

Préfecture de la Haute-Savoie

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

Premier livret : Rapport de présentation

Commune de Manigod



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.....	7
1.5. Opposabilité du P.P.R.	7
1.6. Limites de l'étude	8
2. Contexte général	10
2.1. Géographie du territoire étudié.....	11
2.2. Climatologie et précipitations	12
2.3. Géologie	12
2.3.1. Aperçu morphologique	12
2.3.2. Description géologique	15
3. Description des phénomènes	20
3.1. Définitions des phénomènes étudiés.....	20
3.1.1. Crues torrentielles	20
3.1.2. Eboulement rocheux	20
3.1.3. Glissements de terrain	20
3.1.4. Avalanches	21
3.2. Tableau des phénomènes historiques	21

3.3. La carte de localisation des phénomènes	30
4. Détermination des Aleas	32
4.1. Description des niveaux d'aléas utilisés	32
4.1.1. Avalanches	32
4.1.2. Eboulement rocheux	34
4.1.3. Glissements de terrain	35
4.1.4. Crues torrentielles	36
4.2. Tableau des aléas	36
5. Détermination des risques	58
5.1. Description des enjeux et de la vulnérabilité	58
5.1.1. Description du zonage réglementaire	59
6. Mesures de prévention	62
6.1. Rappels et généralités	62
6.1.1. Ruisseaux et cours d'eau	63
6.1.2. Ruissellements et eaux de surface	64
6.1.3. Terrassements et stabilités des constructions.....	64
6.1.4. Espaces boisés	65
6.1.5. Information du public.....	65
6.2. Travaux de protections	67
6.2.1. Ouvrages existants	67
6.2.2. Recommandations	67

7. Bibliographie68

1. PREAMBULE

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 d'Exposition aux Risques (PER) valant Plan de Prévention des Risques approuvé par Arrêté Préfectoral du 28/08/1992.

1.1. DEFINITIONS

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 REVISION 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 présenté une première fois, de façon informelle, à la population pour recueillir les remarques du public suffisamment en amont,
- 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. OPPOSABILITE 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 GENERAL



Situation de la commune de Manigod (échelle 1/200 000)

2.1. GEOGRAPHIE DU TERRITOIRE ETUDIE

La commune de Manigod est située dans le massif des Aravis, plus précisément entre le massif de Sulens (1839m) au sud, la crête des Aravis à l'est (Mont Charvin, 2409m, au sud-est et Etale, 2483m, point culminant de la commune, à l'est) et le massif de Beauregard (Sur les Frêtes, 1701m) au nord ; son point le plus bas est à la limite avec Les Clefs au niveau du Fier, à 700m environ.



La commune vue depuis la pointe de la Mandallaz

La commune se répartit sur les deux rives du Fier ; le chef-lieu est en rive droite comme la majorité des autres hameaux, à 700m d'altitude, et on trouve de l'habitat permanent sur les pentes jusque vers 1550m à la station de l'Etale, au-dessus du Col de Merdassier (petite partie de bassin versant donnant dans le Nom, vers La Clusaz).



La haute vallée du Fier et le Sulens depuis les Plans au-dessus du Chef-Lieu

Le paysage est façonné par l'agriculture, avec de nombreux champs de fauche et pâtures autour des zones habitées, mais aussi des forêts notamment sur les pentes plus raides.

En 2014, la commune comptait 1007 habitants permanents (contre 1906 en 1848 et 508 en 1975), pour 2368 logements, dont 17% de résidences principales.

2.2. CLIMATOLOGIE ET PRECIPITATIONS

L'appartenance de la commune aux Préalpes des Bornes la rend bien arrosée par les perturbations atlantiques, plus particulièrement par les flux de nord-ouest.

Plus que la pluviométrie annuelle moyenne de l'ordre du mètre dans le fond de vallée (référence : poste de Thônes à 631m), c'est l'intensité des précipitations extrêmes qui nous intéresse, avec comme exemples d'épisodes récents marquants, sur les postes voisins :

- Du 2 au 5/1/2018, 170mm en 5j au Grand-Bornand, et 155mm en 2j les 3 et 4/1 à la station ISAW des Gorges de l'Arly à 713m,
- Le 1/5/2015, 127mm en 24h à Thônes, et 240mm en 6 jours du 30/4 au 6/5
- Le 25/9/1999, 103mm à Thônes et 106mm à Alex en 24h
- Le 21/12/1991, 114mm en 24h à Thônes
- Le 23/9/1990, 102 mm en 24h à Thônes
- Le 13/2/1990, 106mm en 24h à Ugine à 15km au SE, 322mm à Ugine et 306mm à Thônes du 10 au 17/2...

Une pluviométrie de plus de 100mm en 24h n'est donc pas exceptionnelle.

2.3. GEOLOGIE

2.3.1. Aperçu morphologique

La Commune de Manigod est située sur la carte géologique de Annecy / Ugine au 1/50 000ème (carte reproduite ci-après, BRGM 1992). Les descriptions qui suivent ont également bénéficié de l'excellent site GEOL-ALP (<http://www.geol-alp.com>) de Maurice GIDON, dont sont également issues plusieurs illustrations (pp13 et 16).

Cette commune est nichée au cœur du synclinal de Serraval, grande dépression marquant la zone de reliefs mous entre les Bornes et les Aravis.

Terrains quaternaires

- E Eboulis
- C Colluvions, éboulis et moraines remaniées
- Gy Moraines supérieures wurmiennes

Autochtone relatif

- e-gf Barthonien - Stampien : Flysch marno-grés micacé
- e-gF Barthonien - Stampien : « Grès de Tavayannaz »
- e-gM Barthonien - Stampien : Marnes à foraminifères ; schistes à *Meletta*
- e-gC Barthonien - Stampien : Conglomérats, calcaire gréseux
- e-4-5 Yprésien supérieur - Lutécien : Calcaires
- C-7 Cénomaniens - Maastrichtien : Calcaires
- n6-7 Aptien supérieur - Albien : Calcaires gréseux
- n4-5 Barrémien - Aptien inférieur : Calcaires urgoniens
- n3 Hauterivien : marnes et mano-calcaires

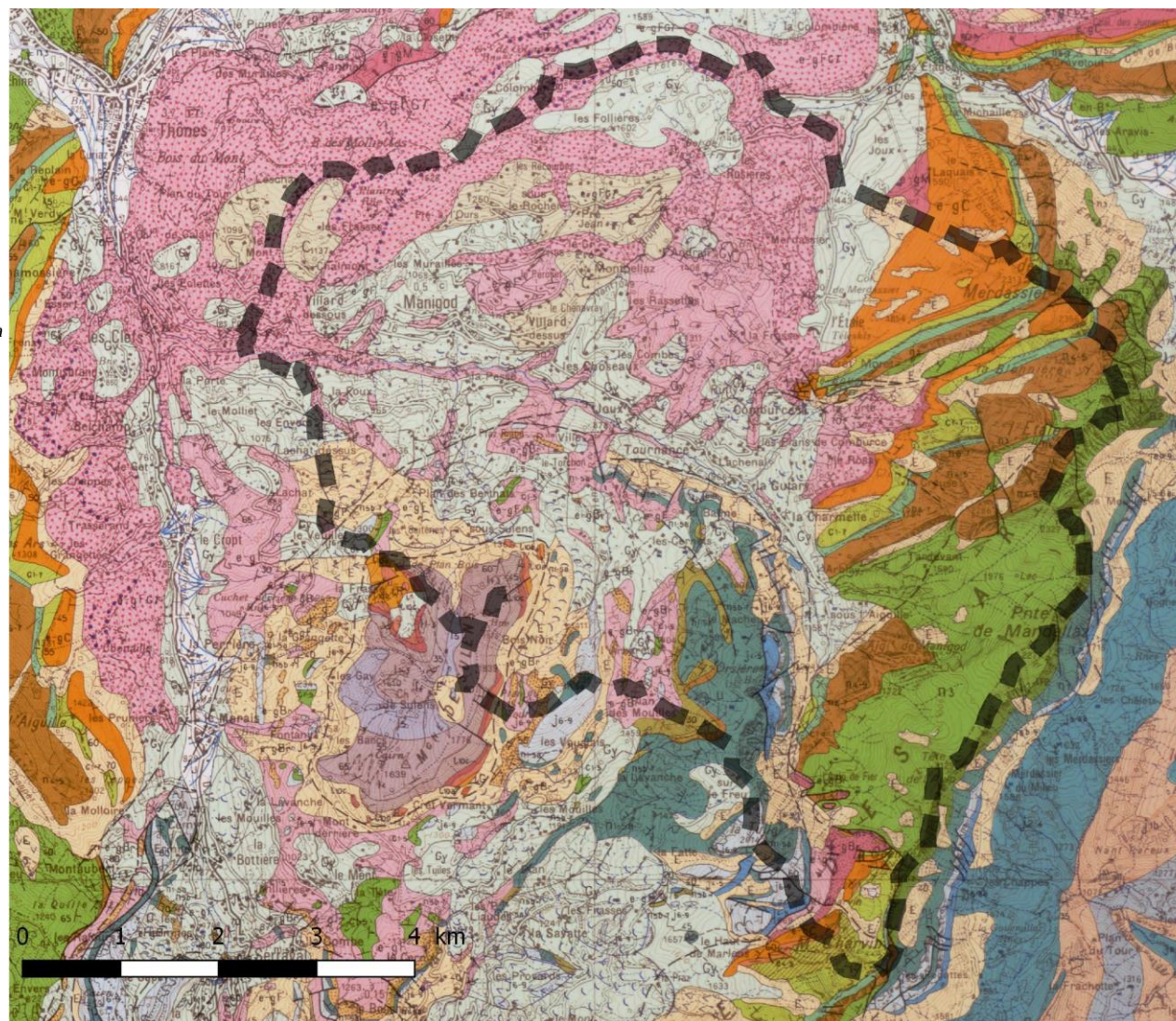
Terrains sédimentaires de la klippe de Sulens

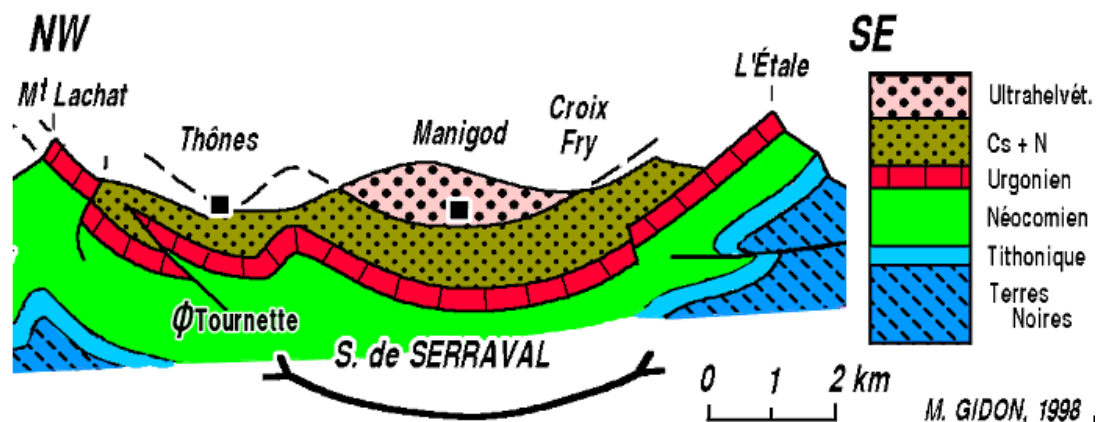
Nappe supérieure

- l5 Carixien inférieur-moyen : Schistes et calcaires
- l4 Sinémurien supérieur : Schistes et calcaires
- l3 Hettangien - Sinémurien inférieur : Calcaires noirs
- l10c Rhétien : Calcaires noirs
- l10b Argilites et calcaires dolomitiques
- l10a Calcaire dolomitique et carneules

Nappe inférieure

- j6-9 Barthonien - Stampien : Flysch et Wildflysch à lentilles





Coupe schématique de la dépression tectonique de Thônes, à la latitude de Manigod
source GEOL-ALP, Maurice GIDON

Située à cheval entre les Bornes externes, les nappes inférieure et supérieure de la klippe de Sulens, et l'unité des Aravis, la commune de Manigod est caractérisée par une morphologie variable d'ouest en est et du nord au sud. Au sud-ouest de la commune, la klippe de Sulens et les flyschs qui l'encadrent donnent des reliefs peu contrastés d'où émergent les corniches de calcaire tithoniques de l'unité Ultrahelvétique. À l'est, la chaîne des Aravis marque la bordure est grand synclinal de l'unité des Aravis, avec des reliefs aux calcaires affleurant et formant falaises, dalles et éboulis. Sur les versants de part et d'autre du Fier, les flyschs et grès de Taveyannaz forment des versants raides aux reliefs assez mous.



Le versant sud de la commune et les Aravis, vus depuis Sulens ; le contraste est marqué entre les flysch et grès de Taveyannaz à gauche et au centre (Beauregard, Cabeau) et les calcaires des crêtes (L'Étalle, l'Aiguille) à droite.



Le versant est de Sulens au-dessus de Bois Noir, les éboulis sont bien visibles en pied de versant raide, le flysch forme les reliefs plus mous en aval du chalet.

2.3.2. Description géologique

Montagne de Sulens

La montagne de Sulens est cernée par une combe annulaire affouillée par divers torrents (dont le Fier du côté nord). Cette disposition est due au fait que la partie haute de cette montagne est constituée de couches calcaires, qui sont plus résistantes que le flysch argilo-gréseux qui affleure tout autour et y a donc été affouillé pour former la dépression périphérique. La cause de cette situation est d'origine tectonique : il s'agit là d'une klippe, un lambeau d'une nappe de charriage isolé par l'érosion. Le soubassement de la montagne de Sulens est constitué par le flysch nummulitique ultrahelvétique, de terrains mésozoïques (Jurassique supérieur, Crétacé inférieur et Sénonien) et de brèches d'âge nummulitique. La partie haute de la montagne est formée d'une succession de bancs, épais de 0,5 à 1 mètre, de calcaires argileux sombres, à joints marneux, du Lias, formant des éboulis exposés aux chutes de blocs (photo ci-dessus).

Versants du Fier



Les versants du Fier sont constitués des grès de Taveyannaz (partie haute des versants rive droite) et des flysch marneux (partie basse du versant rive droite). Il s'agit d'une épaisse succession gréseuse à caractères de flysch, riches en fragments de roches volcaniques andésitiques. Cette sédimentation détritique relativement fine passe vers le haut à des marnes contenant des olistolites (paquets de terrains charriés par la tectonique) de toutes tailles. Ces grès s'altèrent en produisant d'épaisses couches d'argiles, propices aux glissements de terrains dès que les pentes sont suffisantes, et/ou en cas d'arrivées d'eau importantes (exemple des nombreux glissements de Mai 2015, ou du grand glissement de l'Andran, qui mobilise probablement aussi des moraines).



Les grès de Taveyannaz en rive droite du Fier, affleurant suite à un glissement de terrain (Les Pohets, commune voisine des Clefs)

Chaînon des Aravis



Merdassier, l'Étale et la Mandallaz depuis Sulens

La commune de Manigod concerne la partie sud du chaînon des Aravis, au sud du col des Aravis. Le prolongement méridional du chaînon des Aravis est formé par une longue crête presque rectiligne qui culmine aux sommets de l'Étale et du Mont Charvin, tous deux sur la commune de Manigod. Tout comme la partie septentrionale des Aravis, ce chaînon est formé par une arête simple, souvent armée par l'Urgonien, qui regarde vers l'est et qui représente le flanc est du synclinal de Serraval. Du fait de l'érosion, les sommets qui jalonnent l'arête sont formés de couches d'âge variable (Hauterivien à Sénonien, voire même calcaires nummulitiques).

La crête des Aravis méridionales est traversée, un peu en biais, par la série de cassures inclinées vers le sud - sud-ouest qui sont surtout bien visibles dans les abrupts de son versant est. Cet ensemble de cassures peut être qualifié de "faisceau de failles du Charvin". Les failles les plus importantes de ce faisceau sont la faille de la Goenne, qui traverse la crête au nord du Charvin et, plus au nord, celles de l'Étale et de Merdassier : elles sont dotées d'un rejet de plusieurs centaines de mètres (à peu près égal à l'épaisseur de l'Urgonien). Ces failles majeures affectent essentiellement la partie supérieure de la succession stratigraphique de l'Hauterivien au nummulitique inclus.



l'Etale depuis la Mandallaz

La nature calcaire et compétente des roches constituant les reliefs du chaînon des Aravis forme de nombreuses barres rocheuses, propices aux chutes de blocs sur les versants ouest du chaînon.

Eboulis, colluvions et moraines

Ces trois formations que l'on trouve réparties sur les versants de la commune de Manigod, sont des formations superficielles, peu consolidées. Leur altération est propice à la formation d'argiles, donc aux glissements de terrain.

3. DESCRIPTION DES PHENOMENES

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. DEFINITIONS DES PHENOMENES ETUDIES

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.

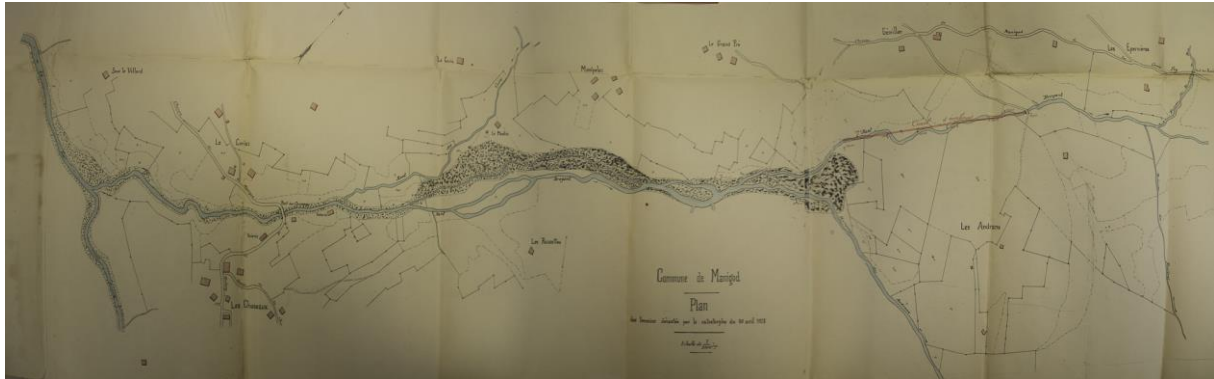
Ces écoulements exercent des efforts sur les obstacles qu'ils rencontrent, efforts qui peuvent aller d'un vent fort (aérosol en fin de course) à des poussées extrêmement destructrices (coulée à pleine vitesse). Ces efforts sont considérablement augmentés lorsque des rochers ou billes de bois sont entraînés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


3.2. TABLEAU DES PHENOMENES HISTORIQUES


Un certain nombre d'évènements liés aux risques naturels ont pu être recensés, d'après le PPR existant, l'étude des archives du Service RTM et de l'Irstea (notamment les fichiers de l'Enquête Permanente sur les Avalanches ou EPA et de la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches ou CLPA), ainsi que l'ouvrage « Les Torrents de la Savoie » de Paul Mougins pour les crues du XIXe siècle et antérieures.

Date	Description de l'évènement	Source
19 février 1700	Une avalanche aurait détruit trois maisons au Rosay [<i>Les Crêtets, en rive gauche ?</i>], faisant 5 victimes (et 30 têtes de bétail).	fiches CLPA N°10 et 11, DICRIM
14 septembre 1733	« <i>Le Haut Fier déborde sur tout son parcours et cause des dégâts considérables. Ainsi, à Manigod, il emporte onze maisons, une grange, emplit de déjections un autre bâtiment.</i> »	Mougins
Janvier-février 1799	« <i>L'abondance extraordinaire des eaux tombées dans le canton de Thônes, tant sur la fin de nivôse que sur les deux premières décades de pluviôse an VII [du 10 janvier au 8 février 1799] ont si considérablement enflé les torrents, ruisseaux et fontaines que dans un pays tout en pentes, cette abondance des eaux a entraîné et déplacé les terres.</i> »	Mougins

Date	Description de l'évènement	Source
1820	Première mention du glissement des Andrans.	RTM
3 avril 1897	<p>Le glissement de l'Andran, de 800m de large par 1200m de long, détruit 7 maisons aux Andrans, heureusement sans faire de victimes grâce à une prompte évacuation.</p> <p>Le Petit Journal précise que ces maisons étaient au hameau emporté de Landran (sic), sur une bosse 200m au-dessus du confluent du nant de l'Andran.</p> <p>Un éboulement mineur s'était produit la veille sans que l'on y porte attention. Des fissures se déclarent vers 5h, des glissements régressifs se déclenchent dès 6h, et la lave ainsi créée au pied du glissement avance lentement dans le Nant Bruyant pour atteindre et emporter le pont des Choseaux à midi, ainsi que 1 maison, 1 grenier, 2 scieries et 2 moulins dans le talweg du Nant Bruyant, et génère un atterrissement dans le Fier jusque 1500m à l'aval, heureusement sans embâcle. Les mouvements paraissent globalement stabilisés lundi 5 avril.</p>	RTM, coupures de presse (Le Petit Journal 5/4/1897, Indicateur de la Savoie 10/4/1897)
5 avril 1900	Le Fier emporte deux ponts à Manigod.	Mougin
Vers 1900	L'avalanche de la Charmette (CLPA N°13) descend jusqu'au Fier.	CLPA
12 mars 1907	L'avalanche de la Grande Combe (CLPA N°14, EPA N°17) coupe la route de l'Aiguille.	EPA
10 janvier 1909	L'avalanche de la Joux (CLPA N°27, EPA N°18) coupe le Fier et emporte un chalet.	EPA
27 mars 1914	<p>L'avalanche du Nant des Cochons (CLPA N°21, EPA N°21) coupe le Fier et remonte sur le versant opposé.</p> <p>L'avalanche du Macheux (CLPA12, EPA20) descend au Fier en emportant 2 granges, avec de gros dégâts à la forêt.</p> <p>L'avalanche de Tardevant ou de la Mandallaz (CLPA 18, EPA 16) emporte les chalets de Tardevant la Plaine construits l'année précédente (ruines encore visibles à 1720m sous la Mandallaz).</p>	CLPA, EPA, témoignage

Date	Description de l'évènement	Source
30 avril 1924	<p>Une avancée d'environ 1ha, sur 50m d'épaisseur au moins, à l'aval du glissement des Andrans produit un embâcle, puis une grosse lave dans le Nant Bruyant « <i>submergeant les vergers et les prairies qui le bordent, suivant une bande dont la largeur peut varier entre 25 et 150m, culbutant le pont des Choseaux (construit en pierres en 1922)</i> » (cf. plan des dégâts ci-dessous) et formant une embâcle/débâcle sur le Fier dont l'effet se fit sentir jusqu'à Brassilly (Meythet).</p>  <p>Un canal est proposé pour empêcher l'infiltration du Nant Bruyant constatée alors 500m en amont du glissement ; les travaux sont adjugés en 1925, mais interrompus par un orage qui en endommage une grande partie le 30 mai 1926.</p>	RTM
15 février 1928	<p>Une avalanche « au-delà de l'Aup du Fier » détruit 2 écuries ; il pourrait s'agir du Nant des Cochons (CLPA 21, EPA21), où des écuries étaient anciennement implantées en rive droite face à l'Aup du Fier d'en Bas (9 chalets visibles sur la Mappede Sarde, mais pas sur le cadastre de 1925) et auraient été emportées vers cette époque.</p>	RTM, témoignage
15 septembre 1940	<p>Une crue du Fier endommage des scieries sur ses berges.</p>	Témoignage

Date	Description de l'évènement	Source	
2 février 1942	L'avalanche de la Lanche (23 EPA, 18 CLPA probable ?) emporte un chalet (Paul Fillion, de la Charmette) à 1800m à la Lanche (sic, à 1840m sur Tardevant la Plaine vu l'altitude ?). Avalanches voisines à Tardevant d'un côté (dégâts au bois et à deux passerelles vers la Charmette) et au Nant Chenavier de l'autre (dégâts au bois et à la toiture de l'oratoire).	EPA, RTM, photos aériennes de 1938, 1948 et 1956	
1945	L'avalanche du Macheux (CLPA12, EPA20) détruit un vieux chalet, avec une extension moindre qu'en 1914. <i>L'EPA signale des dégâts à la forêt (10m³ de hêtres en bois particuliers) le 13 mars 1942.</i>	fiche N°28 et contour N°26 sur la CLPA de 1973, EPA	
vers 1953	Une crue du Nant Bonnier bouche complètement la route de l'Aiguille au niveau du pont. Un trou a du être ménagé dans le mur aval de l'ouvrage pour permettre l'évacuation des matériaux.	Témoignage	
Janvier 1955	Un glissement de terrain pousse à évacuer un chalet sur la commune.	Le Messenger, 28 janvier 1955	
19-21 février 1963	Fortes avalanches vers Tardevant, celle de la Charmette (13 CLPA) emporte la ligne électrique à la sortie du hameau (photo ci-contre), celle de la Grande Combe (14 CLPA) bloque l'entrée de l'Arblay au niveau du calvaire, celle de Tardevant, partie « <i>sur le flanc de l'Aiguille</i> » (15 ou 18 CLPA ?) coupe également la route sur 300m.		L'Echo Savoyard 27/2/63 (photo), CLPA
1970	L'avalanche du Mont Charvin (22-23 CLPA) arrive très près du chalet protégé par un rocher à 1600m, et intercepte le chemin de l'Aup du Fier d'en Haut.	Témoignage	


Date	Description de l'évènement	Source	
4 février 1978	<p>Les avalanches de Tardevant (16 à 18 CLPA, 16 EPA) emportent un chalet probablement vieux de plusieurs siècles (visible sur la Mappede Sarde) à l'Arblay et plusieurs greniers (dont un au-dessus du chalet).</p> <p><i>Photo ci-contre, les soubassements du chalet toujours visibles en décembre 2016 ; une petite partie des zones de départ, faiblement enneigées, est visible à gauche de l'Aiguille</i></p>		RTM, DICRIM, témoignage
5 février 1980	L'avalanche de la Paroi de Merdassier (3 CLPA) coupe la route et emporte un pylône du TK du Petit Choucas en s'arrêtant contre sa gare de départ.	RTM	
13 février 1988	L'avalanche de Merdassier (1 CLPA), déclenchée artificiellement depuis les dalles sous la pointe 2206m à l'ouest de la pointe de Merdassier, atteint 1450m.	RTM	
10 octobre 1988	Une coulée de boue au Petit Sulens coupe la route de Plan Bois et l'accès à la Mermaz.	DL 11/10/1988	
14 février 1990	Fortes pluies sur sol gelé, un glissement de talus à La Combe (cf. 1/1/1994).	RTM	
5 septembre 1991	Glissement rocheux banc sur banc suite au décaissement de la route du Pré de l'Ours, dans le 3 ^e virage.	RTM	
26 octobre 1992	De fortes pluies génèrent des glissements de talus au Foux (50m ³ sur une voie privée et sur la route des Envers), au Pré à l'Ours (100m ³ sur la voie communale), à la Bettaz (glissement aval emportant la voie communale) et Sous Joux.	RTM	
26 novembre 1992	Un glissement de terrain évolue en coulée de boue dans le Nant des Coins et bouche la D16.	RTM	

Date	Description de l'évènement	Source
5 décembre 1992	<p>Deux glissements de terrain superposés vers la Rotte évoluent en coulée de boue dans le Nant Bonnier, qui bouche partiellement le pont et recouvre la route en aval de Tournance (même phénomène que vers 1953 mais moins intense).</p> <p>Un affaissement se produit aux Plans de Comburce, en lien avec les terrassements d'un chalet en construction.</p>	RTM
26 mars 1993	Glissement de talus sur un immeuble (Le Charvin ?) à Merdassier.	RTM
Du 20 décembre 1993 au 1 ^{er} janvier 1994	<p>Fortes pluies, nombreux glissement de talus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - coupant la RD16 vers la Combe, - à Joux sur la VC1, Chenaveret sur la VC2, La Chapelle dessous sur voie privée, au Crêt des Vy sous Villard Dessous, Chalmont, etc. - inondations ponctuelles dues aux ruissellements (entre autres, les 19 et 20/12/1993 au chalet Mont Blanc Soleil à Merdassier, aux Neizieux et aux Combes). 	RTM
5 juillet 1996	Glissement du talus aval sous la route à Lachenal	RTM

Date	Description de l'évènement	Source
5 aout 1997	<p>Fort orage localisé sur la tête de Cabeau (col de Merdassier). Forts ravinements à Merdassier, réactivant le glissement de talus du 26/3/93, et crue du torrent inondant le garage des immeubles Panoramic et Ski Soleil, avec rupture d'un mur inondant de façon brutale un hôtel (la Vieille Ferme) à l'aval et dégâts matériels importants.</p>  <p>Les pièces, de l'habitation la plus touchée, ont subi bien des dégradations ; les portes des garages du parking vrillées et une voiture inondée.</p>	RTM, rapport gendarmerie, photos DL

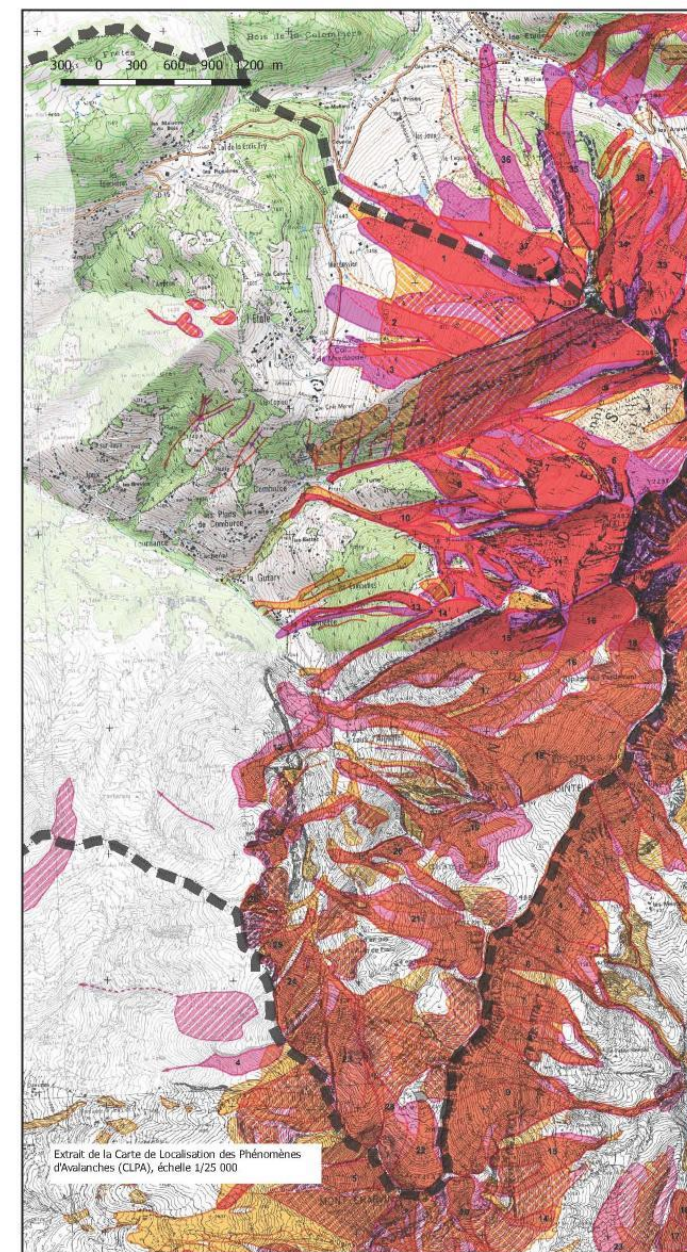
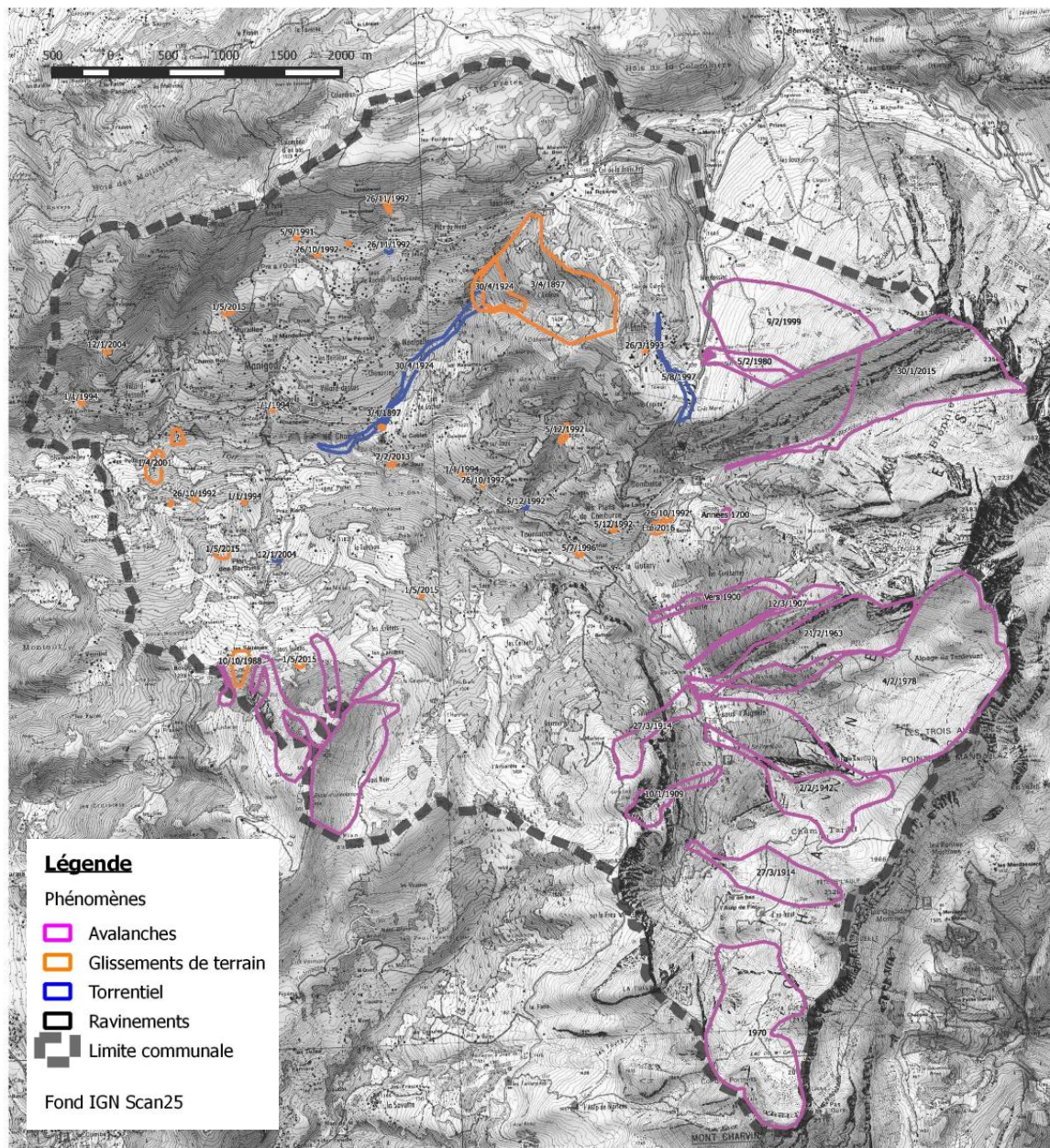
Date	Description de l'évènement	Source
9-19 février 1999	L'avalanche de Merdassier (CLPA2) déclenchée par une dameuse sur la crête coupe la route d'accès à la station de Merdassier. L'avalanche de Tardevant sud (CLPA15) coupe la route de l'Aiguille. Le 19, l'avalanche de Joux (CLPA27, EPA18) descend vers 1250m.	RTM2013, CLPA, EPA
1 ^{er} avril 2001	Un glissement important (50 000m ³ environ) en rive gauche du Fier dévie celui-ci sur sa rive droite en dessous du Foux.	RTM
12 janvier 2004	Fortes pluies, générant des débordements et ruissellements entre autres au Tremblay, à Pré Jean, au Col de la Croix Fry, à la Combe, à l'Envers ... et un glissement de talus juste à l'est de Chalmont, et des glissements de terrain ou de berge sous la Cordy.	RTM, archive communale
21 avril 2005	Un glissement superficiel survient au-dessus d'une habitation à Sous le Rocher.	RTM
6 décembre 2010	Fortes pluies sur sol enneigé ; glissement de talus sur la RD16 lié à un débordement de busage sous le Genévrier, et autres phénomènes anthropiques (glissement de talus fraîchement terrassé aux Murailles, érosion sous le Plan de Comburce...).	DL 07/12/2010, RTM
2 février 2013	Glissement superficiel sous les Choseaux, terminant dans le Nant de Joux.	RTM
30 janvier 2015	L'avalanche de Blonnière (CLPA N°4) part côté Merdassier (sud) et couche du bois vers 1300 voire 1250m.	EPA, BDOrtho

Date	Description de l'évènement	Source
1 ^{er} mai 2015	<p>Fortes pluies, nombreux glissement de terrain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - glissement au Ganfond évoluant en coulée de boue (cf. 26/11/1992, photos ci-dessous à gauche), bouchant la D16 et l'accès à une habitation en aval à Pré Jean (photos ci-dessous à droite),  <ul style="list-style-type: none"> - glissement de talus aval sous la route des Choseaux, - glissement pelliculaire sous Sulens, - glissement pelliculaire au Plan des Berthats menaçant une habitation, - glissement de talus aval emportant la piste du Torchon, - glissement en forêt évoluant en coulée de boue au-dessus d'une maison en construction aux Murailles, - glissement de talus aval d'une voie privée à Maison Neuve. 	Archives RTM et communales, photos commune

Date	Description de l'évènement	Source
Eté 2016	Un glissement est signalé aux Bettaz, sous le chalet.	RTM
4 janvier 2018	<p>Fortes précipitations (170mm en 5j au Grand-Bornand, 155mm en 2j à la station ISAW des Gorges de l'Arly), l'avalanche de la Charmette descend vers 1150m après que le village ait été évacué (photo aérienne ci-contre, commune de Manigod).</p> 	Météo-France, CD73/ISAW.ch, commune

3.3. LA CARTE DE LOCALISATION DES PHENOMENES

La carte de localisation des phénomènes, reproduite au 1/50 000 ci-après, indique les principaux phénomènes rencontrés, en les indexant par leur date de survenance qui permet de les retrouver dans le tableau ci-dessus.



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 pour le cas particulier des avalanches exceptionnelles).

Cette intensité est mesurée, autant que possible, par la grandeur physique des phénomènes, avec comme repère les dommages structurels probables sur un bâtiment virtuel standard.

Deux cartes sont éditées : la première indique les aléas de période de retour centennale, la deuxième indique les avalanches exceptionnelles, de période de retour plus rare que le centennal.

4.1. DESCRIPTION DES NIVEAUX D'ALEAS UTILISES

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.



Les avalanches de Sulens, bien visibles en fin de saison – cliché Eaux et Forêts 1938

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 (historiques ou probables au centennial).

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 d'intensité forte, correspondant aux coulées ou aux aérosols intenses, avec une période de retour au-delà du centennal. 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.

4.1.2. Eboulement rocheux

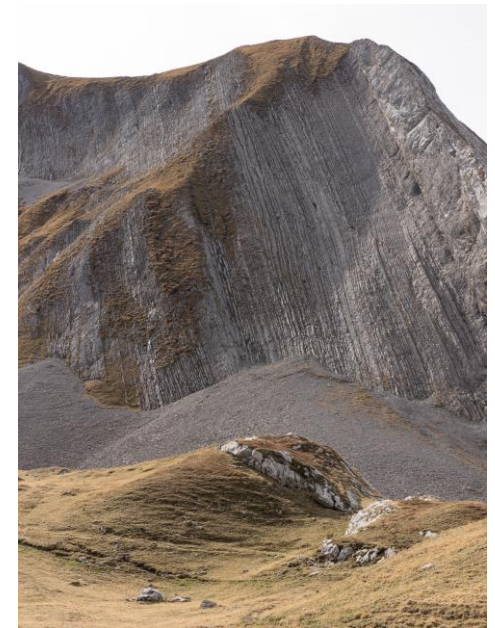
Cet aléa concerne les phénomènes de mouvements gravitaires rapides de roches cohérentes, avec propagation d'éléments en surface.

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 : escarpements, bancs rocheux et éboulis de la face nord du Charvin*

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. 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 rencontré.



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 (<<1m, en ordre de grandeur).



La niche d'arrachement du glissement du 1^{er} mai 2015 au Ganfond – cliché RTM 2015

L'aléa fort (G3) 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, 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 (*photo ci-contre : le Nant Barlottier au-dessus de la route du Plan des Berthats*). Il est également appliqué aux éventuels glissements de berge, et aux débordements très intenses et laves torrentielles.



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. TABLEAU DES ALEAS

Les zones d'aléas sont décrites ci-après dans l'ordre de leur numérotation, qui parcourt la commune dans le sens des aiguilles d'une montre depuis le débouché du Fier dans la commune voisine des Clefs.


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
1	Torrentiel	Le Fier	T3	<p>Le Fier prend sa source sous le Mont Charvin, il a un bassin versant de 40km² à sa sortie de la commune. Son activité est surtout érosive, mais des zones plus plates, notamment sous le Chef-Lieu, peuvent être susceptibles de débordements locaux. Les transports solides peuvent y être importants, avec entre autres le grand glissement de l'Andran, et d'une façon générale tous les ruisseaux affluents à l'aval de la Gutary qui coulent sur des terrains plus ou moins instables.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (d'où sa grande largeur) et la plupart des débordements locaux (ponts), ainsi qu'une réserve d'accès.</p> 
2	Glissement	Rive droite du Fier, de l'aval de la commune au Col de Merdassier	G3 G2 G1	<p>L'ensemble du versant est constitué des grès de Taveyannaz, de Flyschs marno-grésos-micacés du tertiaire et de dépôts morainiques et de colluvions. Ces terrains sont propices aux glissements dès que la pente excède 20%, et on y observe de nombreux indices d'activité (fluages modérés, venues d'eau...). De fait, l'ensemble du versant a été classé en aléa moyen. Les zones de glissements avérés ont été classées en aléa fort, comme à la Combe et aux Murailles (<i>photo ci-contre, la niche d'arrachement en juin 2017</i>). Les versants raides du Communal du Villard Dessous Nord et de la Gerofle, en amont du Nant Martin (cf. zone 4 ci-dessous) ont été classées en aléa fort, du fait des pentes particulièrement fortes pouvant générer des glissements superficiels.</p> <p>Au contraire, les zones à très faibles pentes, telles que sous le Pré à l'Ours, Les Follières Ouest et Est, ainsi que les Maison du Bois-Ouest ont été classées en aléa faible.</p> 

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
3	Torrentiel	Ruisseau de la Combe, ruisseau de Chalmont	T3 T1	<p>Ce petit ruisseau draine la combe sud de Chalamont, avec un bassin versant de 75ha environ. Son lit n'est guère marqué au-dessus de 1150m (1000m pour son affluent le ruisseau de Chalmont), mais on trouve vers 1050m (route de Chalmont) des traces de mouvements non négligeables sur sa berge de rive droite, et d'autres en aval. À la Combe, le lit se rétrécit et s'aplanit, avec des possibilités de débordements en rive droite en amont et sur la D12 ; les faibles débits liquides font que l'aléa est faible une fois sorti de la proximité immédiate du lit. Ces débordements sont susceptibles de divaguer en rive droite (chemin du Pont des Pellières) sans retour au lit avant le Fier.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (route de Chalamont et D12 sous la déchetterie), ainsi qu'une réserve d'accès.</p>
4	Torrentiel	Nant Martin, ruisseau du Rochat	T3	<p>Ces ruisseaux drainent la combe sud entre le Villard-Dessous et le Chef-lieu, avec un bassin versant de 130ha environ, et des zones raides susceptibles de glissements superficiels entre 1100 et 1400m pouvant les alimenter en matériaux (cf. zone 2 ci-dessus).</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (route de Chalamont), ainsi qu'une réserve d'accès.</p>
5	Torrentiel	Ruisseau de la Chapelle	T3	<p>Ce ruisseau draine la combe sud du Chef-lieu, avec un bassin versant de 180ha environ.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (route des Murailles, route du Torrieu et bâtiments rive droite en amont et rive gauche en aval très proches du lit, <i>photo ci-contre</i>, et route de la Chapelle), ainsi qu'une réserve d'accès.</p>

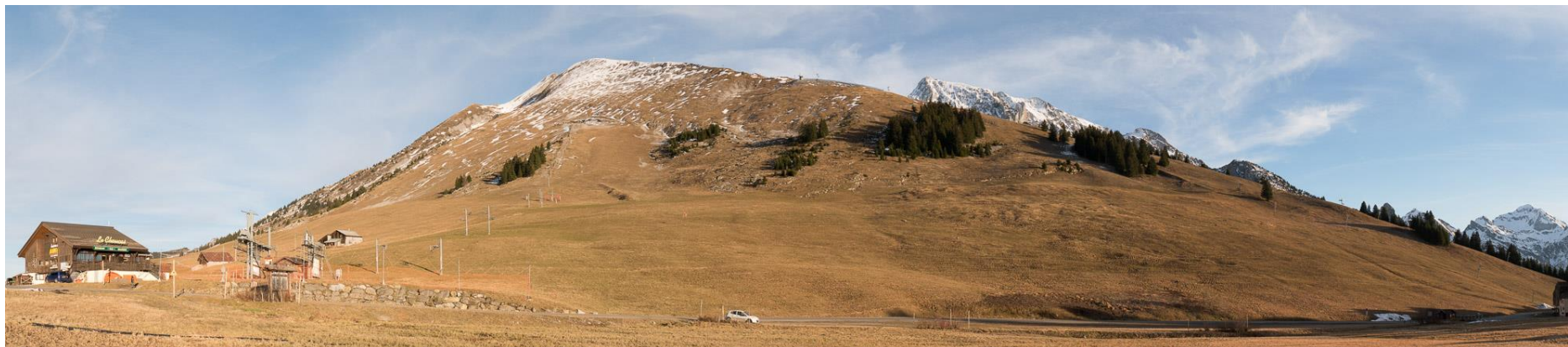


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
6	Torrentiel	Nant Bruyant, Ruisseau de l'Andran	T3	<p>Ce torrent draine le vallon allant des Follières à l'Andran, avec un bassin versant de 5,5km² environ. Plus que le débit liquide, c'est le débit solide qui définit ses crues, avec notamment les références des laves de 1897 et 1924, lors des poussées du glissement de l'Andran, qui ont pu atteindre plusieurs mètres de haut sur toute la largeur du talweg. Le chenal empierré construit dans les années 1920 est encore visible à hauteur de Gémillon, mais son endommagement le rend inefficace (<i>photo ci-contre, juillet 2017</i>) ; d'une façon générale, l'ampleur du glissement n'est pas à la mesure de travaux de protection réalistes et durables. D'autres glissements plus superficiels sont visibles sur la berge rive droite sous Gémillon et le Grand Pré, et en rive droite en aval de l'Andran, dans la combe des Rassettes au nord des Abérieux ; des érosions sont également présentes en amont du ruisseau de l'Andran en rive gauche.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (glissements de rive droite, érosion de talus sous les Choseaux...) et l'emprise d'une lave comparable à celles de 1897 et 1924.</p>
7	Glissement	Col de la Croix Fry	G2 G1	<p>Des anciens dépôts de tourbe, sans nappe actuellement associée, déterminent une zone de sols très compressibles, qui avaient été reconnus lors de l'aménagement du col (Géoprojets, 1985). L'aléa est moyen compte tenu des déplacements non extrêmes à attendre, mais la constructibilité est difficile. Dans les zones où les reconnaissances ne mettent pas en évidence de dépôts de tourbe, l'aléa est faible, voire nul.</p>




N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
8	Glissement	Glissement de l'Andran	G3	<p>Grand glissement, situé essentiellement entre le ruisseau de l'Andran et le Nant Bruyant ; la morphologie, avec notamment des grandes marches d'escaliers et des contre-pentes entre 1150 et 1400m entre le nant Bruyant et le ruisseau de l'Andran, laisse supposer des épaisseurs en glissement au moins décamétriques, ce qui impliquerait un volume en glissement au moins de l'ordre de la dizaine de millions de m³. Les mouvements semblent un peu plus superficiels en amont sous la tête de Cabeau, ou sur les marges (aval des Rosières, rive droite du nant Bruyant sous Gémillon, rive gauche du ruisseau de l'Andran).</p> <p>La plupart des chalets présents dans le glissement sont anciens, mais cela ne doit pas faire oublier qu'au moins 7 d'entre eux ont été détruits en 1897 ; des témoignages indiquent qu'ils n'étaient pas forcément regroupés en un lieu, et que d'autres chalets ont dû être reconstruits et/ou déplacés. En 1924, la zone active était restreinte à l'aval du glissement où il n'y avait plus de bâtiments.</p> <p>Une réactivation du glissement comparable à 1897 n'est pas à exclure, l'ensemble de la zone est en aléa fort.</p> <p><i>Photo : le haut du glissement et les ravines sous la Tête de Cabeau, vues depuis le Grand Pré en juillet 2017</i></p> 


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
9	Avalanche	Avalanches de l'Andran	A3 A2c ARE	<p>Quelques panneaux en face ouest sous la Tête de Cabeau, et en nord-ouest en rive gauche sont susceptibles de produire de rares avalanches. Des zones dangereuses et une flèche sont indiquées à la CLPA, pas de suivi EPA.</p> <p>En face ouest de la Tête de Cabeau, la zone de départ est un peu plus importante (ravine en rive gauche, reboisement partiel en cours au nord) avec 5ha environ, une avalanche centennale pourrait atteindre une intensité forte et descendre vers 1350m environ.</p> <p>En rive gauche, deux panneaux disjoints de part et d'autre du chalet dit Marie Noré peuvent produire de petites coulées, l'aléa est centennal.</p> <p>L'aléa de référence exceptionnelle de ces avalanches est plus large, il pourrait toucher deux chalets (un en haut de l'Andran et celui Marie Noré) et descendre plus bas vers 1200m dans le talweg du ruisseau de l'Andran.</p>
10	Torrentiel	Nant des Coins, Nant de la Boille	T3	<p>Ce ruisseau est un affluent de rive droite du Nant Bruyant, avec un bassin versant de 1,5km² environ. Des glissements superficiels au-dessus du Ganfond peuvent fortement influencer son transport solide (11/1992, 5/2015), surtout en partie haute.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (y compris glissements amont) et les débordements locaux (passages de routes et de chemins).</p>
11	Torrentiel	Nant de Joux	T3	<p>Ce ruisseau draine une combe de 70ha en face sud-ouest de la Tête de Cabeau, entre Joux et les Choseaux.</p> <p>Des érosions sont observables en partie haute (rive gauche, face aux Abérieux), et surtout en partie basse comme ce fut le cas en février 2013 sous les Choseaux.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (y compris glissements) et les débordements locaux (passages de routes et chemins).</p>




Les faces ouest au-dessus du Col de Merdassier (avalanche CLPA N°3)

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
12	Avalanche	Versant et col de Merdassier	A3 A1 ARE	<p>Avalanches N°1, 2 et 3 CLPA du nord au sud, N°25 EPA depuis 1999.</p> <p>Les zones de départ sont un ensemble de panneaux assez raides exposés nord-ouest, depuis le haut du TK du Grand Chamois jusqu'à la pointe de Merdassier, avec entre autres des problématiques de départ au sol par reptation (départs dits en gueule de baleine, cf. RTM2013).</p> <p>Les écoulements centennaux se divisent en trois branches, d'une part au nord du chalet de la Culaz vers la limite de la Clusaz du fait de la bosse sur laquelle est ce chalet (avalanche de 1988), d'autre part une large branche centrale face au chalet de Merdassier (avalanche de 1999), et enfin une troisième branche au sud du col de Merdassier (avalanche de 1980), du fait entre autres de la tourne protégeant le haut du téléski des Choucas.</p> <p>Ce dernier ouvrage est d'une efficacité satisfaisante contre les avalanches courantes, mais sa faible hauteur (2m environ) le fera dépasser par les avalanches centennales. Le versant est par ailleurs déclenché depuis les années 1980 (Catex depuis 2003), ce qui n'a pas empêché les grosses avalanches de 1988 et 1999 (toutes deux déclenchées artificiellement) en période d'enneigement rare.</p> <p>L'aléa fort centennal décrit ces trois branches, et atteint le ruisseau de Merdassier et la route.</p> <p>L'aléa de référence exceptionnelle est plus large vers le col, il n'est plus séparé en deux par la croupe du téléski des Choucas, et il s'étale un peu sur le versant opposé en touchant plusieurs chalets autour du col, à Merdassier et à la Culaz.</p>

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
13	Glissement	Versant et col de Merdassier	G2 G1	<p>A l'est du col, on retrouve des calcaires gréseux qui recouvrent les calcaires cénomaniens des dalles de Merdassier, ne générant qu'une certaine sensibilité des terrains de couverture. L'ensemble de ces faciès de nature calcaire est peu propice à l'altération en sols, donc aux glissements. Les pentes les plus basses sont classées en aléa faible, tandis que les pentes les plus hautes du versant sont classées en aléa nul, du fait de l'affleurement du substratum rocheux calcaire.</p> <p>Au col même et dans le vallon de Merdassier, les reconnaissances de sols compressibles font afficher un aléa moyen malgré la faible pente, compte tenu des difficultés prévisibles à construire.</p>
14	Chute de Blocs	Versants Ouest de Merdassier à Tardevant	P3 P2	<p>Le substratum calcaire affleure sur l'ensemble de ce versant. Constitué des couches sédimentaires allant du Valanginien à l'Eocène, ce versant présente à la fois des barres rocheuses de plusieurs mètres de haut, et des éboulis de grande étendue. L'altitude des falaises est propice à leur altération par le gel/dégel et les eaux météoriques, favorisant le détachement de blocs, avec des phénomènes fréquents en amont. Les pentes du versant sont suffisantes pour transporter les blocs en provenance des falaises ou des éboulis. De fait, l'ensemble du versant est classé en aléa fort, sauf dans les parties les plus distales, où la fréquence et les énergies mobilisées sont suffisamment faibles.</p>  <p><i>La rive droite du Fier de Merdassier à l'Aiguille, vue depuis les Cernets</i></p>


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
15	Torrentiel	Nant Bonnier	T3	<p>Ce ruisseau draine une combe de 90ha en face sud de la Tête de Cabeau, entre Joux et Tournance. Des érosions sont observables en partie haute, comme ce fut le cas en décembre 1992 vers 1200m entre autres.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (y compris glissements) et les débordements locaux (passages de la route et de chemins).</p>
16	Torrentiel	Nant Gothier, Ruisseau de Blonnière, Ruisseau de la Rouelle	T3 T1	<p>Ces ruisseaux drainent les combes de Blonnière et de la Rouelle ; le Nant Gothier est issu du versant sud-est de la Tête de Cabeau, au sud du col de Merdassier. Leur bassin versant est de plus de 5km² au total, mais la prédominance de calcaires en partie haute peut induire des infiltrations importantes.</p> <p>A Merdassier, le lit du Nant Gothier est très peu marqué ; on a cartographié les débordements possibles sur le modèle de la crue de 1997, l'aléa est faible (les dégâts étaient dûs à une embâcle-débâcle dans les garages).</p> <p>Ailleurs, la zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (qui peuvent être importantes en amont, et inclure la partie aval de glissements comme à la Bettaz) et les débordements locaux (passages de chemins).</p>
17	Glissement	Les Bettaz	G3	<p>Aux Bettaz, deux glissements ont eu lieu durant l'été 2016. Le glissement le plus au sud, situé le plus à proximité du chalet, montre des traces de glissement profond avec des marches d'escalier et des contrepentes. Le substrat n'est pas directement observable, mais les grès de Taveyannaz semblent affleurer dans le Nant Gothier en aval. Les terrains sont clairement instables (dommages structuraux à une partie du chalet), ils sont de fait classés en aléa fort.</p> <p><i>Photo ci-contre : la partie glissée en décembre 2016, un enrochement de confortement du chemin et du chalet est visible à droite</i></p> 


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
18	Glissement	Les Combettes, la Charmette, La Syrme	G3 G2 G2c	Si la partie haute du versant ouest de l'Étale est constituée de roches calcaires peu propices aux glissements du fait des faibles accumulations de sols et d'argiles, la partie basse du versant est constituée des grès de Taveyannaz, dont l'altération en argile est propice aux glissements. De fait, et à la faveur de pentes importantes, l'ensemble du bas du versant est classé en aléa moyen, avec un risque de coulées boueuses dans la partie plus raide au sud de la Creuse. Les glissements avérés tels que celui du 1/5/2015 entre la Charmette et l'Arblay sont classés en aléa fort.
19	Avalanche	Blonnière	A3 A2s A1 ARE	<p>Avalanches N°4 à 8 CLPA du nord au sud, N°24 EPA. Les zones de départ principales totalisent 2.5km² entre 1600 et 2350m, exposées nord-ouest à sud-ouest, avec en rive droite des possibilités de coulées sous l'arête de Merdassier (TK du Grand Chamois) jusque vers 1500m (reboisement partiel, peu efficace – coulées non individualisables d'intensité forte, représentées dans la zone d'aléa fort).</p> <p>L'aléa fort centennal (coulée, avec aérosol puissant en amont) est sensiblement supérieur aux avalanches historiques récentes (2015), il descend jusque sous Comburce vers 1120m, rejoignant celui de la Rouelle, touchant un chalet à Comburce au nord du confluent de la Rouelle. Un aérosol puissant descend le vallon (aléa moyen hors coulée), perdant de l'énergie en fin de course vers Comburce (aléa faible).</p> <p>L'aléa de référence exceptionnelle descend un peu plus bas dans le Nant Gothier vers 1040m, il est plus large dans le vallon (aérosol plus puissant) et se combine avec celui de la Rouelle.</p> <p><i>Photo : les combes de Blonnière (à gauche) et de la Rouelle (à droite) depuis les Lanches de Sulens</i></p> 




Les zones de départ de Blonnière (à gauche) et de la Rouelle (au centre) depuis Comburce, photo 24/01/2018


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
20	Avalanche	La Rouelle	A3 A2s A1 ARE	<p>Avalanches N°9 à 11 CLPA, N°10, 12 et 13 EPA (Rocher de l'Étale, Comburce, confusion possibles avec Blonnière). Les zones de départ principales totalisent 1km² entre 1500 et 2480m, exposées nord-ouest.</p> <p>L'aléa fort centennal (coulée, avec aérosol puissant en amont) descend jusque sous Comburce, rejoignant celui de Blonnière. Un aérosol puissant descend le vallon (aléa moyen puis faible hors coulée), perdant de l'énergie en fin de course vers Comburce (aléa faible).</p> <p>L'aléa de référence exceptionnelle produit surtout un aérosol plus puissant qui remonte le versant de Comburce en touchant plusieurs chalets à Comburce et au Parchet.</p>
21	Avalanche	La Creuse	A3 ARE	<p>Zone dangereuse à la CLPA, non suivie à l'EPA. Un panneau raide (40 à 45°) de 3ha au-dessus de l'ancien chalet de la Creuse, partiellement reboisé seulement, est susceptible de produire des coulées rares mais intenses. L'aléa exceptionnel n'est pas significativement différent.</p>
22	Avalanche	La Charmette	A3 ARE	<p>Avalanche N°13 CLPA, N°11 et 15 EPA (Tardevant, Rosay, confusions probables).</p> <p>La zone de départ est un panneau raide dans le haut de 2ha vers l'ancien chalet de la Creuse à 1700m, partiellement reboisé seulement, et exposé nord-ouest. Le couloir, topographiquement peu marqué, est raide (35 puis 30°) et susceptible de reprendre des quantités de neige non négligeables sur sa largeur (5 à 6ha).</p> <p>L'aléa fort centennal (coulée sans aérosol) reprend le parcours des avalanches anciennes (arrivée au Fier en 1900, probablement plus intense que 1963) entre les derniers chalets de la Charmette sur 70 à 80m de large (mention « ruisseau de la Charmette » sur le cadastre, à l'activité torrentielle très peu marquée).</p> <p>L'aléa de référence exceptionnel est susceptible d'obliquer en rive droite sur le cône vers le reste du village de la Charmette.</p>
23	Avalanche	La Grande Combe	A3 ARE	<p>Avalanche N°14 CLPA, N°17 EPA.</p> <p>La zone de départ est une dalle raide de 4ha entre 1800 et 200m, exposé nord-ouest. Le couloir est assez marqué, il est raide (oscillant entre 30 et 35°).</p> <p>L'aléa fort centennal (coulée sans aérosol) reprend le parcours des avalanches anciennes (1907, 1963) et est susceptible d'étalement au niveau de la route, avant de rejoindre le Fier.</p> <p>L'aléa de référence exceptionnel n'est pas significativement différent.</p>


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
24	Torrentiel	Ruisseau de Tardevant	T3	<p>Ce ruisseau draine les combes de Tardevant, avec un bassin versant est de près de 3km² au total, mais la prédominance de calcaires peut induire des infiltrations importantes.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (qui peuvent être importantes en amont, sous l'Aiguille ou vers l'Etale) et les débordements locaux sur la route de Sous l'Aiguille.</p>
25	Avalanche	Tardevant	A3 A2s A1 ARE	<p>Avalanches N°15 à 18 CLPA, N°9, 14 et 16 EPA (et probablement 23 de la Lanche). Les zones de départ principales totalisent 2km² entre 1600 et 2400m, exposées nord-ouest à sud-ouest, avec un fonctionnement souvent disjoint entre la branche rive droite (La Cafta sur le cadastre, côté Etale, avalanche de 1963) et celle de rive gauche (l'Arblay, côté Mandallaz et Aiguille, avalanche de 1978).</p> <p>L'aléa fort centennal (coulée avec aérosol puissant) descend dans le Fier, touchant l'emplacement de la maison détruite en 1978 et la première maison de Sous l'Aiguille (départ comparable à 1978 dans la combe rive droite) : quelques effets de protection du relief peuvent être discernés en amont (Chalets de Tardevant exposés à un aérosol moyen, replat vers 2120m sur Tardevant), cependant plusieurs chalets ont été emportés notamment autour de la Plaine (à 1720m en rive gauche du ruisseau en 1914, à 1760m en rive droite peut-être lors de la même avalanche, à 1840m en rive droite probablement en 1942), et aussi à la Lanche en rive gauche à 1400m (d'après l'EPA N°23).</p> <p>Un aérosol puissant descend le vallon (aléa moyen en rive gauche à Sous l'Aiguille, et à l'Arblay hors de l'axe principal d'écoulement), perdant de l'énergie en rive gauche du Fier (aléa faible à Sous Sarion).</p> <p>L'aléa de référence exceptionnelle est un peu plus large au pied sur Sous l'Aiguille et l'Arblay, avec un aérosol plus puissant à Sous Sarion ; il se combine avec ceux de l'Aiguille et plus au sud, notamment à Sous l'Aiguille.</p> <p><i>Photo : vue de l'Aiguille depuis la combe de Tardevant, trajet de l'avalanche N°18 CLPA</i></p> 


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
26	Glissement	Sous l'Aiguille	G2 G1	<p>Le hameau de Sous l'Aiguille repose sur des éboulis et des moraines würmiennes. Ces terrains s'altèrent, et sont peu consolidés, donc propices aux glissements. De fait, la zone est classée en aléa moyen, sauf pour le replat de pied de pente en aléa faible.</p> 
27	Avalanche	L'Aiguille (face ouest), la Lanche, Nant du Chenavier, Champ Tardif	A3 A2c ARE	<p>Avalanches N°19 CLPA (Derrière l'Aiguille – Champ Tardif, La Lanche) et zones dangereuses et flèches non numérotées (L'Aiguille, la Lanche), N°22 EPA (Nant du Chenavier), (et N°23 La Lanche, confusion probable avec Tardevant N°16 EPA).</p> <p>Les zones de départ sont des dalles en face ouest de l'Aiguille pour la partie Nord, et la combe à son sud (Champ Tardif) pour la partie sud qui fait le couloir principal dans le Nant du Chenavier.</p> <p>L'EPA indique au N°23 « Chalet de la Lanche à 1400m détruit » au 2/2/1942, il peut s'agir d'une confusion avec Tardevant, le chalet présent sur le cadastre, et observable sur les photographies aériennes de 1939 et 1948, à la Lanche à cette altitude étant menacé par une branche rive gauche de l'avalanche de Tardevant mais pas par la face ouest de l'Aiguille, qui coulerait 100m plus au sud. An N°22 (Nant du Chenavier) de l'EPA, on trouve au 2/2/1942 la mention du toit de l'oratoire enlevé, ce qui correspond bien mieux à l'avalanche du ruisseau de Champ Tardif.</p> <p>L'aléa centennal est fort (coulée avec aérosol) dans le ruisseau de Champ Tardif, et dans les dalles de l'Aiguille en rive droite qui y donnent directement (partie sud des dalles, les moins boisées). Les dalles plus au nord, qui coulent au nord du ruisseau, et celles au sud qui donnent dans le Fier sont le siège de coulées bien plus réduites (dalles moins lisses et mieux boisées), l'aléa y est moyen de coulées.</p>


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
28	Glissement	Cirque de l'Aulp de Fier et du Charvin, Orsière, le Macheux	G2 G1	<p>Sur les parties sommitales du cirque, constituées de roches à faciès calcaire, l'aléa glissement est faible. Plus bas dans le cirque, les grès de Taveyannaz et les éboulis constituent le substratum géologique. Ces formations sont propices à l'altération donc aux glissements superficiels. Les terrains sont donc classés en aléa moyen, sauf lorsque les pentes sont très faibles, l'aléa y est alors faible.</p>  <p><i>Photo : au-dessus de l'Aulp du Fier et du Nant des Cochons</i></p>
29	Avalanche	Cirque de l'Aulp de Fier et du Charvin	A3 A2c ARE	<p>Avalanches 20 à 28 CLPA, avec des dégâts recensés dans le Nant des Cochons (chalets détruits, peut-être en 1914) entre autres ; la seule zone réellement protégée est sur la crête des chalets d'en Haut et d'en Bas de l'Aulp du Fier, qui semblent même épargnés des phénomènes exceptionnels (ARE). Ailleurs, des effets de protection très locale (exemple : chalet protégé par un rocher en rive gauche du Fier à 1600m) peuvent être parfois rencontrés.</p>

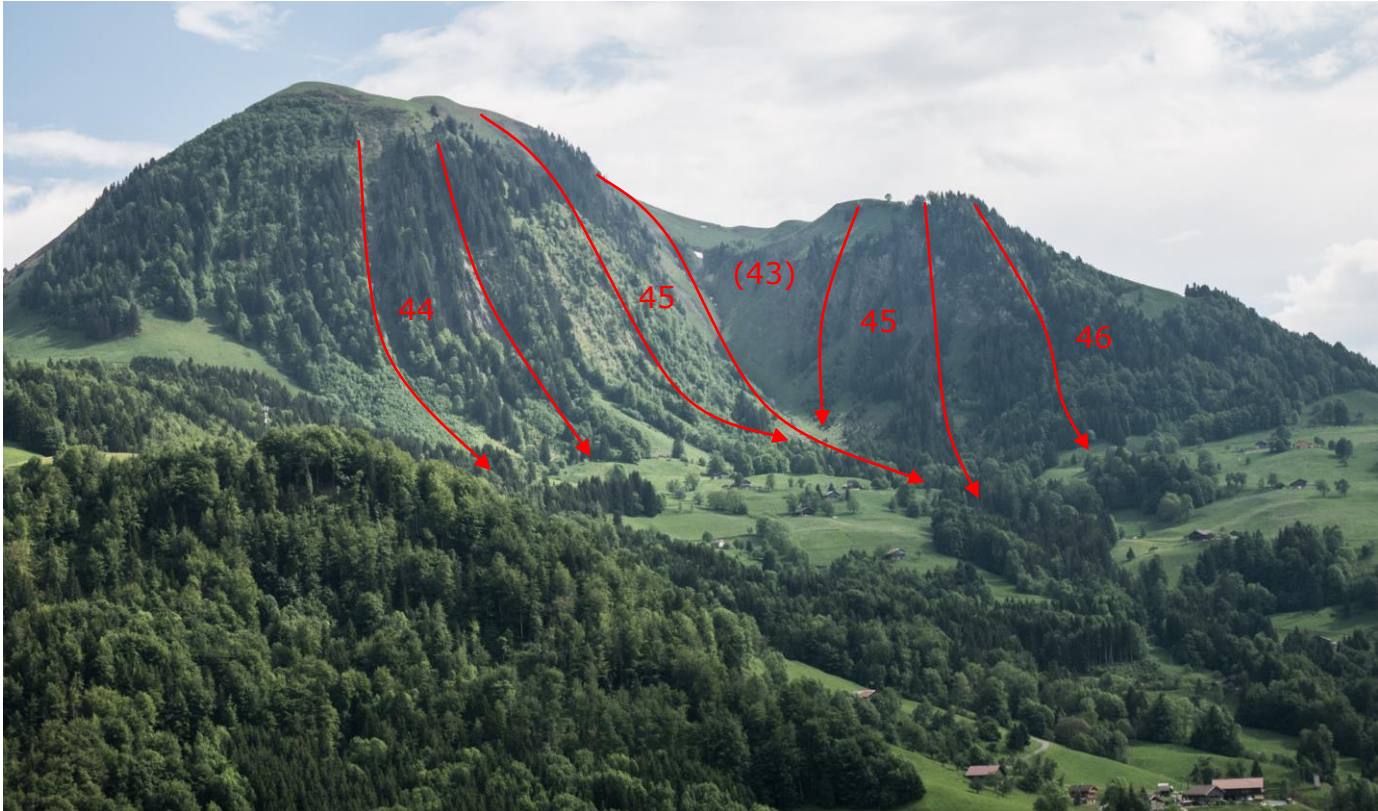
N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
30	Chute de Bloc	Cirque de l'Aulp de Fier et du Charvin, rive droite du Fier	P3	<p>L'ensemble du cirque est classé en aléa fort, du fait de la présence de barres rocheuses fréquentes (Calcaires siliceux ou marneux de l'Hauterivien, calcaires urgoniens du Barrémien-Aptien) et d'éboulis de grande étendue. De plus, les pentes dans le cirque sont propices à la propagation des blocs déstabilisés. Seules quelques pentes où les chutes sont moins fréquentes et de petit volume, sont classées en aléa moyen. <i>Photo : la rive droite du Nant des Cochons jusque vers l'Aiguille</i></p> 
31	Torrentiel	Ruisseau de Sarion	T3	Ce ruisseau draine la combe de Sarion ou du Macheux, avec un bassin versant de 20ha. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (qui peuvent être importantes).
32	Avalanche	Avalanche du Macheux, face est	A3 A2c ARE	Avalanche 12 CLPA, 20 EPA, a emporté 2 granges en 1914 ; l'aléa centennal fort (coulée sans aérosol significatif) va jusqu'au Fier, des coulées d'ampleur plus réduite (aléa moyen) peuvent survenir dans les barres au nord ou au sud de la combe au-dessus du Fier. L'aléa exceptionnel n'est pas différent, se combinant à celui de Tardevant.
33	Torrentiel	Ruisseau des Fauges	T3	Ce ruisseau draine la combe des Fauges, avec un bassin versant de 20ha. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (qui peuvent être importantes).

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
34	Avalanche	Les Fauges	A2c ARE	<p>Avalanche N°19 à l'EPA, recensée les 19/3/1909 et 20/12/1940 entre 1480 et 1120m, avec des dégâts à la forêt dans les deux cas. L'observation des photos aériennes de 1938 montre un vallon bien boisé, avec un talweg qui semble plus érodé par les phénomènes torrentiels que déboisé par les avalanches. L'aléa centennal est moyen dans la combe, avec de rares coulées sous forêt d'ampleur limitée ; l'aléa exceptionnel correspond à une avalanche plus intense si le boisement venait à disparaître.</p>
35	Chute de Bloc	Rive gauche du Fier	P3 P2	<p>La rive gauche de Fier, depuis sa source au Nant de Sulens, est marquée par un escarpement de calcaires appartenant à la base de la klippe de Sulens (marno-calcaires oxfordiens, pour l'essentiel calcaires tithoniques, et aussi calcaires du berriasien à l'Aptien). L'escarpement, raide, est en aléa fort ; certains replats au pied sont en aléa moyen si la fréquence et l'énergie des blocs est suffisamment réduite.</p>  <p><i>Photo : la rive gauche du Fier face à l'Arblay</i></p>

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
36	Glissement	Rive gauche du Fier sous Sulens, du Nant Burgat à l'aval de la commune	G3 G2 G1	<p>Le versant sous Sulens est constitué des grès de Taveyannaz, de Flyschs marno-gréso-micacés du tertiaire et de dépôts morainiques et de colluvions. Ces terrains sont propices aux glissements dès que la pente excède 20% environ. De fait, l'ensemble du versant a été classé en aléa moyen, à l'exception d'un replat suffisamment étendu aux Cernets.</p> <p>Les zones de glissements avérés ont été classées en aléa fort : la Foux (glissement de 2001), Plan des Berthats (2015), Plan Bois (vaste glissement ancien, <i>photo ci-contre depuis les Crétets</i>), le Vernay (chemin des Cernets, 2015).</p> <p>Les versants raides du ravin de l'Enfer, sous le Torchon, et en versant nord sous Plan Bois ont aussi été classés en aléa fort, du fait des pentes particulièrement fortes pouvant générer des glissements superficiels (quelques phénomènes visibles sur photo aérienne en 2015).</p> 
37	Torrentiel	Nant Burgat	T3	<p>Ce ruisseau draine la combe entre le Macheux et l'Arbarète, avec un bassin versant de plus de 2km². La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (qui peuvent être importantes, comme à la piste de la Balme en 2015) et les débordements locaux sur les passages de chemins.</p>

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
38	Avalanche	Le Macheux (face ouest) Riondaz, Orsière	A3 A2c ARE	<p>Avalanches non suivies à l'EPA, flèche sans numéro à la CLPA pour la face ouest d'Orsière.</p> <p>Les trois zones de départ, disjointes, sont en face ouest de la crête d'Orsière : sous le Macheux, en face ouest d'Orsière et dans la combe entre Orsière et la Riondaz.</p> <p>L'aléa centennal est moyen dans les combes au nord et au sud du fait des faibles pentes et volumes, fort à Orsière où la pente est plus soutenue ; l'aléa exceptionnel de ces trois zones se rejoint dans le Nant Burgat et descend vers 1300m.</p> <p><i>Photo : les zones de départ depuis les Cernets</i></p> 
39	Avalanche	L'Arbarète	A2c ARE	<p>Avalanche non suivie à l'EPA, zone dangereuse à la CLPA.</p> <p>Une pente raide au sud du chalet, exposée est, peut être le siège de petites coulées d'ampleur réduite, avec un aléa moyen ; l'aléa exceptionnel touche marginalement le chalet et descend au ruisseau vers 1400m sur le replat.</p>
40	Torrentiel	Nant de Sulens	T3	<p>Ce ruisseau draine la combe à l'est de Sulens (Bois Noir), avec un bassin versant de près de 3km².</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (plus marquées dans la partie raide de son cours sous 1200m) et les débordements locaux sur les passages de chemins.</p>

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
41	Avalanche	faces est de Sulens, rive droite du Nant de Sulens	A3 A2c ARE	<p>Avalanche N°8 à l'EPA (Côte Rouge, positionnée juste au nord de Bois Noir), zone dangereuse à la CLPA en face est de Sulens (des Lanches au Petit Sulens sur le Bouchet Mont-Charvin).</p> <p>L'aléa est fort en face est de Sulens, moyen sur le replat au pied de pente qui ne sera touché que rarement par les plus gros phénomènes, une fois que ceux-ci auront perdu de leur énergie ; le chalet de Bois Noir est équipé d'une étrave amont dans cette zone d'aléa moyen (<i>photo ci-contre</i>).</p> <p>En face nord-ouest, on retrouve de l'aléa fort sur les pentes plus raides, et moyen au pied et dans les pentes moins raides et partiellement boisées en rive gauche.</p> <p>L'aléa exceptionnel pourrait menacer le chalet sous Bois Noir, et descendre vers 1300m dans le Nant de Sulens face à l'Henrion.</p> 
42	Torrentiel	Nant Barlottier	T3	<p>Ce ruisseau draine la combe au nord de Sulens, avec un bassin versant de près de 3km².</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux sur les passages de routes et chemins. Aux Lanches de Sulens, elle comprend des divagations possibles du lit au-dessus de la piste de Bois Noir, et des débordements de volume plus limité en rive gauche sont en aléa moyen.</p>
43	Chute de Bloc	Falaises de Sulens	P3 P2	<p>Les calcaires de l'Hettangien au Sinémurien inférieur au sommet de la klippe de Sulens peuvent produire des chutes de blocs de volume modéré ; sur les escarpements les plus raides et en partie haute, la forte fréquence fait afficher un aléa fort, les zones distales au pied ont un aléa moyen.</p>

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
44	Avalanche	Fontanie au Blanc	A3 A2c ARE	<p>Avalanche N°7 à l'EPA, hors zone d'étude à la CLPA. Les zones de départ sont en facette nord de Sulens, avec une végétation de vernes qui n'empêchent pas les avalanches.</p> <p>L'aléa est fort sur les pentes plus raides en amont où les coulées sont les plus fréquentes, jusque sous la piste de Bois Noir ; il est moyen sur le replat au pied de pente qui ne sera touché que rarement par les plus gros phénomènes, une fois que ceux-ci auront perdu de leur énergie, jusque vers 1210m.</p> <p>L'aléa centennal ne menace pas les chalets de Sous Sulens, qui pourraient l'être par l'aléa exceptionnel jusque 1200m.</p> 

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
45	Avalanche	Les Lanches de Sulens	A3 A2c ARE	<p>Avalanches N°3 à 6 à l'EPA d'ouest en est, N°29 et flèches sans N° à la CLPA.</p> <p>Les zones de départ sont en face nord-ouest de Sulens, sur la commune des Clefs en partie haute déboisée, avec une végétation de vernes qui n'empêchent pas les avalanches sur la partie basse.</p> <p>L'aléa est fort dans la combe et sur les rives, jusque vers 1210m à la route de Blan Bois, il est moyen au pied sur l'extension marginale des plus gros phénomènes jusque 1170m dans le talweg du Nant Barlottier.</p> <p>L'aléa exceptionnel recoupe la route et descend jusque vers 1100m dans le ruisseau.</p>
46	Avalanche	Les Seiteries, Plan Bois	A3 A2c ARE	<p>Avalanches N°1 et 2 à l'EPA d'ouest en est, hors zone d'étude à la CLPA.</p> <p>L'aléa est fort dans le couloir sur la limite communale, avec une zone de départ raide en herbe, il est moyen dans la pente partiellement boisée à l'est où des coulées d'ampleur réduite peuvent survenir.</p> <p>L'aléa exceptionnel pourrait menacer le premier chalet des Seiteries avec un départ dans la zone actuellement boisée, raide, au-dessus de la zone sur la commune des Clefs.</p>
47	Torrentiel	Ruisseau Dagon ou des Envers	T3	<p>Le ruisseau draine une combe au nord de Sulens, il fait la limite communale avec Les Clefs ; son bassin versant est de 135ha environ.</p> <p>La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux sur la route, ainsi qu'une réserve d'accès.</p>

5. DETERMINATION 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 la doctrine nationale d'élaboration des PPR considère comme enjeu les urbanisations au sens large, à l'exclusion de la fréquentation.

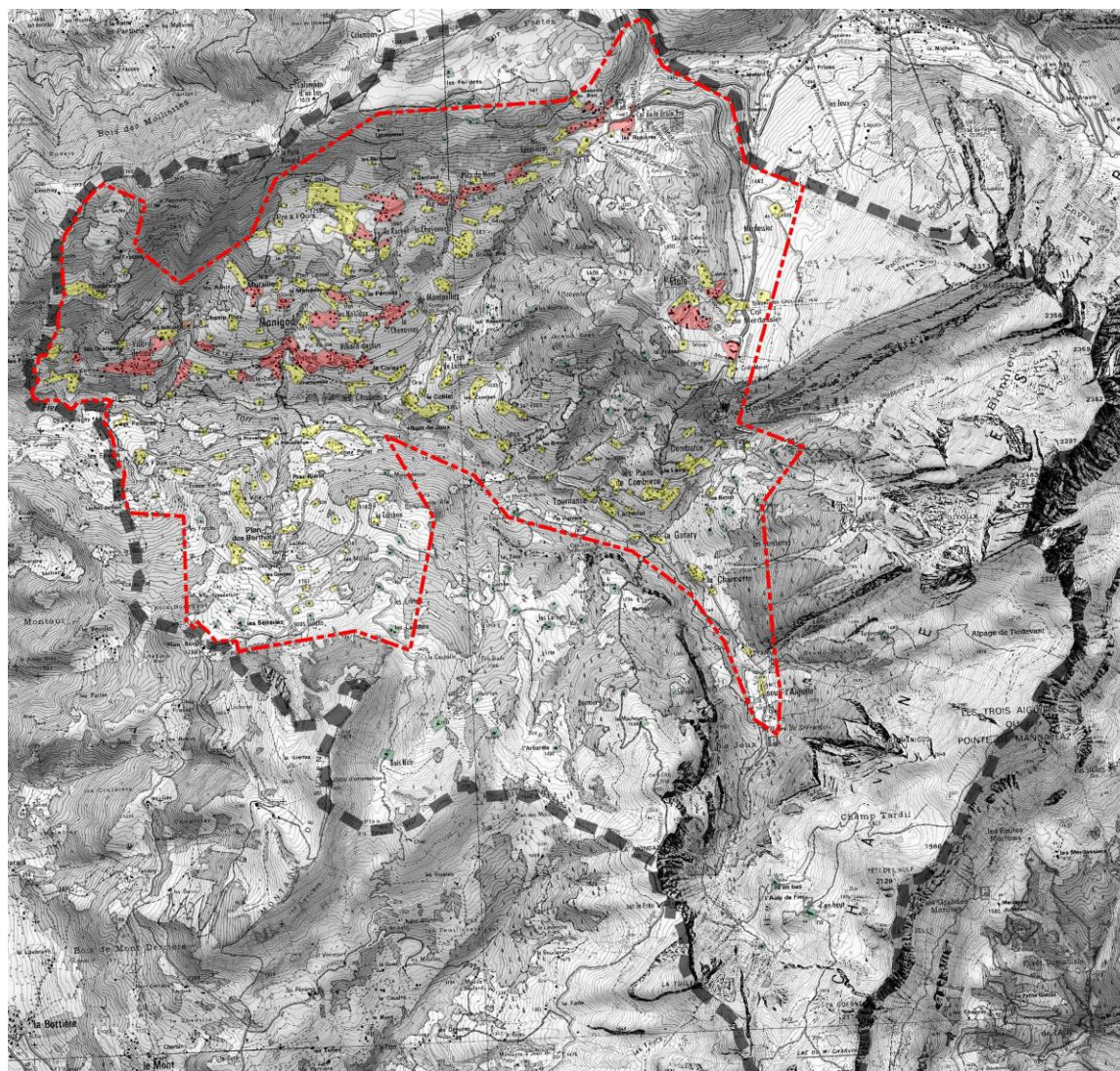
5.1. DESCRIPTION DES ENJEUX ET DE LA VULNERABILITE

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 (identifiés au PLU) en rouge, une zone d'habitat semi-dense ou dispersé (habitat plus ou moins dense mais permanent) en jaune, des zones d'intérêt économique (hors agriculture, par nature plus diffuse : ateliers, garages...) en orange, et une zone d'habitats non permanent (alpages, en vert).






L'ensemble de l'habitat permanent (bourgs, hameaux) forme le périmètre du zonage réglementaire, qui recouvre à peu près la moitié de la surface communale.


Au sein du règlement, on distingue différents types d'enjeux, 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, et les ERP importants (du premier groupe, catégorie 1 à 4) font également l'objet de mesures particulières.



Légende

Enjeux

-  Espace urbanisé dense
-  Hameaux
-  Enjeux économiques et équipements
-  Alpages
-  Périmètre réglementaire

-  Limite communale

5.1.1. 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.



Les crêtes de l'Etale et l'Aiguille depuis les Choseaux, photo 24/01/2018

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.

Le PPR découpe le territoire en six 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 l'augmentation des enjeux n'est pas autorisée mais la reconstruction de l'existant est admise de façon encadrée.

- 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

<i>Risque = croisement de l'aléa et des enjeux</i>	E n j e u x			
	Secteurs urbanisés		Secteurs sans enjeux	Forêt à fonction de protection
Aléa fort	Bâti : Prescriptions fortes (règlement Z)	Non bâti : 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 ARE	Prescriptions limitées			

* : pour le cas particulier des glissements de terrain, l'aléa moyen de glissement peut être traduit en zone bleue sur les secteurs sans enjeux, compte tenu du faible danger pour les personnes et de la moindre complexité des mesures constructives à apporter.

6. MESURES DE PREVENTION



« 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 GENERALITES

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.



Sulens et la Tournette depuis les Abérieux

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, notamment des protections actives : déclenchement des avalanches par Catex à Merdassier, par exemple.

On trouve aussi des aménagements dans les règles de l'art (soutènements, protections de berges de torrents...).

Ces protections ne sont a priori pas prises en compte dans le zonage d'aléa, dans la mesure où malgré leur efficacité sur les phénomènes courants, elles ne présentent pas les garanties nécessaires de pérennité et d'efficacité sur le phénomène centennal.

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 et coulées boueuses dans certains secteurs (La Charmette).

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 dans le règlement, aux chapitres des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

7. BIBLIOGRAPHIE

Archives départementales de la Haute-Savoie

Mappe Sarde de 1733

Copie digitalisée consultable sur <http://archives.hautesavoie.fr/ark:/67033/a0114001415167VvLnB>

Cadastre français de 1925

Feuilles digitalisées consultables sur <http://archives.hautesavoie.fr/ark:/67033/a011400141463L4B5g5>

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 702, Annecy-Ugine, 1992

Orléans : Éditions du BRGM

Géoprojets

Projet d'aménagement pour le Col de la Croix Fry, rapport d'étude géotechnique préliminaire
Meylan, 1985

Maurice GIDON

GEOL-ALP <http://www.geol-alp.com/> 1998-2018

Atlas géologique des Alpes françaises en ligne

IGN

Photographies aériennes anciennes et contemporaines, campagnes d'octobre 1936 à nos jours, consultables sur le géoportail (site Remonter le Temps)

Irstea

Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches, <http://www.avalanches.fr/>

Irstea/ONF

Enquête Permanente sur les Avalanches, Campagnes 1901 à 2016, <http://www.avalanches.fr/>

Paul MOUGIN

Les Torrents de la Savoie

Réédition : Montméliant (73) : La Fontaine de Siloé, 2001 ISBN : 2-84206-174-8

Édition originale : Grenoble : Imprimerie Générale, 1914

Service RTM 74	Archives : Enquête permanente sur les Avalanches et rapports sur évènements naturels de 1914 à 2016
Service RTM 74	Domaine de Merdassier, Analyse de l'exposition aux phénomènes avalancheux, Proposition de protections complémentaires, Décembre 2013