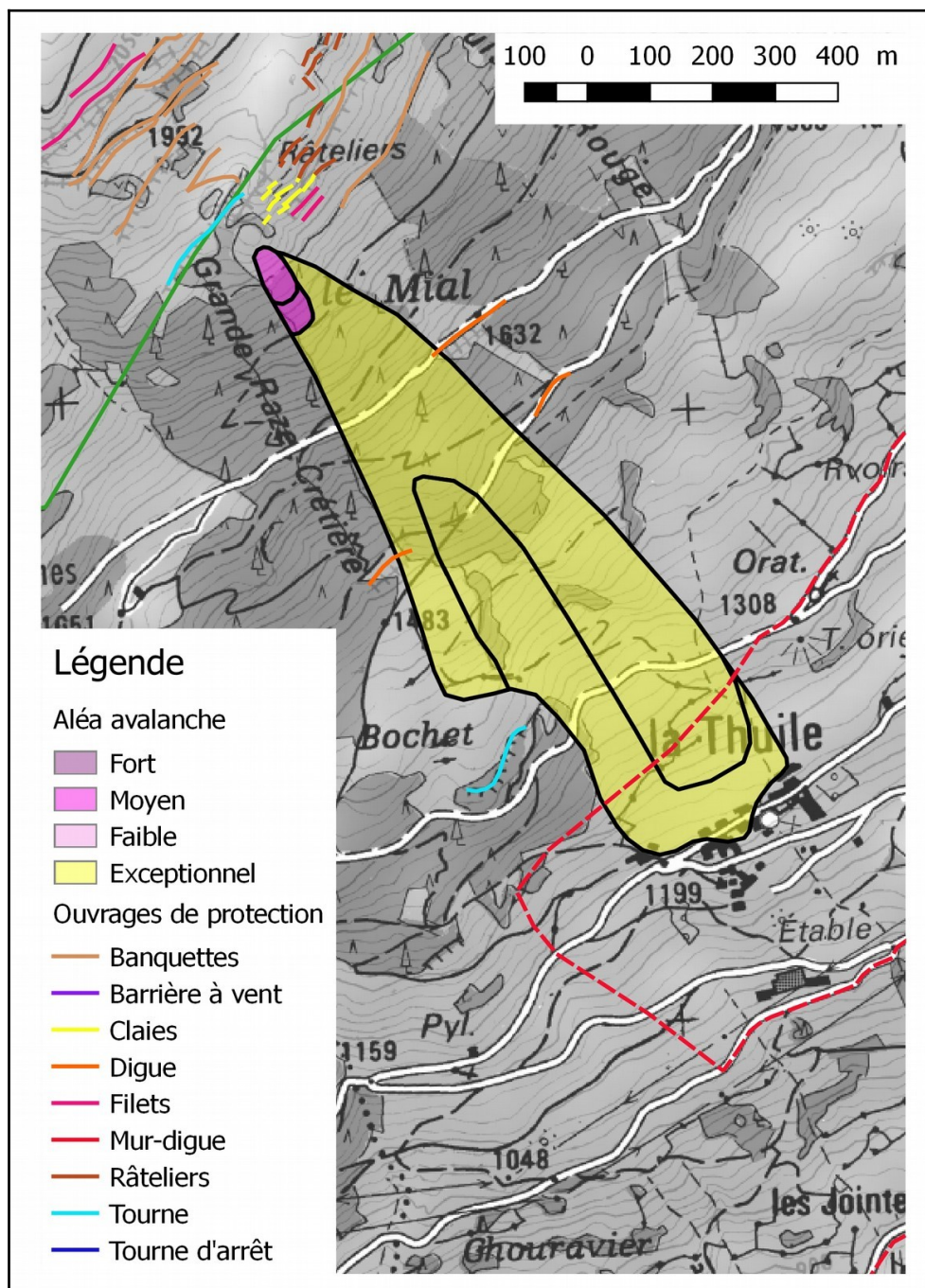


Figure 45: Carte des aléas – Forêt de la Thuile

IX.4.1.5. 3A5 Coulées de La Thuile (n°9 EPA – n°203 EPA depuis 2003)

Coulées de La Thuile (n°9 EPA – n°203 EPA depuis 2003) :

11 janvier 1995 : à 6h45 du matin, une coulée coupe la RD 218 au niveau des garages semi-enterrés de La Thuile. Martial CHENAL, qui descendait à la fruitière communale avec sa 4L, a vu de la neige poudreuse couler très vite au raz du sol en arrivant à hauteur des garages. Il a ensuite senti sa voiture se faire prendre et être renversée. Après une brève absence, il a pu sortir par le coffre arrière, son véhicule n'étant pas enseveli. En revanche, les garages et la RD 218 étaient recouverts par un dépôt important (cf. fig.46). La coulée est venue mourir contre la rangée de feuillus en aval des potagers, environ 50 m sous les routes. Elle n'a pas fait de dégât sur le bâti.

D'après la victime, cette coulée serait partie d'un grand talus herbeux incliné à 32 – 33°, juste au-dessus de la Thuile, vers 1 300 m (cf. fig. 47). D'après un autre habitant, Thierry ARNOU, l'origine de la coulée pourrait aussi correspondre à une forte pente herbeuse (35°) située en limite de forêt, vers 1 480 m d'altitude. Toutefois, un replat vers 1 310 m d'altitude paraît suffisant dans la plupart des cas pour arrêter une telle coulée avant La Thuile.

Ce phénomène s'est produit à la suite d'une forte chute de neige (cumul de 80 cm de poudreuse la veille et durant la nuit), déposée sur un sol quasiment déneigé.

Coulées à l'ouest du Chef-lieu (Bathieu) :

20 janvier 1981 : en marge des grosses avalanches de Raze Crétière et du Mial, une coulée de neige fraîche se produit sur un talus herbeux en amont du Chef-lieu, vers 1400 m. Elle s'arrête à proximité du parking situé à la sortie du village, en bordure ouest, vers 1280 m (cf. fig. 48). Cette coulée fait suite à un cumul de neige fraîche et froide d'environ 250 cm à Granier en 9 jours.

Coulées à l'est du Chef-lieu (La Cudraz – St Gras) :

11 janvier 1995 : une coulée de neige en aérosol atteint un chalet dans le lotissement en cours de construction, à l'est du village, et enfonce sa porte de garage côté amont (témoignages de riverains). Les chalets plus à l'est n'existaient pas encore mais la coulée leur serait probablement passée dessus, puisque des habitants nous ont signalé qu'elle avait bouché la RD 86^E en contrebas jusqu'à la chapelle, et que des taules stockées au bout de l'actuel lotissement avaient été emportées jusqu'au cimetière. Cette coulée se serait même propagée jusqu'à la route communale encore en dessous, mais sans véritable dépôt (neige pulvérulente). La zone de départ probable correspond au talus herbeux qui s'étend sur plus de 200 m de large, en amont immédiat du lotissement et jusqu'au cimetière et à la chapelle St-Gras (cf. fig. 49).

Ouvrages de protection existants :

Naturelles :

Quelques jeunes feuillus installés dans les talus herbeux d'où seraient parties les coulées ci-dessus.

Efficacité :

Faible : avec la déprise agricole, des feuillus s'installent progressivement dans ces pentes pâturées mais non fauchées. Ces tiges assurent de faibles ancrages ponctuels, qui restent insuffisants et surtout trop incertains sur le long terme pour être pris en compte.

Scénarios de référence « centennale » (ARC) :

L'analyse topographique des talus favorables au déclenchement de coulées sur les périmètres réglementés du PPR recoupe bien les coulées observées au XX^e siècle. Nous avons simplement ajouté une petite zone raide en amont du Chef-lieu, qui ne menace aucun chalet et sur lequel les habitants ne se souviennent pas avoir vu de glissement de neige.

Les coulées ainsi délimitées auraient une période de retour comprise entre 30 ans (coulées de 1995 avec un cumul de neige non exceptionnel) et 100 ans (coulée de 1981).

Vu les faibles volumes et vitesses d'écoulement, l'intensité de ces phénomènes est jugée moyenne (A2), voire faible en fin d'écoulement, sur les replats (A1).

Étant donné l'ampleur limitée et calibrée de ces coulées, nous ne retiendrons pas d'extension d'occurrence supérieure à 100 ans.



Figure 46: les dépôts de la coulée de 1995 entre les maisons de La Thuile, avec la 4L renversée de M Chenal (photos Chenal).

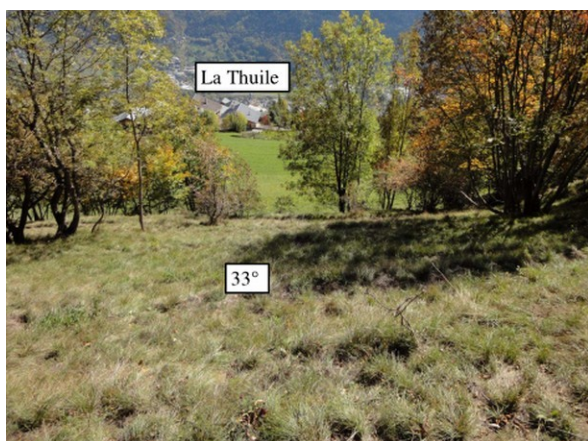


Figure 47: la zone de départ probable de 1995 en amont de La Thuile



Figure 48: au centre, les traces de la coulée de 1981.

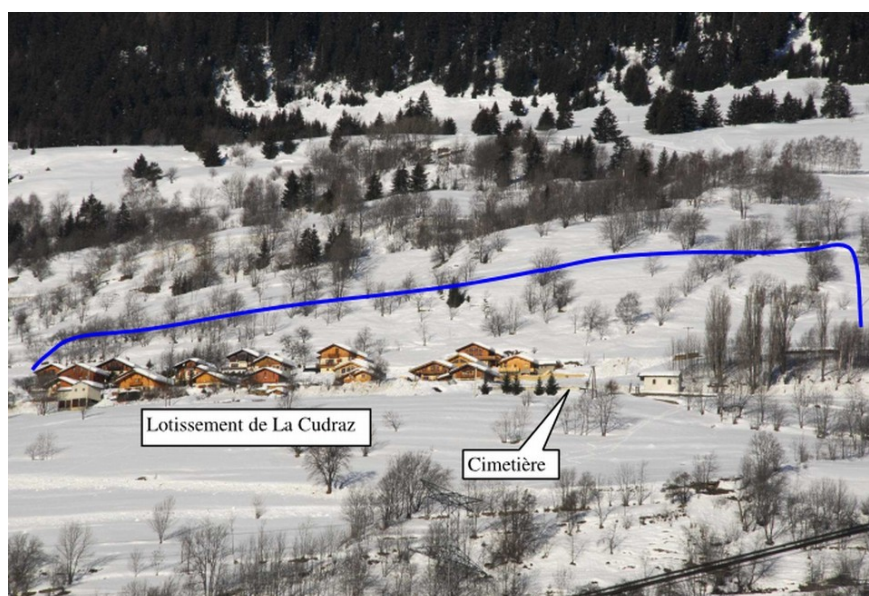


Figure 49: le talus d'où seraient parties les coulées du lotissement et du cimetière

IX.4.2. Secteur 3G – Glissement de terrain

IX.4.2.1. 3G1 Bonvillard

a. Morphologie du site

Bonvillard est bâti sur un replat schisto-gréseux stable. Sur sa bordure est, la couverture morainique reposant sur un talus raide peut glisser superficiellement, sous l'effet d'infiltrations ou de ruissellements provenant de l'amont.

Historique des événements marquants :

Inconnu.

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

La zone à l'est du hameau présente une activité moyenne à élevée (G3-). Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes faibles à modérées peut être sujet à des mouvements lents de type solifluxion. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée de faible (G1).

IX.4.2.2. 3G2 Hameau du Granier et de la Thuile

a. Morphologie du site

Les hameaux du Granier et de La Thuile situés sur des zones de replat à respectivement 1 250 et 1 200 m. Le substratum est formé par des schistes qui n'affleurent pas sur cette zone. Ces derniers sont recouverts par des moraines qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur au-dessus de 1000 m.

Il y a plusieurs années l'alimentation en eau des villages se faisait grâce à une prise d'eau dans le torrent du Cormet-d'Arèche. Cette eau conduite par un bief permet encore aujourd'hui d'irriguer les jardins. Ce bief passe à quelques centaines de mètres au-dessus du Granier.



Figure 51: Bief à l'amont du village du Granier

Son lit n'est pas toujours bien entretenu. Il peut s'obstruer laissant ainsi une partie des eaux divaguer dans le versant ou s'infiltrer dans le sol. Ces infiltrations sont en partie à l'origine des mouvements du sol qui affectent les terrains à l'amont de la D218 juste avant la station de ski. Ces terrains sont fortement mamelonnés. De nombreux indices témoignent d'une activité lente mais continue. D'autres facteurs peuvent expliquer ces mouvements comme la présence de sources à l'amont du bief.



Figure 50: Épaisseur importante des moraines sur les terrains à l'est du Granier

Dans le cœur du hameau, les terrains ne présentent pas d'indice de mouvements. Par contre en périphérie du village, et au-dessus du lotissement de la Cudraz, les pentes plus fortes sur des épaisseurs de sols importantes, peuvent générer des mouvements lents de type solifluxion.

On retrouve également ce type de phénomène à l'amont du hameau de La Thuile. La solifluxion visible est ponctuelle.

Historique des événements marquants :

Inconnu.

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

En amont du hameau du Granier et du lotissement de La Cudraz, des talus présentent une pente suffisante pour que la couverture morainique (et éventuellement la couche altérée des schistes gréseux sous-jacents) puisse fluer lors de périodes humides (pluies prolongées, fonte des neiges). Il s'agit de glissements lents, d'activité faible à modérée (G2-) au-dessus du lotissement.

Au nord-ouest du Granier et de La Thuile, les mouvements s'apparentent à la solifluxion. L'activité est moyenne d'où un aléa (G2).

Sous le hameau de La Thuile les pentes plus fortes peuvent générer des mouvements plus soudain d'où un aléa d'activité faible à moyenne (G2-).

Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes fortes à modérées, peut être sujet à des mouvements lents ou des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée de faible (G1).

IX.4.2.3. 3G2 Les Chavonnes – Grumailly

a. Morphologie du site

Le secteur des Chavonnes et de Grumailly est situé sur une bosse au-dessus des berges du torrent de l'Ormente. Il se caractérise par la présence de gypse sur sa partie ouest. Ces gypses sont en partie recouverts par des moraines qui occupent également le reste du secteur.

Les berges en rive droite de l'Ormente présentent des signes d'instabilité. L'érosion de berge en période de crue pouvant favoriser des glissements de terrain.

À l'est de Grumailly, les terrains en partie cultivés par de la vigne présentent un aspect mamelonné.

Historique des événements marquants :

Inconnu.

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénario de référence :

La berge en rive droite du torrent de l'Ormente présente une activité élevée d'où un aléa fort (G3).

À l'amont de cette berge, les terrains à forte pente présentent des caractéristiques identiques à des terrains en mouvement d'où un aléa moyen (G2).

Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées, peut être sujet à du fluage. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est faible (G1).

IX.4.3. Secteur 3F – Effondrements de cavités souterraines

IX.5. 3F1 Les Chavonnes – Grumailly

a. Morphologie du site

Les chalets de la Roche et des Chavonnes sont bâtis sur un épaulement stable (schistes du Houiller et plaquage morainique), tandis qu'à l'ouest on entre au contact des gypses, très sensibles au phénomène de dissolution par ruissellement et écoulements karstiques. Il en résulte la présence d'une combe marquée où un affaissement / effondrement n'est pas à exclure.

Dans la combe suivante, en direction de Champ-Bernard, on retrouve d'ailleurs la trace d'anciens effondrements dans les gypses (fontis), et même une entrée de boyau karstique alimenté jusqu'en 1976 par les eaux usées de Granier qui étaient rejetées gravitairement dans ce talweg (Ducognon V. – 1994).



Figure 52: la combe gypseuse sujette à affaissement ou effondrement.

Historique des événements marquants :

À l'ouest de Grumailly, la paroi de gypse en rive gauche du torrent du Granier s'est effondrée (date non précisée). Des matériaux de toute taille et de toute nature (roche, sol, arbres) se sont amoncelés dans le lit. Les pentes voisines déstabilisées ont glissé. Des fissures en bordure de l'effondrement et des traces de ravinement sont apparus.

Des effondrements ponctuels sont aussi répertoriés. Ils se traduisent dans le paysage par la formation d'entonnoirs de dissolution. A Champ-Bernard, un arbre a été aspiré. À l'ouest de Grumailly, le sol s'est entrouvert laissant apparaître plusieurs cavités décimétriques en surface.

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénario de référence :

La carte géologique du BRGM identifie la présence de gypse (cf extrait ci-contre). Ce dernier est parfois recouvert par des formations morainiques.

Sur le terrain, nous avons pu observer des affleurements sur les talus de routes, et des formes d'entonnoir à l'entrée d'Aime.

Compte tenu de la sensibilité de ce type de roche à la dissolution et du caractère soudain de ce type de phénomène, nous avons considéré sur ce secteur un aléa moyen (F2) ou fort (F3).



Figure 53: Extrait de la carte géologique – feuille de Bourg-St-Maurice

IX.5.2. Secteur 3T – Crue torrentielle

IX.5.2.1. 3T1 Hameau du Granier

a. Morphologie du site

Il y a plusieurs années l'alimentation en eau du hameau se faisait grâce à une prise d'eau dans le torrent du Cormet d'Arèche. Cette eau conduite par un bief permet encore aujourd'hui d'irriguer les jardins. Ce bief passe à quelques centaines de mètres au-dessus du Granier. Son chenal n'est pas toujours bien entretenu. Il peut être obstrué par des matériaux ou de la neige laissant ainsi les eaux divaguer dans le versant pour atteindre le hameau.

Historique des événements marquants :

§ **XIX^e siècle** : une coulée de boue aurait engravé le sommet du village. Aujourd'hui, aucune trace n'est visible (Ducognon V. – 1994).

§ **Début du XX^e siècle** : au cours d'un hiver très enneigé, des paquets de neige se seraient effondrés dans le bief (canal) d'arrosage qui achemine l'eau du torrent du Cormet d'Arèches jusqu'à Granier. Très peu marqué, le lit s'est bouché et l'écoulement a débordé dans la petite combe qui plonge sur le Chef-lieu. A l'époque il n'y avait pas de muret le long de la RD 218 et le flot d'eau et neige mêlée a dévalé jusqu'aux plus hautes maisons du village, en atteignant le sous-toit de la maison de la famille MICHEL et en s'évacuant par la ruelle en pente vers le reste du village. Un enfant a failli y être emporté (témoignages de M et Mme Robert DUC et JL DUC).

§ **Hiver 1994 – 1995 ?** : au cours de cet hiver très enneigé, un paquet de neige aurait à nouveau obstrué le bief d'arrosage (apparemment un peu plus à l'ouest que par le passé). Le ruisseau serait alors sorti de son chenal dans les prés en rive gauche du bief descendant au village. L'eau aurait formé un petit lac dans la neige sous la RD 218 et en amont des habitations. Il aurait alors fallu l'intervention d'une mini pelle pour le déboucher et rétablir l'écoulement normal (témoignages de M et Mme Robert DUC et d'un autre riverain).

Ouvrages de protection existants :

Artificielles :

(a) Murets en maçonnerie d'environ 20 cm de hauteur le long de la RD 218, en amont du village, au droit de la petite combe inondée au début du XX^e siècle et au droit du franchissement du bief d'arrosage.

(b) Plage de dépôt créée en 2015, à l'aval d'une buse située au niveau du hameau des « Lanches ».

Efficacité :

(a) Faible : ces murets routiers ne sont pas une protection fiable à long terme et peuvent être contournés par l'ouest ou débordés en cas de transport de neige.

(b) Elle permet de limiter l'encombrement du canal par des sédiments provenant du torrent mais elle n'a aucune utilité face aux matériaux provenant des glissements ou coulées de boue sur le versant et qui obstruent le canal.

Scénarios de référence :

Le bief d'arrosage bifurquant sur le Chef-lieu présente un débit à peu près constant de 30 à 50 litres/seconde. Par le passé, il était un peu plus important, pour permettre d'éteindre un éventuel incendie dans le village (lorsqu'il n'y avait pas de citerne d'eau).

Aujourd'hui, ce canal est moins essentiel et moins surveillé. Les vaches piétinent ses berges en venant y boire, les talus morainiques s'affaissent et des matériaux (graviers, pierres, feuilles, glace...) peuvent réduire sa section d'écoulement. Des travaux de curage sommaires sont entrepris de temps en temps par les riverains mais un risque de débordement demeure, à fortiori si un talus de neige s'effondre dans le lit.

Le point de débordement du début du XX^e siècle reste d'actualité (cf. fig. 26) et la combe qui le prolonge gravitairement jusqu'au village peut à nouveau fonctionner, avec entraînement de neige ou de boue par effet de ruissellement (cf. fig. 54), même si la RD 218 et ses murets joueraient les troubles faits.

A l'échelle du siècle, nous retiendrons donc des scénarios de débordements à peu près identiques à ceux observés par le passé, avec un écoulement d'eau et neige mêlée sur 2 à 3 m d'épaisseur au débouché de la petite combe (T2), et des ruissellements dans la majeure partie du village, via les ruelles en pente (T1).



Figure 54: le bief d'arrosage au lit peu marqué et la petite combe pouvant guider le débordement jusqu'au cœur du village.

IX.5.2.2. 3T2 Bonvillard

a. Morphologie du site

Bonvillard est bâti sur un replat schisto-gréseux stable. Sur sa bordure est, la couverture morainique reposant sur un talus raide peut glisser superficiellement, sous l'effet d'infiltrations ou de ruissellements provenant de l'amont.

Ces ruissellements peuvent d'ailleurs se concentrer dans un chemin qui débouche au sommet du hameau.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénarios de référence :

En cas de pluies intenses (orage) ou de fonte accélérée du manteau neigeux, on ne peut exclure la mise en place d'un ruissellement concentré sur un chemin creux drainant les pentes boisées sous la RD 218 et descendant sur Bonvillard. Ce ruissellement chargé de quelques pierres passerait alors en bordure sud de la chapelle et des anciens chalets de l'ANOVEM, avant de basculer par un talus boisé sur la route de la Côte-d'Aime (T1).

IX.6. Secteur 4 Aime

IX.6.1. Secteur 4P – Chute de blocs

IX.6.1.1. 4P1 Chef lieu

Plusieurs affleurements de grès micacés ou de schistes houillers sont visibles dans le centre du village (sous la chapelle, sur la route de Villarolland, sur la route de la Côte d'Aime, chemin de la Ruaz) ou route de Fébruge. Ces affleurements souvent fracturés peuvent générer des chutes de pierres, voir de petits blocs, comme sur le secteur de la Ruaz ou au-dessus de la D990.

Historique des événements marquants :

Fin avril 2015, deux chutes de pierres se sont produites dans le quartier de La Ruaz. L'une d'entre elles a atteint le hameau. Le bloc de 35 cm de diamètre, constitué d'une roche granitique provient d'un ancien mur de soutènement situé à quelques centaines de mètres en amont.

En 2010, un bloc a écrasé le toit d'une voiture en stationnement sous la chapelle. Celui-ci provenait d'un talus mal stabilisé.

Ouvrages de protection existants :

Filet plaqué sur quelques dizaines de mètres, route de Fébruge.

Scénarios de référence :

Sous la Chapelle, route de la Côte-d'Aime et route de Villarolland, le scénario de référence correspond à la chute de pierres ayant une probabilité d'occurrence élevé (P1+), voire très élevée (P1++).

Chemin de la Ruaz, le scénario de référence correspond à la chute de petits blocs qui vont tomber en pied de talus. La probabilité d'occurrence est modérée (P2).

Route de Frébruge, le scénario de référence correspond à la chute de petits blocs qui peuvent s'arrêter sur la chaussée. La probabilité d'occurrence est élevée (P2+).

IX.6.2. Secteur 4G – Glissement de terrain

IX.6.2.1. 4G1 Aime-chef lieu

a. Morphologie du site

Le village d'Aime s'est installé en grande partie sur le cône de déjection du torrent de l'Ormente. Le substratum est formé de schistes qui affleurent par endroit. En rive droite de L'Ormente, le gypse est présent. Ces formations sont recouvertes par des moraines qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur par endroit. C'est dans ces dernières que peuvent se former des glissements de terrain.

Historique des événements marquants :

En 1956, un glissement de terrain s'est produit un peu au-dessus de l'aire de retournement du chemin de La Ruaz. Ce glissement de 50 m de large sur quelques centaines de mètres a les caractéristiques des glissements de terrains de couverture (moraine). Celui-ci est probablement lié à la dissolution des gypses situés à quelques mètres de profondeur. Il s'est réactivé en 1995 probablement à cause des écoulements d'eau provenant d'un ruisseau situé à l'est.

D'autres loupes de glissement qui semblent récentes, sont visibles sur la route de la Côte d'Aime. Mais aucune information n'a été retrouvée à leur sujet.

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénarios de référence :

En rive droite du torrent de l'Ormente, les terrains morainiques à pente forte peuvent être sujet à des glissements de terrain. L'activité présente est élevée à modérée et l'activité maximale est élevée, d'où un aléa (G3) ou (G3-). A l'amont de cette zone les pentes sont modérées. L'activité présente est moyenne (G2), de même que pour les maisons sur la route de Grumailly.

IX.6.3. Secteur 4F – Effondrement de cavités souterraines

IX.6.3.1. 4F1 Noyeray d'en Haut, Noyeray-du-Bas, La Ruaz

a. Morphologie du site

Les hameaux du Noyeray d'en-Haut et Noyeray-d'en-Bas sont bâtis sur un épaulement stable (schistes du Houiller et plaquage morainique), tandis qu'à l'est on entre au contact des gypses jusqu'à la Ruaz. Ils sont très sensibles au phénomène de dissolution par ruissellement et écoulements karstiques, d'où la présence de combes marquées, de dépressions (comme ci-dessous route de Grumailly) où un affaissement / effondrement de grande ampleur n'est pas à exclure.



Figure 55: Dépressions liées à la dissolution du gypse, route de Grumailly

b. Historique des événements marquants

À l'ouest de Grumailly, un effondrement s'est produit dans un talweg (année non précisée).

c. Ouvrages de protection existants

Néant.

d. Scénario de référence

Compte tenu de la sensibilité de ce type de roche à la dissolution et du caractère soudain de ce type de phénomène, nous avons considéré sur ce secteur un aléa fort (F3).

IX.6.4. Secteur 4T – Crue torrentielle

IX.6.4.1. 4T1 L'Ormente

a. Morphologie du site

L'Ormente prend sa source à 2500 m d'altitude, au lac du Presset, sur la commune de la Côte-d'Aime. Le torrent du Cormet d'Arèches est son principal affluent.

Dans la partie supérieure de son bassin versant, le torrent s'écoule dans un lit pavé de gros blocs. A l'aval du refuge de la Balme, son lit s'élargit. La pente est plus faible. Le torrent est ici, alimenté par des apports importants de matériaux provenant du versant du Rognais. Ces matériaux proviennent des éboulis actifs ou des laves torrentielles qui s'y développent au cours d'épisodes orageux. Il s'agit de la principale source d'apport en matériaux du bassin versant.

Le torrent du Cormet-d'Arèches prend naissance au Cormet-d'Arèches, à la jonction entre plusieurs petits ruisseaux (ruisseau du Cormet, ruisseau de Plan Brunet...). Ce dernier constitue sa principale source en matériaux. En effet, il présente de vastes zones d'érosion bien marquée dans le paysage. Ces matériaux se déposent en partie dans la plaine alluvionnaire de Plan-Pichu, à l'amont du verrou rocheux de la Chapelle St-Guérin. Le torrent du Cormet-d'Arèches franchit ce verrou en formant une cascade, avant de retrouver une pente plus régulière. Son lit est pavé sur tout son linéaire. A partir de Laval, il reçoit quelques apports en matériaux par le biais de petits ruisseaux qui peuvent former de petits laves torrentielles, ou par les avalanches.

Après la confluence avec le torrent du Cormet d'Arèches, L'Ormente s'écoule dans des gorges. Sous la Chapelle St-Gras, une zone d'érosion active d'environ 1 ha, alimente le torrent en matériaux. Néanmoins les volumes apportés restent faibles.

À la sortie des Gorges, le lit est contraint par l'urbanisation. Il s'écoule dans un chenal enroché.



Figure 56: Vue du torrent en mont depuis le pont de la RD86



Figure 57: Pont de la RD 86

Le torrent est ensuite franchi par le pont de la RD86. Celui-ci présente une section insuffisante. Des risques de débordement sont possibles, principalement en rive droite. A l'aval, la rive droite plus basse est occupée par des jardins et une maison avant le pont de la rue du Château Dumaney. Celui-ci présente une section nettement supérieure au pont précédent. Néanmoins il pourrait subir un phénomène d'obstruction, lié au transport de flottants ou de végétation présents dans son lit.

A l'aval de ce pont, L'Ormente s'écoule dans un chenal étroit. Les aménagements pour canaliser ce torrent sont hétérogènes. Il s'agit d'enrochements divers ou de murs bétonnés. L'état de ces aménagements n'a pas pu être analysé au cours de notre visite. Il s'agit de propriétés privées. De plus, la présence de végétation empêche toute visibilité. Sur les berges, les terrains sont principalement occupés par des jardins. Quelques bâtiments d'habitation ou entrepôts colonisent également cet espace.

Toujours dans la traversée du bourg, l'Ormente s'écoule sous le pont de la RD990. Celui-ci est largement dimensionné pour une crue centennale. À l'aval, la morphologie change. La berge rive droite devient haute et les terrains en rive gauche permettraient l'étalement du torrent. À l'aval immédiat du pont, une digue de quelques dizaines de mètres, en rive gauche, protège des bâtiments. À l'aval le torrent longe le talus en rive droite. La rive gauche n'étant plus protégée. Des débordements du torrent sont possibles à ce niveau.

Historique des événements marquants :

Date	Descriptif
1733	Le 14 septembre 1733, la crue emporte le pont Jourdan et tous les bâtiments riverains.
1764	Le 12 juin 1764, le torrent emporte quelques maisons du bourg d'Aime, le pont et des terres.
1778	Le 26 octobre 1778, suite à un éboulement formation d'une lave. L'Ormente envahit Aime et détruit 36 maisons.
1781	Le 17 octobre 1781, une crue emporte le pont de la route provinciale. Une personne est emportée.
1859	1 ^{er} novembre 1859, suite à de fortes pluies, le torrent a causé d'importants dégâts aux bâtiments, usines, champs. Terrain emporté ou engravé. Phénomène identique à celui de 1778.
1901	23 juin 1901, crue causée par un orage. Plusieurs petits ponts emportés, quelques dégâts à une habitation.
1909-1910	Glissement de terrain ayant alimenté la crue. 2 personnes furent emportées au niveau du pont de la RN 90.
1940	Pluie torrentielle du 14 et 15 septembre 1940. Crue du torrent de l'Ormente. Dégâts dans la traversée du bourg d'Aime. Caves inondées, maisons affouillées. La cité ouvrière des Mines a été évacuée.
1941	Une crue inonde Aime en suivant la route. Un bâtiment est noyé. Pont de la Côte-d'Aime totalement obstrué par des troncs d'arbres.
1968	Crue importante qui menace les quartiers riverains. Colmatage des brèches.
1981	La crue du 21 octobre 1981 endommage les berges. Charriage de boue et d'arbres. Destruction d'un mur de soutènement.
1996	Le 24 juillet 1996, les laves torrentielles ont dévalé les pentes du Roignais et du massif de la Nova. Affouillement au niveau du pont de la CD et du pont de la RN 90.

Ouvrages de protection existants :

- 1) Digue en remblais en rive gauche à l'aval du pont de la RD990. Le pied de la digue juste en aval du pont est constitué d'enrochements.
- 2) Portion de berge présentant un faciès digue du fait de la dépression du terrain naturel en arrière. Elle est protégée par des enrochements.
- 3) Digue SNCF d'entonnement sous le pont de la voie ferrée. Digue en pierres maçonnées raccordée en amont avec le versant.

Efficacité :

- 1) Bon état. Protection limitée à la parcelle occupée par un entrepôt.
- 2) protection limitée du fait de l'érosion des berges et de la présence de végétation sur la digue qui la fragilise.
- 3) Bon état.

Scénarios étudiés :

Les débits liquides de ce torrent sont évalués à 25 m³/s pour une crue décennale et à 70 m³/s pour une crue centennale. Le volume potentiel des laves torrentielles a été estimé à 300 000 m³, mais le risque de survenance d'un tel phénomène est très faible (aucun événement recensé depuis 1778). Compte tenu de ces éléments, on peut considérer que le temps de retour d'une lave torrentielle est largement supérieur à 100 ans. Il s'agit donc d'un événement exceptionnel qui ne sera pas pris en compte dans cette étude.

Nous nous contenterons d'étudier le phénomène de crue à fort charriage pour ce torrent.

Le pont de la RD 86 présente une section insuffisante. Un débordement à ce niveau peut menacer une grande partie du bourg. En rive gauche, le versant contraint les débordements à revenir dans leur lit. En rive droite une partie des débordements rejoindrait leur lit en traversant des jardins, l'autre partie s'écoulerait sur la RD86 sans pouvoir revenir dans son lit. Les écoulements pourraient emprunter la rue de l'Eglise, jusqu'à la Grande Rue, inondant les rues annexes qui la séparent de son lit, puis la rue de la Basilique et de la Poste, jusqu'à l'avenue de la Tarentaise. Une fois sur l'avenue de la Tarentaise, les écoulements descendraient celle-ci jusqu'au rond point avant de prendre la route des lles, ou de s'étaler sur la zone du centre commercial.

Le pont de la rue du Château Duamey.

A l'amont du pont la section du lit est contrainte par les aménagements divers et la présence de végétation. Le chenal pourrait subir un affouillement de ces berges. Malgré une section qui semble suffisante pour un débit centennal, le pont de la rue du Château-Duamey pourrait connaître un phénomène d'obstruction lié au transport de flottants et de matériaux. Des débordements pourraient se produire principalement en rive gauche, compte tenu de la pente. Les écoulements pourraient suivre la rue du Château-Duamey, inondant les propriétés à l'ouest, jusqu'à la RD 990. Au-delà de cette route, les écoulements pourraient emprunter la route des Mines et inonder les propriétés à l'ouest de celle-ci.

A l'aval du pont de la rue du Château Duamey, le chenal pourrait subir un fort affouillement de ses berges, de même, pour les fondations des bâtiments qui le longent (essentiellement à l'amont du pont de la RD990). D'autre part la section du chenal semble insuffisante pour contenir de fortes crues. Celles-ci pourraient déborder sur les deux rives et envahir les jardins et les bâtiments.

A l'aval du pont de la RD990, dans le cas d'une crue de fréquence centennale, les écoulements seront d'abord contraints entre le talus rive droite et la digue, rive gauche. Puis juste après cette digue, compte tenu de la faible hauteur de la berge en rive gauche, des débordements pourront s'y produire. Les écoulements traverseront des propriétés dont un atelier de menuiserie construit juste en bordure du torrent, avant de franchir la RN 90 pour rejoindre l'Isère.

Au franchissement de la RN 90, un ouvrage a été construit afin de prendre en compte les contraintes liées au passage de la route sous la voie SNCF. Cet ouvrage est insuffisant pour l'écoulement des fortes crues. Il a été dimensionné pour un débit de $46 \text{ m}^3/\text{s}$. La pente est faible sous cet ouvrage. Les matériaux vont se déposer à la confluence avec l'Isère, puis probablement remonter dans le chenal avant d'obstruer celui-ci. Compte tenu de ces éléments, un risque de débordement sur la RN 90 et en rive droite vers la zone d'activité est fort probable. C'est pourquoi, un chenal de décharge a été réalisé de ce côté sur des terrains agricoles, passant sous la RN 90. Il permet de rediriger les écoulements vers l'Isère.

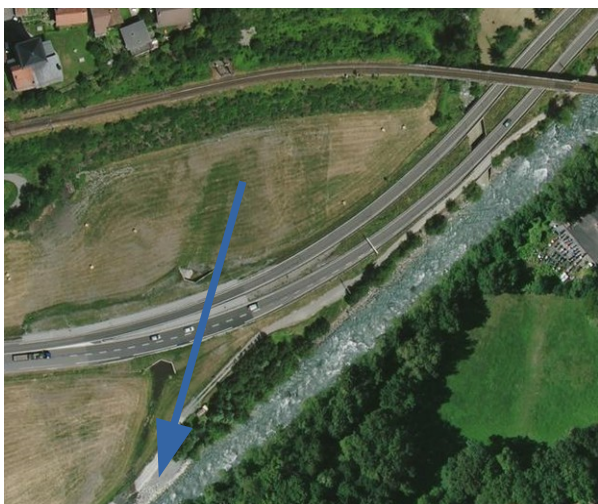


Figure 59: Aménagement de l'Ormente à la confluence avec l'Isère, source Géoportail.

Le scénario de référence « centennal » (ARC)

Il correspond à une crue centennale à fort charriage ayant une période de retour « rare » de 30 à 100 ans compte tenu de la faible fréquence des crues depuis le début du XX^e siècle.

Ainsi à l'amont et à l'aval du pont de la RD86, les terrains en bordure du chenal ont été qualifiés en aléa fort (T3), compte tenu du risque d'érosion de berge.

À partir du pont de la RD86, compte tenu du risque d'obstruction de l'ouvrage, l'aléa fort (T3) concerne également la rue de l'Église, jusqu'à la place. A l'aval, les écoulements d'eau et de boue se



Figure 58: Localisation des ponts

dispersent à travers les ruelles et les propriétés pour rejoindre l'avenue de la Tarentaise. L'aléa est moyen (T2) puis faible (T1).

A l'aval du pont de la rue du Château Duamey, les débordements potentiels en cas d'obstruction de l'ouvrage ont été qualifiés en aléa fort (T3) à moyen (T3) sur la chaussée et les terrains à l'ouest. A l'aval de la RD990, l'aléa est faible (T1) dans la traversée du quartier des Mines.

Enfin à l'aval de la RD990 et de la digue en rive gauche, des débordements sont très probables compte tenu de la hauteur des berges. L'aléa a été qualifié de fort (T3).

IX.6.4.2. 4T2 Ruisseau de Villarolland

a. Morphologie du site

Le ruisseau de Villarolland prend sa source dans une combe sous le village de Tessens à 900 m d'altitude. Il draine un faible bassin versant. C'est un petit ruisseau pérenne.

Il traverse le hameau de Villarolland dans un petit fossé étroit avant d'être busé sous la route et sous un chemin. Il a été dévié de son cours naturel. A l'aval de Villarolland, il retrouve un écoulement dans un lit aménagé à travers des terrains agricoles, d'abord il prend un axe ouest-est, puis nord-sud. Sur ce dernier axe, il est franchit par un chemin agricole à la cote 710 m. Plus à l'aval il retrouve une section busée dans la traversée d'une propriété, de la route d'accès à Aime, de la RN90 et de la voie SNCF. Enfin, à l'aval de celle-ci, il prend un axe est-ouest et s'écoule dans un fossé dans la plaine de l'Isère.

Ce ruisseau connaît un débit plus ou moins constant. Néanmoins en cas de fortes pluies, il est probable que celui-ci puisse connaître une légère augmentation de son débit. Compte tenu de la morphologie de ce petit cours d'eau, seuls quelques débordements liés à l'obstruction de son lit par des branches peuvent éventuellement se produire. Mais ces débordements seraient limités.

De même un ouvrage de rupture de charge en mauvais état au niveau d'un coude pourrait entraîner des débordements.

Néanmoins une obstruction au franchissement du chemin agricole à la cote 710 semble possible. Celle-ci entraînerait un débordement du ruisseau vers le chemin des Ziguelettes. Une fois les écoulements sur ce chemin, ils ne pourraient pas revenir dans leur lit compte tenu de la morphologie du terrain. Ces écoulements pourraient inonder une propriété et la fabriquer le long de la RD 990.

Ce cours d'eau pérenne est sujet dans sa partie basse à des phénomènes de sédimentation et comblement du lit qui favorise les débordements.

Historique des événements marquants :

Débordements régulièrement observés au droit du ruisseau dans la plaine d'Aime.

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

Les débordements pouvant se produire suite à l'obstruction de la buse sous le chemin agricole ont été qualifiés en aléa faible (T1).

De même, les débordements liés à la sédimentation et au comblement de son lit ont été qualifiés en aléa faible (T1+).

IX.6.4.3. 4T2 Ruisseau « Les Jointes »

a. Morphologie du site

Le ruisseau de Les Jointes est un ruisseau non pérenne qui prend naissance sous le hameau de La Thuile. Il draine un petit bassin versant. Il s'écoule sur un axe nord-sud, jusqu'à l'école primaire « Le Pavil ». Il débouche ensuite dans un bassin de décantation, avant de rejoindre le réseau pluvial de la commune.



Figure 60: Bassin de décantation de la rue du Prince

A la cote 710 m, il traverse un busage (300 mm) sous la route de Villarolland. Celui-ci est précédé d'un avaloir avec un petit dessableur pour limiter les phénomènes d'obstruction. Malgré la présence de la grille, des débordements peuvent se produire sur la route en direction du centre et de la Montée de Poëncet. Ces écoulements pourraient ensuite rejoindre l'avenue de la Tarentaise.

De même, au niveau de l'école, un busage permet l'accès au parking. L'entrée de celui-ci peut-être obstruée par des branches ou des matériaux. Des écoulements pourraient traverser le parking avant de rejoindre le bassin de décantation.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

Les débordements pouvant se produire suite à l'obstruction de la buse au niveau de la route de Villarolland et celle au niveau de l'école ont été qualifiés en aléa faible (T1).

IX.6.4.4. 4T2 Ruisseau de La Ruaz

a. Morphologie du site

Le ruisseau de La Ruaz sert de collecteur aux eaux pluviales et aux eaux usées du village de La Thuile. Son débit habituel est assez faible. Il s'infiltre complètement vers la cote 895 m. La partie médiane de son cours est très affouillée. Cela est probablement la cause d'un fort débit de pointe, généré par des rejets anthropiques.

A son débouché sur la route de Grumailly, au niveau du quartier de la Ruaz, le ruisseau est busé pour rejoindre le réseau urbain avant de se jeter dans l'Ormente. La buse de diamètre 300 mm est sous dimensionnée en cas de grosse crue. Le ruisseau risque de déborder dans les jardins des propriétés, à l'aval avant de rejoindre l'Ormente.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

Les débordements pouvant se produire suite à l'obstruction de la buse au niveau de la route de Grumailly et à l'aval ont été qualifiés en aléa moyen (T2) à faible (T1).

IX.6.4.5. 4T2 Ruisseau du Villard

a. Morphologie du site

Le ruisseau du Villard sert de collecteur aux eaux pluviales du hameau du Villard sur la commune de La Plagne-Tarentaise. Son débit habituel est assez faible. Il s'infiltre complètement vers la cote 720 m. Dans la partie aval, le lit est quasi inexistant.

A son débouché sur la route de Bourg St-Maurice, le ruisseau est collecté dans une buse pour rejoindre le réseau urbain avant de se jeter dans l'Ormente.

Au cours d'un phénomène de précipitation intense, le ruisseau s'écoule jusque sur la route de Bourg-St-Maurice en traversant des propriétés.

Historique des événements marquants :

Lors d'un orage assez violent des écoulements d'eau assez importants se forment à l'arrière des premières maisons de la ville sur la route de Bourg-Saint-Maurice

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

Les débordements pouvant se produire suite sur la route de Bourg-St-Maurice ont été qualifiés en aléa moyen (T2).

IX.7. Secteur 5 Pugnière-Planchamp-Chalet-de-Prajourdan

IX.7.1. Secteur 5P – Chutes de blocs

IX.7.1.1. 5P1 Planchamp

a. Morphologie du site

Un affleurement de schistes houillers forme un talus à l'ouest de Planchamp. Les éboulements rocheux qu'il peut générer impactent la route d'accès au hameau.

Historique des événements marquants :

En 1995, un éboulement d'environ 200 à 300 m³ est arrivé sur la route d'accès au hameau de Planchamp. Une tranche de matériaux schisteux altérés d'environ 20 mètres de largeur sur 1 à 2 mètres d'épaisseur s'est détaché de la falaise d'environ 20 m de hauteur.

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

Sur la route de Planchamp, l'aléa est fort avec néanmoins une intensité modérée (P2+).

IX.7.1.2. 5P2 Rive gauche torrent de Bonnegarde

a. Morphologie du site

Seuls quelques affleurements de schistes houillers sont visibles au niveau des berges du torrent de Bonnegarde, à la hauteur de Montgilbert.

Historique des événements marquants :

Néant.

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

Sur les berges du torrent de Bonnegarde l'aléa est fort (P3++) compte tenu de l'intensité élevée et de la probabilité d'occurrence très élevée.

IX.7.2. Secteur 5G – Glissement de terrain

IX.7.2.1. 5G1 – Montvilliers-Planchamp et Plangerland

a. Morphologie du site

Les hameaux de Montvilliers, Planchamp et Plangerland sont situés sur des replats à respectivement 1100, 1150 et 1200 m d'altitude. Le substratum est formé de schistes qui affleurent uniquement au-dessus de la route à l'ouest de Planchamp. Ces derniers sont recouverts de moraines qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur par endroit.

Ces trois hameaux sont séparés par des combes qui drainent des ruisseaux (ruisseau de Lieutaz et Nant-Pugin). A l'est de Plangerland, la morphologie est marquée par la présence du torrent de Bonnegarde. Au niveau de ces différents talwegs ou combes, les terrains souvent très pentus sont instables.

Dans le cœur des hameaux de Montvilliers et Planchamp, les terrains ne présentent pas d'indice de mouvement. Par contre en périphérie de ces hameaux, les pentes plus fortes sur des épaisseurs de sols importantes, peuvent générer des mouvements lents de type solifluxion.

La combe entre Montvilliers et Planchamp présente de nombreux indices de glissement actif. C'est dans cette combe que prend naissance le ruisseau de Lieutaz. Ce secteur est très humide. La morphologie du terrain est mamelonnée. Il y a de nombreux bourrelets sur des pentes modérées et des arbres sont penchés.

Les berges du torrent de Bonnegarde sont très pentues et présentent des indices d'instabilités.

Historique des événements marquants :

En 2014, un glissement de talus a obstrué la route de Plangerland.

Lors de notre visite sur le terrain, le 7 juillet 2018, nous avons pu constater un autre glissement de talus sur cette même route.



Figure 61: Glissement de talus récent sur la route de Plangerland (photo du 7 juillet 2018)

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

Sur ces secteurs nous avons pu distinguer en aléa fort (G3), les zones de glissements actifs définis ci-dessus. Nous avons considéré un aléa moyen (G2) sur les terrains très fortement pentus présentant quelques indices d'activité, essentiellement dans les combes.

Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées à faibles, peut être sujette à des mouvements lents ou des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'a été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée de faible (G1).

IX.7.2.2. 5G2 Pugenière

a. Morphologie du site

Le hameau de Pugenière est situé au sommet du cône du torrent de Bonnegarde. Il est dominé par un versant dont le substratum est formé de schistes qui affleurent dans les talwegs des torrents de Bonnegarde et de Nant Pugin. Ce versant est recouvert de moraines qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur par endroit.

Les berges du torrent de Nant-Pugin sont très pentues et présentent des indices d'instabilités.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

Sur ce secteur nous avons considéré les berges du torrent de Nant-Pugin, en aléa fort (G3). Sur le reste du versant, les terrains fortement pentus présentent quelques indices d'instabilité d'où un aléa moyen (G2).

IX.7.3. Secteur 5T – Crue torrentielle

IX.7.3.1. 5T1 – Torrent de Bonnegarde

a. Morphologie du site

Le ruisseau de Bonnegarde prend naissance à la confluence des ruisseaux des Frasses et de l'Arc à environ 1320 m. Il draine un bassin versant de 28 km². Il marque en partie la limite avec la commune de Macôt-la-Plagne.

Affluent rive gauche de l'Isère, il a une forte capacité de transport. D'après les informations du PPRI, le volume des matériaux mobilisable correspond à environ 80000 m³ en crue centennale, avec un débit estimé à 60 m³/s.

En raison de l'importance de son transport solide, des risques de débordements sur la zone d'activités et de l'engrèvement à la confluence avec l'Isère, ce torrent a fait l'objet de travaux, avec l'aménagement de protection et de correction torrentielle.

Sur son cône de déjection, le profil en long du torrent montre une diminution de la pente par endroit, ce qui favorise le dépôt de matériaux et donc le rehaussement du lit. De même trois points de débordement ont pu être observés :

- le premier au niveau du pont de la RD88 (cf 62).
- le second au niveau du pont qui permet l'accès à l'entreprise Loyet.(cf 63).
- Le dernier au niveau du pont de la route des Esserts (64).



Figure 62: Pont de la RD 88



Figure 63: Pont au niveau de l'entreprise Loyet



Figure 64: Pont de la route des Esserts

Lors de sa dernière crue en 2006, le chenal aménagé a subi quelques érosions localisées.

Historique des événements marquants :

1990	Suite à d'importantes pluies, crue du torrent le 15 février 1990.
1990	En juillet 1990, le torrent de Bonnegarde en crue est sorti de son lit. Il a endommagé le chemin en rive gauche du torrent et il a inondé les garages des cars Loyet.
1991	Le 6 juillet 1991, une crue du torrent de Bonnegarde a engendré des débordements du torrent à la fois en rives gauche et droite à l'aval du hameau de Bonnegarde. Le flot a détruit la route entre Pugenière et la zone d'activité. Les garages de l'entreprise Loyet ont été recouverts de boue.
2006	Crue du 18-19 mai 2006. La plage de dépôt a parfaitement fonctionné. La crue a engendré quelques affouillements des berges à plusieurs endroits.

Ouvrages de protection existants :

- 1) Plage de dépôt d'une capacité de 10 000 m³ située à l'amont du cône de déjection.
en rive gauche :
- 2) Une protection de berges entre la plage de dépôt et le pont de la RD88.
- 3) Merlon en remblai enherbé et protection de berge entre la RD88 et le pont de l'entreprise Loyet. Une partie des travaux réalisés de mars à mai 2001.
- 4) Mur en béton et parement en enrochement en rive gauche le long de l'entreprise Loyet.
- 5) Merlon en remblai enherbé en amont de la route des Esserts.
- 6) Digue en remblais en rive gauche à l'aval du pont de la route des Esserts.

En rive droite

- 7) entre le plage de dépôt et le pont de la RD88, une digue en remblai enherbée avec parement en enrochement coté cours d'eau.
- 8) entre le pont de la RD88 et Provagnes, une digue en remblais, localement discontinue sur la partie aval
- 9) Au niveau de l'Entreprise Serpollet, un mur en béton et parement en enrochement.

Efficacité

Lors de la crue de 2006, La plage de dépôt a bien joué son rôle.

Les digues, murs, remblais demandent un entretien régulier afin de fournir une efficacité maximale.

Le mur en béton de l'entreprise Loyet ne protège pas les hangars des écoulements provenant de l'amont en cas d'obstruction du pont de la RD88.



Figure 65: Plage de dépôt à l'amont du pont de la RD88



Figure 66: Digue de protection des hangars de l'entreprise Loyet

Scénarios étudiés :

Suite à l'analyse de l'étude hydraulique du PPRI de l'Isère et à nos observations sur le terrain. Nous avons pu distinguer plusieurs scénarios possibles au cours des crues de ce cours d'eau.

- Bien que le pont de la RD88 semble suffisant pour le transit d'une crue liquide d'un débit centennal, son fonctionnement est différent en cas de transport solide. Ce pont présente un fort risque d'obstruction. Le PPRI de l'Isère fait mention d'un scénario avec obstruction du pont à 75 %. Dans ce cas de figure, un débit de 35 m³/s se déverserait en rives droite et gauche du cours d'eau. Sur la commune, ce scénario se traduirait par des écoulements qui resteraient d'abord concentrés sur la route le long de la digue avant de se disperser sur son cône de déjection à l'aval de Pugenière, sans pouvoir retourner dans leur lit.
- Le pont d'accès à l'entreprise Loyet a été dimensionné pour une crue inférieure à Q30. Il est donc sous-dimensionné en cas de crue supérieure. Dans ce cas, le torrent viendrait à déborder préférentiellement en rive gauche, avant de retrouver son lit quelques dizaines de mètres à l'aval.
- Le pont de la route des Esserts est très largement sous-dimensionné. Ce dernier a été dimensionné pour une crue < Q10. Des débordements peuvent se produire principalement en rive gauche. Ils vont suivre la route qui longe la digue, inondant le concessionnaire de véhicules tout-terrain et les terrains à l'ouest.

Le scénario de référence :

Compte tenu des différents scénarios étudiés, nous avons considéré un aléa fort (T3++) dans son chenal principal, en prenant en compte le risque de divagation dans son lit entre les digues en enrochement sur la section allant du pont de la RD 88 au pont de l'entreprise Loyet. Nous avons également tenu compte de l'érosion de berge, ou de ces digues sur la totalité de son cours.

Au niveau des différents points de débordement, nous avons considéré un aléa fort (T3++) et un aléa moyen (T2+) en rive gauche, à l'aval du pont de la route des Esserts. Une bonne partie des écoulements pouvant divaguer sur la route, et vers les terrains à l'ouest avant de rejoindre l'Isère.

En rive gauche à partir du pont du Loyet, nous avons considéré un aléa faible (T1+). A l'aval du pont de la RD 88, nous avons caractérisé les écoulements sur la route le long de la digue en aléa moyen (T2).

Enfin à l'aval de Pugnière, ainsi qu'en rive droite, nous avons considéré un aléa faible (T1) pour prendre en compte le risque de divagation des écoulements suite à l'obstruction du pont de la RD88.

IX.7.3.2. 5T2 – Nant-Pugin

a. Morphologie du site

Le ruisseau du Nant-Pugin prend sa source en « forêt des Envers », d'une résurgence à 1650 m d'altitude. Il a comme principaux affluents, le ruisseau « des Gaves » et celui « des Rosets » qui drainent le secteur du « Bois de Croizelin » sur sa rive gauche. Un affluent de rive droite, sans nom, permet de drainer la croupe de Plangerland.

La confluence du Nant-Pugin avec l'Isère se situe à quelques centaines de mètres en aval de celle du torrent de Bonnegarde.

Le lit du torrent est bien pavé et cimenté par des blocs. Il n'a pas été repérée de zone d'érosion. Il subsiste cependant de nombreux bois cassés dans le lit qui peuvent être transportés par les crues.

Les débits liquides du ruisseau au niveau de la RD88, sont estimés à 2 m³/s pour Q10 et à 4 m³/s pour Q100.

Sur ce type de ruisseau, le transport solide est faible.

Sur son cône de déjection à l'aval de la RD88, sa pente moindre lui permet de déposer une partie des matériaux transportés. Ces derniers engravent le fond du lit, favorisant ainsi les divagations.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Compte tenu des caractéristiques de ce ruisseau, le scénario de référence correspond à une crue centennale avec très peu de transport solide. Seul l'engravement du lit sur son cône de déjection pourrait engendrer des débordements et des divagations du torrent. C'est pourquoi nous considérons un aléa faible (T1) de part et d'autre de son lit sur son cône de déjection.

Le lit du ruisseau est lui, matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 10 mètres de part et d'autre de son lit.

IX.7.3.3. 5T3 – Ruisseau de Lieutaz

a. Morphologie du site

Le ruisseau de Lieutaz prend naissance quelques centaines de mètres à l'amont du hameau de Montvillers, dans une combe très humide et en glissement. Dans la traversée du hameau de Montvillers, il est busé sous la route et ressort quelques dizaines de mètres à l'aval. La section de la buse est très limitée. A l'amont de celle-ci, son lit très réduit est fortement encombré par la végétation. Un risque d'obstruction de la buse est potentiel par amoncellement de branchage ou autre matériaux.



Figure 67: Entrée de la buse sous la route

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Suite à l'obstruction de la buse au cours d'un épisode fortement pluvieux, des écoulements pourraient suivre la route et inonder quelques propriétés riveraines. Ce scénario à une période de retour rare et son intensité est faible (T1).

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

IX.8. Secteur 6 Longefoy

IX.8.1. Secteur 6A – Avalanche

IX.8.1.1. 6A1 Vers les Côtes

a. Morphologie du site

Une combe herbeuse orientée ouest peut générer des coulées avalancheuses au lieu-dit « Vers les Cotes ». Ces coulées de neige dense se déclenchent principalement en période de redoux.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénario de référence « centennal » (ARC) :

► Le phénomène de référence retenu est une avalanche de neige dense. La pression d'impact sera très probablement > à 30 kPa. L'avalanche s'arrête dans la combe. La période de retour de cette avalanche est fréquente et l'intensité est forte d'où un aléa fort (A3+).

Étant donné l'ampleur limitée et calibrée de cette coulée, nous ne retiendrons pas d'extension d'occurrence > 100 ans.

IX.8.2. Secteur 6G – Glissement de terrain

IX.8.2.1. 6G1 Mongésin – Le Forperet – La Maignonne

a. Morphologie du site

Les hameaux de Mongésin, Le Forperet et La Maignonne se situent sur un secteur à faible pente, entre 1500 et 1650 m d'altitude. Ils sont implantés sur des formations glaciaires (moraines) qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur par endroit. Leurs propriétés géomécaniques sont reconnues comme médiocres dans les zones humides et pentues.

Mongésin se situe en bordure du plateau, au sommet des berges du Nant-Thieret. Ces dernières présentent une forte instabilité marquée par l'apparition de nombreuses sources.

Au niveau de Bois Croizelin et à l'aval des Chalets de Pralioud, les terrains à forte pente présentent quelques signes d'instabilités. Par contre en périphérie de ces secteurs, les pentes plus faibles sur des épaisseurs de sols importantes, peuvent générer du fluage ou des coulées de boue.

Historique des événements marquants :

Lors de notre visite sur le terrain, le 17 juillet 2018, nous avons pu constater un glissement de terrain actif au sud du hameau. Il correspond à une combe humide, présentant d'importants signes d'instabilité (bourrelets, affaissement de la piste, etc).

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

Sur ces secteurs nous avons distingué, les berges du Nant-Thieret en aléa fort (G3). Nous avons ensuite considéré, les terrains fortement pentus présentant quelques indices d'activité, en un aléa moyen (G2).

Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées à faibles, peut être sujet à des mouvements lents ou des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée de faible (G1).

IX.8.2.2. 6G2 Longefoy – Montalbert

a. Morphologie du site

Le village de Longefoy est situé sur un plateau à environ 1150 m sur une largeur de 300 à 350 m environ. Il n'est pas concerné par les phénomènes d'instabilité. Seul un talus au niveau du cimetière, peut générer des mouvements lents de type fluage.

Le hameau de Montalbert est situé sur une zone à faible pente à la cote 1360 m environ. Il est implanté sur des formations glaciaires (moraines) qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur par endroit. Il n'y a pas d'indices de mouvements particulier sur cette zone. Sur les terrains un peu

plus pentus, au sud du hameau, des phénomènes de fluage ou de coulées de boue peuvent apparaître.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant.

Scénarios de référence :

Sur ces secteurs nous avons considéré, les terrains fortement pentus présentant quelques indices d'activité (de type bourrelets) en aléa moyen (G2).

Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées à faibles, peut être sujet à des mouvements lents ou des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'ayant été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée de faible (G1).

IX.8.3. Secteur 6T – Crue torrentielle

IX.8.3.1. 6T1 Longefoy

a. Morphologie du site

Le bief Bovet est un chenal artificiel qui permet l'alimentation du village de Longefoy. Actuellement, il est alimenté par une dérivation du ruisseau des Frasses à 1780 m. Il se jette ensuite dans le ruisseau de Bons-Pas.

A son arrivée au sud du hameau, il alimentait autrefois un moulin. Il est ensuite couvert et traverse plusieurs propriétés, avant de ressortir dans une combe à l'est du hameau. Ce chenal nécessite un entretien régulier afin d'éviter des débordements.

Bien que régulé par la dérivation du ruisseau des Frasses, ce bief peut voir son débit augmenter par les apports en ruissellement provenant des versants. L'entrée de la section couverte semble suffisante pour faire transiter ce surplus de débit. Néanmoins, compte tenu du changement de pente à ce niveau des matériaux peuvent venir se déposer à l'entrée de la section couverte provoquant l'obstruction de celle-ci.

Des débordements peuvent alors se produire sur la RD88 et prendre la direction du centre du hameau avant de rejoindre un autre canal couvert qui traverse le hameau d'ouest en est.



Figure 68: Entrée de la section couverte à côté du Moulin.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Compte tenu des caractéristiques de ce ruisseau, le scénario de référence correspond à une crue centennale avec un faible transport solide. Seule l'obstruction de l'entrée de la section couverte dans la traversée du hameau pourrait engendrer des débordements et des divagations du ruisseau. C'est pourquoi nous considérons un aléa faible (T1) sur la RD88 et sur les propriétés voisines.

Le lit du ruisseau est matérialisé par un aléa fort (T3++) sur une bande de 5 mètres de part et d'autre de son lit.

IX.8.3.2. 6T2 Village vacances du Dou de la Ramaz

Le village vacances du Dou de La Ramaz est situé sur un replat à 1 620 m environ. À quelques dizaines de mètres à l'amont, le bief Bovet traverse la forêt et les pistes de ski en surplombant ce village vacances.

Le bief Bovet est un chenal artificiel qui permet l'alimentation du village de Longefoy. Actuellement il est alimenté par une dérivation du ruisseau des Frasses à la cote 1 780 m.

Ce chenal nécessite un entretien régulier afin d'éviter les débordements dans le versant. Au-dessus du village vacances ce chenal est busé sous le passage de la piste de ski (diamètre 250 ou 300 mm). À l'entrée de cette buse, une grille a été installée afin d'en limiter l'obstruction. Cette grille semble efficace mais nécessite un contrôle et un entretien régulier pour conserver son efficacité.

Bien que régulé par la dérivation du ruisseau des Frasses, ce bief peut voir son débit augmenter par les apports en ruissellement provenant du versant. Le busage pourrait s'avérer insuffisant au passage de la piste, ce qui engendrerait des débordements vers le village vacances et vers la zone de départ du télésiège de Fornelet.



Figure 69: Grille à l'entrée de la section busée sous la piste de ski

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

1) Grille à l'entrée du busage sous la piste de ski.

Efficacité :

1) Bonne ; Entretien régulier nécessaire à son bon fonctionnement.

Le scénario de référence :

Le scénario de référence correspondrait à une augmentation du débit du bief. Celui-ci pourrait s'écouler dans le chenal, mais au passage de la section busée sous dimensionnée, sous la piste de ski, le ruisseau se mettrait en charge. Il provoquerait alors un débordement des eaux en direction du village vacances et vers la zone de départ du télésiège de Fornelet, avant de rejoindre le ruisseau des Rottes. L'aléa a été qualifié de moyen (T2) à l'aval immédiat de la buse. Ces écoulements pourraient raviner la piste de ski avant de s'étaler sur une zone plane à l'amont immédiat des bâtiments (T1).

IX.8.4. Secteur 6I – Inondation

IX.8.4.1. 6I1 Longefoy

a. Morphologie du site

Le village de Longefoy est situé à 1180 m d'altitude, sur un plateau d'environ 1150 m de longueur, sur une largeur de 300 à 350 m environ. Ce plateau forme une cuvette au sud-ouest du hameau. Cette cuvette concentre les eaux de ruissellement liés à la fonte des neiges ou suite à de fortes

précipitations. Ces eaux s'évacuent dans un canal couvert sous le hameau qui rejoint ensuite le Bief Bovet.

Historique des événements marquants :

D'après un habitant du hameau la zone est souvent inondée.

Ouvrages de protection existants :

Néant

Le scénario de référence :

Cette cuvette correspond à une zone inondable. L'aléa est faible (I1) (faible hauteur d'eau).

IX.9. Secteur 7 Aime-La Plagne

IX.9.1. Secteur 7A – Avalanche

IX.9.1.1. 7A1 Club Med – Aime 2000

a. Morphologie du site

Une pente herbeuse orientée Nord-Est peut générer des coulées avalancheuses sur environ 200 m de largeur. Ces coulées viennent s'arrêter sur la piste de ski qui passe derrière le bâtiment du Club Med. Elles peuvent se déclencher suite à de fortes précipitations. Mais la zone de propagation est limitée par une forte rupture de pente qui aboutie sur un large replat.

Historique des événements marquants :

En janvier 1998, à la suite d'un tir préventif à l'explosif, le souffle de l'avalanche parti au niveau des râteliers a détruit le chalet du jardin d'enfants installé en aval de la piste. Elle a déposé les débris dans le coin sud-est du bâtiment du Club Med. Le dépôt s'est arrêté au niveau de la piste. Cette avalanche a été déclenchée suite à de grosses perturbations.



Figure 70: Zone avalancheuse à proximité du Club Med

Aucune autre avalanche n'ayant été signalée sur ce secteur. Néanmoins il semble que ce talus à l'amont de la piste puisse être affectée par des coulées de neige au printemps. Néanmoins leurs propagations sont limitées. Les coulées s'arrêtant sur la piste de ski.

Ouvrages de protection existants :

1) 2 râteliers sur la partie nord-ouest de la zone.

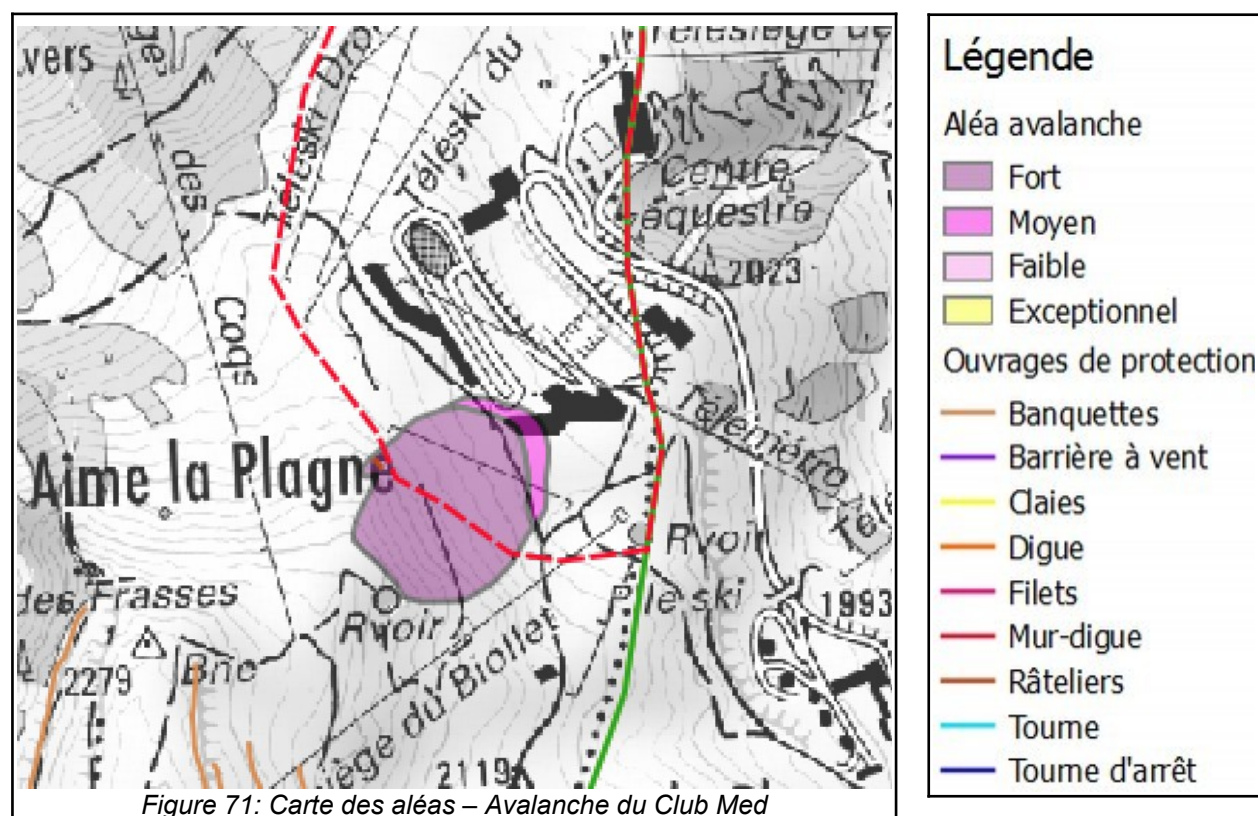
Efficacité

1) Pas d'information précise

Scénario de référence centennale (ARC) :

► Le phénomène de référence retenu est une avalanche de neige poudreuse. La pression d'impact sera très probablement > 30 kPa avant d'atteindre la rupture de pente. La coulée de neige s'arrête sur la piste. Le souffle de l'avalanche parcourt une plus longue distance et vient plâtrer le mur du bâtiment du Club-Med. La période de retour de cette avalanche est fréquente et l'intensité est forte d'où un aléa fort (A3+). Au-delà, sur le replat, l'aléa est moyen (A2+). Il correspond au phénomène de souffle de l'avalanche qui peut atteindre le bâtiment du Club Med, comme en 1998.

L'ampleur de l'avalanche est limitée compte tenu de la rupture de pente bien marquée qui correspond à une zone de replat. Étant donné l'ampleur limitée de cette avalanche et la présence de ce replat, nous ne retiendrons pas d'extension d'occurrence > 100 ans.



IX.9.2. Secteur 7P – Chute de blocs

IX.9.2.1. 7P1 Club Med – Aime 2000

a. Morphologie du site

Seule la partie sud du couloir d'avalanche qui affecte le bâtiment du Club Med peut être sujet à ce phénomène. De petits affleurements rocheux génèrent des blocs souvent de taille inférieure à 1 m³. Ces blocs descendent dans la pente herbeuse avant de s'arrêter au niveau de la rupture de pente.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénario de référence :

Pour ce phénomène, le scénario fréquent correspond à la chute de blocs d'un volume < à 1 m³, et ayant une probabilité d'occurrence très élevée (P2++).

IX.9.3. Secteur 7G – Glissement de terrain

IX.9.3.1. 7G1 Club Med – Aime 2000

a. Morphologie du site

Le secteur Aime 2000 est situé sur un replat à 2050 m d'altitude. Le substratum est constitué principalement de schistes du houiller. Ils affleurent par endroit au niveau des pentes raides. Ces terrains sont recouverts de moraines glaciaires d'épaisseur variable. Lors de la construction de la station, le terrain a été en grande partie remodelé.

Historique des événements marquants :

Néant

Ouvrages de protection existants :

Néant

Scénario de référence :

Ce secteur présente peu d'indices d'activité. Seuls les remblais générés par l'aménagement du site (route, bâtiments) peuvent occasionner des glissements. Néanmoins leur activité présente ou maximale reste moyenne (G2). Sur le reste de la zone, la couverture morainique reposant sur des pentes modérées, peut être sujette à des coulées de boue localisées. Sur ces zones aucun indice de mouvement n'a été repéré. L'activité présente et maximale est qualifiée faible (G1).