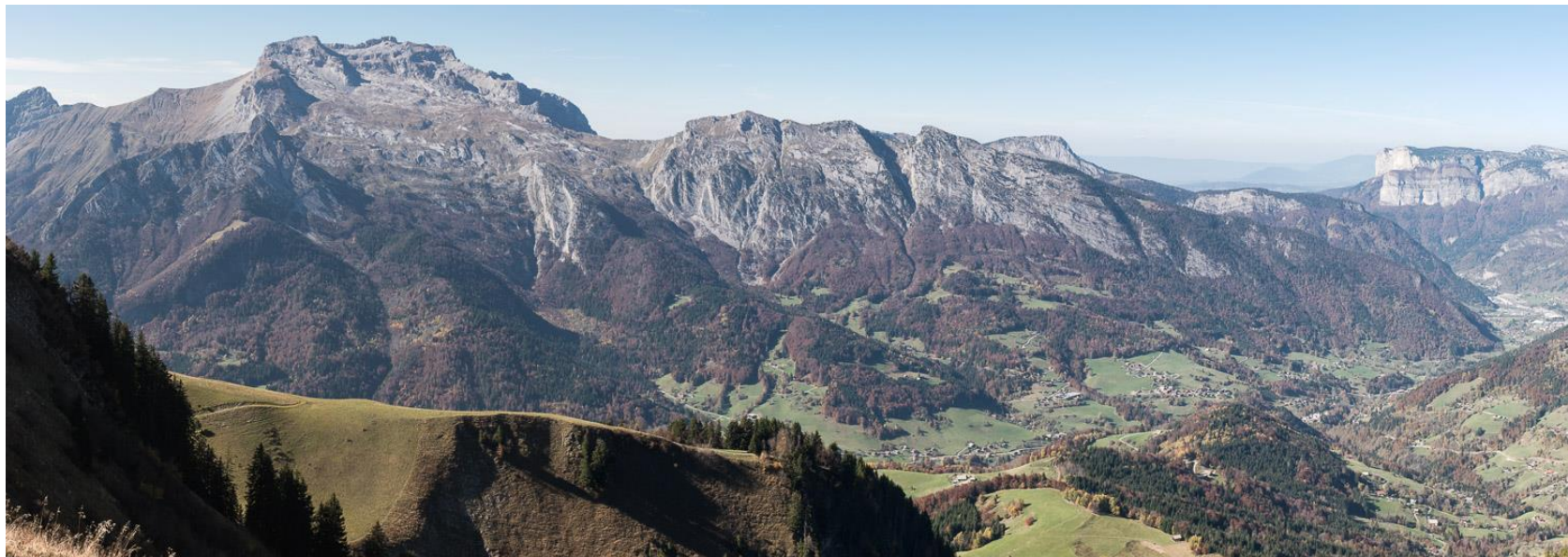


Préfecture de la Haute-Savoie

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

Premier livret : Rapport de présentation

Commune des Clefs



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	9
2.1. Géographie du territoire étudié.....	10
2.2. Climatologie et précipitations	11
2.3. Géologie	12
2.3.1. Aperçu morphologique	12
2.3.2. Description géologique	14
3. Description des phénomènes	17
3.1. Définitions des phénomènes étudiés.....	17
3.1.1. Crues torrentielles	17
3.1.2. Eboulement rocheux	17
3.1.3. Glissements de terrain	17
3.1.4. Avalanches	18
3.2. Tableau des phénomènes historiques	18
4. Détermination des aléas	29

4.1. Description des niveaux d'aléas utilisés	29
4.1.1. Avalanches	29
4.1.2. Eboulement rocheux	31
4.1.3. Glissements de terrain	32
4.1.4. Crues torrentielles	33
4.2. Tableau des aléas	35
5. Détermination des risques	54
5.1. Description des enjeux et de la vulnérabilité	54
5.1.1. Description du zonage réglementaire	56
6. Mesures de prévention	58
6.1. Rappels et généralités	58
6.1.1. Ruisseaux et cours d'eau	59
6.1.2. Ruissellements et eaux de surface	60
6.1.3. Terrassements et stabilités des constructions	60
6.1.4. Espaces boisés	61
6.1.5. Information du public	61
6.2. Travaux de protections	62
6.2.1. Ouvrages existants	62
6.2.2. Recommandations	63
7. Bibliographie	64

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 de Prévention des Risques des Clefs approuvé par Arrêté Préfectoral du 21/01/1997.

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. (cf. tableau des phénomènes p18, partie après 1997).

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'ETUDE

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 des Clefs (échelle 1/200 000)

2.1. GEOGRAPHIE DU TERRITOIRE ETUDIE

La commune des Clefs est située entre Bornes et Aravis, plus précisément entre le massif de la Tournette (2351m) qui en est le point culminant à l'ouest, celui du Sulens (1839m) au sud-est, et la crête du Mont (1471m) au nord ; son point le plus bas est à la limite avec Thônes au niveau du Fier, à 650m environ.

La commune se répartit en deux vallées, celle du Fier qui mène à Manigod à l'est et Thônes au nord, et celle du Champfroid, affluent du Fier, qui mène au col du Marais et à Serraval au sud.

Le chef-lieu est sur un promontoire à l'interfluve de ces deux vallées, à 700m d'altitude ; l'habitat est principalement réparti dans la vallée du Champfroid entre le chef-lieu et le Cropt (780m), mais on trouve de l'habitat permanent dispersé sur les pentes jusque vers 1300m à Plan Bois, sous le Sulens.



La rive gauche du Champfroid, avec Montisbrand et la Tournette, vus depuis les Eclettes



Le chef-lieu (en bas à gauche de l'image) et la vallée du Fier, vus depuis Montisbrand

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 612 habitants permanents (contre 804 en 1822 et 304 en 1975), pour 415 logements, dont 58% 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 des Clefs 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 est également issue l'illustration de la page 14.

Située à cheval entre les Bornes externes, les nappes inférieure et supérieure de la klippe de Sulens, et l'unité des Aravis, elle est caractérisée par une morphologie variable d'ouest en est.

A l'ouest, le massif de la Tournette marque la bordure ouest du grand synclinal de l'unité des Aravis, avec des reliefs aux calcaires affleurant et formant falaises, dalles et éboulis.

Au sud-est de la commune, la klippe de Sulens et les Flyschs qui l'encadrent donnent des reliefs moins contrastés d'où émergent les corniches de calcaires tithoniques de l'unité Ultrahelvétique.

Sur les versants de part et d'autre du Champfroid, ainsi que du Fier, les Flyschs et grès de Taveyannaz forment des versants assez raides aux reliefs assez mous.

Terrains quaternaires

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

Autochtone relatif

	Barthonien - Stampien : Flysch marno-grés-micacé
	Barthonien - Stampien : « Grès de Taveyannaz »
B4-5	Yprésien supérieur - Lutécien : Calcaires
C1-7	Cénomaniens - Maastrichtien : Calcaires
N6-7	Aptien supérieur - Albien : Calcaires gréseux
N4-5	Barrémien - Aptien inférieur : Calcaires urgoniens
N3	Hauterivien : marnes et marno-calcaires

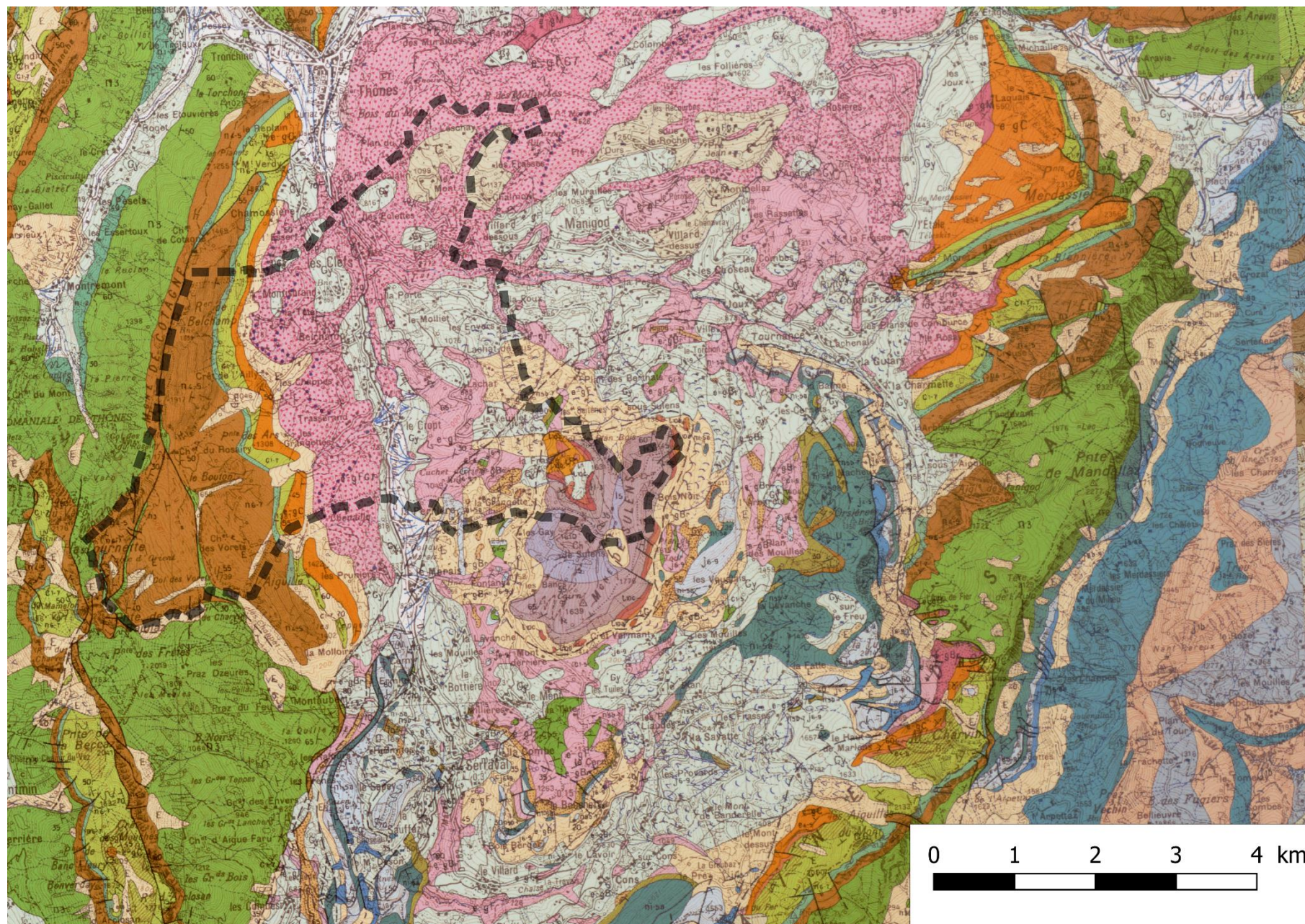
Terrains sédimentaires de la klippe de Sulens

Nappe supérieure

J5	Carixien inférieur-moyen : Schistes et calcaires
I4	Sinemurien supérieur : Schistes et calcaires
J3-5	Hettangien - Sinémurien inférieur : Calcaires noirs
L10c	Rhétien : Calcaires noirs
L10b	Argilites et calcaires dolomitiques
L10a	Calcaire dolomitique et cargneules

Nappe inférieure

J4-5	Barthonien - Stampien : Flysch et Wildflysch à lentilles
J6-9	
N10a	
N10b	
N10c	
N10d	
N10e	
N10f	
N10g	
N10h	
N10i	
N10j	
N10k	
N10l	
N10m	
N10n	
N10o	
N10p	
N10q	
N10r	
N10s	
N10t	
N10u	
N10v	
N10w	
N10x	
N10y	
N10z	



2.3.2. Description géologique

Chaînon de la Tournette

Fondamentalement le chaînon de la Tournette est formé par l'enchaînement (d'est en ouest) de deux plis N-S : l'anticlinal du Varo, dont le pli convexe forme le sommet de la Tournette, et le synclinal d'Arclosan, pli concave bien visible depuis le sud entre les deux sommets du Crêt des Mouches et de Banc Fleury, et dont l'érosion a respecté la carapace urgonienne.

Sur la commune des Clefs, seul le versant est de la Tournette est inclus, formé des calcaires urgoniens. Le versant oriental du chaînon est essentiellement constitué par le flanc oriental de l'anticlinal du Varo, dont la dalle urgonienne est dégagée sur de larges surfaces (souvent en dalles structurales) et s'enfonce, en bas de pente, sous les reliefs mous du Nummulitique de la dépression de Thônes. Mais cette dalle ne se poursuit pas au sud de la falaise ouest-est. Au-delà elle est crevée par l'érosion qui, par une série de ravines boisées, y affouille les terrains argilo-calcaires du cœur de l'anticlinal du Varo. Ces ravines attaquent même le flanc ouest de ce pli, dont l'Urgonien, redressé à la verticale, constitue la crête Beccaz - Crêt des Mouches.



Les formations de calcaire urgonien de la Tournette, de par les falaises et surfaces structurales qu'elles forment, sont propices aux chutes de blocs, répertoriées dans la carte des aléas.

Montagne de Sulens

La montagne de Sulens est cernée par une combe annulaire affouillée par divers torrents (dont sur la commune le Fier du côté nord, et le Champfroid à l'ouest). 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 par 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 donc 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.

Versants du Champfroid et du Fier

Le Champfroid : rive gauche

La rive gauche du Champfroid est constituée des « grès de Taveyannaz ». 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 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.



Les grès de Taveyannaz en rive gauche du Champfroid, sous le chef-lieu.

Le Champfroid : rive droite

La rive droite du Champfroid est constituée de flysch marno-grés-micacés à ciment calcaire d'âge éocène. Ces flysch contiennent 60 à 80% de débris andésitiques, témoignant d'un volcanisme andésitique. Tout comme les grès de Taveyannaz dont ils sont très proches, cette formation est propice à une altération en argile, favorisant les glissements de terrain en cas de pentes marquées ou d'infiltrations d'eaux.

Le Fier : rive droite et gauche

Les versants du Fier sont constitués des grès de Taveyannaz, décrits ci-dessus, et propices aux glissements de terrain.

Eboulis, Colluvions et Moraines

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



Les crêtes de la Tournette et du Rocher de Belchamp depuis Sulens

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 ($< 1\text{m}$, 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

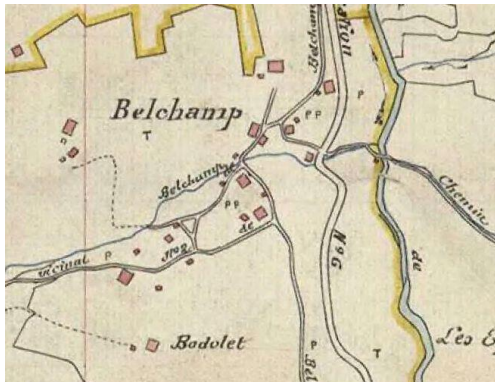
Un certain nombre d'évènements liés aux risques naturels ont pu être recensés, d'après le PPR existant, l'étude des archives du Service RTM et de l'Irstea (notamment les fichiers de l'Enquête Permanente sur les Avalanches ou EPA et de la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches ou CLPA), ainsi que l'ouvrage « Les Torrents de la Savoie » de Paul Mougin pour les crues du XIXe siècle et antérieures. Des témoignages ont également pu être recueillis auprès du groupe de travail réuni pour l'occasion par la municipalité le 13 janvier 2017, ou sur le terrain.

Date	Description de l'évènement	Source
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> »	Mougin
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> »	Mougin
1 ^{er} décembre 1836	Le Fier endommage gravement les routes situées sur ses rives, entre autres aux Clefs.	Mougin

Date	Description de l'évènement	Source
24-25 novembre 1849	Fortes pluies et fonte des neiges, le Fier emporte le pont des Clefs (pont dit romain ? photo ci-dessous).	Mougin



Le pont dit romain de l'ancien chemin de Thônes aux Clefs

Date	Description de l'évènement	Source
Nuit du 28 février 1853	Une avalanche détruit une maison (<i>peut-être au-dessus de Belchamp, cf. ci-dessous ?</i>) et ensevelit 8 personnes, 7 sont sauvées. « Une avalanche s'est détachée de la montagne qui surplombe le village et est venue s'abattre sur la maison d'un nommé Favre-Berthet. Cette maison a été renversée par le choc et a disparu sous une véritable montagne de neige. Au moment de l'accident, il y avait dans l'habitation outre le nommé Favre-Berthet, âgé de 82 ans, la famille Curt composée du mari, [de] la femme et de cinq enfants en bas âge. Après deux heures d'un travail infatigable pour débarrasser la neige qui servait de tombeau à cette infortunée famille, les habitants ont eu le bonheur inespéré de tirer sains et saufs du milieu des décombres les cinq enfants et leur père et mère. Il n'en a pas été de même du vieux Berthet qui, ayant reçu une forte blessure à la tête par le choc d'une poutre, est mort deux heures après. »	Gazette de la Savoie, 6 mars 1853 p2, citée in Mougins 1922
Sans date (XIXe siècle ?)	L'avalanche du Rosairy (CLPA N°2) serait arrivée « au niveau du pont de la Sonnerat » (qui n'existait pas à l'époque) au-dessus de Belchamp (vers 800m ?). La comparaison de la <i>mappe sarde de 1733</i> (à gauche) et du <i>cadastre de 1923</i> (à droite) laisse penser que des bâtiments aient disparu vers 760m en rive droite du ruisseau de Belchamp entre ces deux dates, ce qui correspondrait à la description ci-dessus.  	Témoignage, <i>mappe sarde et cadastre aux archives départementales</i>
Sans date (XIXe siècle ?)	Une avalanche partie vers 1000m au-dessus de Montisbrand serait arrivée juste derrière les maisons les plus hautes de Montisbrand (890m). Le faible dénivelé de l'avalanche et l'absence de dégâts correspondent mal à la description ci-dessus, mais les événements ont pu être concomitants.	Témoignage

Date	Description de l'évènement	Source
1 ^{er} novembre 1859	Le Fier emporte la route en construction de Thônes à Serraval.	Mougin
31 décembre 1882 – 3 janvier 1883	Crue et lave torrentielle du Nant de Fer, limitrophe avec Serraval : « <i>Entre Serraval et les Clefs, une avalanche de pierres énormes et de boue descendant de la montagne de Sulens, a couvert le hameau et la plaine du Marais, et entraîné une superficie d'environ huit journaux d'excellent terrain en maisons, champs, prés et vergers. L'éboulement a commencé dimanche 31 décembre 1882, vers sept heures du soir et n'a fini que dans l'après-midi de mercredi 3 janvier courant. [...] Cette masse énorme ne s'est arrêtée qu'auprès du hameau de Laperrière [sic]. [...] Une famille composée du père, de la mère et de sept enfants a manqué rester ensevelie.</i> » « <i>Depuis la nuit du 31 décembre au 1^{er} janvier, un éboulement considérable s'est produit dans un ravin situé à environ 1,500 mètres au dessus du hameau du Marais, sur le territoire de la commune de Serraval. Dans le ravin coule un ruisseau dont le cours a été intercepté par l'éboulement, puis les eaux se frayèrent un passage, entraînant les terres, les troncs d'arbres, les quartiers de rochers et les débris de toute sorte descendus de la montagne. Treize maisons ont été inondées d'eau boueuse qui a causé de graves avaries au mobilier. [...] Le chemin de grande communication de Thônes à Faverges est intercepté sur une longueur de près de 1,500 mètres.</i> »	Le Courier des Alpes du 9 Janvier 1883, p3 L'Indicateur de la Savoie du 13 janvier 1883, p4
Sans date	Eboulement à Plan Bois , qui barre la route entre le Cropt et le col du Marais (coulée de boue du ruisseau du Veuillet, ou du Nant de Fer ci-dessus ?).	Témoignage
Janvier 1914	Le Fier inonde la scierie, et emporte des terres entre Manigod et Thônes	BDRTM
27 Mars 1914	L'avalanche du Rosairy, ou de la roche de Belchamp (2 ou 3 CLPA), « <i>est descendue jusqu'aux Chappaz, emportant un chalet appartenant à M. Gay-Perret Claude et dévastant en partie la forêt communale et des bois appartenant à divers propriétaires.</i> »	L'Indicateur de la Savoie du 25 Avril 1914, p3
15 septembre 1940	Une crue du Fier emporte des bois à la scierie Guelpa (sous le chef-lieu), un embâcle au niveau du pont de Pécherat inonde les deux bâtiments (autre scierie) juste en aval. Des scieries sont également touchées en amont sur Manigod.	Témoignage

Date	Description de l'évènement	Source
31 janvier 1942	Suite au « <i>glissement de tout un versant</i> », l'avalanche du Rosairy (2 CLPA) emporte le toit du chalet Romain Avrillon alors inhabité aux Chappes (juste en aval du chalet Miquet-Sage), et est reportée à 800m.	RTM, EPA
Années 1950 (avant juillet 1956)	Glissement de terrain dans la combe en face nord au-dessus des Grangettes (Plan Raffort), au même endroit et d'ampleur très comparable à celui du 10/12/1994, apparaissant sur une photo de juillet 1956 mais pas (ravine bien moins importante) sur celle d'août 1948.	Témoignage, photos aériennes IGN 1948 et 1956
Hiver 1965-66	La route de Plan Bois est obstruée par six glissements de talus (phénomène récurrent).	Archives communales
Hiver 1970	L'avalanche de la Roche du Vulliet ou du Freney, N°1 à l'EPA (au nord du Rocher de Belchamp), descend vers 1050m en endommageant la grange au sud du chalet du Freney.	Témoignage
Avril 1977	Un glissement de terrain menace un chalet (Jean Clavel) aux Rottets, et endommage le chemin de la Touvière aux Rottets et la route de Plan Bois.	RTM, Témoignage
3 février 1978	Fortes chutes de neige provoquant des avalanches concomitantes dans les couloirs des faces est de la Tournette : - Le couloir de la Tournette (1CLPA) endommage un bâtiment, qui pourrait être le chalet des Vorets (qui apparaissait déjà partiellement endommagé en 1971), emporte 1000m³ de bois et des poteaux électriques et coupe la route des Grangettes, - Celui du Rosairy (2CLPA) endommage le chalet Miquet-Sage aux Chappes (toit arraché, mur amont endommagé, nombreuses fissures) - Celui du Rocher de Belchamp (3CLPA) endommage un chalet au Chouet sous Pierre Carrée, le captage en rive droite au-dessus des Chappes est fortement endommagé lui aussi. La coulée du Rocher de Belchamp arrive vers le réservoir.	RTM, EPA, CLPA, témoignage

Date	Description de l'évènement	Source
1982	Constatation d'un glissement de terrain actif de 3ha, pouvant remonter à un siècle environ, à Lachat.	RTM
Octobre 1983	Découverte d'un glissement de terrain actif d'1ha environ à Pré Candu, au-dessus du Veuillet.	RTM
14-15 février 1990	Fortes pluies (306mm à Thônes du 10 au 17/2) sur sol enneigé voire gelé ; deux glissements de talus se produisent entre Belchamp et le Cropt.	RTM
1990	Un glissement de berges est constaté en rive droite du ruisseau des Sernuets à Molliasset .	RTM
Années 1990 (automne 1992?)	Un glissement de terrain endommage la route de Plan Bois au sud de Lachat.	Témoignage
5 décembre 1992	Un glissement de terrain sous le chef-lieu évolue en coulée de boue dans le Fier (<i>photo ci-contre, DL</i>), qui menace de déborder sur sa rive droite. Des désordres identiques sont également signalés fin 1993. Des travaux de confortement (drainages et soutènements) sont effectués en 1994. 	RTM
1 ^{er} janvier 1994	Fortes pluies, plusieurs glissements de talus coupent la RD16 entre les Clefs et Manigod ainsi que la route de Coutier.	RTM

Date	Description de l'évènement	Source
10 décembre 1994	Glissement de terrain dans la combe de la Blonnière du Crompt au-dessus des Grangettes, qui endommage la route communale à son pied, et la route forestière en amont. Antécédent dans les années 1950. <i>Photo RTM : depuis le pied du glissement</i>	RTM
1997	Réactivation d'un grand glissement lent (un million de m ³ environ, épaisseur de 10 à 15m) au-dessus des Chappes sous Pierre Carrée. Le phénomène est décrit comme ancien et périodique.	RTM
26 octobre 1998	<i>Ravinement anthropique (rupture de canalisation EP) sous la salle polyvalente au chef-lieu, emmenant une dizaine de m3 de matériaux sur la RD12 en contrebas.</i>	RTM
9 février 1999	L'avalanche de la Tournette ou des Vorrets (CLPA N°1) descend à 950m au-dessus des Grangettes avec un puissant aérosol, emportant une grande quantité de bois ; celle de Combe Veni ou Pierre Carrée, N°2 à l'EPA (à l'est du Rocher de Belchamp), descend à 1100m . <i>Photo RTM : l'avalanche de la Tournette</i>	RTM, CLPA, EPA

Date	Description de l'évènement	Source
1 ^{er} octobre 1999	Débordement du ruisseau des Grangettes sur le bas du centre de vacances « Les Petits Chamois » au Cropt ; le phénomène est signalé comme récurrent.	RTM
Automne 2000	Un glissement aux Fattes endommage la route de Plan Bois (demi chaussée aval emportée) et la piste du Cuchet.	RTM, témoignage
6 décembre 2010	Fortes pluies sur sol enneigé, glissement de talus sur la D16 sous les Novères.	RTM
6 décembre 2012	<i>L'avalanche en face Ouest de Sulens ensevelit deux randonneurs à raquette, faisant une victime (a priori sur Serraval)</i>	<i>ANENA, data-avalanche.org</i>
8 septembre 2014	Un fort orage sur la Tournette (forte crue du Malnant sur Thônes) génère une lave torrentielle sous le Rosairy, qui s'arrête sur la piste d'accès à la carrière.	Témoignage

Date	Description de l'évènement	Source
1 ^{er} mai 2015	Fortes pluies (127mm en 24h à Thônes), nombreux glissement de terrain : - glissement superficiel aux Envers qui bouche la route (<i>photo ci-contre en haut, commune</i>), - 2 glissements sous la route des Envers qui emportent partiellement la chaussée, - route du Veuillet emportée à Montaut, - coulée de boue coupant la route d'accès à une habitation et une ligne électrique au Veuillet (<i>photo ci-contre en bas, RTM</i>), - glissement à l'aval de la route de Plan Bois aux Fattes, - coulée de boue sur la route de Plan Bois à Plan Bois, - deux glissements aux Poëts bouchent la route communale et une voie d'accès à une habitation, et génèrent des débordements localisés sur les deux ponts de la voie communale en aval, - un glissement en forêt juste en amont des Galfas, - un glissement en forêt à Champ Portier. Sous les Eclettes, le bouchage du ruisseau au-dessus de la RD12 inonde le carrefour vers le pont romain et les deux bâtiments en aval.	Archives RTM et communales



Date	Description de l'évènement	Source
4 janvier 2018	De fortes pluies sur neige (précipitations 170mm en 5j au Grand-Bornand, 155mm en 2j à la station ISAW des Gorges de l'Arly) provoquent des glissements de terrain : - glissement superficiel aux Envers sous la route, bouchant le chemin d'accès à Chantanfegny, - glissement semi-profond emportant la route communale aux Poëts (et arrachements superficiels en amont), juste sous les glissements de 2015 (photo ci-dessous).  L'avalanche de la Tournette (CLPA N°1) descend jusque vers 1100/1050m environ (photo ci-après prise le 24/01).	Météo-France, CD73/ISAW.ch, constat terrain



L'avalanche de la Tournette photographiée le 24/01/2018 – remarquer la hauteur des cassures vers le col des Vorets en haut à gauche

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 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'avalanche du Rosairy vue depuis le Chouet, la trace des avalanches de 1978 et 1999 est bien visible dans la forêt

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 centennal).

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.

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.



Les barres entre le Rosairy et le rocher de Belchamp, depuis au-dessus des Chappes

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 ($< 1\text{m}$, en ordre de grandeur).



Les glissements sur les deux rives du ruisseau de l'Avalanche aux Pohets en 2017 ; à gauche (rive droite), la morphologie est typique d'un glissement superficiel des altérites sur le rocher, dont le pendage conforme à la pente aggrave l'instabilité ; à droite (rive gauche), des drainages et un soutènement stabilisent l'accès à l'habitation coupée en 2015, avec des mouvements un peu plus profonds.

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 Champfroid au Cropt, juste en amont du confluent du ruisseau du Veuillet ; l'aléa fort couvre un éventuel débordement préférentiel en rive gauche et des érosions sur les deux rives*). Il est également appliqué aux éventuels glissements de berge, et aux débordements très intenses et laves torrentielles.

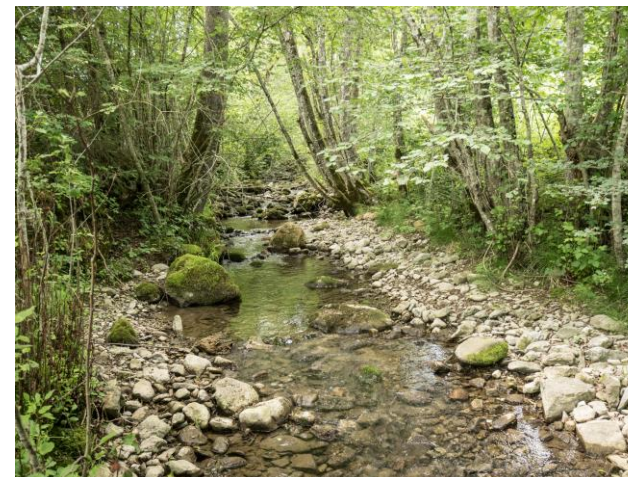
L'aléa moyen (T2) s'applique aux zones de débordement avec courant, où les érosions et dépôts peuvent être importants.

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

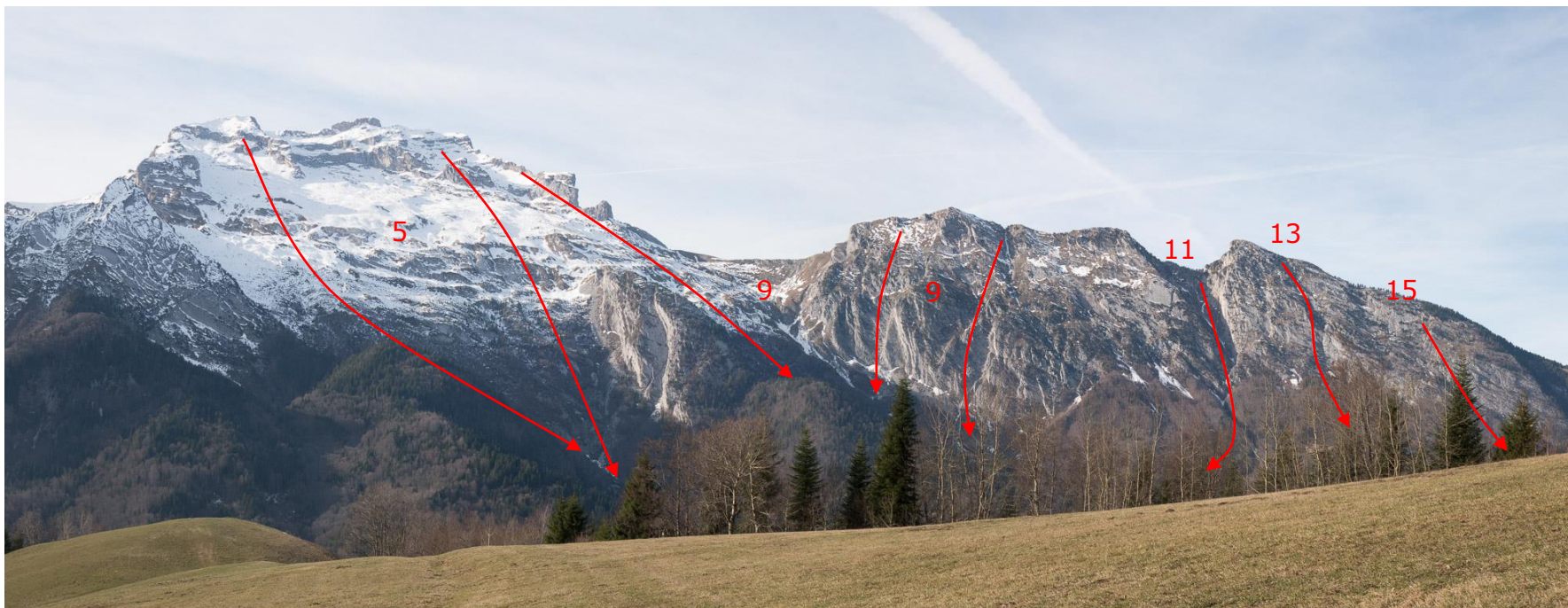
Les zones d'aléas sont décrites ci-après dans l'ordre de leur numérotation, qui parcourt la commune dans le sens des aiguilles d'une montre depuis le pont de la Lia sur le Champfroid, au sud de la commune.

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
1	Torrentiel	Ruisseau de Champfroid	T3 T2 T1	Le Champfroid est issu du Nant de la Quaz, au-dessus et à l'est du Col du Marais ; il a un bassin versant de 5.5km² à son entrée dans la commune, et 19km² à son confluent avec le Fier. Son activité est surtout érosive, mais des zones plus plates, notamment au Cropt, pourraient être susceptibles de débordements locaux. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et la plupart des débordements locaux, ainsi qu'une réserve d'accès. Les débordements au Cropt sont en aléa moyen (hauteurs modérées, courant pouvant être sensible), d'abord en rive droite (<i>faiblesse de la berge en amont de la zone qui semble avoir été un ancien lit, au niveau de la photo ci-contre</i>) puis sur les berges rive gauche, touchant quelques bâtiments. A l'aval du village, les écoulements peuvent s'étaler et l'aléa est faible, il reste moyen à proximité du lit. En aval, l'activité semble être essentiellement érosive, avec des débordements très locaux sur le chemin en rive droite vers Belle Fleurie, et peut-être sur la RD sous le chef-lieu, compris dans la zone d'aléa fort.



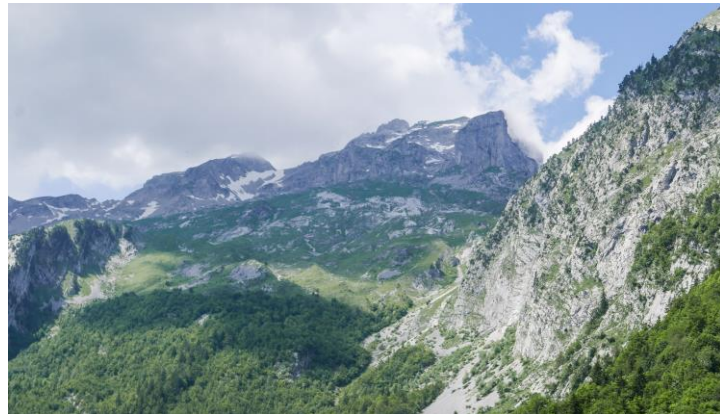
N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
2	Glissement	Rive gauche du Champfroid, rive droite des Grangettes	G2 G1	Les grès de Taveyannaz s'altèrent en produisant de fortes quantités d'argiles, propices à des glissements dès que les pentes sont modérées ; en témoignent les zones plus actives en face nord (cf zone 3 de Plan Raffort ci-dessous). Le reste du versant en pente modérée à forte est considéré en aléa moyen G2. Les plus faibles pentes au-dessus du village du Cropt ne présentent pas d'indice d'activité particulier et sont en aléa faible G1. Plus à l'ouest que le glissement de Plan Raffort, le substrat change vers des grès plus calcaires ; l'épaisseur d'altération est moindre, mais vue la pente assez forte et la sensibilité des ces aléatrites toujours assez argileuses, l'aléa reste moyen G2.
3	Glissement Torrentiel	Glissement de Plan Raffort	G3 T3 G2c	Ravine avec glissements importants (années 1950, 1994, <i>photo ci-contre RTM 1994</i>), située au contact entre les calcaires gréseux de l'Eocène à l'ouest et les grès de Taveyannaz (flysch oligocène) à l'est. Même hors des périodes d'activité du glissement, elle peut fournir des volumes de matériaux importants au ruisseau des Grangettes, avec des laves torrentielles possibles dans le talweg jusqu'au parking. Les deux talwegs à l'est sont susceptibles de glissements avec coulées boueuses de moindre ampleur (aléa moyen), mais s'appuyant sur des mécanismes équivalents.
4	Torrentiel	Ruisseau des Grangettes	T3 T2	Le ruisseau draine la face est de la Tournette ; au-dessus des Grangettes, les sols calcaires ruissellent peu, mais la ravine de Plan Raffort génère par contre des apports de matériaux importants en rive droite. En rive gauche, le ruisseau de Trasserand (sous le Verquois) est un affluent non négligeable, avec un lit bien pavé dénotant un transport solide important malgré son faible bassin versant. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (mouvements de remblai visibles sur un bâtiment en amont du pont de la D12 en rive droite) et la plupart des débordements locaux (sous les maisons de part et d'autre du pont de la D12, par exemple), ainsi qu'une réserve d'accès. Des débordements un peu plus importants peuvent avoir lieu sous le chalet des Petits Chamois, comme ce fut le cas en octobre 1999 ; l'aléa est moyen compte tenu de courants non négligeables.





Les avalanches des faces Est de la Tournette et de Belchamp, depuis Plan Bois

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
5	Avalanche	Avalanche de la Tournette ou des Vorets	A3 A2s A1	Avalanche N°1 CLPA (Les Vorets – Les Grangettes), N°7 EPA (Les Vorrets ou Blonnière du Cropt). Les zones de départ sont en-dessous et au sud du sommet (Fauteuil) de la Tournette, des avalanches peuvent également se déclencher plus bas à hauteur du col des Vorets ; au total, près de 2km² peuvent alimenter l'avalanche. Les avalanches du 3/2/1978 ou du 9/2/1999 donnent une idée d'un fonctionnement en grosse avalanche de neige sèche ; l'aléa de référence centennal est du même type, un peu plus puissant, avec une coulée liée à un aérosol, large, pouvant aller jusqu'au pont des Grangettes (aléa fort), et un aérosol puissant (A3, A2s) qui perd de l'énergie à partir de ce pont et peut toucher les premiers chalets des Grangettes avec un aléa faible. L'aléa de référence exceptionnel (ARE) est du même type, avec une puissance encore un peu supérieure et des dégâts pouvant être significatifs aux Grangettes et au Reposoir.

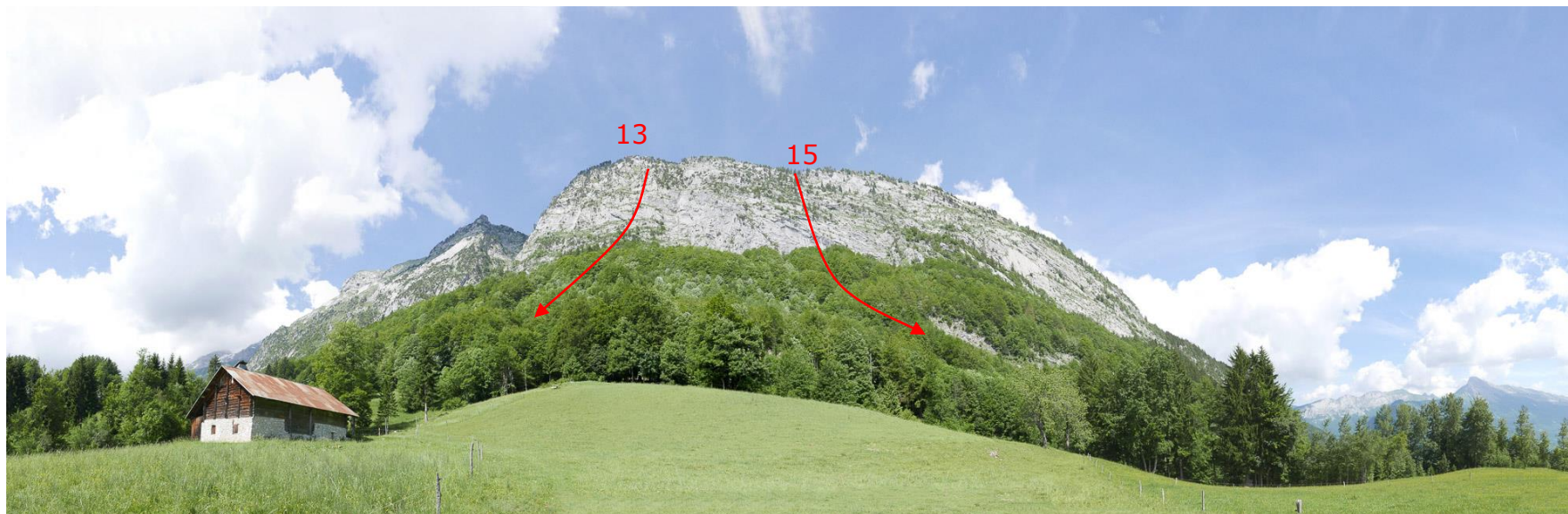
N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
6	Chutes de Blocs	Versants de la Tournette à Cotagne	P3 P2	Les calcaires Urgoniens du Barrémien - Aptien forment des barres rocheuses ou des surfaces structurales propices aux décrochements de blocs rocheux. La présence de blocs en aval dans la forêt et dans les champs confirme les éboulements antérieurs. L'aléa est fonction de la proximité avec les sources, de la taille des blocs, et de la fréquence des événements possibles. Dans le grand versant sous la Tournette, des zones localement protégées peuvent exister au sein des zones d'aléa.  <i>Photo ci-contre, la Tournette et le Rosairy depuis le Chouet</i>
7	Glissement	Rive gauche du Champfroid, entre ruisseaux des Grangettes et de Belchamp	G2 G1	Les grès de Taveyannaz qui composent ces versants s'altèrent en produisant de fortes quantités d'argiles, propices à des glissements dès que les pentes sont modérées ; en témoignent une zone plus active en face nord (cf zone 8 ci-dessous). Le reste du versant en pente modérée à forte est considéré en aléa moyen G2, avec de nombreux indices de fluages modérés dans les prés, notamment autour de nombreuses venues d'eau. Les plus faibles pentes sous le Trasserand et autour de la RD12 ne présentent pas d'indice d'activité particulier et sont en aléa faible G1. Au nord du Cropt, les pentes de Belle Fleurie en rive droite des Grangettes sont géologiquement identiques, l'activité des glissements y est accentué par l'érosion en pied des torrents. La berge du Champfroid est en aléa fort (cf. zone 1 ci-dessus), la zone en pente modérée au-dessus du ruisseau des Grangettes est en aléa moyen (quelques fluages), les pentes plus faibles au sud vers le Cropt en aléa faible.

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
8	Torrentiel	Ruisseau de Belchamp Ruisseau de Pierre Carrée	T3	Le ruisseau draine la face est du Rosaire et du rocher de Belchamp (ruisseau de Pierre Carrée) ; la ravine du Rosaire dépose en général la plupart de son charriage sur la piste vers 1100m (<i>photo ci-contre</i>), mais le ruisseau et le glissement de Pierre Carrée peuvent par contre générer des apports de matériaux importants aux Chappes. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et la plupart des débordements locaux (per ex. sur la route en rive droite en amont de Belchamp, retour au lit avant le village, ou au niveau de l'ancien moulin juste en amont de la D12, inondable par bouchage du busage), ainsi qu'une réserve d'accès. 
9	Glissement	Sources du Ruisseau de Belchamps	G3	Situé sur le contact entre les unités E-gC et les grès des Taveyannaz, cette zone présente le même contexte géologique que le glissement de Plan Raffort et le glissement des Chappes, avec des pentes importantes. Dans ce cadre, la zone raide du contact géologique est notée en aléa fort.

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
10	Avalanche	Avalanche du Rosairy	A3 A2s A1 ARE	Avalanche N°2 CLPA, N°5, 6 et 8 EPA (resp. Nant Geloux, Rosairy et Bouton, du nord au sud). Les zones de départ sont au nord du sommet (Fauteuil) de la Tournette dans un combe étroite, puis s'élargissent entre le Bouton et le col des Frêtes du Rosairy, et incluent aussi les dalles vers le rocher de Belchamp en rive gauche ; la surface totale en est de plus d'1km², et des déclenchements conjoints sont possibles avec les avalanches voisines du rocher de Belchamp et de la Tournette. Les avalanches du 3/2/1978 ou du 31/1/1942 (un chalet fortement endommagé aux Chappes dans chaque cas, <i>photo ci-contre du chalet endommagé en 1978, par faible enneigement en décembre 2016</i>) donnent une idée d'un fonctionnement en grosse avalanche de neige sèche. En amont, les chalets du Rosairy ont bénéficié d'effets de protection appréciables lors de ces avalanches (le câble de service a été emporté en 1978) mais cette protection ne semble pas garantie au centennal. L'aléa de référence centennal est un peu plus puissant, avec une coulée liée à un aérosol, large, pouvant aller jusque sous les Chappes (aléa fort, jonction avec l'avalanche du rocher de Belchamp), et un aérosol puissant (A3, A2s) qui perd de l'énergie vers les Chappes (A1) et peut toucher les chalets aval des Chappes avec un aléa faible. L'aléa de référence exceptionnel (ARE) prend en compte un départ conjoint sur toute la largeur du Bouton jusqu'au rocher de Belchamp, avec un aérosol puissant sur toute cette largeur ; l'effet de protection du relief au-dessus du Crêt de l'Ailly est alors effacé, et la coulée va sensiblement plus loin du fait de la pente du talweg à l'aval des Chappes, pouvant atteindre l'amont de Belchamp (cf. événement de 1853 : village décalé vers l'aval entre la Mappe sarde de 1732 et le cadastre de 1923, et témoignage oral de l'avalanche en amont du village au XIXe siècle).



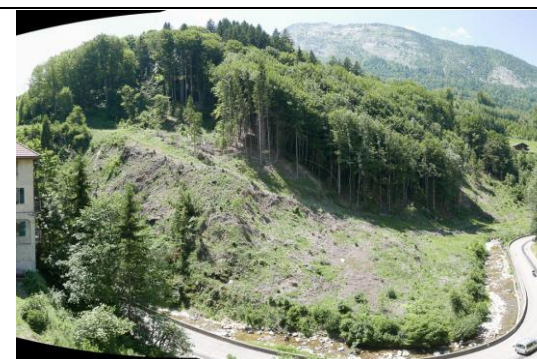
N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
11	Glissement	Glissement des Chappes	G3 T3	Glissement lent et ancien, estimé par le RTM en 1997 à un million de m³ environ, concernant des moraines et colluvions de pente, avec une activité essentiellement de type fluage jusqu'à présent ; cependant, des mouvements importants au moins localement, pouvant alimenter le ruisseau de Pierre Carrée en matériaux, ne sauraient être exclus. Le pied du glissement (réservoir des Chappes, route de la Tournette) serait alors menacé par des épanchements de coulées boueuses. Le contexte géologique, comme pour le glissement de Plan Raffort correspond au contact entre les calcaires gréseux de l'unité e-Gc et les grès de Taveyannaz, qui semble propice à l'occurrence de glissements.
12	Avalanche	Avalanche du rocher de Belchamp	A3 A2s A1	Avalanche N°3 CLPA, N°3 et 4 EPA (resp. Grande Lapia ou Roche Vulliet, et Combe du Sapey ou Blonnière, du nord au sud). Les zones de départ sont dans les dalles et la combe au sud du rocher de Belchamp ; la surface totale en est de 25ha. L'avalanche du 3/2/1978 (un chalet emporté au Chouet à 1080m) donne une idée d'un fonctionnement en grosse avalanche de neige sèche. L'aléa de référence centennal est un peu plus puissant, avec une coulée liée à un aérosol, débordant en rive droite vers Pierre Carrée et sur le Chouet, pouvant aller jusqu'au ruisseau de Belchamp (aléa fort, jonction avec l'avalanche du Rosairy), et un aérosol qui touche marginalement Pierre carrée et sous le Chouet (A1) et peut aller jusqu'aux chalets aval des Chappes avec un aléa faible. L'aléa de référence exceptionnel (ARE) est conjoint avec l'avalanche du Rosairy (cf. ci-dessus, l'effet de protection du relief au-dessus du Crêt de l'Ailly est alors effacé, et l'aérosol puissant déborde en rive gauche).
13	Torrentiel	Ruisseau de la Tête	T3	Le ruisseau draine la face est sous le rocher de Belchamp, il n'a pas d'activité avant sous le Man (1150m). La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (carrefour de la route de Montisbrand et de la D12, inondable par bouchage du busage), ainsi qu'une réserve d'accès.



Le Rocher de Belchamp depuis le chalet du Man, entre les avalanches 13 et 15, et en limite de propagation des chutes de blocs (zone 6)

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
14	Glissement	Rive gauche du Champfroid, entre ruisseaux de Belchamp et de Pécherand	G2 G1	Les grès de Taveyannaz qui composent ces versants s'altèrent en produisant de fortes quantités d'argiles, propices à des glissements dès que les pentes sont modérées ; en témoigne le glissement ancien encore actif de la combe de Pierre Carrée et des Chappes (cf zone 11 ci-dessus), et de façon plus locale les glissements superficiels en bordure du Champfroid face au Chef-lieu (cf. zone 16 ci-dessous). Le reste du versant en pente modérée à forte est considéré en aléa moyen G2, avec de nombreux indices de fluages modérés dans les prés, notamment autour des venues d'eau. Une crête peu raide entre les Jointes et le Chouet, et un replat plus marqué vers Plan Prunier au nord, sont en aléa faible G1 du fait des pentes plus faibles.

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
15	Avalanche	Avalanche de Pierre Carrée ou de Conveni	A3 A2s A1	Avalanche N°2 EPA. Les zones de départ sont dans les dalles sous le rocher de Belchamp ; la surface totale en est de 13ha environ. L'EPA a signalé cette avalanche à 1100m (dans la combe sous le Man ?) les 15/2/1990 et 9/2/1999. L'aléa de référence centennal a une coulée liée à un aérosol (aléa fort), descendant jusque dans le talweg vers Plan Prunier (1050m environ) et un aérosol qui touche marginalement Pierre carrée en rive droite et le Man en rive gauche (A1). L'aléa de référence exceptionnel (ARE) peut descendre dans le talweg jusque vers 800m, entre Belchamp et Montisbrand , l'aérosol peut exercer des efforts non négligeables au Man.
16	Glissement	Rive gauche du Champfroid, face au Chef-lieu	G3 T3	Glissements superficiels de colluvions de pente sur les Grès de Taveyannaz dans la berge raide du Champfroid ; les mouvements les plus importants, qui pourraient être déclenchés en pied par les érosions de berge du Champfroid, pourraient alimenter le ruisseau en matériaux. De tels mouvements anciens sont assez visibles dans la morphologie.
17	Torrentiel	Ruisseau du Pécherat	T3	Le ruisseau draine la face est au nord du rocher de Belchamp, il n'a pas d'activité avant le Frenay (1100m). La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (ravines en rive droite vers 1000m) et les débordements locaux (traversées de pistes), ainsi qu'une réserve d'accès.
18	Avalanche	Avalanche de la Roche du Frênay	A3 A2s A1	Avalanche N°1 EPA. Les zones de départ sont dans les dalles au nord du rocher de Belchamp ; la surface totale en est de 5ha environ. Cette avalanche a endommagé la grange du chalet du Frênay en 1970. L'aléa de référence centennal a une coulée liée à un aérosol (aléa fort), descendant jusque dans le talweg vers Plan Prunier (1050m environ) et un aérosol qui touche marginalement Pierre carrée en rive droite et le Man en rive gauche (A1). L'aléa de référence exceptionnel (ARE) peut descendre dans le talweg jusqu'au replat vers 900m à hauteur du Seugy, avec un aérosol sensiblement plus large qu'au centennal.



N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
19	Torrentiel	Le Fier	T3 T2	Le Fier prend sa source sous le Mont Charvin, sur la commune voisine de Manigod ; il a un bassin versant de 40km² à son entrée dans la commune, et 45km² à son confluent avec le Champfroid. 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. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (<i>glissement sous le chef-lieu en 1992, photo ci-contre</i>) et la plupart des débordements locaux (ponts), ainsi qu'une réserve d'accès. Les débordements sous le Chef-lieu en rive droite (ancienne scierie Guelpa sur une terrasse alluviale, <i>visible sur la photo ci-contre</i>, puis confluent du Champfroid avec apports de celui-ci et du ruisseau des Eclettes) sont en aléa moyen (hauteurs modérées, courant pouvant être sensible), touchant quelques bâtiments ; l'inondabilité du gîte de l'ancienne scierie est tirée de l'étude Hydr'études 1996.
20	Torrentiel	Ruisseau du Fraizier	T3	Le petit ruisseau fait la limite avec la commune voisine de Thônes sous les Galfas en face sud-ouest du Mont, il draine un bassin versant de 25ha environ. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge ainsi qu'une réserve d'accès.
21	Torrentiel	Ruisseau des Eclettes	T3	Le ruisseau draine la face sud-ouest du Mont, avec un bassin versant de 80ha environ. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (voirie d'accès à une habitation juste au-dessus de la D12 aux Eclettes), ainsi qu'une réserve d'accès.
22	Glissement	Glissement du Mont et des Galfas	G3	Situé entre les grès de Taveyannaz et des formations plus récentes de type moraines ou colluvions, ce glissement s'inscrit dans un contexte de fortes précipitations de mai 2015, ayant entraîné une coulée lente et boueuse jusqu'au hameau des Galfas. Susceptible de se reproduire, la zone est classée en aléa fort.



N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
23	Glissement	Rive droite du Fier, les Eclettes, Le Mont	G2 G1	L'ensemble du versant est globalement constitué des grès de Taveyannaz, susceptibles de produire des glissements importants (aléa moyen), du fait des pentes fortes dans la zone (supérieures à 20%). Des fluages sont visibles notamment associés à des venues d'eau, et plusieurs glissements superficiels (cf. zones 22, 24 et 26) se sont déclarés dans le versant. Un replat sous les Galfas et l'arête peu pentue au-dessus des Echets au sommet du versant sont classés en aléa faible G1 vu les pentes plus faibles.  <i>Le versant des Eclettes depuis Montisbrand</i>

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
24	Glissement	Chalmon, les Pohets	G3	Deux glissements au rocher se sont produits au moment des fortes précipitations de mai 2015, favorisés par le pendage conforme des bancs de grès en rive droite du ruisseau. Un glissement en rive gauche s'est également produit plus bas en janvier 2018, emportant une partie de la route. L'ensemble du versant amont, et une partie à l'aval, présentant des conditions structurales similaires et des pentes au moins aussi importantes est aussi classé en aléa fort. <i>Photo ci-contre : la partie du glissement de 2015 en rive gauche du ruisseau, commune des Clefs</i> 
25	Torrentiel	Ruisseau de l'Avalanche	T3	Le ruisseau draine la face sud du Mont entre Marmotanne et les Poëts, avec un bassin versant de 30ha environ. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (cf. glissements du 1/5/2015) et les débordements locaux (passages busés en aval), ainsi qu'une réserve d'accès.
26	Glissement	Coutier	G3	Les versants raides au-dessus de la route, en combinaison avec des précipitations importantes (1/1/1994, mai 2015) et une lithologie favorable aux glissements (grès de Taveyannaz) ont conduit à un glissement non négligeable, noté en aléa fort. <i>Photo RTM 1994</i> 
27	Torrentiel	Ruisseau Dagon ou des Envers	T3	Le ruisseau draine une combe au nord de Sulens, il fait la limite communale avec Manigod ; son bassin versant est de 135ha environ. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (glissements du 1/5/2015 sous Marmotanne) et les débordements locaux, ainsi qu'une réserve d'accès.
28	Torrentiel	Ruisseau des Sernuets	T3	Ce petit ruisseau draine une combe de 20ha au nord-ouest de Sulens. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge (glissements signalés en 1990 en rive droite sous Molliasset, qui concernaient le remblai en aval du chalet, mais pas le chalet lui-même) et les débordements locaux, ainsi qu'une réserve d'accès.

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
29	Glissement	Rive gauche du Fier, face nord de Sulens : les Envers, Chantanfégnny, la Grangerie	G3 G2	Dans cette zone en face nord de Sulens, les Flyschs ont entraîné de nombreux glissements, notamment lors des événements pluvieux de mai 2015 et janvier 2018 (<i>photo ci-contre, le glissement de Chantanfégnny en 2015, photo Dauphiné Libéré</i>). L'ensemble du versant, avec des recouvrements de colluvions et de moraines sur les grès de Taveyannaz, laisse voir de nombreux indices de fluages et venues d'eau, et des formes de glissements anciens sur les berges au-dessus du Fier. L'aléa est en général moyen vu ces indices et les pentes modérées à fortes. L'aléa est fort sur une zone de glissements anciens semblant pouvoir se réactiver sous la route des Envers ; les glissements de berges plus directement liés au Fier sont en aléa torrentiel fort (cf. zone 19 ci-dessus). Il est également fort sur les emprises des glissements de 2015 (les Envers, Chantanfégnny) et 2018 (Chantanfégnny), qui ont été plus superficiels voire de talus.
30	Glissement	Rive droite du Champfroid, face ouest de Sulens : Chef-lieu, Champ Portier, les Sernuets	G3 G2	Ce versant globalement ouest est constitué des Grès de Taveyannaz. Les fortes épaisseurs de colluvions et moraines argileuses génèrent des instabilités importantes, comme en témoignent les glissements de berge du Fier sous le chef-lieu (intégré à l'aléa torrentiel, cf. zone 19 ci-dessus) ou de Champ Portier (photo ci-contre en juin 2017). L'ensemble du versant laisse voir de nombreux indices de fluages et venues d'eau, l'aléa est en général moyen vu ces indices et les pentes modérées à fortes. Il est fort sur la zone en glissement depuis 2015 à Champ Portier, qui ne semble pas stabilisée en partie haute et fait craindre une régression sur le replat au-dessus. Signalons également pour mémoire une instabilité de berge aux Sernuets, intégrée à l'aléa torrentiel –cf. zone 28 ci-dessus.

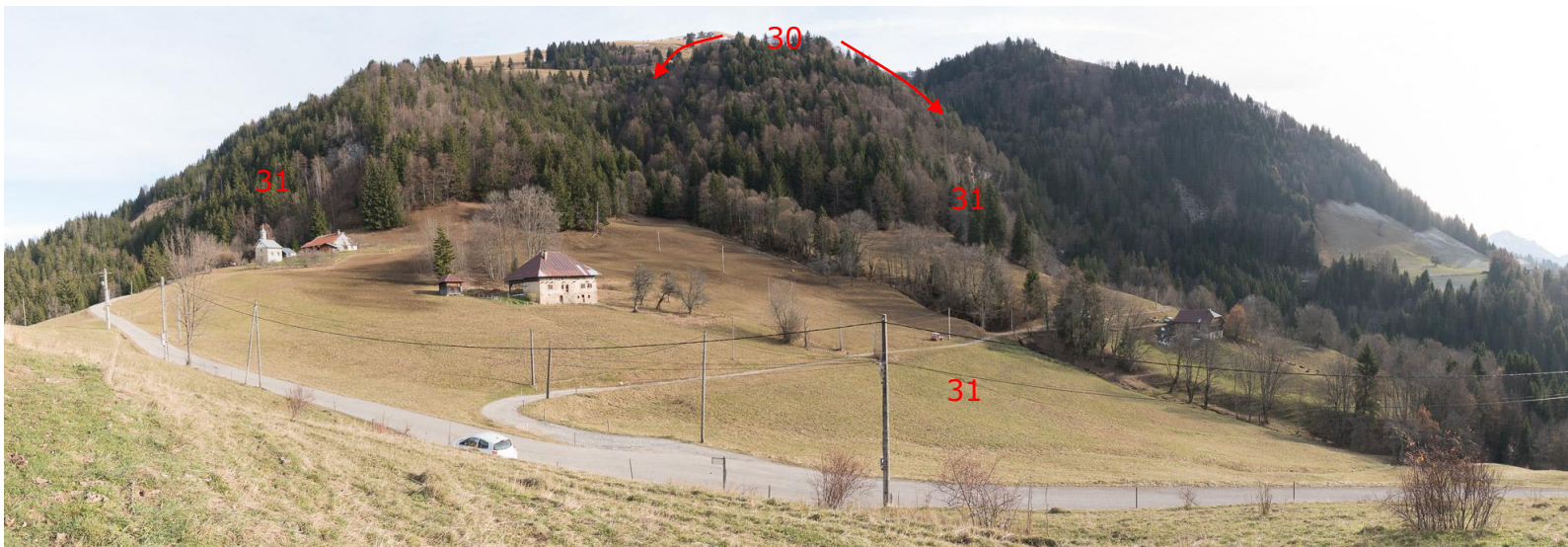


N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
31	Glissement	Rive droite du Champfroid, face ouest de Sulens : Les Sernuets, les Rottets, Lachat, le Veuillet	G3 G2 G1	Dans cette zone en faces nord et ouest de Sulens, les Flyschs gréseux (de faciès proche des grès de Taveyannaz) ont entraîné de nombreux glissements, par exemple lors des événements pluvieux de mai 2015 (cf. ci-dessous), mais aussi de façon assez chronique notamment le long de la route de Plan Bois. Les fortes pentes semblent être un facteur favorisant les glissements : les pentes supérieures à 30° ont été notées en aléa fort même en l'absence de mouvements avérés, tandis que le reste du versant est noté en aléa moyen. Les glissements actifs ou récents sont décrits à part ci-dessous. Les zones les plus plates (moins de 20% environ) au pied du versant vers le Cropt et la Liaz sont en aléa faible.
32	Glissement	Glissement des Rottets	G3	Glissement déclaré au printemps 1977, depuis sous la route de Plan Bois et se propageant dans un talweg assez marqué puis en rive droite du ruisseau de Lachat jusque vers les Rottets. Même s'il apparaît moins actif, la stabilisation ne semble pas assurée.
33	Glissement	Glissement de Lachat	G3	Des fluages assez intenses, déjà décrits en 1982, concernent les terrains au-dessus de la route avec notamment un décrochement visible à l'est, au niveau d'une piste d'accès aux champs au-dessus de la zone. Les fluages sont présents mais moins intenses aux alentours (cf. zone 31 ci-dessus).
34	Torrentiel	Ruisseau de Lachat	T3	Ce petit ruisseau draine la combe de Lachat, 50ha en face ouest de Sulens. Des glissements actifs sont recensés dans le bassin versant, tant en rive gauche (route de Plan Bois) qu'en rive droite (fluages récurrents à Lachat et glissements vers la Touvière, au-dessus des Rottets, signalés en 1977), susceptibles d'alimenter le torrent en matériaux. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (route des Rottets notamment), ainsi qu'une réserve d'accès.

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
35	Glissement	Glissement de Monteau	G3	Glissement déclaré en mai 2015 (photo ci-contre ; commune des Clefs), coupant la route de Plan Bois et se propageant à l'aval dans le vallon. L'aléa fort a été étendu aux nombreuses pentes raides voisines dans ce même vallon. 
36	Torrentiel	Ruisseau de Monteau	T3	Ce petit ruisseau draine la combe de Monteau, 35ha en face ouest de Sulens. Des glissements actifs sont recensés dans le bassin versant (route de Plan Bois, cf. ci-dessus), susceptibles d'alimenter le torrent en matériaux. La zone d'aléa fort comprend les érosions de berge et les débordements locaux (route des Rottets notamment), ainsi qu'une réserve d'accès.
37	Glissement	Glissements du Vuillet et de Plan Bois	G3	Cette zone regroupe plusieurs glissements actifs, et les pentes raides qui les entourent. Le glissement de Pré Candu, au sud-est du Vuillet, a été signalé en 1983 et semble encore actif en partie haute (réactivée en 2015), il ne semble pas s'étendre sur plus de 50m de dénivelé. Au nord, le glissement des Vuillets de mai 2015 (photo ci-contre, commune des Clefs), est issu d'un décrochement assez superficiel qui s'est propagé en coulée boueuse sur 100m de dénivelé environ. En rive gauche de la combe, les glissements de Plan Bois semblent plus profonds et plus étendus, avec un décrochement visible en face nord sous la Frasse vers 1250m, des mouvements s'étendant sur plus de 100m de large au niveau de la route, et des mouvements encore visibles vers 950m à l'aval. L'aléa fort a été étendu aux nombreuses pentes raides voisines dans ce même vallon. 

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
38	Torrentiel	Ruisseau du Veuillet	T3	Ce ruisseau draine la combe de Plan Bois, 150ha en face ouest de Sulens. De nombreux glissements actifs sont recensés dans le bassin versant (au-dessus du Veuillet, au Pré Candu, versant des Fattes... cf. zone 25), susceptibles d'alimenter fortement le torrent en matériaux. La zone d'aléa fort comprend les nombreuses érosions de berge et les débordements locaux (pont de la piste à 860m, <i>photo ci-contre en amont attestant du transport solide</i>, et 2 chalets au confluent avec le Champfroid), ainsi qu'une réserve d'accès. Le lit est suffisamment encaissé pour prévenir des débordements sur son cône de déjections au-dessus du Cropt, sous 820m.
39	Avalanche	Avalanche de Plan Bois	A3	Avalanche probablement suivie sous le N°1 à l'EPA de Manigod (confusions probables avec celles plus à l'est), hors zone d'enquête CLPA. La zone de départ est une pente en herbe d'environ 1.5ha, raide dans le haut (40°). La zone d'arrivée est sur Manigod.





Sulens, de Plan Bois (à gauche) aux Gay sur Serraval (à droite), vu depuis La Frasse. Quelques escarpements rocheux sont visibles à travers la forêt (zone 31), et les avalanches en face ouest de Sulens (zone 30) sont en haut de l'image ; la Frasse n'est concernée que par le glissement de terrain (zone 31).

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
40	Avalanche	Avalanche de Sulens (face ouest)	A3	Avalanche hors zone d'enquête CLPA mais partiellement indiquée en zone dangereuse, non suivie à l'EPA. Les zones de départ sont exposées à l'ouest, avec une quinzaine d'hectares partiellement boisés au-dessus du chalet de Sulens (protégé par le relief) et à peu près autant en herbe plus au sud sous le sommet de Sulens (avalanche du 6/12/2012 sur Serraval). Le panneau inférieur, moins pentu (28°), est moins susceptible de départs importants et est en aléa moyen de coulées de faible ampleur ; le panneau supérieur est bien plus raide dans le haut (35 à 38°) et est en aléa fort. Les deux s'écoulent dans le Nant de fer, avec un aléa centennal pouvant aller jusque vers 1400m, et un aléa exceptionnel se prolongeant jusque vers 1200m

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
41	Chute de blocs	Montagne de Sulens (face ouest)	P3 P2	La klippe de Sulens fait affleurer les schistes et calcaires du Lias, propices aux chutes de pierres ; l'aléa est fort sur quelques escarpements, généralement moyen en l'absence de falaise marquée. De fait, la zone est classée en aléa moyen.
42	Chute de blocs	Cuchet d'en bas	P3	Sur le contact de la Klippe de Sulens affleurent les calcaires du Tithonique en formant une falaise, entraînant un éboulis en son pied, et susceptible de produire des chutes de blocs. La zone concernée est classée en aléa fort.



Sulens face Ouest depuis le Trasserand

N°	Type d'aléa	Nom	Degré d'aléa	Description
43	Avalanche	Avalanche de Montisbrand	ARE	Avalanche hors zone d'enquête CLPA ; une avalanche partie vers 1000m au-dessus de Montisbrand serait arrivée au XIXe siècle juste derrière les maisons les plus hautes de Montisbrand (890m). L'aléa centennal est négligeable, compte tenu notamment du boisement de la zone de départ.
44	Torrentiel	Nant de Fer	T3	Ce ruisseau draine la face ouest du Grand Sulens et rejoint le Champfroid sur la commune voisine de Serraval. Sur la commune, son activité est essentiellement érosive, avec des débordements sur Serraval (cf. lave torrentiel de 1882-1883). La zone d'aléa fort comprend les nombreuses érosions de berge.

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 à la carte communale) en rouge, une zone d'habitat semi-dense ou dispersé (habitat plus ou moins dense mais permanent, hors carte communale) en jaune, des zones d'intérêt économique (hors agriculture, par nature plus diffuse : ateliers, usines...) en orange, et une zone d'habitat non permanent (alpages, en vert).

L'ensemble de l'habitat permanent (bourgs, hameaux), auquel a été rajouté le secteur d'alpages de Belchamp (Pierre Carrée, le Man, le Freney...) forme le périmètre du zonage réglementaire, qui recouvre à peu près la moitié de la surface communale.

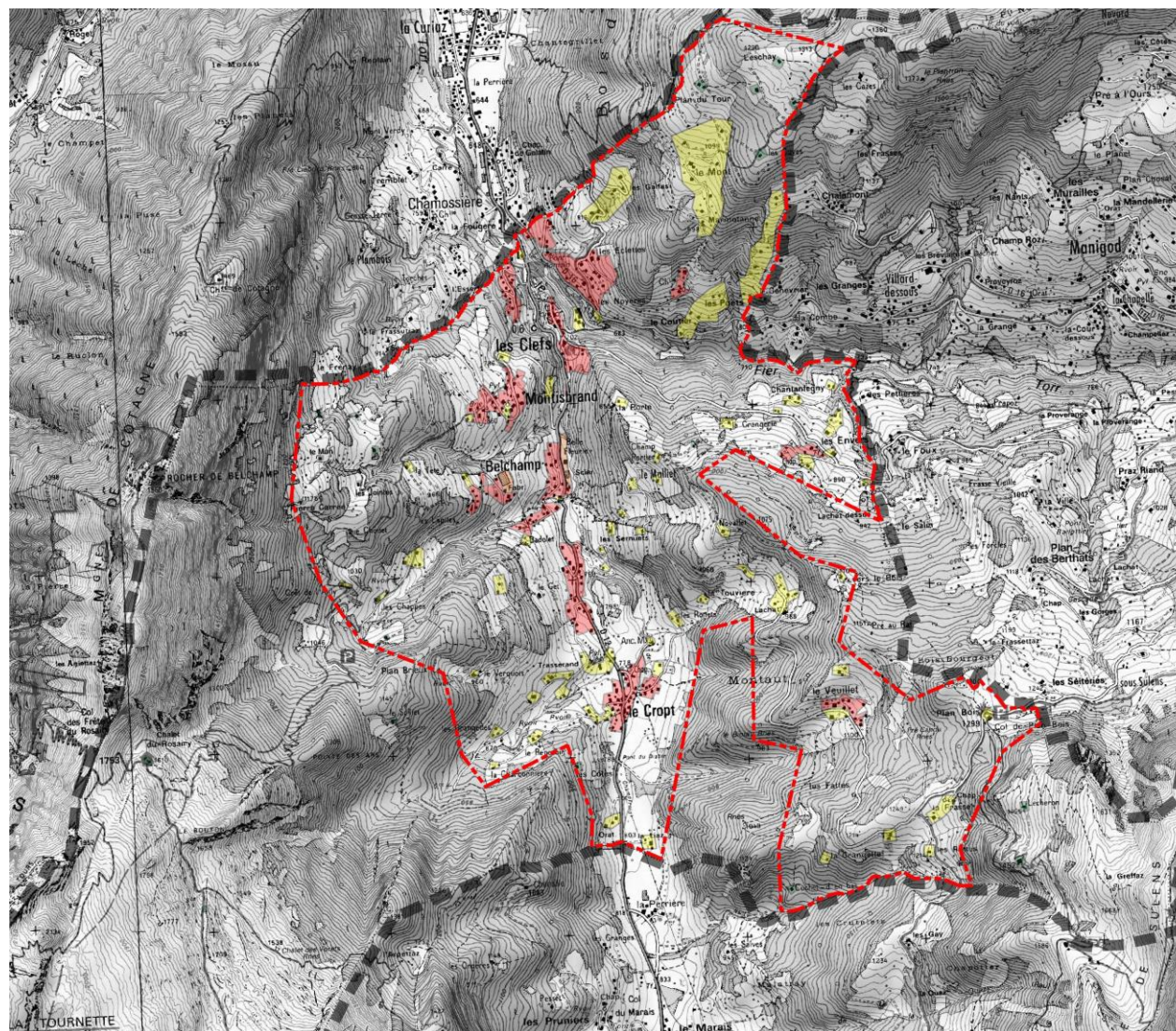
Au sein du règlement, on distingue différents types d'enjeu, qui sont traités par des mesures réglementaires différentes : les projets nouveaux d'une part, les biens existants d'autre part font l'objet d'articles séparés, les ERP importants (du premier groupe, catégorie 1 à 4) font également l'objet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

Légende

Enjeux

- Espace urbanisé dense
- Hameaux
- Enjeux économiques
- Alpagnes
- 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.

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 cinq types de zones :

- Des zones « blanches », où l'aléa est nul ou négligeable, et sans enjeux particuliers au regard de la prévention des risques. Il n'est donc pas nécessaire de réglementer ces zones au titre du PPR.
- Des zones « jaunes », correspondant aux secteurs non exposés à un aléa de référence centennale mais où un aléa d'avalanche de référence exceptionnel (ARE) a été identifié. Les contraintes y sont faibles.
- Des zones « bleues », avec des aléas généralement faibles ou moyens et des enjeux en termes d'urbanisme, où les contraintes d'urbanisme sont proportionnées aux aléas ; certaines occupations du sol peuvent être limitées (par exemple, interdiction des dépôts de produits polluants en zone d'inondation).
- Des zones « bleues dures », avec des aléas forts sur des bâtiments d'habitation, où 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 (pour mémoire sur la commune).*

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

Risque = croisement de l'aléa et des enjeux	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	Sans objet
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.

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 : ils concernent essentiellement des aménagements dans les règles de l'art (soutènements, protections de berges de torrents...), parfois suite à des phénomènes.

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 dans certains secteurs.

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

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

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

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

7. BIBLIOGRAPHIE

Archives départementales de la Haute-Savoie

Mappe Sarde de 1733

Copie digitalisée consultable sur <http://archives.hautesavoie.fr/ark:/67033/a011400141516mXSg6S>

Cadastre français de 1923

Feuilles digitalisées consultables sur <http://archives.hautesavoie.fr/ark:/67033/a011400141463urixts>

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

Maurice GIDON

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

Atlas géologique des Alpes françaises en ligne

Hydr'Etudes

Transformation d'une ancienne scierie, étude hydraulique et modélisation de la crue centennale du Fier
29 mars 1996

IGN

Photographies aériennes anciennes et contemporaines, campagnes de 1956 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 1902 à 2016, <http://www.avalanches.fr/>

Paul MOUGIN

Les Torrents de la Savoie

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

Édition originale : Grenoble : Imprimerie Générale, 1914

Paul MOUGIN

Les avalanches en Savoie.

In: Études Glaciologiques, tome 4, 1922. Les avalanches en Savoie. pp. 175-310;

http://www.persee.fr/doc/etgla_0983-6500_1922_num_4_1_856

Service RTM 74

Archives : Enquête permanente sur les Avalanches et rapports sur évènements naturels de 1914 à 2016