

Préfecture de la Haute-Savoie

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

Premier livret : Rapport de présentation

Commune de Vallorcine



1. PRÉAMBULE	4
1.1. DÉFINITIONS.....	4
1.2. OBJET DU P.P.R.....	5
1.3. OBJETS DE LA RÉVISION DU P.P.R.	6
1.4. ELABORATION DU P.P.R.....	6
1.5. OPPOSABILITÉ DU P.P.R.....	7
1.6. LIMITES DE L'ÉTUDE	8
2. CONTEXTE GÉNÉRAL.....	9
2.1. GÉOGRAPHIE DU TERRITOIRE ÉTUDIÉ	10
2.2. GÉOLOGIE	10
3. DESCRIPTION DES PHÉNOMÈNES.....	20
3.1. DÉFINITIONS DES PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS.....	20
3.1.1. <i>Crués torrentielles</i>	20
3.1.2. <i>Eboulement rocheux</i>	20
3.1.3. <i>Glissements de terrain</i>	20
3.1.4. <i>Avalanches</i>	21
3.2. TABLEAU DES PHÉNOMÈNES HISTORIQUES	21
3.3. CARTE DE LOCALISATION DES PHÉNOMÈNES	32
4. DÉTERMINATION DES ALEAS.....	34
4.1. DESCRIPTION DES NIVEAUX D'ALÉAS UTILISÉS	34
4.1.1. <i>Avalanches</i>	34
4.1.2. <i>Eboulement rocheux</i>	36
4.1.3. <i>Glissements de terrain</i>	36
4.1.4. <i>Crués torrentielles</i>	37
4.2. ÉVOLUTION DES ALÉAS PAR RAPPORT AU PRÉCÉDENT PPR.....	38
4.3. TABLEAU DES ALÉAS.....	38
4.4. ALÉAS EN ZONES DE HAUTE MONTAGNE.....	57
5. DÉTERMINATION DES RISQUES	58
5.1. DESCRIPTION DES ENJEUX ET DE LA VULNÉRABILITÉ	58
5.2. DESCRIPTION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE	60
6. MESURES DE PRÉVENTION	62
6.1. RAPPELS ET GÉNÉRALITÉS.....	62
6.1.1. <i>Ruisseaux et cours d'eau</i>	63
6.1.2. <i>Ruissellements et eaux de surface</i>	64
6.1.3. <i>Terrassements et stabilités des constructions</i>	64

6.1.4. <i>Espaces boisés</i>	65
6.1.5. <i>Information du public</i>	66
6.2. TRAVAUX DE PROTECTIONS.....	67
6.2.1. <i>Ouvrages existants</i>	67
6.2.2. <i>Recommandations</i>	68
7. BIBLIOGRAPHIE	70

1. PRÉAMBULE

Le présent Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles, ou P.P.R., est réalisé en application de la loi 95-101 du 2 février 1995 modifiée par la loi 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages et du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, intégrés dans les articles L562-1 à L562-9 et R-562-1 à R562-12 du Code de l'Environnement.

Il fait suite au Plan de Prévention des Risques (anciennement Plan d'Exposition aux Risques ou PER) de Vallorcine approuvé par Arrêté Préfectoral du 11/05/1992.

1.1. DÉFINITIONS

Les **phénomènes naturels** sont des manifestations observables des agents naturels, dommageables ou pas. Quelques unes de leurs manifestations historiques sont recensées au chapitre 2. On en trouvera des définitions précises au chapitre 4.

On caractérisera leur activité au chapitre 4 avec la notion **d'aléa**, qui se réfère à la *probabilité de survenance* d'un phénomène naturel d'intensité donnée. Ici, et avec toutes les réserves qui s'imposent, on considère une période de l'ordre de grandeur du siècle.

La détermination des aléas est donc une démarche prospective, qui ne se fonde pas seulement sur l'étude des phénomènes historiques, mais aussi sur celle des facteurs qui peuvent influencer et déclencher les phénomènes. Un aléa peut ainsi menacer une zone sans traces de phénomènes naturels.

On associe un *degré* à l'aléa, tenant compte de l'intensité maximale probable du phénomène, et dans une moindre mesure de sa fréquence.

La finalité de la démarche est d'aboutir au **risque**, qui désigne les conséquences des aléas sur les activités humaines : ils sont classiquement le produit croisé des enjeux et des aléas.

Il faut à la fois présence d'enjeux et d'aléas pour avoir un risque : un aléa fort menaçant une zone déserte et stérile produit un risque nul. Le même aléa menaçant des habitations collectives produit un risque fort à très fort.

Précisons donc dès maintenant que le présent PPR considère comme enjeu les urbanisations au sens large, à l'exclusion de la fréquentation.

Les risques seront étudiés au chapitre 5, les mesures permettant de s'en protéger constituant la carte réglementaire et le deuxième livret.

1.2. OBJET DU P.P.R.

Le présent P.P.R. a pour objet, aux termes de la loi (**Article L562-1 alinéa II**) :

« 1° De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines, pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ; »

C'est l'objet principal du P.P.R., réalisé à travers la carte réglementaire délimitant les zones de risque et le deuxième livret (règlement) détaillant les interdictions, prescriptions ou recommandations s'y appliquant.

« 2° De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ; »

De telles zones sont également intégrées dans le présent P.P.R., par exemple sous la forme de marge de recul sur les berges des torrents, ou de zones en amont des glissements de terrain où les infiltrations d'eau sont réglementées.

« 3° De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ; »

Cet aspect est pris en charge par le règlement pour les particuliers, et par le paragraphe 6 du présent livret pour les mesures collectives.

« 4° De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. »

Enfin, les mesures concernant le bâti existant et celles concernant les nouvelles constructions sont distinguées s'il y a lieu à l'intérieur des règlements.

Rappelons à ce sujet les termes de l'Art. R562-5 sur ces mesures concernant le bâti existant :

« I. - En application du 4° du II de l'article L. 562-1, pour les constructions, les ouvrages ou les espaces mis en culture ou plantés, existant à sa date d'approbation, le plan peut définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

Toutefois, le plan ne peut pas interdire les travaux d'entretien et de gestion courants des bâtiments implantés antérieurement à l'approbation du plan ou, le cas échéant, à la publication de l'arrêté mentionné à l'article R. 562-6, notamment les aménagements internes, les traitements de façade et la réfection des toitures, sauf s'ils augmentent les risques ou en créent de nouveaux, ou conduisent à une augmentation de la population exposée.

II. - Les mesures prévues au I peuvent être rendues obligatoires dans un délai de cinq ans pouvant être réduit en cas d'urgence.

III. - En outre, les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du plan. »

Les prescriptions sur le bâti existant (dites « prescriptions générales » dans les règlements) sont donc obligatoires dans un délai de 5 ans après l'approbation du P.P.R., sauf si leur coût dépasse 10% de la valeur du bien protégé à la date d'approbation.

1.3. OBJETS DE LA RÉVISION DU P.P.R.

La révision du P.P.R. a pour objet une refonte générale du document :

- d'une part pour se conformer aux avancées méthodologiques survenues depuis l'élaboration de l'ancien P.P.R. (par exemple, prise en compte de l'aléa de référence exceptionnel en avalanche),
- d'autre part pour mettre à jour certains points de formes, et notamment des difficultés d'applications du PPR tenant à des imprécisions du zonage ou du règlement,
- de tierce part, pour intégrer des phénomènes ou ouvrages nouveaux, postérieurs à l'élaboration de l'ancien P.P.R.

Il ne s'agit donc pas d'une révision partielle ou modification au sens de l'article L562-4-1.

1.4. ELABORATION DU P.P.R.

La DDT sous-traite l'élaboration du projet de P.P.R. au Bureau d'Ingénieurs-Conseils Géolithe à Crolles (38), élaboration faite par expertise à l'exclusion de toute investigation quantifiée (cf. §1.6 ci dessous).

La DDT est également assistée par le Service RTM de la Haute-Savoie dans le cadre d'une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage.

La DDT valide ce projet et pilote la procédure selon le schéma ci-après :

- Le projet de P.P.R. est affiné pour recouvrir au mieux la réalité des risques naturels sur la commune, en concertation avec la municipalité,
- Il est ensuite soumis à la consultation des services de l'Etat (DREAL) et, pour avis, des collectivités locales (Conseil Municipal, Intercommunalités), de la Chambre d'Agriculture et du Centre Régional de la Propriété Forestière,
- Une Enquête Publique est également organisée en mairie selon les dispositions de l'article R123-8 du code de l'Environnement, afin de recueillir l'avis des citoyens sur le projet, assortie d'une réunion publique pour présenter le projet,
- A l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral.

1.5. OPPOSABILITÉ DU P.P.R.

Le P.P.R. une fois approuvé vaut servitude d'utilité publique et est donc opposable aux tiers en tant que tel, comme le prévoit la loi :

Art. L562-4

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au plan d'occupation des sols, conformément à l'article L. 126-1 du code de l'urbanisme.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé fait l'objet d'un affichage en mairie et d'une publicité par voie de presse locale en vue d'informer les populations concernées.

Art. L562-5

I. - Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L. 480-4 du code de l'urbanisme.

II. - Les dispositions des articles L. 460-1, L. 480-1, L. 480-2, L. 480-3, L. 480-5 à L. 480-9, L. 480-12 et L. 480-14 du code de l'urbanisme sont également applicables aux infractions visées au I du présent article [...]

Rappelons que l'article L480-4 du Code de l'Urbanisme prévoit une amende « [...]comprise entre 1 200 euros et un montant qui ne peut excéder, soit, dans le cas de construction d'une surface de plancher, une somme égale à 6000 euros par mètre carré de surface construite, démolie ou rendue inutilisable au sens de l'article L. 430-2, soit, dans les autres cas, un montant de 300 000 euros. En cas de récidive, outre la peine d'amende ainsi définie un emprisonnement de six mois pourra être prononcé.

Les peines prévues à l'alinéa précédent peuvent être prononcées contre les utilisateurs du sol, les bénéficiaires des travaux, les architectes, les entrepreneurs ou autres personnes responsables de l'exécution desdits travaux. [...] ».

1.6. LIMITES DE L'ÉTUDE

L'étude porte sur les phénomènes naturels suivants, définis plus bas :

- Les avalanches,
- Les mouvements de terrain, incluant :
 - Les chutes de blocs et éboulements rocheux,
 - Les glissements de terrain,
 - Les effondrements et affaissements.
- Les crues torrentielles (inondations, coulées boueuses, ravinement).

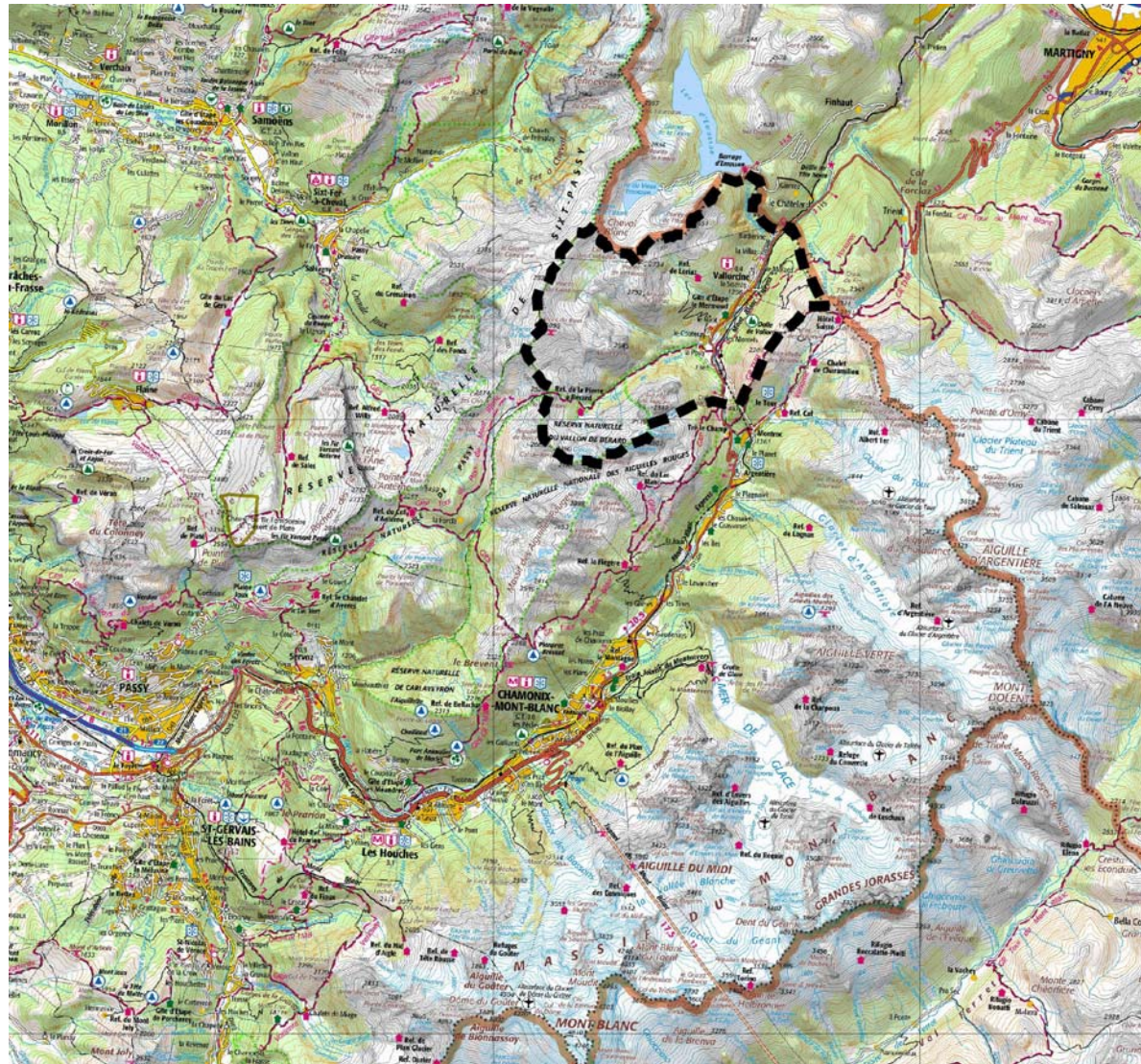
Les séismes seront abordés pour mémoire, sans étude technique particulière.

Lorsque cette notion est accessible et sauf mention contraire, la période de retour considérée comme référence pour l'estimation des risques est de l'ordre du siècle.

Pour les avalanches, l'aléa pourra être étudié au-delà de cette limite dans le cadre de l'Aléa d'Avalanches Exceptionnelles, avec une prise en compte spécifique.

Les phénomènes d'origine anthropique, tels que le ruissellement pluvial urbain ou l'aggravation du ruissellement par les cultures, ne sont pas pris en compte dans la présente étude.

2. CONTEXTE GÉNÉRAL



Situation de la commune de Vallorcine (échelle 1/250 000)

2.1. GÉOGRAPHIE DU TERRITOIRE ÉTUDIÉ

La commune de Vallorcine est située dans le bassin versant du Rhône suisse. Elle communique avec la haute vallée de l'Arve par le Col des Montets (1461m), qui matérialise la ligne de partage des eaux entre l'amont et l'aval du lac Léman.

La commune a été historiquement enclavée, isolée du côté suisse par les gorges du Trient en aval de Finhaut et par les rochers de Tête Noire vers Trient jusqu'au XIXe siècle, et côté français par le col des Montets à la viabilité hivernale problématique jusqu'au percement du tunnel ferroviaire (1908), et encore délicate par période de fort risque d'avalanches de nos jours.

La vallée est drainée par l'Eau Noire, coulant dans une direction parallèle mais inverse par rapport à l'Arve à Chamonix. Sur la rive gauche, on trouve l'extrémité nord des Aiguilles Rouges (Aiguille de Mesure, Aiguille du Belvédère), puis le point culminant de la commune au Mont Buet (3096m), et d'autres hauts sommets rattachés au Haut Giffre (Cheval Blanc, Pointe de la Terrasse) séparant la commune du val et des barrages d'Emosson.

L'Eau Noire est rejointe en rive gauche par l'Eau de Bérard descendant du Buet, et le torrent de Tré les Eaux qui descend du glacier du même nom et du Cheval Blanc, avec un confluent au niveau du Couteray. Ces ruisseaux ont un bassin versant vaste, facilement érodable dans le haut, en partie glaciaire et peuvent donc présenter une activité intense, même si elle est rare.

Plus en aval, le Nant descend de l'alpage de Loriaz, et le Rand puis le ruisseau de Barberine rejoignent l'Eau Noire en rive gauche.

En rive droite, la commune est séparée du Tour et des sources de l'Arve par l'Aiguillette (2201m) et le col (1997m) des Posettes au relief un peu moins accusé et monte à 2270m environ vers la Tête de Balme.

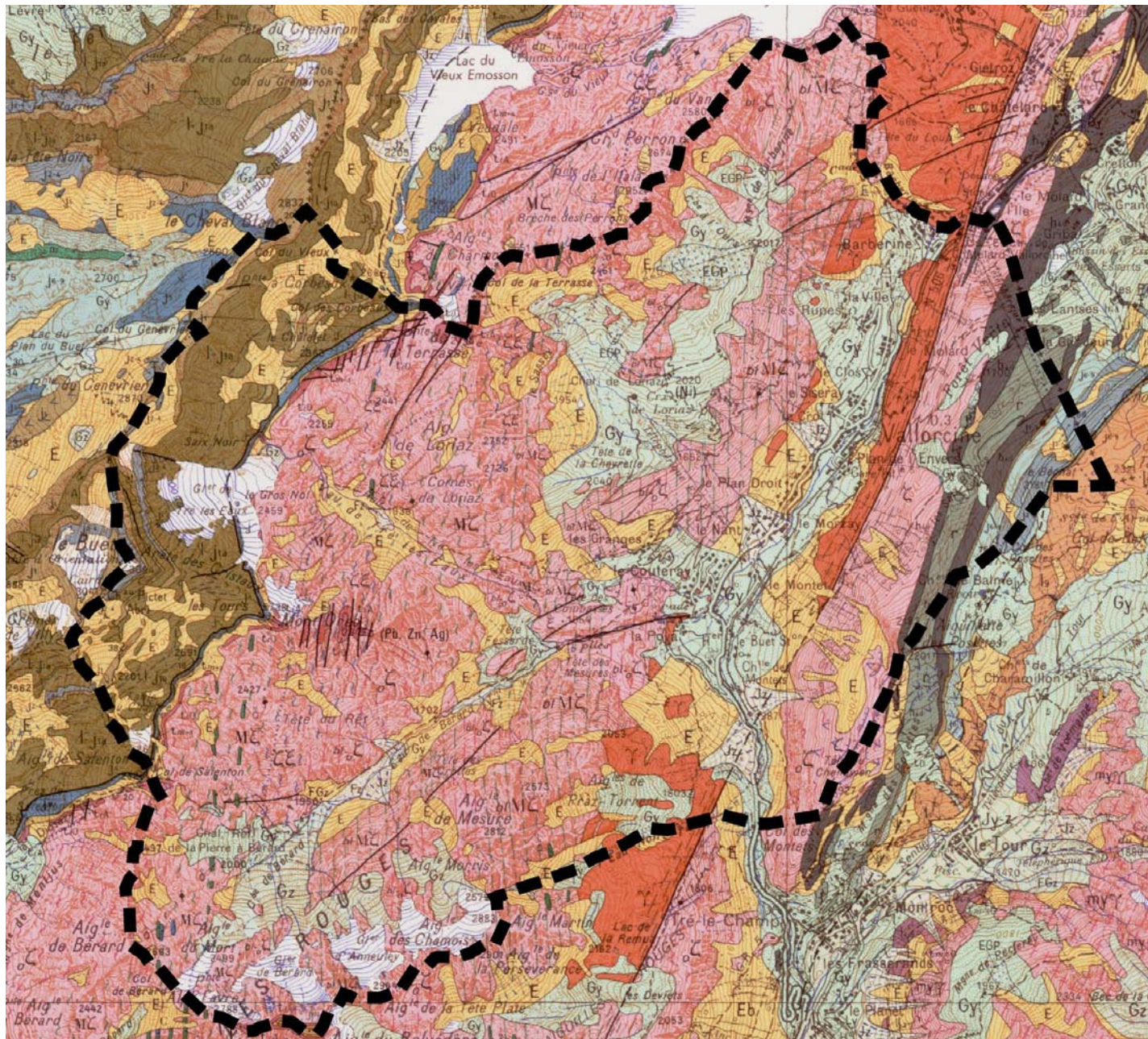
L'habitat permanent est concentré en vallée, surtout sur l'adret en rive gauche, depuis 1370m environ (le Couteray, la Poya) jusqu'à 1130m au poste frontière sous Barberine. Au-dessus, on ne trouve plus que quelques habitats temporaires (les Granges vers 1560m, alpage de Loriaz à 2020m).

En 2013, la commune comptait 403 habitants permanents (contre 767 en 1848 et 271 en 1962), pour 476 logements, dont 56% de résidences secondaires - ce qui illustre bien l'aspect touristique de la commune.

2.2. GÉOLOGIE

Ce paragraphe a été principalement rédigé d'après la carte géologique au 1/50.000 du BRGM, feuille Chamonix [BRGM, 1987], et aussi les sites www.geol-alp.fr de Maurice GIDON et www.geologie-montblanc.fr de Matthieu PETETIN.

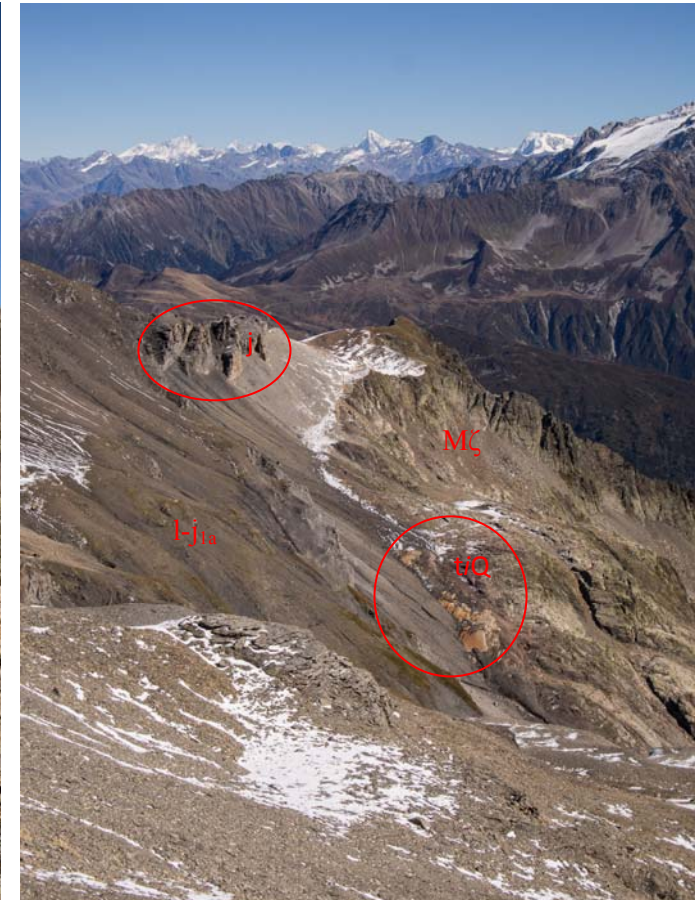
La géologie de la commune la rattache essentiellement aux Aiguilles Rouges, faisant partie des massifs cristallins externes, où la formation des Alpes a soulevé (et soulève encore pour 1 à 2mm/an, Nocquet et al. 2016) des matériaux du socle datant d'avant la formation des Alpes (gneiss et granites au sens large).



Géologie de la commune au 1/75 000

La commune touche à l'est, au niveau de Balme, le massif cristallin externe du Mont-Blanc géologiquement assez similaire à celui des Aiguilles Rouges, avec entre les deux des matériaux sédimentaires de couverture, visibles au-dessus des Saix Blancs et sous Balme.

A son extrémité ouest, le Buet et le Cheval Blanc font eux partie d'un lambeau de matériaux sédimentaires bien plus tendres, transportés par la surrection des Alpes, regroupés dans la Nappe de Morcles et probablement originaires des environs du massif du Mont Blanc.



Le contact entre les terrains cristallins des Aiguilles Rouges (migmatites couleur fauve clair au premier plan et en bas à droite, M ζ sur la carte géologique) et les schistes de la Nappe de Morcles (éboulis gris sombre des pentes du Buet, en haut à gauche, I-j_{1a}) depuis les environs du col de Salenton. Au tout premier plan, les éboulis gris sont des calcaires jurassiques (j) affleurant à l'aiguille de Salenton au-dessus du point de vue et aux Tours au bas de l'arête des Cristaux, les quartzites du Trias (tQ) sont visibles sur la crête du deuxième plan sous le sommet du Buet, juste au-dessus des migmatites. A droite, détail de ces dernières formations vues de la Mortine.

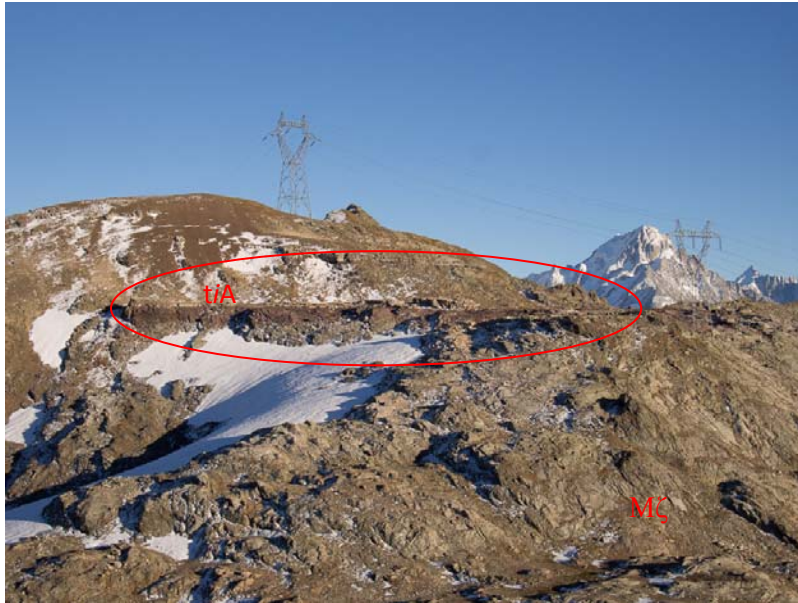
Les faciès rattachés au massif des Aiguilles Rouges sur la commune sont assez variés même s'ils peuvent sembler très proches au non-initié, on liste ici les principaux :

- Le **granite de Vallorcine (γ , rouge sur la carte géologique)** forme un pluton intrusif, formé par remontée de magma liquide au sein de roches encaissantes solides. Le granite est de couleur assez claire, bien observable aux Dalles de Barberine (côté suisse), dans le bas de la Forêt Verte (escarpements au nord du Plan de l'Envers), à la dalle du Plan de l'Envers (dite de Vallorcine) et sous l'aiguille de Praz Torrent, où la faille de la Remuaz au pied de ces granites est également visible surtout à gauche du talweg de Praz Torrent. Cette roche cristalline est issue du lent refroidissement d'un magma en profondeur, contrairement aux roches métamorphiques présentées ci-après, dont l'enfouissement a entraîné une hausse de température et de pression, pouvant conduire localement à une fusion partielle (gneiss migmatitique).
- Les **schistes cristallins (ζ , rose)** regroupent gneiss et micaschistes et ont été subdivisés en différents faciès :
 - o les **gneiss migmatitiques ($M\zeta$, rose)**, de faciès assez varié issus de la fusion partielle et présentant des rubanements clairs et sombres caractéristiques qui renforcent l'aspect folié du gneiss, ils sont observables dans le haut des falaises du Passet au-dessus de Barberine, dans les pentes au-dessus du Siseray, en montant à la tête puis à l'aiguille de Mesure,
 - o les **gneiss œillés de faciès granitoïde ($o\zeta$, rose)**, de couleur un peu plus sombre que le granite de Vallorcine, sont des gneiss issus du métamorphisme d'un granite. Souvent grenus, ils présentent une structure rubano-lenticulaire souvent bien exprimée, mais sont moins stratifiés que l'unité précédente. Ils sont souvent caractérisés par des yeux de feldspath de taille centimétrique, rectangulaire à allongés en amande. Ils sont observables dans les barres du Chenavier à l'est du Col des Montets, à la cascade de Bérard...
 - o des **blastomylonites ($bl-o\zeta$ et $bl-M\zeta$, rose)**, transforment les faciès précédents par une recristallisation (notamment du quartz) dans nombre des affleurements cités ci-dessus,
 - o les **micaschistes et paragneiss ($\zeta\xi$, rose)**, stratifiés mais sans migmatisation soulignant cette foliation, sont observables à l'emplacement de l'ancien refuge de Bérard par exemple.
 - o Des **amphiboloschistes (δ , vert)** forment des inclusions lenticulaires d'épaisseur décimétrique, souvent repérables sur le terrain à leur couleur plus foncée et tirant sur le rose ou le mauve (forte teneur en grenat), comme sur le sentier entre la Pierre à Bérard et le col de Salenton vers 2200m.

Les granites de Vallorcine ont été datés à 307Ma¹ (Pététin) ; la datation des schistes cristallins est plus discutée, on cite le plus couramment le Dinantien (330-360Ma) pour leur origine, qui peut dépendre des faciès.

¹ Ma : abréviation de Millions d'années avant notre ère.

Du point de vue des risques naturels, ces roches compétentes peuvent essentiellement produire des éboulements rocheux ; les conditions d’affleurement et la fracturation locale sont bien plus déterminantes que les différences pétrologiques. L’altération de ces roches est lente et fournit peu de matériaux à l’érosion par les torrents, et elle produit des arènes et sables peu argileux et relativement stables du point de vue des glissements de terrain.



Quartzites et argilites du Trias (t/Q, t/A) : argilites rouges sur les gneiss au col du Sassey (gauche), ripple-marks au col du Corbeau (droite)

Ces formations sont recouvertes à l’ouest de la commune par des sédiments du Trias :

- Des **quartzites gréseuses (t/Q, rouge brique)** et des **argilites et grès quartzitiques (t/A, rose sombre**, schistes argileux à la foliation trop fine pour être visibles à l’œil nu) du Trias inférieur (230Ma environ) forment des roches sensiblement plus tendres que les schistes cristallins, on peut les voir au sommet du Mont Oreb ou au col du Sassey vers la Pointe de la Terrasse où ils forment un replat très marqué, ou à l’aiguille du Belvédère où la différence de compétence des roches est également visible dans le relief, et d’une façon générale au bord ouest du massif cristallin avant les terrains de la Nappe de Morcles (col du Corbeau, à l’est du col des Corbeaux vers le Lac Vert). Ces sédiments se sont déposés dans un contexte de plage sableuse ou argileuse, et on peut y voir des ripple-marks (rides de courant observables sur les plages de sable fin) et même, surtout côté suisse vers le Vieux Émosson, des traces de dinosaures (au sens large).

- Des **cargneules et dolomies (tm-s, brun clair)** puis des **calcaires en plaquettes (jm-s, brun-jaune clair)** également dolomités, peu représentés sur la commune sauf à l'aiguille du Belvédère, et en mince bande entre les schistes cristallins et la Nappe de Morcles (par ex. pointe à l'est du Col des Corbeaux).

L'éloignement des enjeux de ces affleurements leur donne peu d'influence sur les risques naturels de la commune.



Schistes de la Nappe de Morcles (I-j_{1a}) : plissements de la face N du Buet mis en valeur par la neige (à gauche), pentes d'ébouillis avec nombreuses traces torrentielles sous le Cheval Blanc (à droite)

Toujours côté ouest, on observe ensuite une série de terrains sédimentaires charriés, fortement plissés en plis couchés superposant plusieurs fois les mêmes unités géologiques, et rattachés à la Nappe de Morcles :

- Des **schistes (I-j_{1a}, brun foncé)** du Lias et du Bajocien inférieur (180-200Ma) regroupant schistes argileux (dont schistes noirs de l'Aalénien, sensibles), marnes et quelques niveaux de calcaires siliceux,
- Des **calcaires à silex (j₁, brun)** peu différents des niveaux calcaires cités ci-dessus, mais avec des veines cristallisées claires (cf photo ci-contre au col du Genévrier)
- Des **marnes schisteuses noires (j₂₋₄, bleu pétrole)** intercalant des schistes argileux et des calcaires marneux en bancs décimétriques.



Du fait des forts plissements et des faciès proches, ces terrains présentent un ensemble assez homogène qui occupe les pentes terminales du Buet et du Cheval Blanc sur plusieurs centaines de mètres, marquant bien dans la morphologie leur caractère bien plus tendre et érodable. A ces altitudes, les phénomènes d'érosion sont prépondérants sur ceux de glissements de terrain, et ils peuvent donc charger considérablement l'Eau de Bérard et surtout le ruisseau de Tré les Eaux. Des éboulements rocheux sont également possibles, comme ce fut le cas en août 1987 à l'arête des Cristaux au-dessus du glacier de Tré les Eaux.



Terrains sédimentaires de la bordure orientale des Aiguilles Rouges et de la Zone de Chamonix, vus depuis Loriaz : Tête de Balme (à gauche, schistes Aaléniens, I₉), col de Balme (au centre gauche, schistes et grès du Houiller h_{4-d} et r sous les schistes, marnes et calcaires jurassiques laissant voir des crêtes calcaires caractéristiques, j₁₋₅ et j₆₋₉), et Aiguillette des Posettes (au centre droit, crête de gauche en schistes houillers, crête de droite vers le col des Montets et versant en gneiss et schistes cristallins ζ).

En arrière-plan, le massif du Mont-Blanc.

Côté est de la commune, à partir de l'aiguillette des Posettes et plus au nord au-dessus des Saix Blancs, les schistes cristallins des Aiguilles Rouges sont surmontés de façon concordante par des sédiments gréseux et schisteux de type Houiller, plissés et fortement penchés vers l'est, marquant une pente moins raide vers Balme :

- Les **schistes et grès du Westphalien (h_{4-d}, gris sombre, 290-310Ma)** ont des faciès de dépôts torrentiels en lentilles mêlant poudingues à petits galets et grès et schistes plus ou moins fins, avec une schistosité en général oblique par rapport à la stratification des dépôts,
- Les **schistes et grès du Permien (r, gris, 250-290Ma)** sont peu différents des précédents, hormis une teinte plus violette ou parfois verte.

Ces formations sont ensuite recouvertes de façon discordante, avec une lacune du Trias, par des calcaires et schistes jurassiques rattachés à la Zone de Chamonix, zone intermédiaire qui mêle la bordure occidentale du massif du Mont-Blanc et la bordure orientale des Aiguilles Rouges. L'ordre d'affleurement de ces calcaires et schistes est inversé par rapport à leur âge du fait de pendages très redressés. Les niveaux plus calcaires plus compétents apparaissent de façon très visible dans la topographie :

- Les **schistes argileux (I₉, bistre clair)** de l'Aalénien (180-190Ma) forment le replat sommital de la tête de Balme ; ils sont bien plus tendres que les terrains environnants,
- Les **calcaires gréseux (j₁₋₅, bistre)** spathiques (cristallisés) du Dogger (160-180Ma) avec quelques intercalations schisteuses sont présents sur une mince bande à mi-pente,
- Les **marnes et calcaires schisteux (j₃₋₅, bleu moyen)** du Dogger (160-170Ma) avec de petits granules ferrugineux (oolithes) s'intercalent dans les plissements des calcaires tithoniques,
- Les **calcaires massifs (j₆₋₉, bleu clair)** du Kimméridgien-Tithonique (130-150Ma) qui sont les plus visibles dans le paysage, produisant les crêtes caractéristiques affleurant en travers de la pente autour du col des Posettes.

Ces deux ensembles de formations houiller et jurassique alternent des bancs plus durs et des niveaux plus tendres et plus marneux ; leur teneur argileuse (pour les calcaires, leurs produits d'altération sont argileux) peut rendre les terrains plus sensibles aux glissements de terrain ; notamment, les schistes argileux de l'Aalénien y sont très sensibles (cf. mouvements importants côté du Tour), mais cela est moins évident sur la commune du fait des faibles pentes au sommet de Balme. Les niveaux les plus durs pourraient produire des éboulements rocheux, mais la pente modérée tempère ces phénomènes.



Moraines glaciaires (G_y) formant deux crêtes caractéristique (vallums) en aval d'une jupe d'éboulis (E) à l'alpage de Loriaz

Bien sûr, on observe parfois sur ces substrats des recouvrements d'âge récent, localement épais (âge quaternaire récent, datation exacte difficile et/ou controversée, probablement moins de 100 000 ans) :

- **moraines glaciaires (Gy gris-vert clair et Gz gris clair)** resp. plus ou moins anciennes, bien marquées à Loriaz,
- **glaciers rocheux (EGP, gris-vert clair à points bleus)**, notamment dans le bassin supérieur du rand (brèche des Perrons, Grand Perron...),
- **cônes de déjections (Jz, blanc à lignes bleues)**,
- **éboulis (E, jaune clair)**...

Ces recouvrements sont souvent argileux et parfois décomprimés, ce qui leur confère une certaine sensibilité aux glissements de terrains, notamment pour les moraines ; des fluages de forte amplitude peuvent également être observés sur les glaciers rocheux s'ils sont encore actifs.

Les cônes de déjection et éboulis, mobilisant généralement des produits d'érosion et d'altération des schistes cristallins et granites, sont des matériaux plus sableux et bien moins sensibles.

Structuralement, la vallée de l'Eau Noire s'est creusée le long d'un accident tectonique majeur, la faille de la Remuaz de direction NNE (N030°), qui met en contact à l'ouest le granite de Vallorcine et à l'est les gneiss et schistes cristallins. La faille est située légèrement en rive gauche de l'Eau Noire sous Praz Torrent (bien visible au bas des dalles, photo ci-après), puis elle court en rive droite de la vallée, au-dessus de la dalle du plan de l'Envers et vers 1350-1400m dans la Forêt Verte, et c'est elle qui délimite à l'est les masses rocheuses à l'est des dalles de Barberine, côté suisse.

Cette faille est active, et suspectée d'avoir été le siège du séisme de 1905 ; elle est marquée par des mylonites (roches broyées par les mouvements de la faille), qui correspondraient notamment à une zone ayant posé de forts problèmes d'infiltrations d'eau lors du creusement du tunnel des Montets en 1906-1907, non loin de la tête de tunnel côté Vallorcine (Alasset 2005).

D'autres failles peuvent être actives, comme l'a montré le séisme de 2005 qui a mobilisé des failles secondaires de direction proche à la faille de la Remuaz (N060° sous l'aiguille de Loriaz et le Gros Nol, 3km au nord-ouest de la faille de la Remuaz d'après Frechet et al., 2010).

De tels accidents tectoniques peuvent influencer considérablement la fracturation locale, et donc l'activité des éboulements rocheux ; ils ne sont cependant pas cartographiés de façon exhaustive par la carte géologique, et leur inventaire irait très largement au-delà du présent PPR.



Tête de Praz Torrent vue du col des Montets : la faille de la Remuaz parcourt l'image en diagonale, séparant les dalles de granit (γ) au-dessus et les gneiss (ζ) plus végétalisés en dessous.

3. DESCRIPTION DES PHÉNOMÈNES

Les phénomènes naturels sont des manifestations observables des agents naturels, dommageables ou pas. On en trouvera des définitions précises au chapitre ci-dessous. Leur étude constitue la première étape du zonage des risques, en fournissant un « état des lieux », un inventaire factuel de leur activité passée.

3.1. DÉFINITIONS DES PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS

3.1.1. Crues torrentielles

Ce phénomène concerne toutes les conséquences des crues torrentielles : les submersions, érosions et dépôts dus aux écoulements d'eau chargée en matériaux solides (boue, graviers, pierres, y compris laves torrentielles), mais aussi les phénomènes annexes tels que sapement des berges.

Les phénomènes de ruissellement hors de lits torrentiels marqués y ont également été rattachés.

3.1.2. Eboulement rocheux

Ce phénomène concerne les phénomènes de mouvements gravitaires rapides de roches cohérentes, avec propagation d'éléments en surface.

Les phénomènes observables vont de la chute de pierre de petit volume, à l'écroulement en masse de pans de falaises entiers, en passant par la chute de blocs de volume variable. Les vitesses de propagation peuvent tous les rendre dommageables.

3.1.3. Glissements de terrain

Ce phénomène concerne les phénomènes de mouvements gravitaires dans les sols meubles, sauf ceux liés à la rupture d'une cavité souterraine (auquel cas on parle d'affaissement ou d'effondrement).

Le phénomène classique montre généralement une surface de rupture bien marquée, formant des crevasses caractéristiques en surface.

On peut aussi observer des déformations progressives du terrain, sans surface de rupture individualisée, surtout pour les cas de petits déplacements (<<1m, en ordre de grandeur).

3.1.4. Avalanches

Ce phénomène concerne les phénomènes de mouvements gravitaires rapides du manteau neigeux.

Les écoulements peuvent être fluides ou gazeux.

Dans le premier cas, on parle de coulées, très fluides si la neige est froide, plus visqueuses si la neige est mouillée. La vitesse des écoulements peut atteindre la centaine de km/h.

Les écoulements gazeux sont appelés aérosols, ils sont faits d'air alourdi par de la neige en suspension, et sont créés par une coulée atteignant une vitesse importante, principalement en neige froide. Ils peuvent eux-mêmes atteindre plusieurs centaines de km/h.

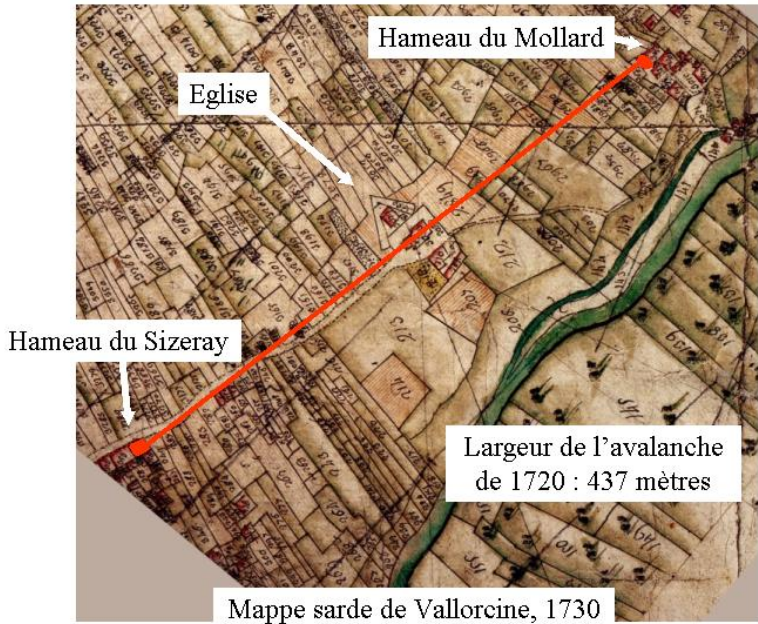
Ces écoulements exercent des efforts sur les obstacles qu'ils rencontrent, efforts qui peuvent aller d'un vent fort (aérosol en fin de course) à des poussées extrêmement destructrices (coulée à pleine vitesse). Ces efforts sont considérablement augmentés lorsque des rochers ou billes de bois sont entraînés par l'avalanche ; un aérosol peut ainsi avoir des effets redoutables s'il peut arracher et transporter des arbres.

3.2. TABLEAU DES PHÉNOMÈNES HISTORIQUES

Un certain nombre d'évènements liés aux risques naturels ont pu être recensés, d'après le PER existant, l'étude des archives du Service RTM (nombreux rapports d'évènement au XX^e siècle) et de l'Irstea (fichiers de la CLPA et de l'EPA).

Les ouvrages de Nathalie Devillaz, Françoise et Charles Gardelle, Sylvette Bardi-Levi, et Germaine Levi-Pinard, le livre de raison de Vincent Burnet (transcrit par Dominique Ancey que nous remercions), ainsi que les archives communales et paroissiales (notamment deux bulletins paroissiaux de 1978 détaillant la plupart des grandes avalanches sur l'église) ont également fourni nombre de précieux renseignements sur des évènements anciens.

Date	Description de l'évènement	Source
21 mars 1594	Une avalanche (probablement le Creux de la Ravine) touche l'église (à son emplacement actuel) et une maison à proximité : « <i>vint une grosse allavanche , laquelle mit la nef de l'église par terre et la maison de Pierre Mollard, où demeuraient trois personnes desquelles deux furent trouvés vifs et la femme du dit Mollard, morte.</i> » L'avalanche était « <i>à l hauteur d'un homme sur le clocher</i> » mais n'a pas touché la cure (protégée par l'église à l'amont). L'église était déjà protégée vers cette époque par une tour en bois.	Commune, bulletin paroissial, Levi-Pinard p176

Date	Description de l'évènement	Source
5 mars 1674	<p>Une avalanche (probablement le Creux de la Ravine) détruit au moins quatre maisons du village au sud de l'église actuelle (hameau du Cheseray autour de l'actuel bassin dit des Hôtes ou des Houtes, au nord du Sizeray), faisant cinq morts et en ensevelissant 11 autres, sans toucher le cimetière ni la cure.</p> <p>Seule l'église fut rebâtie en place ; le village du Sizeray aurait été fondé à cette occasion, en remplacement de l'ancien village.</p>	Gardelle, CLPA, Levi-Pinard p176, archives communales
17 janvier 1719	<p>« <i>l'avoèura du Lavanchi a démoli (déroché) le regat et le grenier de Pierre Joseph Berguerand du Sizeray</i> » [Lavancher du Cropt ou Golèze ?]</p>	Vincent Burnet
20 février 1720	<p>Deux avalanches descendant de la Golèze et des Rupes (probablement CLPA 23 et 24) se rejoignent et touchent la tourne existante, détruisant la chapelle installée immédiatement derrière en amont de l'église et la croix du cimetière, où la neige accumulée dépasse la moitié du clocher. La branche au sud de l'église va à la rivière évitant de peu la maison de Germaine Semblanet, celle au nord s'étale vers le Mollard sans passer le grand chemin, l'aérosol brisant une fenêtre de la maison de Jean Ancy.</p> <div data-bbox="920 636 1675 1262" data-label="Image">  </div> <p>Mappe sarde de Vallorcine, 1730</p> <p>« <i>Une extraordinaire lavanche [...] qui a tout traîné les toits des Rupes bas vers le chemin excepté un seul toit</i> » (Vincent Burnet)</p> <p>Une tourne en pierre est reconstruite plus haute et refondée, elle sera achevée en 1721 après 4400 journées de travail. L'église sera rebâtie au même emplacement, mais plus grande, en 1756.</p>	Levi-Pinard pp61-62 et 177, archives communales, Vincent Burnet

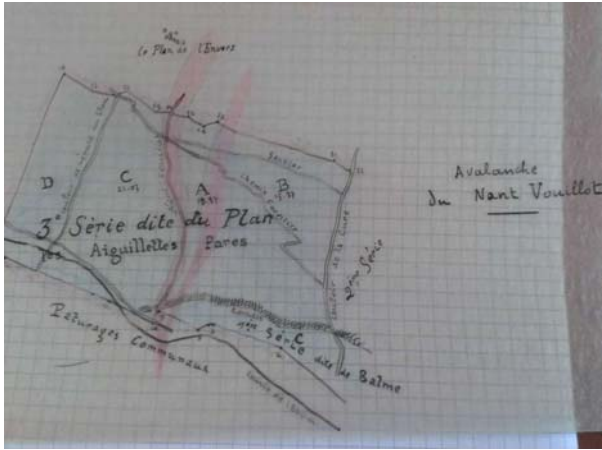
Date	Description de l'évènement	Source
16 février 1726	« <i>La lavanche du Biollay et la lanche routa [...] sont tombées sur la maison de M. Perret [...] Dieu merci, il n'est endommagé personne. Cette maison était au delà du village du Crot, environ un jet de pierre</i> » [Avalanche du Courbe, et/ou Lavancher du Crot ?]	Vincent Burnet
14 septembre 1740	« <i>un gros débordement de rivière a inondé par les Lières</i> » [sous le Nant Betterand, par l'Eau Noire ?]	Vincent Burnet
29 janvier 1757	<p>Une maison (Joseph Claret) est détruite au Chantey ou Santuet (trois enfants tués) ainsi que plusieurs granges et maison (Pierre-Joseph Claret) aux Regats ou Regards, où elle laisse 18 pieds (6m) de neige, par une avalanche qui serait descendue du versant opposé depuis les Posettes.</p> <p>« <i>la lavanche de la Veulliettaz [des Aiguillettes ?] est tombée : elle tenait depuis le Nand jusqu'aux Gartroux [Gatroz] et jusqu'au Josrat des regats. Elle a déroché la maison du Sentuet [Chanté ?], raccas et grenier. Il y est resté trois enfants morts.</i> »</p>	Gardelle, Levi-Pinard pp177-178, commune, Vincent Burnet
Fin mai 1764 (Pentecôte)	« <i>gros débordement de rivière</i> » [l'Eau Noire ?]	Vincent Burnet
22 avril 1770	« <i>il est venu une lavanche au Plan du Plane, qui est venue jusque vers la forge et d'une hauteur extraordinaire. On ne pouvait pas voir le racars de la Crusille, devant la maison à Joseph Nicolas Berguerand</i> » [Avalanche des Aiguillettes Parées, CLPA 18-19-20]	Vincent Burnet
25 octobre 1778	« <i>il est venu un gros débordement de rivière, le Nant de Loreal a débordé, il a inondé le raccard des hoirs [héritiers] de Michel Joseph Burnet, de la Moranche, et du Four du Nant</i> » [Nant de Loriaz, débordements au Nant]	Vincent Burnet
23 février 1802	« <i>Une avalanche [CLPA 24-25] tient toute la plaine de Vallorcine depuis le pied de l'autre montagne qui l'a arrêtée jusqu'au village du Sizeray et à celui de la Villaz et du Mollard [...] elle a détruit totalement des granges.</i> » L'église et la maison communale sont endommagées. L'avalanche est allée à la rivière et a été efficacement déviée par la tourne de l'église, celle de 1674 ne serait pas allée aussi bas et ne s'était pas autant approchée de l'église.	Gardelle, archives communales, Vincent Burnet
1806	L'avalanche du Courbe (CLPA 21) « <i>frôle</i> » le Bettex du côté du Crot.	Gardelle


Date	Description de l'évènement	Source
11 janvier 1806	L'avalanche du Creux de la Ravine coupe la route entre le Mollard et l'église, et s'approchent des bâtiments sans causer de dégâts. Deux hommes à pied périssent ensevelis.	Archives communales
Avant 1845	L'avalanche du Chenaillet ou du Saute-Blanc aux Granges détruit au moins trois chalets aux Granges Sud (Chalets N° 5-6-7 de la monographie, parcelles 1873 et 1874), dont les bois sont réutilisés pour d'autres chalets sur place. Il est difficile de déterminer si l'avalanche n'a pas touché d'autres chalets qui auraient été reconstruits, ou ne s'est pas étalée plus à l'ouest, comme le ferait penser le relief en amont ; les chalets 1 à 4 de la monographie (juste à l'ouest des précédents) datent a priori d'après 1845, et les chalets des Granges n'ont a priori jamais été habités toute l'année.	Bardi-Levi, mappe sarde, terrain
13-15 janvier 1843	<p>Une succession de tempêtes de neige du 7 au 15 janvier provoque de nombreuses avalanches.</p> <p>L'avalanche du Rand (CLPA 26) emporte deux personnes entre le Mollard et Barberine le 13 ou le 15 suivant les sources.</p> <p>L'avalanche du Lavancher (CLPA 22 ou peut-être 23) descend également le 13 entre le Sizeray et le Crot, entre dans plusieurs granges au coin SW du Sizeray (Jean-Louis Ancey, Michelin, Jean Chamel) et détruit partiellement une maison (Germain Devillaz).</p> <p>Le 15, les avalanches du Lavanche et de la Golèze Nord ou du Creux de la Ravine (CLPA 24-25) « balaye[nt] tout l'espace entre le Mollard et le Sizeray », détruisent plusieurs maisons dont celle des Semblanet au sommet du Sizeray (1^{ere} rangée de maisons en amont fortement endommagées ou détruites, maisons endommagées à l'aval notamment par les débris venus de l'amont et maison J.F. Ancey au sud de cette rangée détruite), ainsi que le clocher de l'église et endommage le presbytère ; il n'y a pas de victime mais des pertes de bétail, un enfant ressort indemne après avoir passé 14h dans les ruines de la maison Ancey. Le clocher de l'église est abattu jusqu'à la porte, plus de la moitié du toit de l'église est emporté et les murs sont fissurés, la cheminée de la cure est également emportée, et l'avalanche amène un vieux tilleul jusque dans la rivière. La tourne est renforcée en 1843 (prolongement du mur sud), puis en 1861 suite à une avalanche sans dégâts.</p> <p>L'avalanche du Courbe (CLPA 21) descend le 15 à la rivière à côté du Bettet sans faire de dégâts.</p> <p>Celle du Montet (CLPA 12-14 ou 15-16) détruit des granges.</p>	Gardelle, bulletin paroissial, RTM2018


Date	Description de l'évènement	Source
1849	<p>L'avalanche de la Tête de la Bille, ou de la Combe ou du Couteray (14 CLPA, 15 EPA) <i>« s'était montrée d'une force inouïe : dévalant jusqu'au hameau du Couteray, elle avait emporté le bassin de la même maison, jusque de l'autre côté de la « Grande Eau » (la « Grousse Ive ») c'est-à-dire l'Eau de Bérard. »</i></p>	Bardi-Levi
17 septembre 1852	<p>Une crue de l'Eau Noire et des ruisseaux (le Nant, le Siseray) endommage des terrains et deux bâtiments au Nant (rive droite du Nant en amont de la route et en rive droite au confluent), des prés en amont du Siseray (les Ruppes, les Jorettes), au Plan de l'Envers (érosions au Plan Droit, aux Glières [Lierres] et au Bettex en rive gauche, débordement continu entre Plan du Plane et Plan de l'Envers en rive droite), le bief et le moulin Semblanet sous le Mollard et la scierie Jean-Baptiste Ancey à Barberine.</p> <p><i>Paul Mougin mentionne également des crues de l'Arve et du Giffre le 17 suite à des pluies en altitudes avec fonte des neiges, mais son ouvrage ne couvre pas l'Eau Noire.</i></p>	Archives communales, Mougins
Janvier 1875	<p>Une avalanche (Creux de la Ravine ?) aurait détruit 10 maisons au Mollard ?</p>	Commune
25 août 1881	<p>Une crue de l'Eau Noire emporte la route au niveau du pont Mariaz, et avec elle une voiture à chevaux de touristes ; ses trois occupants sont tués, seul le cocher (qui conduisait ses chevaux à la main) en réchappant.</p>	Gardelle, L'Indicateur de la Savoie du 27/08/1881 pp3-4

Date	Description de l'évènement	Source
29 avril 1905 (2h du matin)	<p>Tremblement de terre à Chamonix, dont l'hypocentre aurait été situé sous les Aiguilles Rouges, entre Vallorcine et Argentière (faille de la Remuaz, passant au lac du même nom et derrière le Plan de l'Envers), ou selon des études plus anciennes sous Émosson. Sa magnitude a été estimée entre 5,5 et 6, son intensité à VII-VIII MSK.</p> <p>À Vallorcine, plusieurs cheminées furent renversées, des murs et la voûte de l'église fissurée.</p> <p>Une réplique importante eut lieu le 13 août, située probablement sous le glacier du Tour, causant des chutes de blocs au Buet, au col de Balme, au Col du Tour, aux Ecandies...</p> <p><i>Photo ci-contre : une maison partiellement effondrée à la Joux, près d'Argentières, coll. Jules et Michel Payot, in Cara et al. 2017</i></p>	<p>SisFrance.net</p> <p>Sismalp</p> <p>Gardelle</p> <p>Cara et al. 2017</p>



Date	Description de l'évènement	Source
26-27 mars 1914	<p>L'avalanche du Nant Vouilloz (11 CLPA, 14 EPA) partie du Béchat (« vers 2200m à l'ouest du Col de Balme ») coupant le chemin de fer à 1220m « un peu en aval de la gare » après s'être divisée en deux branches. Le plan (cf. ci-contre, nord vers la droite) laisse penser que c'est la branche sud, la plus proche de la gare, qui coupe la voie ferrée.</p> <p>La CLPA indique que cette avalanche se rejoignait avec celles de la rive gauche dans des temps anciens.</p>  <p>L'avalanche du Couteray ou de la Combe (14 CLPA, 15 EPA) partie de sous la tête de la Chevrette (2100m) démolit une vieille maison et/ou un raccard (grange Joseph Bozon, la Combe) au Couteray, peut-être aussi un poulailler un peu au-dessus (Albert Burnet ?) et trois chalets aux Granges (chalets N°21 à 23 dans la monographie, soit parcelles actuelles 1037, 1041 et 1042 ; seul le chalet 23 est reconstruit) et s'arrête au torrent. L'avalanche passe « tout contre » le chalet N°16, celui le plus au Nord-Est des Granges Sud, et épargne le chalet N°20, celui le plus au sud-ouest des Granges Nord, protégé par un petit éperon. Un antécédent datant de 1840 est évoqué (cf. 1849).</p>	Archive Eaux & Forêts, CLPA, RTM EBR 2015, Bardi-Levi
Années 1920	Le moulin Semblanet, en rive droite de l'Eau Noire au niveau du Siseray, est détruit par une chute de bloc depuis la Forêt Verte .	Commune
31 janvier 1942	L'avalanche du Creux de la Ravine (CLPA 24-25, EPA 8) descend jusqu'à l'Eau Noire emportant deux cheminées à la cure, 2 chalets d'alpage vers la fontaine des Rupes sont endommagés.	RTM2018
13 janvier 1943	L'avalanche des Posettes ou des Djiets (CLPA N°15) remonte vers le Nant et couche une personne à hauteur de la route.	CLPA
24 janvier 1945	L'avalanche du Creux de la Ravine (CLPA 24-25, EPA 8) forme un aérosol et ensevelit une personne entre l'église et la Villaz, sauvée après 3 heures de recherches.	EPA, Archives RTM et communales

Date	Description de l'évènement	Source
Début février 1945	<p>L'avalanche des Aiguilles Parées et/ou de la Tête du Sez (CLPA 18-20, EPA 4 et 7) recouvre la voie ferrée et l'Eau noire et atteint le talus sous la RN.</p> <p>Le 12/2, l'avalanche du Creux de la Ravine (CLPA 24-25, EPA 8) coupe les routes de part et d'autre de l'église.</p>	CLPA, RTM2018
1950 (ou février 1951 ?)	<p>L'avalanche de la Tête de la Bille, ou de la Combe ou du Couteray (14 CLPA, 15 EPA) « <i>est descendue, en décrivant un arc de cercle, jusqu'au Métan</i> » soit vers 1450m.</p>	Bardi-Levi
22 février 1951	<p>Fortes chutes de neiges prolongées par vent d'ouest. Les avalanches du Lavanche au Creux de la Ravine (CLPA 22 à 25, EPA 8 et 11) s'étendent sur 1200m de large :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'avalanche du Lavancher s'appuie sur les maisons du Crot (la première maison [<i>actuelle Brasilès</i> selon CLPA 2004] a eu le mur endommagé, une étable est emportée), - Elle endommage plusieurs maisons au Sizeray (photo ci-contre : Bayetto : toiture arrachée et mur amont écrasé, Chamel, Dunand : portes enfoncées, E. Ancey et Canat également touchées, limite contre la maison Deschamps à l'aval), - Celle du Creux de la Ravine dépasse l'étrave et rentre dans la sacristie, arrache le toit de l'église, emporte les deux cheminées de la cure, rase une moitié du cimetière, des croix du cimetière sont emmenées à la voie ferrée, - passe au Mollard (Benzoni, J. Ancey (?), Joseph Claret : toitures endommagées), un cerisier plus que centenaire est arraché, la pierre du foulon devant le village est recouverte par plusieurs mètres de neige, sans dégâts majeurs aux façades, - emporte 500m de ligne électrique et coupe route et voie ferrée au niveau du Mollard. <p>L'avalanche est comparée à celle de 1843, elle pourrait avoir été moins intense qu'alors.</p> <p>Un mur d'arrêt est construit en amont du Sizeray vers 1954-55, et la tourne de l'église est rehaussée entre 1953 et 1955.</p>	 <p>EPA, CLPA, Archive RTM (coupure de presse), témoignages, RTM2018</p>

Date	Description de l'évènement	Source	
Hiver 1951-52	« Une coulée tenant toute la largeur correspondant aux chalets 4 à 17 s'est arrêtée sur le replat de la forêt, juste au-dessus des Granges » soit à l'ouest de l'avalanche CLPA14, avec un arrêt vers 1600m.	Bardi-Levi	
20 décembre 1952	L'avalanche de la Mortinette (13 EPA, sous le col ou l'aiguille de Salenton) rase le chalet-hôtel de la Pierre à Bérard (construit en 1909 à 1950m sur l'épaule rocheuse 300m au NE de son emplacement actuel, il sera reconstruit en 1953 à l'emplacement originel à l'abri d'un gros bloc), et s'arrête à 1890m.	EPA, Archive RTM	
4 février 1961	Le couloir N°5 EPA dit des Combes (indiqué suivant les cartes à l'emplacement du Courbe, ou du Nant de Loriaz) aurait coupé la route ; confusion très probable avec l'avalanche du Courbe, branche sud (les Lyrres ou Lierres).	EPA, commune	
22 septembre 1968	Fortes pluies (134mm d'eau à Vallorcine en 24h) poussant à ouvrir les vannes du barrage du Vieil Emosson, crue du torrent de Barberine avec inondations importantes en aval (route inondée au Châtelard, VS).	Archive RTM, Météo-France	
4 février 1978	L'avalanche du Lavancher du Cropt (CLPA 22, 23 ?) descend jusque vers le chemin du Cropt au Siseray (1270m), le souffle arrache un volet au Cropt.	RTM2018	
9 février 1978	Les avalanches des Frettes (CLPA 4) et de la Ravire (CLPA 7) se rejoignent au niveau du tunnel ferroviaire (départ très large entre le col des Montets et celui des Posettes).		PER, commune, photo RTM du 09/02/1978 in PER

Date	Description de l'évènement	Source
23 janvier 1980	<p>L'avalanche des Praz de Ly (CLPA 13) part vers 2150m et « <i>recouvre quelques écuries des Montets</i> », obstrue la voie ferrée et arrache un pylône électrique métallique. L'accès à Vallorcine est coupé pendant plusieurs jours.</p> <p>Celle des Aiguillettes (CLPA 15-16) recouvre le rocher d'escalade à la même époque.</p>	<p>Archive RTM</p> <p>Commune</p>
20 janvier 1981	<p>L'avalanche du Rand (CLPA 26) remonte vers 1280m en rive droite de l'Eau Noire après être passée « <i>à quelques mètres d'un chalet de la Villaz</i> » et avoir coupé l'Eau Noire (plusieurs m de dépôts), la RN506 et la voie ferrée sur 250m (rails enroulés autour des arbres), puis redescend à l'Eau Noire un peu en aval. Une telle extension était « <i>d'une ampleur inconnue dans le souvenir des habitants</i> ». D'après Gardelle, cette avalanche aurait déraciné un mélèze de 450 ans au moins dans la Forêt de la Villaz (1400-1600m ?).</p> <p>Un catex est installé en 1983 dans ce versant (remplacé par un gazex après 2004).</p>	<p>Archive RTM, Gardelle, <i>photo RTM du 21/1/1981 in PER</i></p>
Printemps 1987	<p><i>Lâcher d'eau au niveau de la galerie EDF du Nant de Loriaz, générant des embâcles de neige et en aval quelques débordements au Morzay (phénomène anthropique).</i></p>	<p>PER</p>
14 juillet 1987	<p>Crue du Nant Vouilloz, qui déborde sur la gare.</p>	<p>RTM2019</p>
10 août 1987	<p>Ecrroulement sur le glacier de Tré les Eaux, depuis l'arête des Cristaux (2800m), recouvrant le glacier jusque vers 2300m et descendant également à l'est du Gros Nol.</p>	<p>Rapport PGHM</p>
12-15 février 1990	<p>Fortes chutes de neige et pluies sur sol gelé.</p> <p>L'avalanche des Posettes Nord (CLPA 16) coupe la voie ferrée sur 100m.</p>	<p>Archive RTM</p>
4 juillet 1990	<p>Crue de l'Eau Noire et de l'Eau de Bérard, qui emporte la passerelle de Fontaine Froide juste en aval de la confluence de Tré les Eaux. Le niveau sous le pont de la Lyre [<i>sic : pont Clarel en aval du Chef-Lieu ?</i>] est 30cm sous celui de 2015 (repère de crue) ; c'est la plus forte crue récente connue avant 2015.</p>	<p>RTM2019</p>



Date	Description de l'évènement	Source
21 juillet 1992	Orage, forts engravements dans le Nant Vouilloz récemment curé, engravements sur la voie SNCF suite au bouchage du passage busé sous la route forestière.	Archive RTM, commune, RTM2019
9-10 février 1999	<p>L'avalanche des Mesures Barentin (CLPA 9) coupe la route et le chemin de fer sur 50m, s'arrête en rive droite du ruisseau.</p> <p>L'avalanche de Praz Torrent (CLPA 2) coupe la RN506 sur 200m et la voie ferrée sur 20m, détruit un abri technique à l'entrée du tunnel. La route aurait également été coupée par l'avalanche CLPA 4 de l'Aiguillette.</p> <p>L'avalanche du Rand (CLPA 26) coupe la RN506 et la voie ferrée sur 80m, et l'avalanche du Creux de la Ravine (CLPA 25) coupe la RN506 et la RD210 sur 100m (emporte les rails de sécurité) et la voie ferrée sur 50m (rails tordus) (photos ci-contre, Guy Ancey) et vient s'appuyer sur le flanc nord de la tourne de l'église, cassant une fenêtre de la cure (non évacuée). Ces deux avalanches ont été conjointement déclenchées par un tir de Catex au Rand le 10.</p>	Archive RTM, RTM2018, commune
Printemps 1999	Crue du Nant de Loriaz , qui engrave son lit, faisant disparaître le chemin qui le longe à plusieurs endroits, et déborde en rive droite en amont des Biolles, inondant quelques chalets.	RTM2019
4 avril 2003	L'avalanche des Posettes Nord (CLPA 16, restant en rive droite de l'Eau Noire) coupe la voie ferrée sur 150m.	Archive RTM
12 janvier 2004	Suite à de fortes pluies , les ruissellements issus de la N506 et de l'amont inondent des sous-sols de la mairie.	RTM2019



Date	Description de l'évènement	Source
8 septembre 2005 (13h27)	<p>Tremblement de terre à Vallorcine, dont l'hypocentre a été situé entre Loriaz et le Buet à 5 à 8km de profondeur (<i>cf. carte des répliques enregistrées ci-contre, source Sismalp</i>), de magnitude 4,6 à 4,9.</p> <p>Il a été fortement ressenti, sans faire de dégâts majeurs aux bâtiments, mais en causant un certain nombre d'éboulements rocheux ; des chutes de pierres blessent une grimpeuse à Barberine. L'eau du robinet est trouble pendant une semaine.</p>	Sismalp
3-4 mars 2006	<p>L'avalanche de l'Aiguillette (CLPA 4) endommage le parement de la digue, la déborde par la droite et coupe la route et la voie ferrée.</p>	Archive RTM
2008	<p>Apparitions d'instabilités dans les blocs sous la cascade de Bérard, déplacements millimétriques non stabilisés en 2014.</p>	Rapports RTM
25 août 2014	<p>Chute de blocs sur le chemin du refuge de la Pierre à Bérard, vers 1800m, des pierres et blocs jusque 500l coupent le chemin.</p>	Rapport RTM
24 juillet 2015	<p>Fort orage en altitude (90mm en moins d'une heure d'après les données radar suisses), le glacier de Tré les Eaux change d'émissaire (ou en aurait changé en mai 2015), bouche la prise d'eau d'Emosson à 1950m par des blocs métriques et érode juste en aval, crue de l'Eau Noire qui arrache deux ponts (à Fontaine Noire et en aval de l'usine électrique), est presque débordante dans la traversée du village et endommage deux protections de berge inondant des sous-sols vers le tabac. Le lit est significativement engravé (10 à 15cm).</p>	Rapport RTM, RTM2019



3.3. CARTE DE LOCALISATION DES PHÉNOMÈNES

Les évènements ci-dessus sont également cartographiés, quand cela était possible, à l'échelle du 1/20 000, indexés par leur date de survenance.

Deux cartes relatives aux avalanches sont également reprises en encart, toujours au 1/20 000.

D'une part, la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches ou CLPA (Irstea, 2015) recense les témoignages d'avalanches en contours pleins ; des zones en hachures pleines peuvent également représenter des zones regroupant des avalanches d'ampleurs diverses (par ex en amont de Barberine), et des zones en hachures tiretées des zones incertaines (par ex. en aval du Nant Vouilloz, en rive droite de la Combe ou vers la Ravire). Les hauts vallons de la commune (Bérard, Tré les Eaux) ne sont pas couverts.

D'autre part, un deuxième encart figure les contours tirés de la carte des Anciens (Mairie de Vallorcine, 1965), dont l'objet était de « *délimiter, sur le territoire habité de la commune, les zones dangereuses du fait des avalanches* ». Ces contours ont été établis sur le cadastre et visent à préciser les zones d'arrêt, les zones de départ et de transit ne sont pas représentées. Il n'est pas complètement clair si cette carte ne fait que recenser des avalanches passées, ou si une part d'aléa (cf. ci-après) rentre aussi dans les contours tracés. Il s'agit d'un des premiers documents formalisant la prévention du risque avalanche en France.

Dans les deux cas, ces cartographies sont informatives, et peuvent présenter quelques imprécisions dues notamment aux fonds utilisés, ou à l'imprécision des témoignages eux-mêmes.

4. DETERMINATION DES ALEAS

On caractérise l'activité des phénomènes naturels avec la notion d'*aléa*, qui se réfère à la *probabilité de survenance* d'un phénomène naturel sur une période donnée. Ici, et avec toutes les réserves qui s'imposent, on considère une période de l'ordre de grandeur du siècle (sauf exceptions ci-dessous).

La détermination des aléas est donc une démarche prospective, qui ne se fonde pas seulement sur l'étude des phénomènes historiques, mais aussi sur celle des facteurs qui peuvent influencer et déclencher les phénomènes. Un aléa peut ainsi menacer une zone sans traces de phénomènes naturels.

On associe un *degré* à l'aléa, tenant compte de l'intensité maximale probable du phénomène, et dans une moindre mesure de sa fréquence. Généralement, on se base sur l'intensité de l'*aléa de référence*, qui est le pire phénomène probable dans la période de temps considérée (centennale ie de l'ordre du siècle, sauf précision contraire).

Cette intensité est mesurée, autant que possible, par la grandeur physique des phénomènes, avec comme repère la possibilité ou non d'implanter un bâtiment virtuel (moyennant protections, le cas échéant).

4.1. DESCRIPTION DES NIVEAUX D'ALÉAS UTILISÉS

On a rencontré essentiellement quatre types d'aléa sur le périmètre de l'étude : des avalanches, des éboulements rocheux, des glissements de terrain, et des crues torrentielles.

4.1.1. Avalanches

Cet aléa concerne les phénomènes de mouvements gravitaires rapides du manteau neigeux. Les écoulements peuvent être fluides ou gazeux.

Dans le premier cas, on parle de coulées, très fluides si la neige est froide, plus visqueuses si la neige est mouillée. La vitesse des écoulements peut atteindre la centaine de km/h.

Les écoulements gazeux sont appelés aérosols, ils sont faits d'air alourdi par de la neige en suspension, et sont créés par une coulée atteignant une vitesse importante, principalement en neige froide. Ils peuvent eux-mêmes atteindre plusieurs centaines de km/h.

Ces écoulements exercent des efforts sur les obstacles qu'ils rencontrent, efforts qui peuvent aller d'un vent fort (aérosol en fin de course) à des poussées extrêmement destructrices (coulée à pleine vitesse). Ces efforts sont considérablement

augmentés lorsque des rochers ou billes de bois sont entraînés par l'avalanche ; un aérosol peut ainsi avoir des effets redoutables s'il peut arracher et transporter des arbres.



L'église et la cure, protégées par leur tourne (dont une première mention date du XVe siècle, l'ouvrage actuel datant de 1861 réhaussé en 1955), dans les couloirs des avalanches du Creux de la Ravine (à droite) et de la Golèse (au centre)

Les niveaux d'aléa fort, moyen et faibles se rapportent à une période de retour centennale, dans la mesure où cette notion est accessible. Pour estimer la période de retour des phénomènes, on utilise les données historiques, alliées à l'expertise.

L'aléa fort (A3) correspond aux secteurs touchés par des phénomènes importants, il s'applique sur l'essentiel de l'emprise des coulées.

L'aléa moyen (A2) concerne des coulées de faible ampleur sur des versants de dénivelée modérée, à des zones de ralentissement de plus grosses coulées, dans le cas où on peut estimer plus précisément les efforts, ou à des aérosols assez puissants ; les efforts estimés sont a priori inférieurs à 30kPa. Quand les efforts s'exercent uniquement près du sol, l'aléa est noté A2c (c comme coulée), s'il s'agit d'un aérosol seul ils sont notés A2s (s comme souffle), la notation A2 seule indiquant que ces deux configurations sont possibles.

L'aléa faible (A1) correspond aux zones touchées par un aérosol modéré, sans coulée ; les efforts estimés sont a priori inférieurs à 3kPa.

Les zones d'avalanches exceptionnelles (ARE) sont zonées séparément, et correspondent à des enveloppes probables d'avalanches avec une période de retour au-delà du centennal. On y distingue une intensité forte, correspondant aux coulées (ou aux aérosols très intenses), d'une intensité faible (aérosols modérés). Pour une meilleure lisibilité, les aléas d'avalanches exceptionnelles sont sur une carte séparée.

Les zones indicées ARE en majuscules (zonées en points magenta) correspondent aux coulées ou aérosols très puissants, d'intensité forte ; les zones are en minuscules, zonées en points jaunes, correspondent à celles d'intensité moyenne ou faible (aérosols en ralentissement).

4.1.2. Eboulement rocheux

Cet aléa concerne les phénomènes de mouvements gravitaires rapides de roches cohérentes, avec propagation d'éléments en surface.

Les phénomènes observables vont de la chute de pierre de petit volume, à l'écroulement en masse de pans de falaises entiers, en passant par la chute de blocs de volume variable. Les vitesses de propagation peuvent tous les rendre dommageables. *Photo ci-contre : la berge de rive gauche de l'Eau de Bérard, en aval de la cascade*

L'aléa fort (P3) correspond aux secteurs touchés par des phénomènes importants : zones en pied de falaise, en versant raide avec propagation aérienne...

L'aléa moyen (P2) concerne des zones exposées, mais où la propagation se fait avec des hauteurs et vitesses modérées (des protections peuvent y rendre l'aléa acceptable pour un bâtiment de référence). Souvent, il s'agit de zones moins pentues en aval des précédentes, ou de versants peu actifs.

L'aléa faible concerne des zones exposées à des chutes de pierres peu fréquentes et de volume faible, sur des pentes modérées, et est rarement utilisé.



4.1.3. Glissements de terrain

Cet aléa concerne les phénomènes de mouvements gravitaires dans les sols meubles, sauf ceux liés à la rupture d'une cavité souterraine (auquel cas on parle d'affaissement ou d'effondrement, phénomènes non observés sur la commune).

Le phénomène classique montre généralement une surface de rupture bien marquée, formant des crevasses caractéristiques en surface.

On peut aussi observer des déformations progressives du terrain, sans surface de rupture individualisée, surtout pour les cas de petits déplacements ($<<1\text{m}$, en ordre de grandeur).

L'aléa fort correspond aux secteurs touchés par des mouvements actifs, ou par des mouvements passés importants ; il est également appliqué aux terrains voisins lorsque leur contexte hydrogéologique est similaire.

L'aléa moyen (G2) concerne des terrains assez sensibles : les éventuels mouvements naturels y sont faibles ou d'ampleur limitée, mais ils pourraient être déclenchés ou aggravés par des aménagements sans précautions, et ils peuvent dans certains cas concerner des zones non immédiatement voisines (risques d'extension ou régression).

L'aléa faible (G1) concerne des terrains moins sensibles : on n'y observe pas de mouvements, mais des désordres pourraient y être causés par des aménagements sans précautions. Ces désordres ont peu de risque de menacer à leur tour leurs avoisinants (extension vers l'aval ou régression amont). L'application soignée des règles de l'art y constitue déjà une bonne prévention.



4.1.4. Crues torrentielles

Cet aléa concerne toutes les conséquences des crues torrentielles : les submersions, érosions et dépôts dus aux écoulements d'eau chargée en matériaux solides (boue, graviers, pierres), mais aussi les phénomènes annexes tels que sapement des berges.

Les phénomènes de ruissellement hors de lits torrentiels marqués y ont également été rattachés.

L'aléa fort (T3) est appliqué aux lits des ruisseaux et à leurs berges (sur 10m de part et d'autre dans le cas général, plus lorsque le torrent ou ses berges le justifient), pour tenir compte tant des phénomènes eux-mêmes que de l'opportunité de laisser un espace pour l'expansion des crues et les travaux d'aménagement et d'entretien. Il est également appliqué aux éventuels glissements de berge, et aux débordements très intenses et laves torrentielles.

Photo ci-contre : le ruisseau de Barberine

L'aléa moyen (T2) s'applique aux zones de débordement avec courant, où les érosions et dépôts peuvent être importants.

L'aléa faible (T1) s'applique aux zones de débordement plus diffus, où la hauteur d'eau et le débit sont faibles ; l'essentiel des dégâts étant causé par l'eau (écoulements de faible débit, difficilement prévisibles) et les dépôts de fines.

4.2. EVOLUTION DES ALÉAS PAR RAPPORT AU PRÉCÉDENT PPR

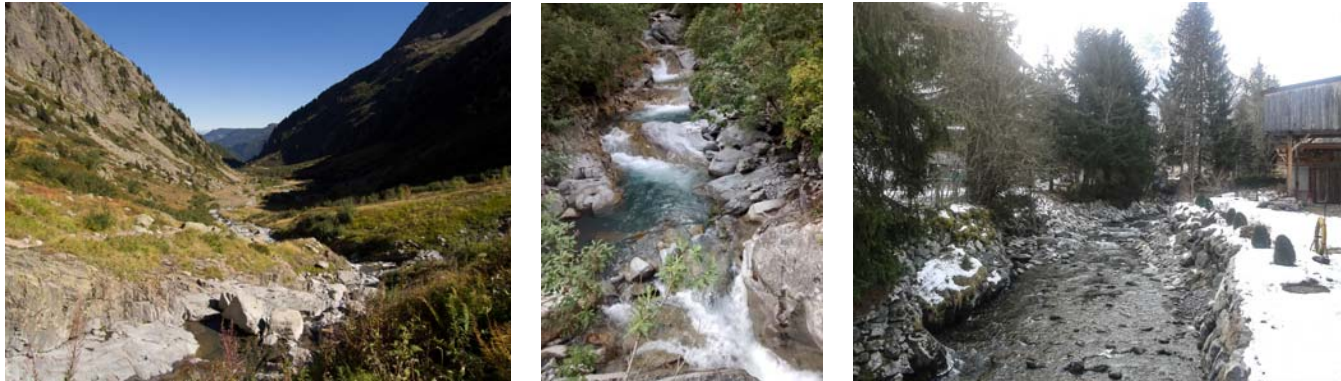
La révision du PPR apporte, d'une façon générale, un regard renouvelé sur le territoire de la commune. Les éléments nouveaux ont été de plusieurs ordres :

- phénomènes nouveaux observés (cf. tableau des phénomènes, partie après 1992),
- changements de contexte des phénomènes, par exemple pour ceux périglaciaires (ruisseau de Tré les Eaux),
- prise en compte renouvelée de certains phénomènes, comme la sensibilité aux glissements de terrains, ou la classification des avalanches avec la prise en compte des avalanches exceptionnelles par exemple.

Globalement, les zones ont été redessinées et ré-expertisées, rendant fastidieuse une comparaison exhaustive des contours.

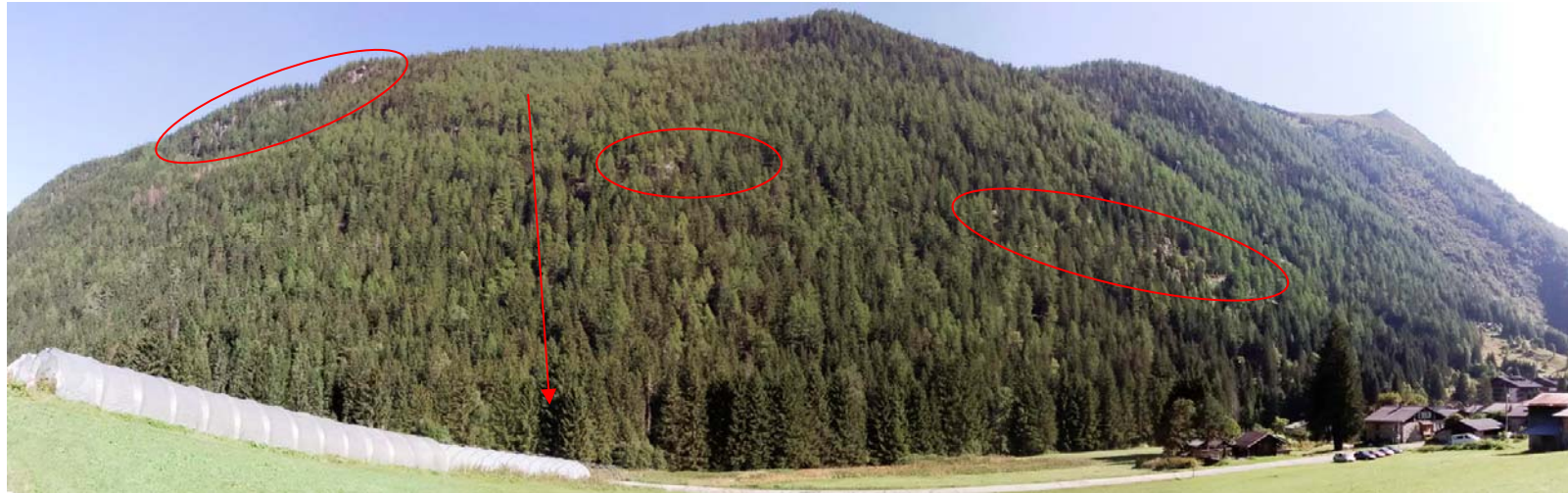
4.3. TABLEAU DES ALÉAS

Les zones d'aléas sont décrites ci-après dans l'ordre de leur numérotation, qui parcourt les zones à enjeu de la commune dans le sens des aiguilles d'une montre depuis le pont de la frontière suisse.



L'Eau de Bérard à gauche et au centre, à droite l'Eau Noire au chef-lieu (érosions de berges suite à la crue d'août 2015)

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
1	Torrentiel	L'Eau Noire L'Eau de Bérard Tré les Eaux	T3 T2 T1	<p>L'Eau Noire coule essentiellement dans les roches cristallines plutôt peu érodables, mais ses affluents l'Eau de Bérard et surtout Tré les Eaux creusant les terrains plus tendres de la Nappe de Morcles (le Buet, le Cheval Blanc) peuvent être beaucoup plus chargés en matériaux, avec des crues pouvant être soudaines.</p> <p>De plus, le contexte glaciaire du haut des bassins versants (glaciers de Bérard, d'Anneuley et de Beugeant en face nord des aiguilles Rouges, glacier de Tré les Eaux) amène à la fois des matériaux morainiques facilement érodables, et des risques périglaciaires (rupture de poche d'eau, etc.) rendant les crues plus difficilement prévisibles. L'étude de bassin versant (RTM 2019) a été intégrée à l'aléa.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et la plupart des débordements locaux, ainsi qu'une réserve d'accès ; les débordements plus conséquents sous Barberine y sont également inclus (possibilité de forts courants), ceux plus modérés sous le chef-lieu sont en aléa moyen en rive gauche (débordement préférentiel, passage par une buse sous la route de la mairie) et en rive droite (débordement à l'aval du pont de la gare, étalement vers le parking à l'aval en limite des bâtiments), des débordements plus diffus sont en aléa faible au Buet.</p>



La forêt Verte depuis le Clos, escarpements de gneiss à gauche du Plan de l'Envers et vers les Saix Blancs, couloir de la Cure au centre

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
2	Eboulement rocheux	La Forêt Verte, les Cases, Plan de l'Envers, les Aiguillettes Parées	P3 P2	Versant formé de gneiss et schistes cristallins, avec quelques affleurements de grès et schistes houillers à l'extrémité est en amont. L'aléa est fort au droit des principaux escarpements (au-dessus des Cases, sous les Saix Blancs, le Tacul vers le Plan de l'Envers où le moulin Semblanet fut détruit) où les volumes peuvent être plus importants (plurimétriques) et les chutes plus fréquentes ; ailleurs, les départs sont plus diffus (blocs posés, petits escarpements subaffleurants généralement peu visibles en forêt), les volumes un peu plus limités et les événements plus rares.
3	Avalanche	Couloir de la Cure, Bois de la Planche	A3	Flèche non numérotée sur la CLPA ; coulée en forêt à la trace encore visible sur photo aérienne (châble à bois ?), partant de 1720m en face NW vers les Saix Blancs et arrivant au niveau du Pont de la Cure.

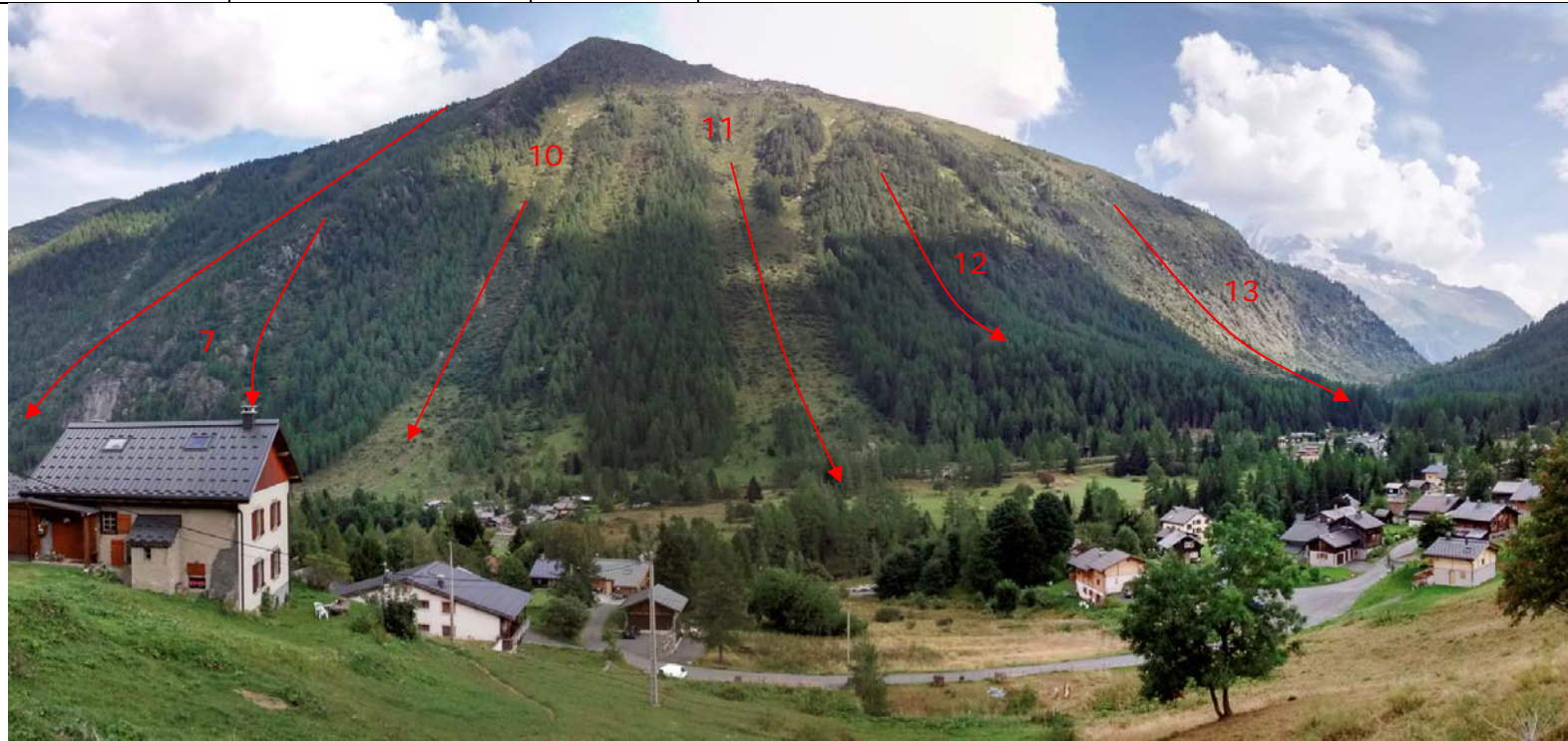


La forêt Verte depuis le Crot, Nant Vouilloz (N° 4 et 5) au centre et couloir de la Revenette (N°6) à droite, aiguillette des Posettes au fond à droite

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
4	Avalanche	Couloir du Nant Vouilloz	A3 A2c ARE	<p>Avalanche N°11 CLPA, 14 EPA, N°19 et 20 à la carte des Anciens, partant des pentes sous l'arrivée du TC de Balme à 1900m, ou plus exceptionnellement (ARE) du Béchat vers 2100m. L'aléa est tiré de l'étude Toraval de 2002, avec l'aléa fort et moyen issu de la modélisation de coulées centennales (ordre de grandeur de l'avalanche de 1914).</p> <p>L'ARE est issu de l'expertise, il correspond au témoignage d'un départ du Béchat reporté par la CLPA et auquel l'étude fait plusieurs fois allusion comme dépassant le centennal. L'ARE est très large pour tenir compte du fait que la topographie ne confine pas les avalanches au couloir du torrent.</p> <p>Pas d'aérosol significatif, ni en centennal ni en ARE.</p> <p>Le couloir lui-même est reboisé, mais pas la plupart des zones de départ vers 1850-1900m, rendant un départ d'avalanche encore possible.</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
5	Torrentiel	Nant Vouilloz	T3 T2	Ruisseau d'ampleur réduite, pris en charge par des fossés d'eaux pluviales au-dessus du chemin de fer ; à ce niveau, l'essentiel du transport solide devrait avoir déposé (débordements en aléa moyen au pied du versant), ne laissant qu'un débit liquide limité en aval.
6	Avalanche	Couloir de la Revenette, Parts du Plane	A3	Avalanche N°1001 CLPA (EPA 201 ? pourtant nommée Les Cavettes, cf. zone 12), répertoriée N°18 sur la carte des anciens de 1965 ; coulée en forêt issue d'un châble à bois vers 1650-1700m, à la trace peu visible sur photo aérienne, arrivant au nord des chalets des Parts du Plane.
7	Avalanche	Couloir des Aiguillettes Parées, Tête du Sez	A3 A2s A1 ARE are	<p>Avalanches N°18 à 20 CLPA, 4 et/ou 7 EPA (?), N°16 et 17 à la carte des Anciens, partant sous 2150m dans les pentes au nord de l'aiguillette des Posettes (zones de départ très vastes, 30ha environ au-dessus de 1800m) ; une branche sud peut passer la crête et arriver au sud de la tête du Sez.</p> <p>L'aléa est fort jusqu'à l'Eau Noire sur les branches Nord et Sud (chemin de fer régulièrement atteint au XXe siècle) et franchit l'Eau Noire au nord comme ce fut le cas en février 1945 ; il est plus réduit en aval des dalles, un aérosol (aléa moyen latéralement dans le versant, faible au pied) s'y rajoute au pied et en rive gauche de l'Eau Noire plutôt côté nord du couloir.</p> <p>L'aléa exceptionnel correspond à un départ commun avec les avalanches de l'aiguillette des Posettes N°10 et 11 ; la coulée (ARE) franchit l'Eau Noire au sud, et remonte un peu plus la rive gauche au nord ; l'aérosol (are) remonte en rive gauche de l'Eau Noire.</p>
8	Torrentiel	Parts du Plane, le Lavancheray	T3	Deux ruisseaux d'ampleur réduite, pris en charge par des fossés d'eaux pluviales au niveau du chemin de fer.
9	Eboulement rocheux	Versant Ouest de l'aiguillette des Posettes et des Frettes, des Aiguillettes au col des Montets	P3 P2	<p>Versant formé de gneiss et schistes cristallins.</p> <p>L'aléa est fort au droit des principaux escarpements (crête des Posettes, escarpements au-dessus du col des Montets) où les chutes peuvent être plus fréquentes, avec de l'aléa moyen en aval dans les zones d'arrêt ; ailleurs, les départs sont plus diffus (blocs posés, petits escarpements subaffleurants) et les événements plus rares.</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
10	Avalanche	Couloir des Djiets et de l'Aiguillette des Posettes	A3 A2s A1 ARE are	<p>Avalanches N° 15 et 16 CLPA, 4 EPA (?), 15 à la carte des Anciens, partant sous 2200m dans les pentes directement à l'ouest de l'aiguillette des Posettes.</p> <p>L'aléa est fort au-dessus du camping et jusqu'en rive gauche de l'Eau de Bérard, un aérosol s'y rajoute latéralement (aléa fort dans le versant, moyen au pied) et en rive gauche de l'Eau de Bérard (aléa moyen puis faible).</p> <p>L'aléa exceptionnel correspond à un départ commun avec les avalanches 7 et 11 ; la coulée (ARE) remonte plus sensiblement en rive gauche au Nant et aux Gattroz, et s'étend latéralement en rejoignant celui de l'avalanche du Praz de Ly (11) voisine au sud, recouvrant les chalets du Montet.</p>



L'Aiguillette des Posettes et le col des Montets depuis la Combe (le Couteray)

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
11	Avalanche	Couloir de Praz de Ly	A3 A1 ARE are	<p>Avalanches N°12 et 13 CLPA, 4 et/ou 16 EPA (?), 14 à la carte des Anciens, partant dans les pentes à l'ouest et au sud de l'aiguillette des Posettes sous 2200m.</p> <p>L'aléa est fort jusqu'à l'Eau de Bérard, et vient en bordure des chalets du Montet en recouvrant une grange (comme ce fut le cas en 1980) ; un aérosol (aléa moyen dans le versant, faible au pied) s'y rajoute latéralement et en rive gauche de l'Eau de Bérard (aléa faible).</p> <p>L'aléa exceptionnel correspond à un départ commun avec les avalanches 7 et 10 au nord ; la coulée (ARE) remonte vers la D1205 en rive gauche au Couteray et aux Gattroz, et s'étend latéralement en rejoignant celui de l'avalanche de l'Aiguillette des Posettes voisine au nord, recouvrant les chalets du Montet. L'aérosol (are) remonte en rive gauche vers le Chanté.</p>
12	Avalanche	Les Cavettes, Rocher des Places	A3 A2 ARE are	<p>Flèche non numérotée et bord de l'avalanche N°4 sur la CLPA (N°11 sur la CLPA de 1972), EPA 200 dite de la Chapelle des Montets ; coulées en forêt sous 1900m, d'ampleur modérée (aléa fort dans le versant, moyen au pied) éventuellement associées à un petit aérosol par conditions rares, à l'écart des avalanches voisines grâce à la topographie en épaule.</p> <p>Ces petits phénomènes peuvent devenir une avalanche importante par conditions exceptionnelles (ARE), avec dans ce cas un départ qui pourrait être commun avec les avalanches voisines 11 et 13 ; la coulée (ARE) aurait une extension potentielle sur les Mayens des Biolles (correspondant à l'extension de l'avalanche N°4 sur la CLPA de 1991, à laquelle la fiche n'associe aucun évènement), sans aérosol significatif.</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
13	Avalanche	Creuse des Envers, Tête du Chenavier, Col des Montets	A3 A1 ARE are	<p>Avalanches N° 3 et 4 CLPA, 6 EPA, 13 à la carte des Anciens, partant dans les pentes entre l'aiguillette des Posettes et la tête du Chenavier sous 2150m.</p> <p>L'aléa est fort jusqu'à l'Eau Noire, et dépasse la tourne-digue de protection de l'entrée du tunnel au centennal (la tourne est efficace au moins au décennal). Un aérosol (aléa faible à l'aval) pourrait continuer vers le Skiroc.</p> <p>L'aléa exceptionnel s'étend en coulée (ARE) en rive gauche et en aval sous la route du col, avec un aérosol (are) qui pourrait s'étendre vers Plan Trépy (bâtiment SkiRoc).</p>
14	Eboulement rocheux	Versants des aiguilles de Praz Torrent et de Mesure	P3 P2	<p>Versant formé de gneiss et schistes cristallins, avec du granite de Vallorcine en face est de Praz Torrent.</p> <p>L'aléa est généralement fort dans ces versants raides avec de nombreuses instabilités, puis moyen en aval dans les zones d'arrêt. Il est également moyen sur quelques zones au-dessus de la Poya, non menacées par les zones supérieures et où les instabilités sont bien moins nombreuses.</p>
15	Avalanche	Combe de l'Encrenaz, tête de Praz Torrent	A3 A2 ARE	<p>Avalanche N°1 CLPA, 2 EPA, partant sous 2700m dans la combe entre l'aiguille de l'Encrenaz et l'aiguille de Mesure.</p> <p>Des départs dans la combe voisine de Praz Torrent peuvent également se propager dans ce couloir.</p> <p>L'aléa est fort jusqu'à la route (interceptée quasi annuellement) et l'avalanche de la tête du Chenavier sur l'autre rive. En rive gauche du couloir, les pentes sous la tête de Praz Torrent peuvent être le siège de coulées d'ampleur modeste, ou parcourues par un aérosol puissant, l'aléa y est moyen.</p> <p>L'avalanche exceptionnelle (ARE) recouvre l'aléa centennal des avalanches voisines.</p>



Le col des Montets depuis Loriaz

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
16	Torrentiel	L'Eau Noire, ruisseau de l'Encrenaz, ruisseau de Praz Torrent	T3 T2	Ces ruisseaux se rejoignent au niveau de la route du col pour former l'Eau Noire (zone N°1). Les lits principaux des ruisseaux sont en aléa fort, les rives, cônes de déjection et les lits secondaires, susceptibles d'être parcourus par des coulées ou débordements, sont en aléa moyen.

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
17	Avalanche	Couloir de Praz Torrent	A3 A2 ARE	<p>Avalanche N°2 CLPA, sans N° à l'EPA, partant sous 2700m dans la combe en face est de Praz Torrent.</p> <p>L'aléa est fort jusqu'à la route (interceptée quasi annuellement) et l'avalanche de la Creuse des Envers sur l'autre rive. En rive droite du couloir, les pentes sous la tête de Praz Torrent peuvent être parcourues par un aérosol puissant, l'aléa y est moyen.</p> <p>L'avalanche exceptionnelle (ARE) recouvre l'aléa centennal des avalanches voisines.</p>
18	Avalanche	La Ravire, les Mesures, les Trots	A3 A2s A1 ARE	<p>Avalanches N°7 à 9 à la CLPA, N°1 EPA, 11 et 12 à la carte des Anciens, partant sous 2200m en face nord-est des contreforts des aiguilles de Praz Torrent et de Mesure, arrivant vers la Poya (branche ouest, CLPA 9) ou entre Plan Trépy et la tête du tunnel des Montets (branche est, CLPA 7 à 9).</p> <p>L'aléa est fort jusqu'à la route et l'avalanche de la Creuse des Envers sur l'autre rive côté est ; côté ouest, il est fort jusqu'au replat devant la Poya.</p> <p>Un aérosol peut parcourir la zone entre les deux branches puis s'étaler sur le replat entre la Poya et Plan Trépy, l'aléa est moyen dans la pente et faible sur le replat.</p> <p>L'aléa exceptionnel (ARE, coulée) s'étend latéralement sur les deux branches et prolonge la branche ouest sur le replat ; l'aérosol (are) n'est pas sensiblement plus étendu que celui de l'avalanche centennale.</p>
19	Torrentiel	La Ravire, ruisseau du Buet	T3 T2 T1	<p>Les pentes de la Ravire sont parcourues de nombreux petits couloirs, pouvant être le siège de coulées d'ampleur modérées ; l'aléa est moyen dans le versant, faible sur le replat au pied après dépôt de la plupart des matériaux (notamment en amont de la piste de la cascade de Bérard).</p> <p>A l'ouest, ces écoulements peuvent contribuer à alimenter le petit ruisseau dit du Buet (aléa fort sur le lit mineur), qui rejoint l'Eau de Bérard sous le Couteray après une zone d'épanchement sous la D1205 (débordement en rive gauche au niveau de la route).</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
20	Glissement de terrain	Sur le Rocher, La Poya, le Lay, le Couteray, le Chanté	G2 G1	Des placages morainiques peuvent présenter quelques indices d'instabilités au-dessus de l'Eau de Bérard, avec un aléa moyen ; ailleurs, ces terrains sont sensibles et parfois sujets à des venues d'eau, avec un aléa faible.



Les cornes de Loriaz et la tête de la Chevrette ; noter le trajet de l'avalanche de 1914 pour la zone 23 (La Combe), à droite de la trouée plus claire (mélèzes) de l'incendie de 1964

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
21	Eboulement rocheux	Versant sud des cornes de Loriaz et de la Tête de la Chevrette, Tête des Combasses, Sur le Rocher, le Nant, la Golèze, le Rand	P3 P2	<p>Versant formé de gneiss et schistes cristallins, avec du granite de Vallorcine en face est de Praz Torrent.</p> <p>L'aléa est fort sous les cornes de Loriaz, sous les escarpements de la tête de la Chevrette et dans les berges raides du Nant, avec de nombreuses instabilités, puis moyen en aval dans les zones de ralentissement et d'arrêt. Il est également moyen sur les zones moins raides, avec des instabilités moins nombreuses générant des chutes plus rares et moins volumineuses.</p>
22	Avalanche	Couloir de Plan des Bois Tête de la Chevrette (ouest)	A3 A2c A1 ARE are	<p>Avalanches N°5 et 6 CLPA (et zones dangereuses adjacentes), à l'EPA peut-être 15 (tête de la Chevrette) puis depuis 1990 26 et 27 (cornes de Loriaz), N°10 à la carte des Anciens, partant sous 2200m dans les pentes sud sous les cornes de Loriaz.</p> <p>L'aléa est fort jusqu'au replat de Plan des Bois au pied, avec un aérosol pouvant s'étendre un peu à l'aval (aléa faible).</p> <p>Sous la tête de la Chevrette, des départs de moindre ampleur (A2c) peuvent survenir dans et au-dessus de la zone équipées en paravalanches (500ml de râteliers et filets métalliques, en bon état et secondés par la forêt d'après RTM EBR 2015). La seule avalanche dépassant le replat au-dessus des Granges est celle qui y a détruit trois chalets avant 1845 ; cette avalanche semble improbable au centennal et est classée en avalanche exceptionnelle (ARE).</p> <p>L'aléa exceptionnel (ARE, coulée) de ces avalanches pourrait continuer à l'aval dans le vallon du ruisseau de la Meunière, jusqu'à l'Eau de Bérard (le Crêtet, le Couteray). L'aérosol (are) pourrait couvrir une surface assez importante jusque vers le Buet.</p>

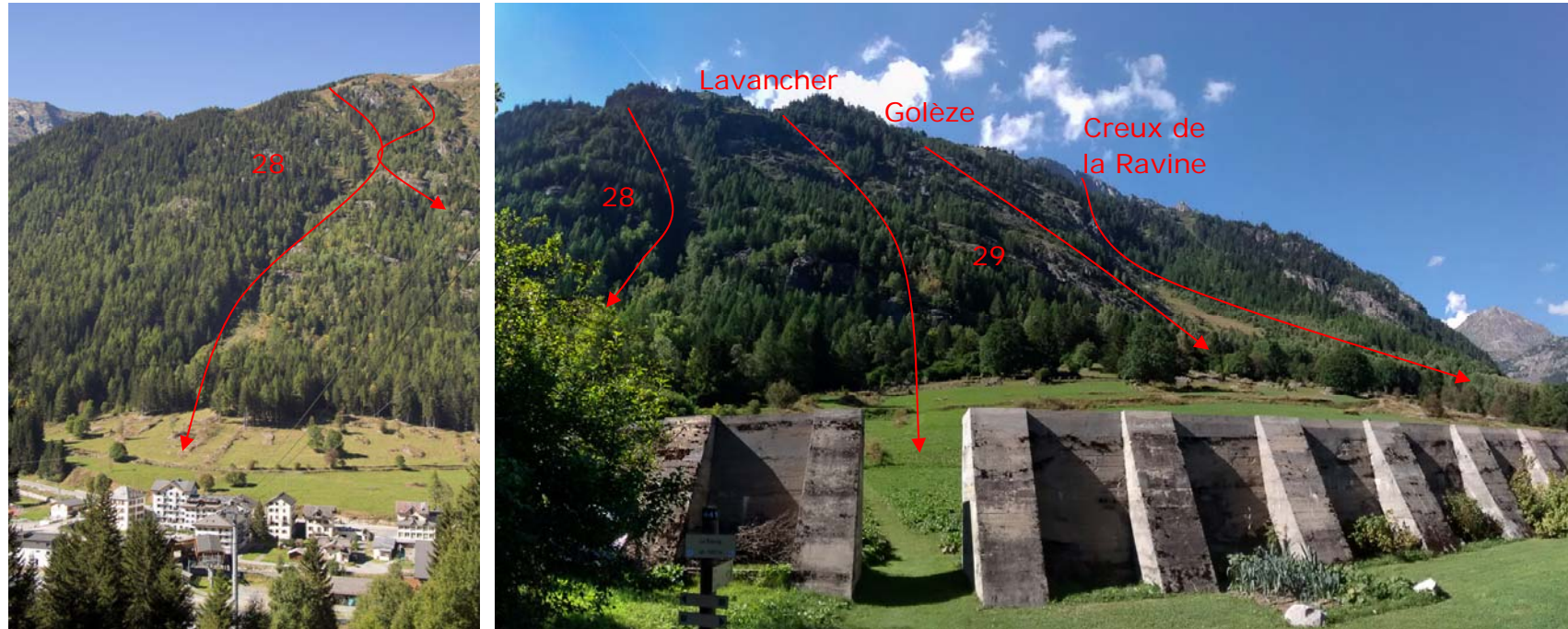
N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
23	Avalanche	Couloir de la Combe Tête de la Chevrette (est)	A3 are	<p>Avalanche N°14 CLPA, 15 EPA, 9 à la carte des Anciens, partie en 1914 dans les pentes sud-est sous la tête de la Chevrette (2000m), à l'est de la zone ouverte par un incendie en 1964 et équipée en râteliers (cf. zone 22 ci-dessus).</p> <p>Le reboisement du couloir est assez continu, sauf sur le haut des zones de départ : des départs restent donc possibles, qui n'auraient pas l'ampleur de l'avalanche de 1914 mais pourraient dégrader la forêt à l'aval et rendre une grosse avalanche possible à terme.</p> <p>On considère la trajectoire et une emprise très voisine de l'avalanche de 1914 ; l'aléa est fort jusqu'à l'Eau de Bérard. L'avalanche rejoint celles de l'autre rive à l'Eau de Bérard, comme ce fut le cas en 1914.</p> <p>L'aléa exceptionnel inclut un aérosol (are) en rive droite qui semble légèrement au-delà du centennal, la coulée ne s'étend pas au-delà de l'aléa centennal (sauf dans la zone 11).</p>
24	Torrentiel	Ruisseau de la Meunière	T3	Ruisseau d'ampleur réduite, anciennement issu d'un bief sur Tré les Eaux et actuellement des sources et écoulements sous les cornes de Loriaz et la tête de la Chevrette. La zone d'aléa fort comprend le lit et une réserve d'accès.



Loriaz et les combes, zone de départ potentielle d'une avalanche exceptionnelle dans le Nant, depuis la pointe de la Terrasse

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
25	Avalanche	Couloir du Nant, alpage de Loriaz	A3 ARE	<p>Avalanche N°1002 CLPA, 5 EPA, 8 à la carte des Anciens, partant dans le talweg du Nant sous 1900m, ou peut-être plus en amont dans la combe sous le col de la Terrasse (sous 2650m, ARE).</p> <p>Le reboisement du couloir est assez continu en partie basse sous Loriaz, quelques départs restent cependant possibles très en amont ; en partie haute au-dessus de Loriaz, on considère que l'avalanche centennale s'arrête sur le replat de l'alpage.</p> <p>L'aléa exceptionnel (ARE) correspond à un gros départ dans la combe de la Terrasse sous 2650m, qui passe le replat de Loriaz pour générer une avalanche bien plus intense en aval, pouvant déborder légèrement en rive droite (coulée ou aérosol intense, ARE) et s'étaler sur le cône (Les Biolles, le Nant, le Morzay). L'aérosol (are) n'est pas cartographié séparément, il recouvre l'emprise de l'avalanche 10 en rive droite de l'Eau Noire.</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
26	Torrentiel	Le Nant ou Ruisseau de Loriaz	T3 T2 T1	<p>En amont, les pentes au-dessus de Loriaz sont parcourues de nombreux petits couloirs, pouvant être le siège de coulées d'ampleur modérées ; l'aléa est moyen dans le versant.</p> <p>Ces écoulements se concentrent dans le Nant au niveau de Loriaz, avec un lit en aléa fort, incluant des érosions de berges pouvant être intenses sous 1900m, et des débordements intenses en haut de cône vers 1400m.</p> <p>Les débordements peuvent ensuite survenir sur les deux rives : la diffifluence de haut de cône en rive gauche forme ensuite un couloir d'aléa moyen vers le Morzay, et des débordements plus bas vers 1340m peuvent également longer le lit en rive gauche ; en rive droite, les débordements les plus probables sont vers 1330m, avec un aléa moyen puis faible. Ailleurs sur le cône, des débordements plus limités restent possibles, avec un aléa faible.</p>
27	Torrentiel	Nant Betterand	T3 T2 T1	<p>Ce ruisseau prend sa source sous Loriaz, au niveau d'une zone ponctuellement marquée par des indices de mouvements anciens dans les placages morainiques, avec des érosions également visibles sur les photographies aériennes de 1939 à ce niveau.</p> <p>Ces écoulements se concentrent dans un lit pentu et localement encaissé, l'aléa fort incluant des érosions de berges. Le lit semble assez encaissé pour éviter les débordements de la crue centennale au sommet du cône vers 1325m ; des débordements sont possibles peu après en rive droite vers les quelques chalets du Betterand, puis en aval de la D1205 sur les deux rives, susceptibles de s'étaler jusqu'à l'Eau Noire.</p> <p>En rive gauche au pied du versant, une source entre le Betterand et le Courbe produit un aléa faible.</p>



Le couloir du Courbe, branche sud des Lierres, à gauche ; à droite, la digue du Siseray, la branche nord du Courbe et les couloirs du Lavancher, de la Golèze et du Creux de la Ravine

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
28	Avalanche	Couloir du Courbe	A3 A2s A1 ARE T3	<p>Avalanche N°21 CLPA, 11 EPA (confusion avec 15 ?), 6 et 7 à la carte des Anciens, partant dans les pentes SE sous la Croix des Curieux (2040m). L'avalanche part en deux branches connexes mais distinctes qui se rejoignent vers 1600m, où des écoulements semblent pouvoir aussi venir du Lavancher au nord (cf. zone 29 ci-dessous). L'avalanche se divise en deux branches vers 1400m, une plus vers le Crot au nord fonctionnant plus souvent en neige lourde, une plus au sud vers les Lierres.</p> <p>L'aléa est fort sur l'emprise des coulées, avec un aérosol débordant assez largement en rive gauche et entre les deux branches, s'étalant jusqu'à l'Eau Noire (aléa moyen dans le versant et faible au pied).</p> <p>L'aléa exceptionnel (ARE) recouvre la rive gauche et entre les deux branches, et va jusqu'à l'Eau Noire, sans aérosol significatif.</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
29	Avalanche	Couloirs du Lavancher du Crot, de la Golèze et du Creux de la Ravine	A3 A2 A2s A1 ARE are	<p>Avalanches N°22 à 25 CLPA, 8 et peut-être 11 EPA, 4 et 5 à la carte des Anciens, partant dans les pentes sud-est sous l'arête du Charmoz à l'est des alpages de Loriaz ; les zones de départ peuvent totaliser 35ha environ, entre 2300 et 1850m mais principalement sous 2100m.</p> <p>L'avalanche est constituée de plusieurs branches pouvant fonctionner simultanément du fait de la proximité des zones de départ. L'avalanche de référence est proche des avalanches de 1951 ou 1843, avec une emprise totale allant du Mollard au Crot, et un arrêt au niveau du Siseray et du Mollard, avec de l'aléa moyen (coulée et aérosol puissant) sur la zone d'arrêt correspondant aux niveaux d'endommagement des avalanches historiques.</p> <p>L'avalanche rejoint l'Eau Noire au niveau du Clos, avec l'église et la cure en aléa moyen (aérosol puissant, débordement éventuel d'une petite coulée par-dessus la tourne), partiellement protégées par la tourne.</p> <p>En bordure nord (rive gauche du Creux de la Ravine), l'aérosol déborde un peu de l'emprise de la coulée vers la Villaz avec de l'aléa moyen puis faible. Un aérosol (aléa moyen puis faible) est également présent en rive droite de l'Eau Noire.</p> <p>L'aléa exceptionnel (ARE, coulée) s'étend latéralement et surtout en rive droite de l'Eau Noire vers le chef-lieu et la Forêt Verte, avec un aérosol (are) remontant un peu le versant de la Forêt Verte.</p>
30	Eboulement rocheux	La Combaz, Sous les Mollards	P3 P2	Deux pentes au-dessus et en-dessous de la Villaz avec quelques instabilités (blocs posés ou petits escarpements), rares chutes de volume modéré.
31	Glissement de terrain	La Jointe, le Clos, Sous les Mollards	G1	Des placages morainiques en talus raide au-dessus de l'Eau Noire peuvent présenter quelques indices de sensibilité, avec un aléa faible.

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
32	Avalanche	Couloir du Rand	A3 A2s A1 ARE are	<p>Avalanche N°26 CLPA, 9 EPA, 3 à la carte des Anciens, partant dans les pentes supérieures de la Combe à l'Ours et du Charmoz sous 2400m, ou au moins sous 2000m pour les phénomènes plus courants.</p> <p>Les zones de départ supérieures sont très vastes, avec plus de 50ha ; un départ dans ces pentes, s'il est suffisamment puissant pour franchir le replat vers 2100m, produit alors une avalanche très puissante dans les pentes inférieures.</p> <p>L'aléa est fort sur une emprise comparable à l'avalanche de 1981, dans le talweg du ruisseau jusqu'à la crête en rive droite, et aussi en rive droite de l'Eau Noire ; un aérosol puissant déborde en rive droite vers la Villaz (aléa moyen) et s'étend en rive droite de l'Eau Noire.</p> <p>L'aléa exceptionnel (ARE, coulée ou aérosol puissant) suit approximativement les limites de l'aérosol centennal, s'étendant en rive droite du couloir puis de l'Eau Noire, avec un aérosol modéré (are) qui déborde légèrement sur la droite.</p>
33	Torrentiel	Ruisseau du Rand	T3	Ruisseau d'ampleur modérée, avec toutefois une activité érosive pouvant être non négligeable, incluse dans la zone d'aléa fort.
34	Eboulement rocheux	Le Rand, Chantemerle, les Ruppaz, Barberine	P3 P2	<p>Versant de gneiss dans le haut, de granite en partie basse ; l'aléa est fort en-dessous des falaises du Passet, avec des chutes plus fréquentes et de volume important. En aval, l'aléa est moyen sur les zones d'arrêt au-dessus de Barberine.</p> <p>Les pentes en aval présentent de rares instabilités (blocs posés ou petits escarpements), l'aléa y est moyen.</p>
35	Avalanche	Couloir des Roches	A3	<p>Avalanche N°28 CLPA, sans N° à l'EPA, 2 à la carte des Anciens, partant sous 1800m au pied des falaises du Passet.</p> <p>L'aléa est fort sur l'emprise de la coulée, susceptible de dévier assez largement sur les deux rives au pied des falaises vers 1450m, avant de rejoindre le talweg marqué sous 1300m ; le tracé englobe les différentes trajectoires potentielles. Pour</p> <p>L'aléa exceptionnel n'a pas d'emprise supplémentaire, ne faisant que recouvrir l'Eau Noire et l'emprise du Rand (32).</p>

N°	Type d'aléa	Localisation	Degré d'aléa	Description
36	Torrentiel	Ruisseau de Barberine, berge de rive droite	T3	<p>Ruisseau émissaire du barrage d'Émosson ; il est à noter que d'après la convention du 10 juin 1891 entre la Suisse et la France relative à la délimitation de la frontière entre le mont Dolent et le lac Léman, la frontière est matérialisée « <i>par la rive droite de la Barberine</i> », explicité comme « <i>le sommet de la berge correspondante, c'est-à-dire du petit talus d'éboulement en pente raide ou du petit escarpement rocheux qui borde immédiatement le cours d'eau, de façon à comprendre seulement l'espace nécessaire à l'écoulement des grandes eaux et à la culée des ponts construits ou à construire.</i> » ; le territoire français est donc, dans un sens strict et théorique (voire diplomatique), menacé par des érosions de berge uniquement, qui restent tout à fait possibles vu l'ampleur des phénomènes en amont (couloir de Barberine, notamment).</p> <p>On notera également que les dépôts peuvent également influencer sur l'eau Noire, avec des divagations possibles au niveau du confluent (cf. zone 1).</p>
37	Avalanche	Couloir de Barberine	A3 ARE	<p>Avalanche N°29 CLPA, N°3 à l'EPA, 1 à la carte des Anciens, partant vers 2000-2100m en fonctionnement courant (haut du couloir proprement dit), vers 2500m sous l'aiguille du Van et le Chardonnet en fonctionnement rare voire exceptionnel.</p> <p>L'aléa fort concerne le cône de déjection en amont du périmètre réglementaire ; le tracé englobe les différentes trajectoires potentielles.</p> <p>L'aléa exceptionnel serait capable de s'étaler plus en rive droite du cône et de continuer dans le ruisseau et sur les berges (cf. zone 36 pour l'emprise du territoire français) jusqu'à hauteur du village, conformément au tracé de la carte des Anciens.</p>

4.4. ALÉAS EN ZONES DE HAUTE MONTAGNE

La carte des aléas décrit également, pour information notamment sur les zones sources d'aléas pouvant menacer l'aval, les aléas centennaux sur les zones de haute montagne de la commune.

L'abondance et l'intensité des phénomènes font que ces zones sont pour la plupart (vallons de Bérard et Tré les Eaux, notamment) en aléa fort, sans que cela n'augure de l'impossibilité de placer un enjeu très particulier dans une zone ponctuellement assez protégée, l'exemple typique étant le refuge de la Pierre à Bérard derrière son rocher (photo ci-contre).



5. DÉTERMINATION DES RISQUES

Le risque désigne les conséquences des aléas sur les activités humaines : ils sont classiquement le produit croisé des enjeux et des aléas.

Il faut à la fois présence d'enjeux et d'aléas pour avoir un risque : un aléa fort menaçant une zone déserte et stérile produit un risque nul. Le même aléa menaçant des habitations collectives produit un risque fort à très fort. S'il menace une zone actuellement sans enjeu mais constructible (enjeu potentiel fort), le risque sera également considéré comme fort.

Remarquons aussi que le choix des enjeux influe sur le risque : un chemin de randonnée pédestre exposé à des éboulements dans un vallon inhabité sera menacé par un risque fort du point de vue de la fréquentation, mais nul du point de vue des constructions.

Précisons donc que le présent PPR considère comme enjeu les urbanisations au sens large, à l'exclusion de la fréquentation.

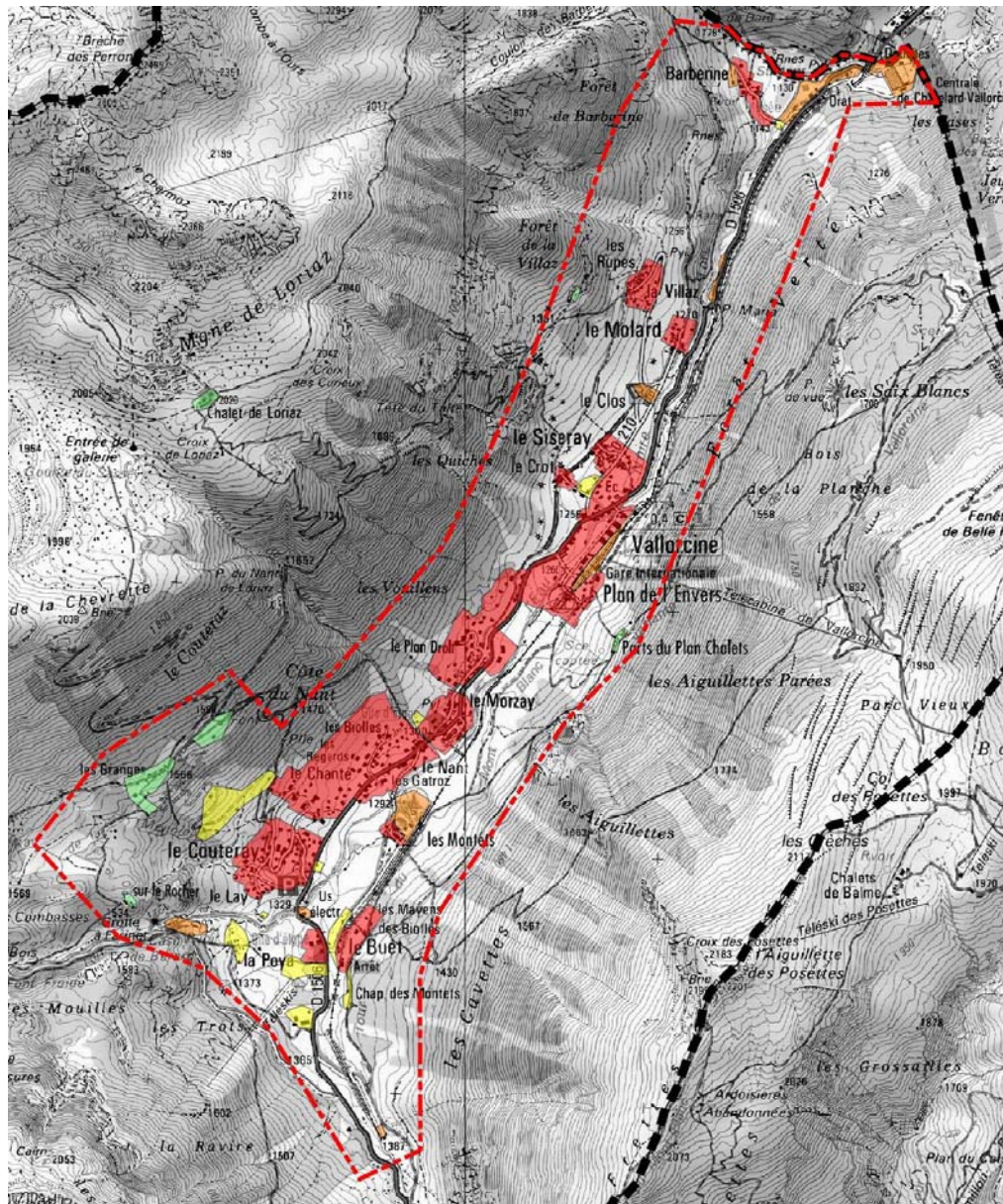
5.1. DESCRIPTION DES ENJEUX ET DE LA VULNÉRABILITÉ

L'enjeu du présent P.P.R., dans le zonage réglementaire, est donc représenté par les urbanisations au sens large.

La carte des enjeux ci-après représente les différentes densités d'habitat observables sur la commune. On y a distingué les hameaux principaux en rouge, une zone d'habitat semi-dense ou dispersé (habitat plus ou moins dense mais permanent, en jaune), des zones d'intérêt économique (gare, campings...) en orange, et une zone d'habitat non permanent (alpages, en vert).

L'ensemble de l'habitat permanent (bourgs, hameaux) forme le périmètre du zonage réglementaire, qui recouvre à peu près l'étendue des parcelles privées sur la commune.

Au sein du règlement, on distingue différents types d'enjeu, qui sont traités par des mesures réglementaires différentes : les projets nouveaux d'une part, les biens existants d'autre part font l'objet d'articles séparés, les ERP importants (du premier groupe, catégorie 1 à 4) font également l'objet de mesures particulières.



Légende

Limite communale

Périmètre réglementaire proposé

Limite du zonage réglementaire

Enjeux

Zones d'habitat principales

Zones économiques ou diverses

Zones d'habitat

Zones d'habitat temporaire

5.2. DESCRIPTION DU ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Les étapes précédentes du P.P.R. ont pu déterminer, avec les aléas, l'activité potentielle des phénomènes. Ces aléas représentent ainsi les *problèmes* posés par les phénomènes naturels.

Le zonage réglementaire vise à apporter des *solutions* à ces problèmes, en termes de réglementation d'urbanisme (au sens large).

Les dispositions réglementaires ont pour objectif d'une part d'améliorer la sécurité des personnes, d'autre part d'arrêter la croissance de la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones exposées, et si possible de la réduire.

Le territoire de la commune est découpé en différentes zones où s'appliquent un ou plusieurs règlements, qui visent à y résoudre ou, au moins, à gérer au mieux les problèmes posés à l'urbanisme par les aléas.



Les aiguilles de Praz Torrent et de la Mesure depuis le Nant

Le PPR découpe le territoire en cinq types de zones :

- Des zones « blanches », où l'aléa est nul ou négligeable, et sans enjeux particuliers au regard de la prévention des risques. Il n'est donc pas nécessaire de réglementer ces zones au titre du PPR.
- Des zones « jaunes », correspondant aux secteurs non exposés à un aléa de référence centennale mais où un aléa d'avalanche de référence exceptionnel (ARE) a été identifié. Les contraintes y sont faibles.
- Des zones « bleues », avec des aléas généralement faibles ou moyens *et* des enjeux en termes d'urbanisme, où les contraintes d'urbanisme sont proportionnées aux aléas ; certaines occupations du sol peuvent être limitées (par exemple, interdiction des dépôts de produits polluants en zone d'inondation).
- Des zones « bleues dures », avec des aléas forts sur des bâtiments d'habitation, où la reconstruction de l'existant est encadrée, et où les nouvelles constructions sont a priori interdites.
- Des zones « rouges », soit exposées à un risque suffisamment fort pour ne pas justifier de protections qui seraient irréalisables ou trop coûteuses vis à vis des biens à protéger, soit zones où l'urbanisation n'est pas souhaitable compte tenu des risques pouvant être aggravés sur d'autres zones.
- Des zones « vertes » sont également appliquées aux forêts à fonction de protection contre les risques naturels, au sein du périmètre réglementé. La sylviculture y est encadrée, pour atteindre au mieux cet objectif de protection.

Tableau de synthèse : passage de la carte d'aléa à la carte règlementaire

Risque = croisement de l'aléa et des enjeux	Enjeux			
	Secteurs urbanisés		Secteurs sans enjeux	Forêt à fonction de protection
Aléa fort	<u>Bâti</u> : Prescriptions fortes (règlement Z)	<u>Non bâti</u> : Prescriptions fortes (règlement X)	Prescriptions fortes (règlement X)	Prescriptions fortes (règlement V)
Aléa moyen	Prescriptions moyennes			
Aléa faible	Prescriptions faibles		Prescriptions faibles	<i>Sans objet</i>
Aléa exceptionnel	Prescriptions limitées			<i>Sans objet</i>

Le découpage du zonage réglementaire recoupe donc en grande partie celui des aléas.

Cependant, plusieurs problèmes peuvent être parfois résolus par le même règlement, et un même problème en terme d'aléas peut se voir appliquer des solutions différentes en fonction des enjeux menacés : la correspondance entre zonage d'aléas et zonage réglementaire n'est donc pas automatique.

6. MESURES DE PRÉVENTION



« On peut aussi économiser près de 1% en évitant les reconnaissances de sol ! »

Tiré de « Les Risques Naturels en Montagne », Liliane Besson, 1996, Editions Artès – Publialp (www.risqnat.net)

6.1. RAPPELS ET GÉNÉRALITÉS

Le principal outil de prévention reste le volet réglementaire du présent P.P.R., qui liste les différentes prescriptions et recommandations permettant de prévenir les dommages résultant des risques considérés sur les enjeux. Au-delà de ce volet spécifiquement destiné à l'urbanisation, on peut aussi chaudement recommander ou rappeler le caractère obligatoire de quelques mesures de portée plus générale

6.1.1. Ruisseaux et cours d'eau

Rappelons à ce sujet un article du Code de l'Environnement :

Article L215-14

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

L'entretien des cours d'eau doit donc viser, dans le respect des milieux naturels (zones humides et autres ripisylves), à garantir le libre écoulement des eaux et donc l'enlèvement de tout obstacle potentiel : recépage et billonnage en petits tronçons des arbres menaçants ou déjà tombés, notamment.

On observe lors des crues torrentielles qu'une part importante des dégâts est due aux ondes de crues résultant d'embâcles-débâcles brutales. On veillera donc également à garantir, autant que faire se peut, la stabilité des berges – ce pourquoi une végétation basse est bénéfique en réduisant la force du courant près du sol.

Lorsque cela est possible, on veillera aussi à aménager ou conserver des champs d'expansion aux crues, où l'inondation ne fasse pas ou peu de dégâts. Sur des ruisseaux de montagne à forte pente, on pourra aménager des plages de dépôts de matériaux, en prévoyant leur curage très régulier (souvent même nécessaire *pendant* la crue).

Enfin, toutes les couvertures de ruisseaux sont à proscrire au maximum. Si elles ne peuvent être évitées, il est impératif de les équiper d'ouvrages de rétention à leur amont immédiat, largement dimensionnés, permettant de retenir tous les corps solides susceptibles de les boucher et pouvant être curés rapidement (cf. ci-dessus).

L'ouvrage hydraulique lui-même devra être dimensionné pour permettre le transit des débits solides et liquides correspondant à une crue centennale au moins.

De plus, on veillera à aménager en surface un *parcours à moindres dommages* (cf. ci-dessous) pour le cas où l'ouvrage se bouche malgré toutes ces précautions, qui permette de minimiser les dégâts dus aux écoulements, et de les restituer au lit en aval.

6.1.2. Ruissellements et eaux de surface

Rappelons ici un article du Code Civil :

Article 640

Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés, à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué.

Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement.

Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.

Le principe est donc de ne pas faire obstacle aux eaux de ruissellement. Au contraire, on aura tout intérêt à les guider, ou du moins à leur offrir un *parcours à moindres dommages*, qui puisse :

- être temporairement inondé sans dégâts particuliers,
- supporter l'action érosive de l'eau, qu'on aura tout intérêt à ralentir : pente faible, pavage de cailloux...
- éloigner les écoulements des sources de dommages telles que caves, garages, caves à fioul et autres dépôts et entrepôts,
- déverser l'eau dans un émissaire capable de la recevoir, dans le respect du dernier alinéa : ruisseau au lit suffisant, ou suite du parcours aménagé.

Afin de garantir au mieux la continuité de cette action entre terrains riverains, on a tout intérêt à ce que la maîtrise d'œuvre des travaux correspondants soit commune à l'ensemble du parcours des eaux.

6.1.3. Terrassements et stabilités des constructions

On peut rappeler ici qu'une autorisation de construire quelle qu'elle soit, y compris appuyée par le présent P.P.R., ne constitue pas une garantie de résistance des sols, selon une jurisprudence constante (cf. par exemple *C.E., 13 mars 1989, M. Bousquet et autres, A.J.D.A., 1989, p. 559* ou *C.A.A. de Lyon, 8 juillet 1997, Société Valente et La Selva, Gaz. Pal., 17-18 mars 1999, p. 25*).

Il ressort donc du bon sens de prendre toutes précautions utiles pour garantir la stabilité des ouvrages, **même dans les zones classées sans risque de glissement de terrain**, telles qu'études géotechniques préliminaires complètes, soutènements, fondations et drainages correctement dimensionnés, etc...

6.1.4. Espaces boisés

Les boisements et la végétation peuvent constituer, dans certains cas, un outil efficace de prévention des risques naturels. C'est particulièrement vrai :

- pour la maîtrise des ruissellements et risques torrentiels dans la partie amont des bassins versants d'une part, où une strate herbacée ou arbustive fixe les sols superficiels, et où un boisement suffisamment dense limite le ruissellement ;
- pour les chutes de pierres d'autre part, où un boisement dense d'essences solides et à forte surface terrière (ex : taillis de hêtres à rotation rapide), commençant le plus en amont possible des zones de propagation, peut notablement diminuer la fréquence des chutes de pierres et petits blocs.
- Enfin, pour les avalanches, un boisement dense peut efficacement prévenir le départ des avalanches s'il couvre *l'intégralité* de la zone de départ potentielle.

Le règlement V permet de guider les pratiques sylvicoles sur de telles zones. On a veillé à un certain équilibre avec les autres pratiques agricoles, en ne discernant que les zones ayant un réel rôle de protection vis-à-vis des enjeux.



Le Morzay et le Plan Droit, protégés des chutes de pierres par la forêt des Vouillens

6.1.5. Information du public

Outre l'information prévue dans le cadre de la procédure P.P.R. (enquête publique, affichage en mairie, parution dans deux journaux locaux), il apparaît plus que souhaitable de développer l'information auprès des citoyens sur deux axes.

Une information généraliste d'une part, sur l'existence d'un Plan de Prévention des Risques sur la commune et sur ses tenants et aboutissants généraux, présentera son caractère de servitude d'utilité publique, sa destination très axée sur les urbanisations et non sur la fréquentation... Cette information peut, par exemple, être véhiculée par un bulletin d'information communal, et dans une lettre aux arrivants sur la commune.

Il est important d'y replacer le P.P.R. dans son contexte, un tel document pouvant facilement être confondu à tort avec une carte de danger pour les personnes.

Cette information est désormais formalisée par le Code de l'Environnement :

Article L125-2

Les citoyens ont un droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis dans certaines zones du territoire et sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Ce droit s'applique aux risques technologiques et aux risques naturels prévisibles.

Dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un plan de prévention des risques naturels prévisibles, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L. 125-1 du code des assurances. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents, à partir des éléments portés à la connaissance du maire par le représentant de l'Etat dans le département, lorsqu'elle est notamment relative aux mesures prises en application de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile et ne porte pas sur les mesures mises en oeuvre par le maire en application de l'article L. 2212-2 du code général des collectivités territoriales.

Un décret en Conseil d'Etat définit les conditions d'exercice de ce droit. Il détermine notamment les modalités selon lesquelles les mesures de sauvegarde sont portées à la connaissance du public ainsi que les catégories de locaux dans lesquels les informations sont affichées. [...]

Une information ciblée, à destination des pétitionnaires (comme c'est légalement le cas) et surtout des futurs pétitionnaires, notamment tant que le PPR n'est pas physiquement intégré dans le PLU, informera les citoyens sur le contenu des deux

documents lors de toute demande relative à l'urbanisme (permis de construire mais aussi déclaration de travaux et certificats d'urbanisme), **même informelle** (demande hors du cadre officiel ci-dessus).

Rappelons enfin que l'information du public peut se faire par l'intermédiaire du Dossier Communal Synthétique des risques majeurs ou DCS, qui résume succinctement les risques majeurs présents sur la commune.

6.2. TRAVAUX DE PROTECTIONS

Comme on l'a dit, le P.P.R. s'applique généralement à un enjeu de type maison individuelle, et à l'ordre de grandeur d'une parcelle.

Parmi les mesures de prévention des risques naturels au-delà de cette échelle, on compte les travaux de protection collective, qui par définition dépassent le cadre de la parcelle, et qu'il est donc délicat d'imposer dans le cadre d'un règlement pouvant s'appliquer à un simple propriétaire. Ces travaux requièrent en effet une maîtrise d'ouvrage collective afin de mieux englober les intérêts des uns et des autres.

6.2.1. Ouvrages existants

Un certain nombre de travaux de protection ont déjà été réalisés sur la commune : la tourne de l'église, notamment, est sans doute un des premiers ouvrages de protection édifiés en France contre les avalanches, remontant au moins au XVI^e siècle.



La tourne de l'église en vue aérienne (photo Géolithe, mars 2014)

Plus récemment, le mur d'arrêt du Siseray a été édifié vers 1952-53, et des ouvrages actifs (filets et râteliers, plantations) ont été installés dans les zones de départ de l'avalanche de la Combe, sous la tête de la Chevrette, dans les années 1970. On trouve aussi des aménagements dans les règles de l'art (soutènements, protections de berges de torrents...).

Ces protections ne sont pas prises en compte dans le zonage d'aléa, sauf mention contraire (prise en compte de l'efficacité de la tourne vis-à-vis de la coulée, mais pas du mur d'arrêt du Siseray qui peut être dépassé brutalement).

6.2.2. Recommandations

Dans un premier temps, on ne peut que vivement recommander l'entretien des ouvrages existants, pour conserver à ces travaux une efficacité nominale, c'est-à-dire au moins égale à celle pour laquelle ils ont été conçus.

Ainsi, on surveillera l'état des ouvrages, mais aussi celui des boisements, qui peuvent avoir une fonction de protection contre les éboulements rocheux dans certains secteurs (versant de rive droite du Couteray au Cropt, notamment).

On peut également apporter quelques suggestions, pour améliorer le dispositif de protection existant.

Conformément à la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, la commune doit se doter d'un Plan Communal de Secours (PCS), qui organise la protection de la population en cas de crise au niveau de la commune.

Le zonage d'aléas du présent PPR, y compris celui des aléas exceptionnels d'avalanche, peut servir de base à l'étude des dangers du PCS.

Ces points sont repris plus en détail dans le règlement, aux chapitres des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

7. BIBLIOGRAPHIE

Pierre-Jean ALASSET

Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente : cas des Pyrénées Occidentales et des Alpes du Nord (France)
Thèse de l'Université Louis Pasteur - Strasbourg I (Spécialité Géophysique) soutenue le 05/07/2005

Sylvette BARDI-LEVI

Monographie des Granges à Vallorcine
1953.

Liliane BESSON

Les risques naturels: De la connaissance pratique à la gestion administrative
Grenoble : Éditions TechniCités, 2005, <http://www.territorial.fr/>

BRGM

Carte géologique de la France au 1/50 000
Feuille 680, Chamonix, 1987
Orléans : Éditions du BRGM

Vincent BURNET

Livre de Raison, 1726-1802
Livre de raison de Vincent BURNET copié par son fils Louis Burnet en 1846

Michel CARA et al.

The 1905 Chamonix earthquakes: active tectonics in the Mont Blanc and Aiguilles Rouges massifs
Swiss J Geosci DOI 10.1007/s00015-017-0262-7
Publié le 02/02/2017

Nathalie DEVILLAZ

Vallorcine et la vallée de Chamonix autrefois
Edition La Fontaine de Siloé, 2003 - ISBN 2-84206-230

Nathalie DEVILLAZ

Vallorcine Autrefois
Edition La Fontaine de Siloé 2009 - ISBN 978-2-84206-447

- J. FRECHET et al. *The MW 4.5 Vallorcine (French Alps) earthquake of 8 September 2005 and its complex aftershock sequence*
Julien Fréchet, François Thouvenot, Michel Frogneux, Nicolas Deichmann, Michel Cara
J Seismol (2011) 15:43–58 ; publié le 27/08/2010
- Françoise et Charles GARDELLE
Vallorcine, histoire d'une vallée entre Aoste, Mont-Blanc et Valais
TEXTEL éditeur 1988, réédité par La Fontaine de Siloé ISBN : 2-907-421-02-6
- Maurice GIDON GEOL-ALP <http://www.geol-alp.com/> 1998-2016
Atlas géologique des Alpes françaises en ligne
- IGN Photographies aériennes anciennes et contemporaines, campagnes de juin 1939 à nos jours, consultables sur le géoportail (site Remonter le Temps)
- Irstea *Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches, commune de Vallorcine* <http://www.avalanches.fr/>
- Irstea/ONF *Enquête Permanente sur les Avalanches, commune de Vallorcine*
Campagnes 1902 à 2015, <http://www.avalanches.fr/>
- Germaine LEVI-PINARD
La vie quotidienne à Vallorcine au XVIIIème siècle
Mémoires et documents publiés par l'Académie Salésienne, 19 juin 1975, 25 juin 1976 et 1983
- Paul MOUGIN *Les Torrents de la Savoie*
Réédition : Montmélian (73) : La Fontaine de Siloé, 2001 ISBN : 2-84206-174-8
Édition originale : Grenoble : Imprimerie Générale, 1914
- Nocquet et al. *Present-day uplift of the western Alps,*
Rep. 6, 28404 ; doi : 10.1038/srep28404 (2016)
- Matthieu PETETIN www.geologie-montblanc.fr 2008-2016
Géologie et glaciologie du pays du Mont-Blanc
- Service RTM 74 Archives : Enquête permanente sur les Avalanches et rapports sur évènements naturels de 1914 à 2015
- Service RTM 74 Etude de bassin de risque (EBR) de la division domaniale de Loriaz, décembre 2015
71/72

- Service RTM 74 Etude complémentaire des aléas d'avalanche, dans le cadre de la révision du PPR communal
V3 25 avril 2018
- Service RTM 74 Etude du bassin versant de l'Eau Noire
Partie 2 – diagnostic et fonctionnement du bassin versant
SM3A, Juillet 2019
- TORAVAL Etude du risque d'avalanches sur le projet de télécabine du Plan de l'Envers
rapport d'expertise, décembre 2002
- Convention du 10 juin 1891 entre la Suisse et la France relative à la délimitation de la frontière entre le mont Dolent et le lac
Léman
Numéro RS 0.132.349.11
Disponible en ligne sur http://www.admin.ch/ch/f/rs/c0_132_349_11.html