

Extension du zonage sur des zones concernées par le PPR de Saint Sorlin d'Arves, et sur le secteur des Turins



Commune : Saint Sorlin d'Arves

Maitre d'ouvrage : Commune de Saint Sorlin d'Arves

Office National des Forêts
Agence RTM Alpes du Nord
17 rue des Diables Bleus – 73000 Chambéry

Cliché page de garde : Tourne paravalanche de la Combe des Mortes et secteur Turin

	Nom Prénom	Fonction
Auteur	Ségolène Méjean	Ingénieur Hydraulicien
Relecture	Stéphane Roudnitska	Expert avalanche
Validé et transmis	Thomas Geay	Responsable pôle expertise

Suivi des versions :

Version	Date	Observations
Version 1	04/11/2024	

Table des matières

1. Contexte et objectif	3
2. Micro-zones sur le secteur 5 du PPR.....	4
2.1. Exposition au risque avalanche	5
2.2. Exposition au risque glissement de terrain.....	7
2.3. Exposition au risque crues torrentielles.....	8
2.4. Conclusion	9
3. Zone dite des Turins	11
3.1. Description du site	11
3.2. Connaissance du risque avalanche sur la zone d'étude.....	12
3.2.1. Combe du ruisseau des Mortes – CLPA 10, 11, 12 – EPA 208.....	14
3.2.2. Tourne paravalanche du ruisseau des Mortes.....	16
3.2.3. Comborsière	17
3.2.4. Comparaison des photo aériennes anciennes	17
3.3. Cartographie de l'aléa avalanche sur la zone d'étude	20
3.3.1. Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de la combe des Mortes (Nord) d'après le PPR de 2003.....	20
3.3.2. Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de Comborsière (Ouest) d'après le PPR de 2003	21
3.3.3. Synthèse de la cartographie de l'aléa avalanche issu du PPR de 2003	22
3.3.4. Nouvelle proposition de cartographie	24
3.4. Aléa lié aux crues torrentielles sur la zone d'étude	26

1. Contexte et objectif

Un Plan de Prévention des Risques existe sur la commune de Saint Sorlin. Il a été approuvé en 2003.

Toutefois, la mairie de Saint Sorlin s'est aperçue que certaines zones bâties n'apparaissent pas dans le zonage réglementaire, ce qui pose ensuite problème pour l'application du PLU.

C'est pourquoi la commune de Saint Sorlin d'Arves souhaite une extension du zonage réglementaire sur les zones concernées.

Ces zones comprennent :

- Trois zones bâties qui ne sont pas totalement incluses dans le zonage (secteur 5 du PPR)
- Figure 1
- Le camping sur le secteur « Turin » - Figure 2



Figure 1 : les trois zones bâties qui n'apparaissent pas dans le zonage réglementaire



Figure 2 : Le camping sur le secteur "Les Turins" qui n'apparaît pas dans le zonage réglementaire.

2. Micro-zones sur le secteur 5 du PPR

Le secteur 5 du zonage réglementaire du PPR de 2003 exclue trois petites zones qui sont pourtant bâties et devraient donc faire partie du zonage. Ces zones sont rappelées sur la Figure 3 : Elles sont toutes les trois accolées au zonage réglementaire existant. Pour plus de simplifications, nous leur donnons les numéros 1, 2, 3 pour la suite de l'étude.



Figure 3 : Zones non incluses dans le zonage réglementaire du PPR de 2003.



Secteur D : Malcrozet – Cluny – le Revoux

Phénomène : Avalanches

Planche 1 sur 3 pour ce secteur

Description du site :

L'avalanche du Chausset ou de Gros Coingt est numérotée 33 à la CLPA et 3 à l'EPA. Elle part en face Nord du Crêt d'Ornon, sous les chalets du même nom. La zone de départ fait au total 20 ha, à 60% de pente moyenne entre 1950 et 1600m. Un couloir penté à 50% collecte les écoulements, et débouche enfin sur l'Arvan avec une pente finale de 15%.

L'avalanche de la Côte Sainte, ou de Cluny, est N° 34 à la CLPA et N° 1 (et 6?) à l'EPA. Ses caractéristiques sont assez semblables à la précédente, avec une zone de départ plus raide (70 à 80%).

Historique des évènements marquants :

Avalanche du Chausset

- 12/02/1999 : L'avalanche atteint l'Arvan. Cela semble s'être produit huit autres fois depuis 1905 (début de l'EPA).
- 1942 : L'avalanche (aérosol probable) détruit un chalet centenaire, noté « ruine » sur la carte 1/5 000, en rive droite de l'Arvan.

Avalanche de Côte Sainte

- L'avalanche atteint l'Arvan au moins cinq fois depuis 1905 (début de l'EPA), et descend plusieurs fois en poudreuse.
- 15/01/1843 : L'avalanche détruit des habitations dans le bas de Cluny (rive gauche de l'Arvan), faisant 11 victimes.

Phénomène de référence :

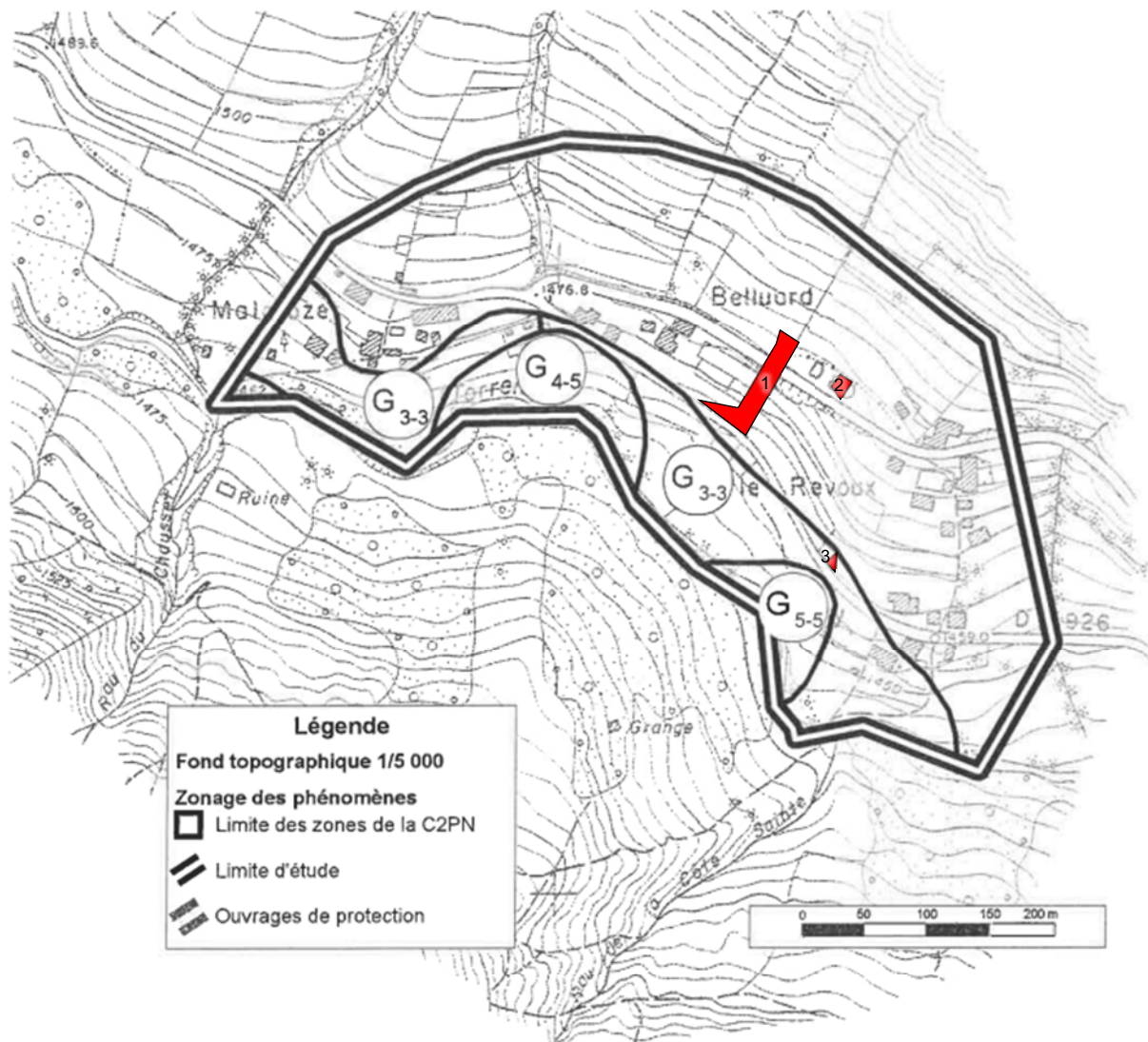
Pour les deux couloirs, le phénomène de référence est une avalanche de neige froide avec écoulement dense et aérosol, les deux traversant l'Arvan. La zone de l'écoulement dense, dans les deux cas assez réduite en rive gauche de l'Arvan, est d'intensité forte. La zone touchée par l'aérosol seul est d'intensité moyenne.

Figure 4 : Exposition du secteur D : Malcrozet - Cluny - le Revoux aux avalanches, issu du PPR de 2003

D'après le PPR de 2003, aucune des micro-zones de l'étude n'est concernée par le risque avalanche.

Un nouveau balayage des avalanches historiques et des avalanches ayant eu lieu depuis 2003 ne vient pas remettre en question ce zonage.

2.2. Exposition au risque glissement de terrain



Secteur D : Malcrozet – Cluny – le Revoux

Phénomène : Glissements de terrain

Planche 2 sur 3 pour ce secteur

Description du site :

L'instabilité des placages morainiques sur le substrat schisteux est renforcée par le sapement en pied de l'Arvan, à proximité de celui-ci.

Phénomène de référence :

Un glissement très actif de la berge de l'Arvan est observable juste en amont de Cluny, avec un décrochement d'environ 1m en tête.

Un glissement plus ancien se situe au niveau du confluent du ruisseau de Côte Plaine, sous la fromagerie. Actuellement moyennement actif, il peut devenir très actif.

Le reste des pentes présente quelques signes d'instabilité superficielle, et peut être également touché par la régression des glissements ci-dessus. Ces zones sont considérées comme peu actives

Figure 5: Exposition du secteur D : Malcrozet - Cluny - le Revoux aux glissements de terrain., issu du PPR de

2003

D'après le PPR, les zones potentiellement soumises aux glissements de terrains :

- approchent la zone 1 sans l'atteindre (la zone en glissement démarre au sud de la RN526) ;
- englobent la zone 3, en zone $G_{3,3}$, c'est-à-dire un glissement de terrain peu actif au moment de la réalisation de la carte, et amené à devenir peu actif à court ou moyen terme (Figure 6). Ce sont des zones qui présentent des signes d'instabilité superficielle, ou pourraient être touchées par régression des glissements plus actifs à proximité.

Glissements de terrain, Affaissements, Ravinement

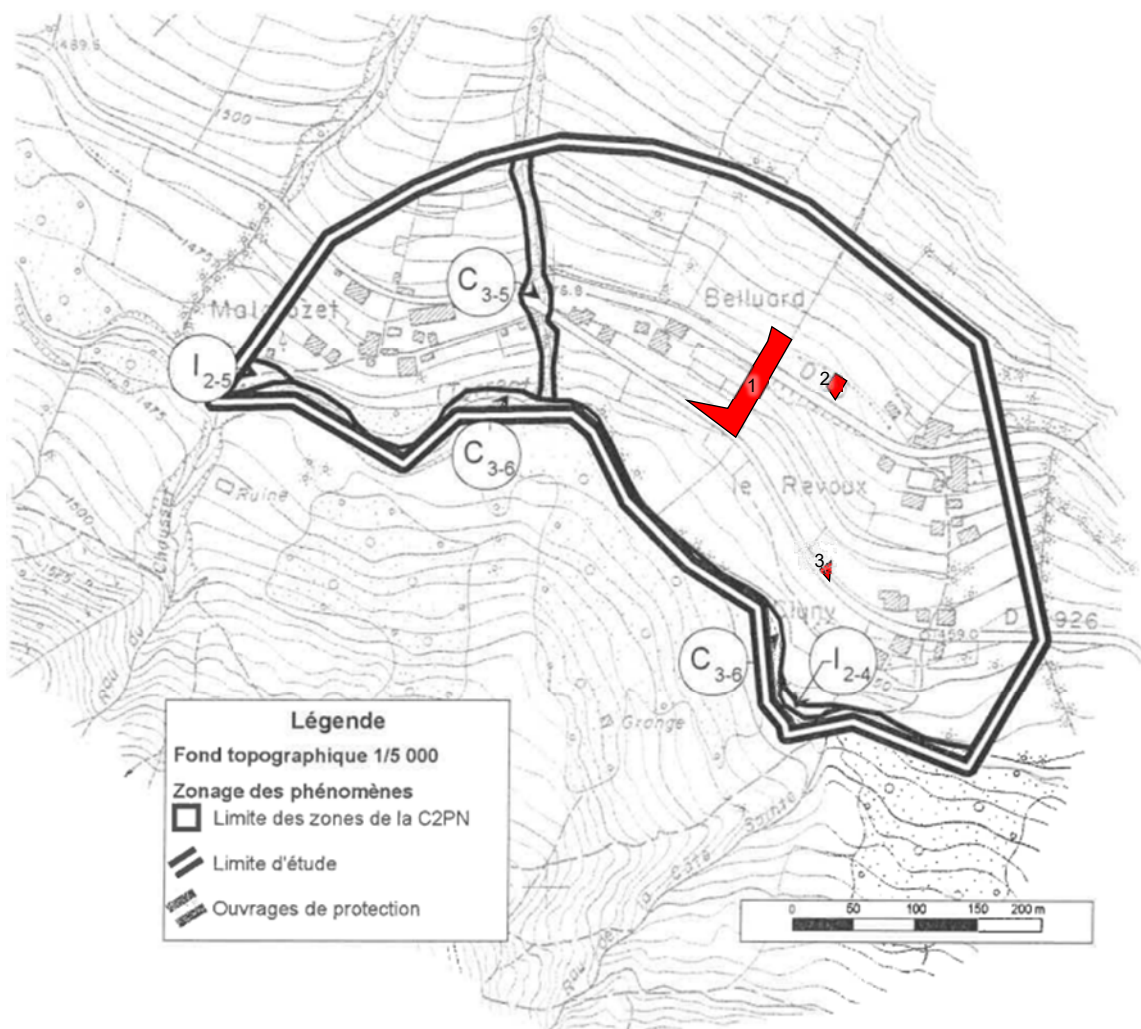
Activité du phénomène	a) Nul : 0	Potentiel : 1	a) Très peu actif : 2	b) Peu actif : 3	c) Moyennement actif : 4	d) Très actif : 5
-----------------------	------------	---------------	-----------------------	------------------	--------------------------	-------------------

Le degré de pondération, pour ces phénomènes, propose deux chiffres. Le premier chiffre indique le degré d'activité du phénomène constaté au moment de la réalisation de la carte ; le second chiffre est utilisé pour indiquer le degré d'activité que pourrait atteindre le phénomène à court ou moyen terme.

Figure 6 : Grille d'intensité / fréquence utilisée pour le phénomène de glissement de terrain dans le PPR de 2003.

Un nouveau balayage des glissements de terrain historiques ou ayant eu lieu depuis 2003 ne vient pas remettre en question ce zonage.

2.3. Exposition au risque crues torrentielles



Secteur D : Malcrozet – Cluny – le Revoux

Phénomène : Crues torrentielles

Planche 3 sur 3 pour ce secteur

Historique des évènements marquants :

- 06/07/1987 : Une coulée de boue dans le ruisseau de la Dame se répand sur le CD926 (pour mémoire).
- Vers 1980 : Le ruisseau de Côte Plaine inonde les caves de la fromagerie en rive droite, et se répand sur le CD926.

Phénomène de référence :

Pour l'Arvan, on prendra en compte une crue de type centennale, impliquant quelques submersions sous Malcrozet et Cluny mais surtout une réactivation des glissements de berge (voir la planche correspondante D2, page précédente).

Pour le ruisseau de Côte Plaine, on considérera une coulée de boue bouchant le busage sous le CD926 et s'épandant sur celle-ci.

Figure 7: Exposition du secteur D : Malcrozet - Cluny - le Revoux aux crues torrentielles, issu du PPR de 2003

D'après le PPR de 2003, aucune des micro-zones de l'étude n'est concernée par le risque lié aux crues torrentielles.

Un nouveau balayage des crues historiques, et des nouvelles crues depuis 2003, ne vient pas remettre en question ce zonage.

2.4. Conclusion et zonage

Le nouveau balayage des évènements historiques et les nouveaux évènements ayant eu lieu depuis 2003 ne viennent pas remettre en question le zonage des évènements qui avait été fait pour la réalisation du PPR en 2003.

Ainsi, les micro zones 1 et 2 se retrouvent en zone 0 :

- « Zones non soumises aux phénomènes naturels cartographiés mais soumises aux prescriptions, recommandations, et remarques générales présentées au paragraphe 3.4 du règlement » (voir aussi **Figure 8**)

Et la micro-zone 3 est en zone 2.02

- « Déformations liées aux mouvements du sol » (voir **Figure 9**)

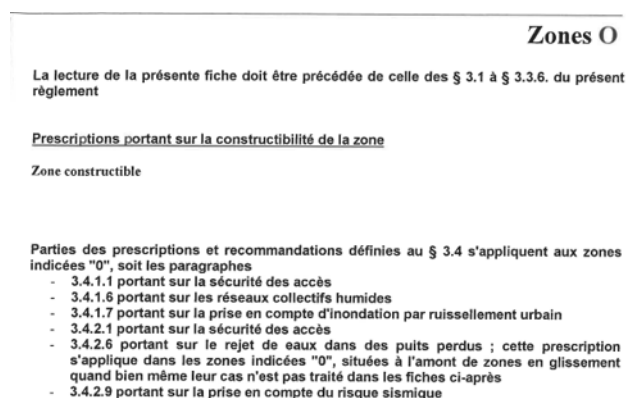


Figure 8 : Extrait du règlement PPR concernant les zones 0.

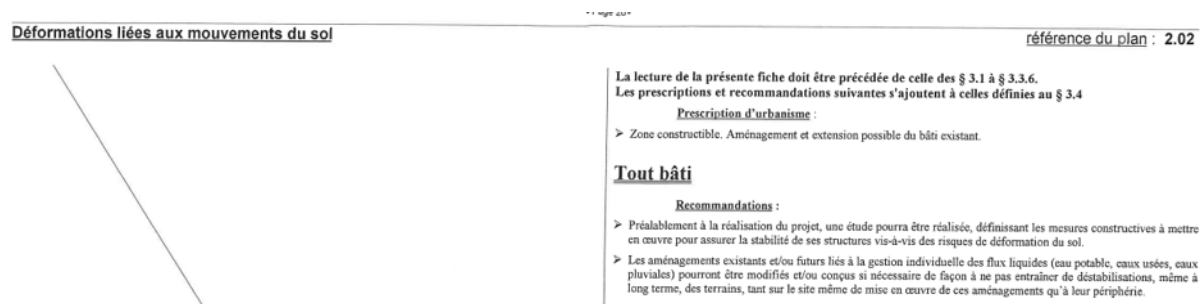


Figure 9 : Extrait du règlement PPR concernant les zones de déformations liées aux mouvements du sol 2.02

La carte finale est donc présentée sur la **Figure 10**



Figure 10 : Carte de prescription incluant les micro-zones bâties non intégrées en 2003, d'après les éléments du PPR de 2003.

3. Zone dite des Turins

3.1. Description du site

La commune de Saint-Sorlin-d'Arves souhaite connaître la vulnérabilité au risque de la zone bâtie au lieu dit les Turins, à l'ouest de la commune de Saint-Sorlin, sur la RD 926 ou route du Col de la Croix de Fer (Figure 11).

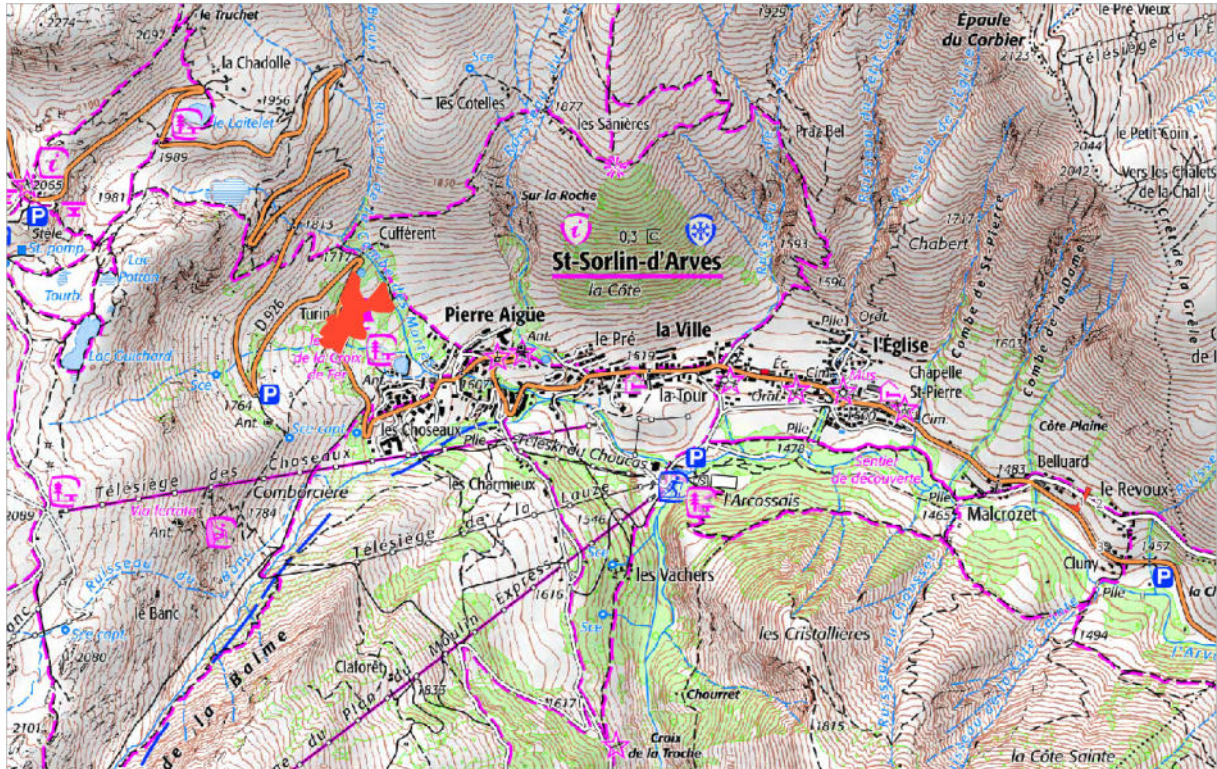


Figure 11 : Localisation de la zone d'étude (en rouge)

Elle comprend le camping aujourd'hui appelé « Le Domaine du Trappeur », une auberge dite « Auberge des Turins », et quelques maisons isolées.

En suivant les parcelles cadastrales occupées par du bâti, on obtient la zone d'étude Figure 12.



Figure 12 : Définition de la zone à étudier vis-à-vis des risques naturels

3.2. Connaissance du risque avalanche sur la zone d'étude

La zone d'étude est menacée par les avalanches en provenance de deux versants qui la surplombent, l'un au Nord, l'autre à l'Ouest, tous deux cartographiés sur la CLPA (Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanche) et suivis par l'EPA (Enquête Permanente sur les Avalanches, en partenariat entre l'ONF et INRAE) depuis l'hiver 2004-2005. De plus, le versant Nord est considéré comme un Site Sensible aux Avalanches (SSA), avec une sensibilité forte.

Ces deux versants avalancheux sont (voir Figure 13) :

- Au Nord, la Combe des Mortes, ou couloir du Ruisseau des Mortes, ou secteur de l'Ouillon, porte les numéros 10, 11, et 12 sur la CLPA, et le numéro 208 sur l'EPA
- A l'Ouest, la Comborsière, ou le secteur Turin, ou secteur des Choseaux, ou encore secteur sous les Portes, porte les numéros 13 et 14 sur la CLPA, et le numéro 209 sur l'EPA.

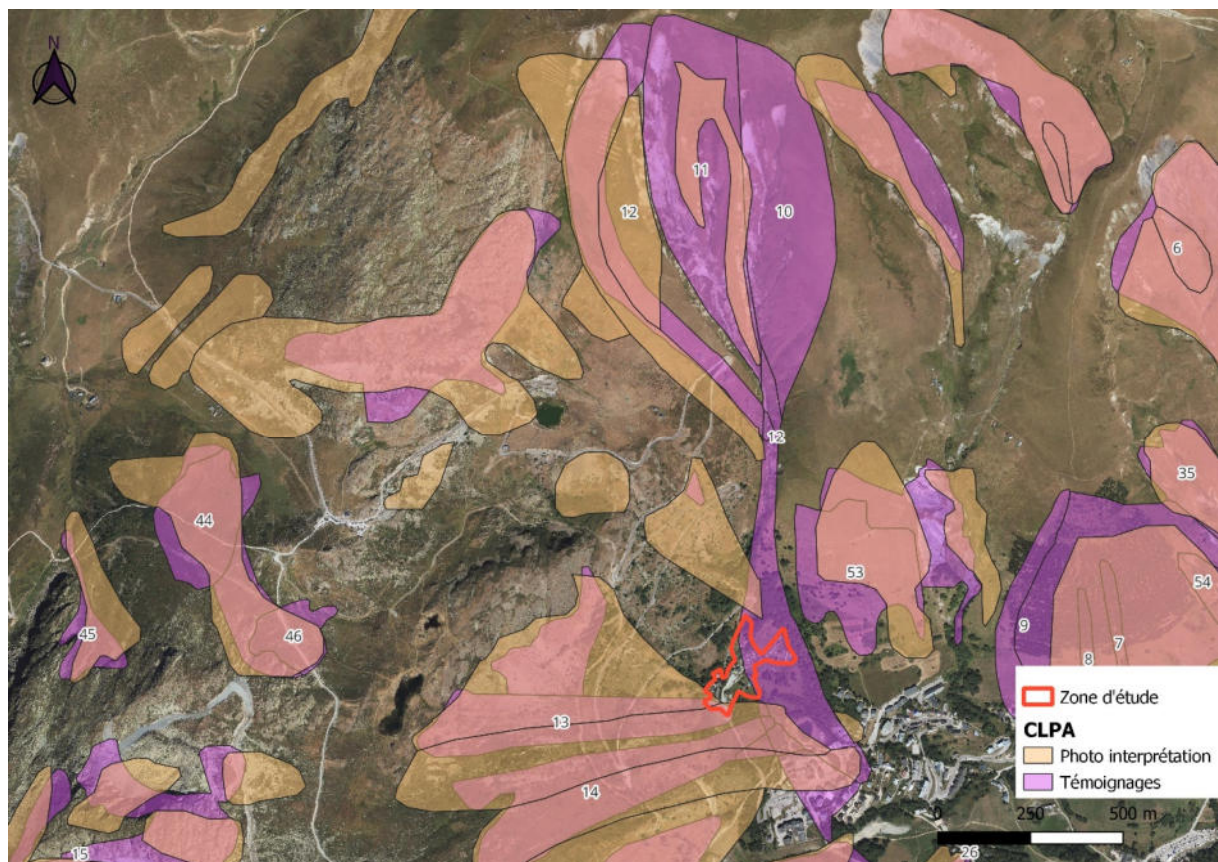
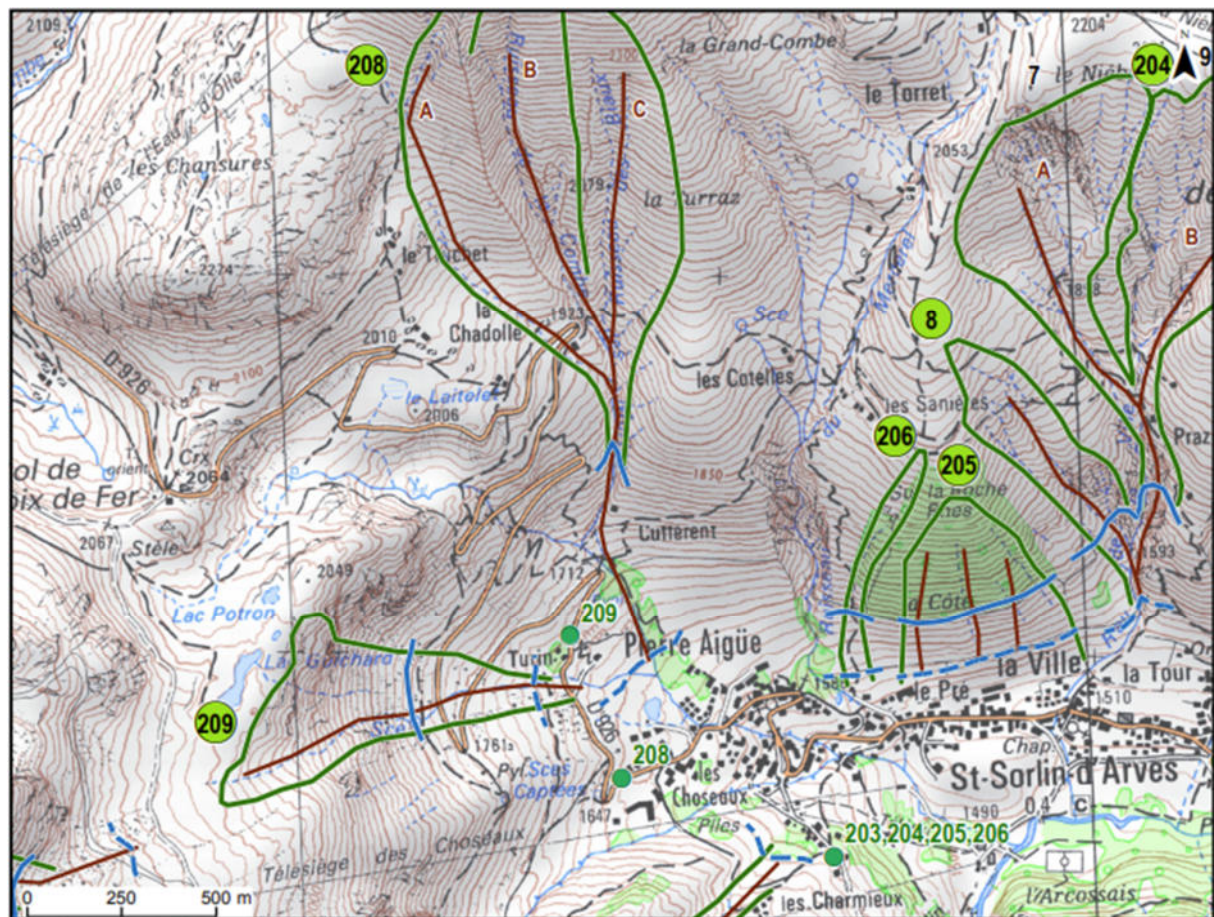


Figure 13 : Les deux versants qui menacent la zone d'étude, tels que repérés sur l'EPA (couloirs 208 et 209 - haut) et sur la CLPA (couloirs 10-11-12 et 13-14 – bas)

Ces deux versants ont également fait l'objet d'enquêtes historiques et/ou d'analyses de terrain :

- Dans le cadre de la CLPA,
- Dans l'étude sur les Risques d'avalanches sur le projet immobilier des érables, par J.F. Meffre en 2000,
- Dans l'étude du risque d'avalanche sur la ZAC des Choseaux, par J.F. Meffre en 2001,
- Dans le cadre de témoignages RTM en 1982 (dans le but de réaliser une cartographie abandonnée par la suite),
- Dans le cadre du Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn) de la commune de Saint-Sorlin-d'Arves, approuvé en 2003.

3.2.1. Combe du ruisseau des Mortes – CLPA 10, 11, 12 – EPA 208

Les paragraphes suivants présentent une synthèse des témoignages par ordre chronologique des événements. Les lieux évoqués dans les paragraphes suivants sont repérés sur la Figure 14.

- En décembre 1935, l'avalanche descend jusque vers les Choseaux, derrière le garage des Ponts et Chaussées, soit 50m en amont de l'actuel CD926
- Avant 1939, l'avalanche venait souvent en « neige molle » presque jusqu'au niveau du Chalet Girard, mais celui-ci, construit en 1908, n'avait jamais été endommagé. (Meffre). Un témoin (RTM, 1989) indique que cette avalanche descendait jusqu'à la route quand elle partait en poudreuse, et qu'elle est déjà venue dans le bois sous Cugnette.
- En 1939 ou 40, une avalanche traverse le plan des Choseaux en passant juste en dessous du chalet Girard, mais elle a continué jusqu'à la route, qu'elle a coupé sur 10 à 20m, pour s'arrêter une dizaine de mètres plus bas (d'après Meffre), ou jusqu'à atteindre le ruisseau de la Balme (CLPA). Les témoignages sont contradictoires (PPR)
- Le 3 ou 4 février 1961, après une grosse chute de neige, une avalanche poudreuse a détruit le chalet Balmain, et arraché le toit du chalet Girard, puis elle a prit la direction du garage des Ponts et Chaussées. Les témoignages sont contradictoires. Meffre indique que 3 témoignages sient l'arrêt au niveau de l'actuel lac artificiel, trois autres sur la route en contrebas, entre le garage des pompiers et les immeubles des Sybelles. Un témoignage RTM (1982) situe bien l'arrêt au niveau de l'emprise CLPA, donc plus bas.
- Vers 1975 (peu avant la construction de la tourne) une avalanche de fond partie du sommet est arrivée vers le réservoir d'eau (1650m d'altitude). (témoignage uniquement présent dans Meffre, 2001)
- En 1976, une tourne paravalanche est construite en amont de la zone d'étude, dans le ruisseau des Mortes, pour dévier les avalanches de ce couloir vers sa rive droite et protéger les enjeux habités en contrebas.
- En 1999, une avalanche poudreuse a atteint l'arrière d'un chalet, sans provoquer de dégâts. (témoignage service des piste, Meffre)
- Le 29/12/2007, une avalanche de neige poudreuse s'arrête à 1900m d'altitude dans ce couloir. C'est la seule avalanche recensée par l'EPA (depuis l'hiver 2004 – 2005).
- On sait qu'aucune avalanche n'a dépassé la capacité de la tourne depuis sa construction. Cependant l'analyse des photographies aériennes anciennes suggère qu'une avalanche importante, probablement en 2018, a bien atteint la tourne, qui l'a stoppée (voir paragraphe 3.2.4). Par ailleurs, on trouve sur data-avalanche.com une photo de deux avalanches de fond de faible ampleur datant de 2021.

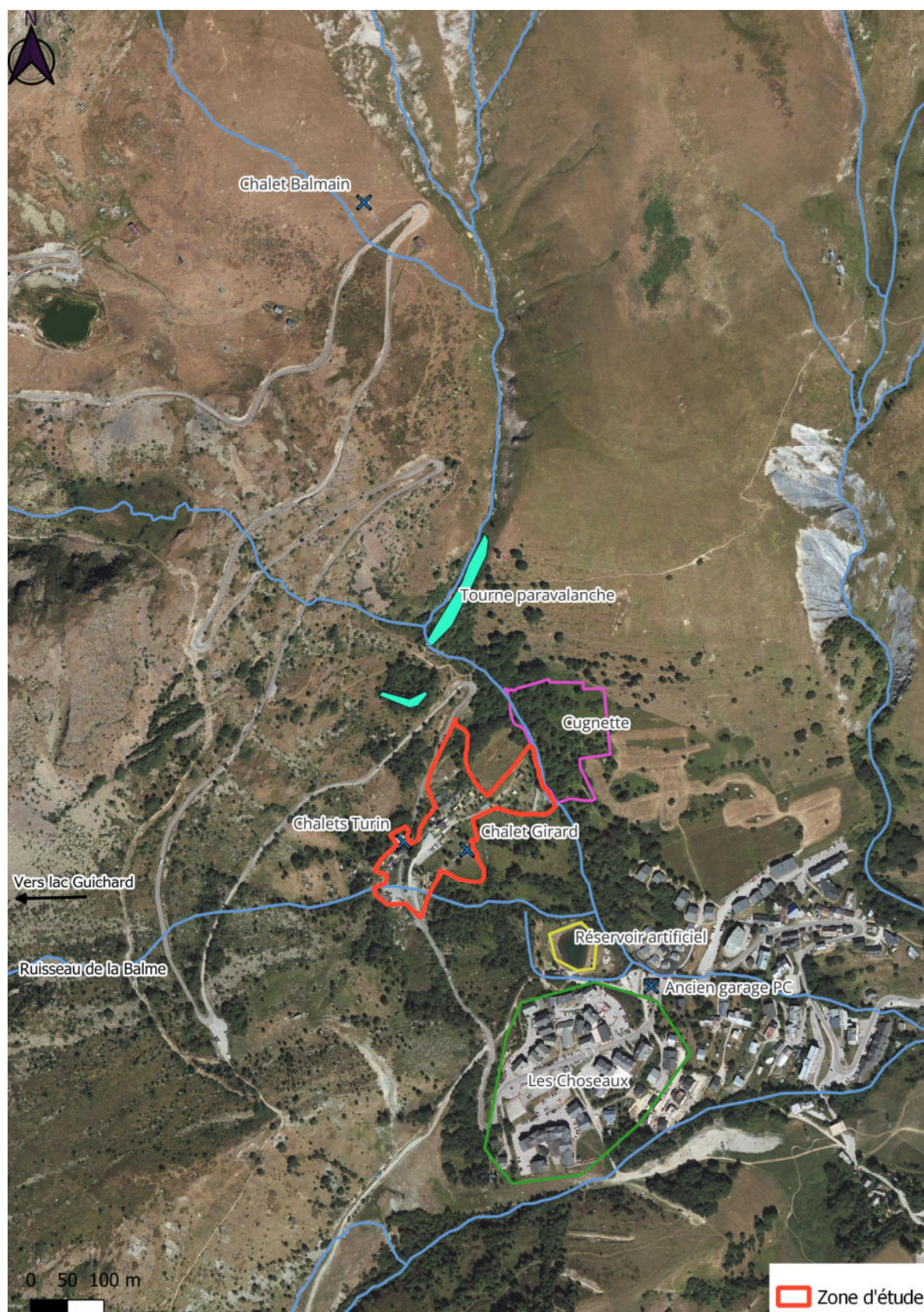


Figure 14 : Lieux évoqués dans les témoignages, aux alentours de la zone d'étude.

3.2.2. Tourne paravalanche du ruisseau des Mortes

En 1976, en réaction notamment à l'avalanche de 1961, une tourne paravalanche est construite dans le ruisseau des mortes à la fois pour dévier l'avalanche et stocker son volume.

Elle a été conçue pour stocker la neige d'une avalanche en provenance de la combe des Mortes :

- D'après le PPR, ce volume stockable est d'environ 5 000 à 10 000 m³, et devient sans effet pour une avalanche de volume plus important (et également sans effet pour la partie aérosol).
- D'après Meffre, elle a été conçue pour stocker environ 25 000 m³ de neige, soit le quart d'une avalanche qui se déclencherait sur 50 cm de neige dans les trois couloirs simultanément, et conserve un effet de déviation de l'avalanche et de réduction de la vitesse pour un volume plus important.

Cette tourne paravalanche a fait l'objet d'ajustements et de contentieux depuis que la buse qui sert d'exutoire aux torrents a été bouchée lors des travaux d'agrandissement de la route du col de la croix de fer, en 1991. La tourne s'est alors remplie d'eau et de matériaux, et un déversoir sommaire a été creusé dans la digue. Le lit provisoire était non protégé, et les risques de débordements très importants.

En 1995, Koulinski (« étude de la protection du camping de Cufférent contre les crues du torrent de la Croix de Fer ») écrit déjà :

« Actuellement, le paravalanche ne fonctionne correctement ni du point de vue des avalanches, ni vis-à-vis des torrents :

- *Après l'obstruction de la buse, les matériaux se sont déposés et limitent la capacité de cet ouvrage à arrêter les avalanches*
- *En cas de crue, le chenal actuel, en aval de la digue, est sous-dimensionné. Des débordements vers le CD 926 sont alors très probables. »*

Ces problèmes de mauvais fonctionnement de la tourne sont évoqués dans les études Meffre (2000 et 2001), et rappelés dans la nouvelle étude de Koulinsky sur le ruisseau de Cufférent (2001), dans la convention pour la construction du camping (2001), puis dans un avis RTM sur l'ouverture du camping (2002).

Ils sont alors ajoutés à la convention comme condition nécessaire pour la construction du camping au lieu-dit Turin, en 2001

Les travaux nécessaires seront réalisés à partir de 2006.

Ces problèmes concernant la tourne, sur plusieurs années, sont probablement à l'origine des différences importantes d'efficacité estimée de la tourne entre les études de Meffre et le PPR, le premier considérant la tourne dans son fonctionnement prévu, et le second dans son fonctionnement actuel (en 2003, soit avant les travaux de curage de la tourne et remplacement de l'exutoire des torrents).

L'analyse des photographies aériennes (paragraphe 3.2.4) montre que la tourne semble avoir déjà prouvé son efficacité sur les avalanches en provenance de la Combe des Mortes au moins une fois. La Figure 15 explicite le fonctionnement de la tourne paravalanche.



Figure 15 : Fonctionnement et dépassement de la tourne paravalanche

3.2.3. Comborsière

Les paragraphes suivants présentent une synthèse des témoignages par ordre chronologique des événements. Les lieux évoqués dans les paragraphes suivants sont repérés sur la Figure 14.

- 1963 : avalanche de poudreuse partie du sommet de l'arrête de la Balme, sous le lac Guichard. Cassure de 400m de large, descendue jusqu'au niveau du chalet Girard (1650 m) après être passée à 50m des chalets Turin.
- Plus classiquement, les avalanches poudreuses sur ce secteurs'arrêtaient au-dessus des chalets Turin, à 1760m.
- En 1999, une avalanche poudreuse est descendue jusqu'au chalet Girard.
- Depuis l'inscription de cette pente au PIDA (pour protéger les pistes), peu d'avalanches déclenchées ont eu une grande ampleur.

Une tourne paravalanche a été construite dans le secteur pour protéger la ZAC des Choseaux, mais elle n'a aucun effet protecteur sur la zone d'étude.

3.2.4. Comparaison des photo aériennes anciennes

La comparaison des photographies aériennes anciennes et récentes permet de constater une augmentation continue de la forêt sur les versants avalancheux qui menacent la zone d'étude, ce qui est cohérent avec l'historique qui conclue à la rarification des phénomènes avalancheux exceptionnels. Cette augmentation du couvert végétal est positif dans la stabilisation des sols, mais il n'est ni suffisamment dense, si situé suffisamment haut dans les versants pour jouer un véritable rôle de protection contre les avalanches.

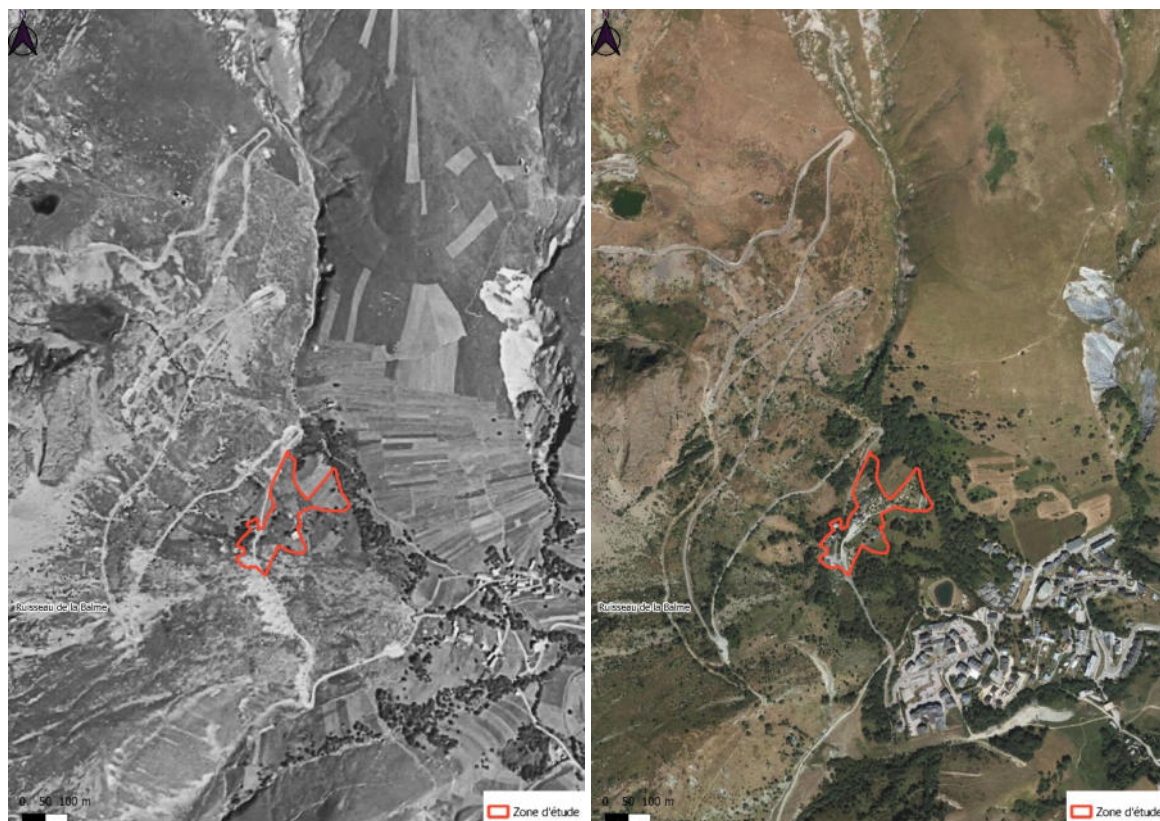


Figure 16 : Comparaison des photographies aériennes anciennes (1952) et récentes (2019)

Enfin, une analyse de la zone du paravalanche au cours du temps montre le témoignage d'une avalanche importante, probablement en 2018 (après l'été 2017, avant l'été 2019), qui a arraché les arbres situés à l'intérieur de la tourne, en épargnant ceux situés sur la tourne, prouvant ainsi son bon fonctionnement.

La comparaison des photographies aériennes (résolution 20 cm de l'IGN) de 2016 et de 2019 met en évidence cette suspicion d'avalanche.



Figure 17 : Comparaison des photographies aériennes de 2016 (à gauche) et 2022 (à droite) mettant en évidence une trouée d'arbres arrachés et couchés dans la tourne paravalanche sur la photo la plus récente, témoignant du passage d'une avalanche.



Figure 18 : Mise en évidence du passage de l'avalanche probablement en 2018 sur photographies aérienne (2022)

et photographie (2024)

3.3. Cartographie de l'aléa avalanche sur la zone d'étude

La zone d'étude est incluse dans la zone étudiée dans le cadre du PPR de 2003. Nous nous appuyons sur cette étude, puis proposerons des modifications vis-à-vis du fonctionnement de la tourne paravalanche, qui a évolué depuis 2003.

3.3.1. Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de la combe des Mortes (Nord) d'après le PPR de 2003

Le PPR de 2003 sépare la partie aérosol et la partie dense de l'écoulement pour les avalanches en provenance de la Combe des Mortes.

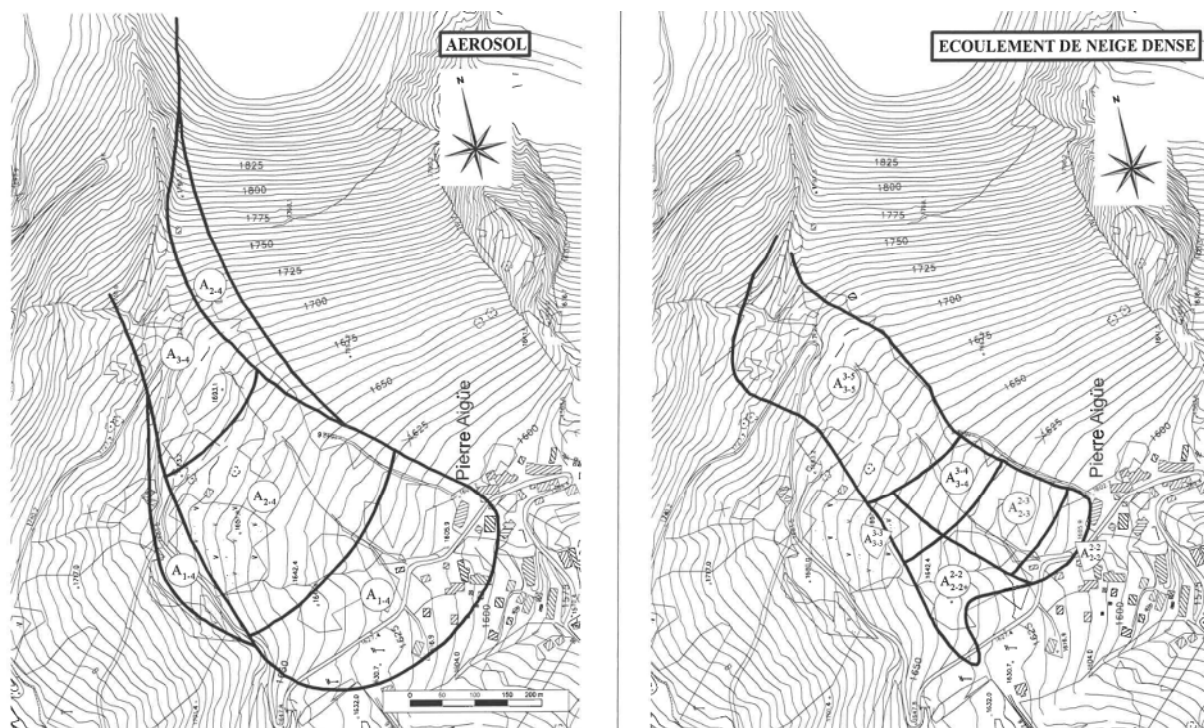


Figure 19 : Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de la combe des Mortes, PPR, 2003

Sur un fond de photographies aériennes récentes (2019), et avec la zone d'étude bien identifiée, on obtient la Figure 20



Figure 20 : Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de la combe des Mortes d'après le PPR de 2003. Aérosol et écoulement dense.

3.3.2. Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de Comborsière (Ouest) d'après le PPR de 2003

Pour les avalanches en provenance de Comborsière, il n'y a pas de distinction entre l'écoulement dense et l'écoulement aérosol. En effet, le terrain est beaucoup moins propice à de très grandes avalanches de poudreuses avec une importante partie aérosol.



Figure 21 : Cartographie de l'aléa avalanche en provenance de Comborsière, PPR, 2003.

3.3.3. Synthèse de la cartographie de l'aléa avalanche issu du PPR de 2003

D'après le PPR de 2003, la zone d'étude est très exposé aux avalanches. La synthèse des avalanches de la Combe des Morts (partie aérosol et dense) et de Comborsière, en prenant la notation la plus défavorable en cas de conflit donne la carte centrée sur la zone d'étude.



Avalanches, Chutes de blocs, Coulées boueuses, Effondrements, Inondations, Erosion de berges

Période de retour ← ——— 100 ans ——— 50 ans ——— 20 ans ——— 5 ans ———→

Fréquence Intensité	e) Potentiel : 1	Rare : 2	Peu fréquent : 3	Moyennement fréquent : 4	Fréquent : 5	Très fréquent : 6
a) Nulle : 0	0	0	0	0	0	0
b) Faiblement intense : 1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
c) Moyennement intense : 2	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
d) Très intense : 3 ou 3+	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6

(3+ pour les cataclysmes passés et futurs)

Figure 22 : Synthèse de l'exposition à l'aléa avalanches sur la zone d'étude d'après le PPR de 2003.

D'après le PPR de 2003, la zone d'étude est exposée à un aléa d'avalanche allant de 1-4, c'est-à-dire faiblement intense et moyennement fréquent (période de retour de l'ordre de 20 à 50 ans) pour une zone pouvant être touchée en limite par un aérosol, à 3-5, c'est-à-dire très intense et fréquent (période de retour de l'ordre de 5 à 20 ans) pour la partie dense de l'écoulement.

3.3.4. Nouvelle proposition de cartographie

Le PPR de 2003 prête une efficacité dégradée à la tourne paravalanche installée dans la Combe des Mortes, avec un volume de stockage utile entre 5000 et 10000 m³. Cela correspond à la situation de la tourne en 2003 au moment de la rédaction du PPR, c'est-à-dire après la dégradation de la tourne liée aux travaux sur la route du col de la Croix de Fer, mais avant les travaux remise en état (curage, protection de berge), qui ont eu lieu à partir de 2006.

Cela pourrait correspondre à un état à l'avenir où la tourne paravalanche serait mal entretenue, c'est-à-dire qu'elle ne serait pas curée après un évènement torrentiel sur le torrent de la Combe des Mortes ou le torrent du Col de la Croix de Fer.

En fonctionnement normal, la tourne paravalanche est capable de stocker un volume de 25 000m³ de neige et est donc plus efficace que ce qui est cartographié dans le PPR, ce qui joue à la fois sur la fréquence et sur l'intensité des phénomènes avalancheux.

L'aléa en provenance de Comborsière n'est pas remis en question. Les modifications proposées portent donc sur les points suivants :

- La tourne paravalanche peut avoir un léger effet sur la partie aérosol en accentuant sa dispersion : la totalité de la zone est donc potentiellement touchée par un aérosol, avec une fréquence moyenne, et une intensité moyenne à faible (2-4 à l'amont, 1-4 ensuite).
- La tourne paravalanche retient une partie non négligeable du volume des avalanches potentielles. On peut supposer :
 - o Que les avalanches suffisamment grandes pour dépasser la capacité de la tourne jusqu'à atteindre la zone d'étude sont peu fréquentes (période de retour supérieure à 50 ans), et d'intensité moyenne à faible au niveau du zonage grâce à l'effet protecteur (diminution de la vitesse) de la tourne.
 - o Que ce volume pourra contourner la tourne par sa rive gauche, ou par le même itinéraire que la situation sans tourne une fois celle-ci remplie (voir Figure 15)

La nouvelle cartographie en prenant en compte le bon fonctionnement de la tourne paravalanche est alors exposée Figure 23.



Figure 23 : Nouvelle carte de l'aléa avalanche sur la zone d'étude en prenant en compte le bon fonctionnement de la tourne paravalanche.

3.4. Aléa lié aux crues torrentielles sur la zone d'étude

La zone d'étude est menacée par les crues en provenance des ruisseaux de la Combe des Mortes et du Col de la Croix de Fer, qui confluent, en amont de la zone d'étude, au niveau de la tourne paravalanche, et s'appellent alors le ruisseau de Cufférent.

Ces différents ruisseaux ont déjà fait l'objet d'études poussées aux alentours de la zone d'étude :

- Etude de la protection du camping de Cufférent contre les crues du torrent de la Croix de Fer, ETRM, 1995,
- Etude du ruisseau de Cufférent dans le secteur du Champ du Nez, ETRM, 2001
- PPR de Saint Sorlin d'Arves, 2003

On retiendra les débits des cours d'eaux suivants :

Bassin versant	Q10	Q100
Combe des Mortes	1.5 m ³ /s	3.3 m ³ /s
Croix de Fer	1.3 m ³ /s	2.9 m ³ /s
Cufférent	2.5 m ³ /s	5.5 m ³ /s

Le transport solide du torrent de la Croix de Fer est considéré comme très limité.

En revanche, le transport solide de la branche de la combe des Mortes est très important. Il peut être considéré de l'ordre de 1 000 m³ à 2 300 m³. Ce transport solide arrive dans la tourne paravalanche, qui joue également le rôle de plage de dépôt. Si la tourne est bien entretenue, et notamment régulièrement curée, l'ouvrage peut être considéré comme très efficace.

En aval de la tourne paravalanche, le torrent de Cufférent divague naturellement sur son cône de déjection. Toutefois, des travaux ont été entrepris, notamment en 2006, selon les recommandations de l'étude ETRM de 1995. Ces travaux permettent de limiter la fréquence et l'ampleur des débordements.

La carte de l'aléa crues torrentielles et inondations est donnée sur la Figure 24, avec la zone d'étude ajoutée en rouge. Ce zonage ne prend pas en compte les risques d'inondation liés à l'éventuel mauvais fonctionnement de la tourne paravalanche / plage de dépôt (notamment explicité dans les études ETRM de 1995 et 2001).

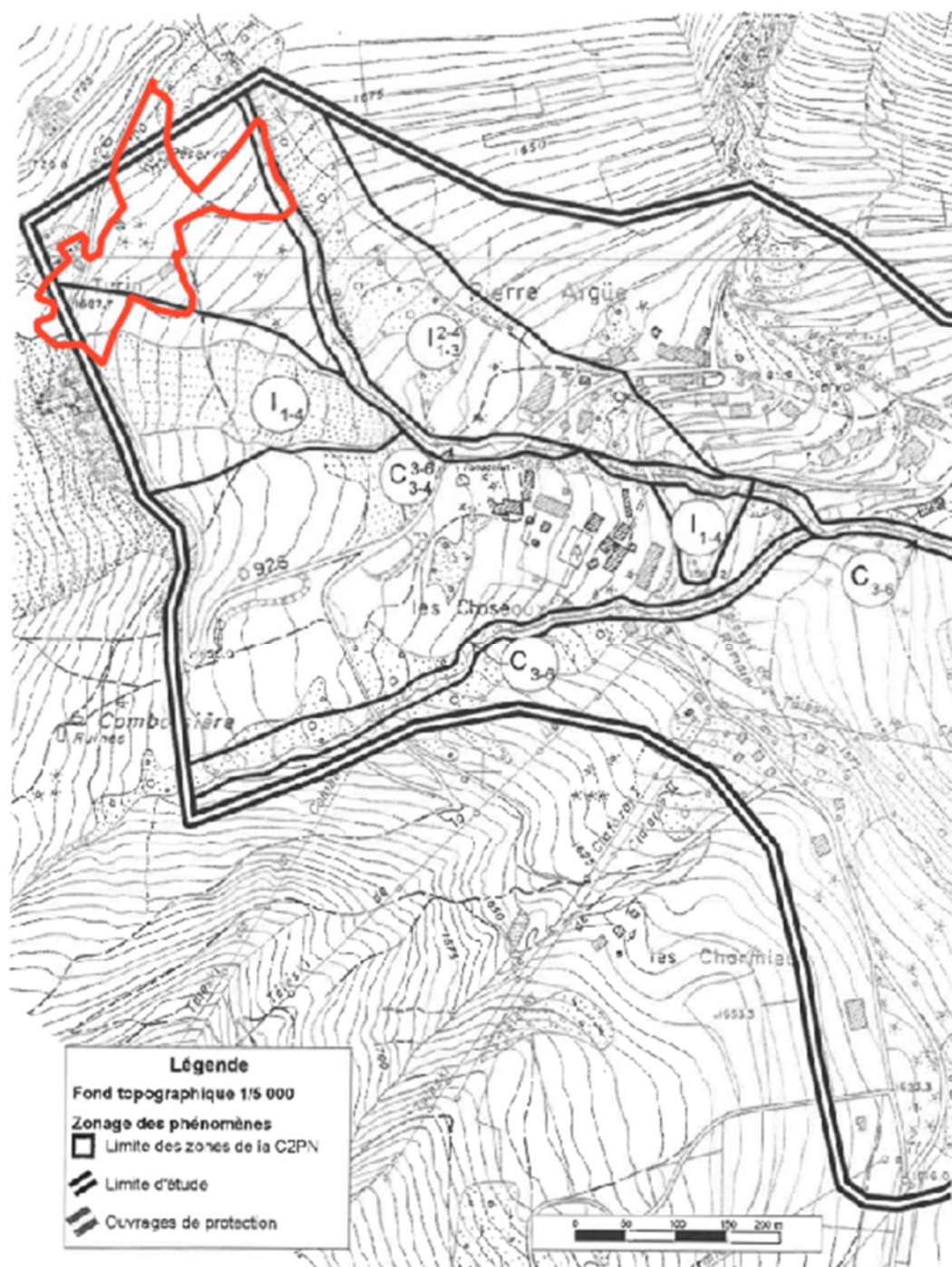


Figure 24 : Zones soumises aux crues torrentielles et inondations issue du PPR de 2003. La zone d'étude a été rajoutée en rouge.

Le zonage PPR de 2003 semble donc plutôt optimiste par rapport à la situation dégradée de 2003, où le lit provisoire du ruisseau de Cufférent au niveau de la tourne paravalanche était non protégée, et la capacité de la plage de dépôt nettement diminuée par rapport au fonctionnement normal. En revanche, ce zonage correspond bien à la situation actuelle (qui n'était que théorique en 2003) où des travaux notamment de curage et de protection du lit du torrent ont été effectués. De plus, en rive droite, le camping a été construit sur une terrasse surélevée, ce qui limite les probabilités d'atteinte.

Nous conservons donc le zonage des aléas issu du PPR de 2003 en ce qui concerne l'aléa crue / inondation.

3.5. Aléa lié aux mouvements de terrain sur la zone d'étude

Le PPR de 2003 n'identifie pas de problématique liée aux mouvements de terrains sur la zone d'étude (Figure 25). La nouvelle analyse bibliographique et la venue sur le terrain n'ont pas mis en évidence de problématique liée aux mouvements de terrains. On estime donc que la zone n'est pas soumise à l'aléa glissement de terrain.

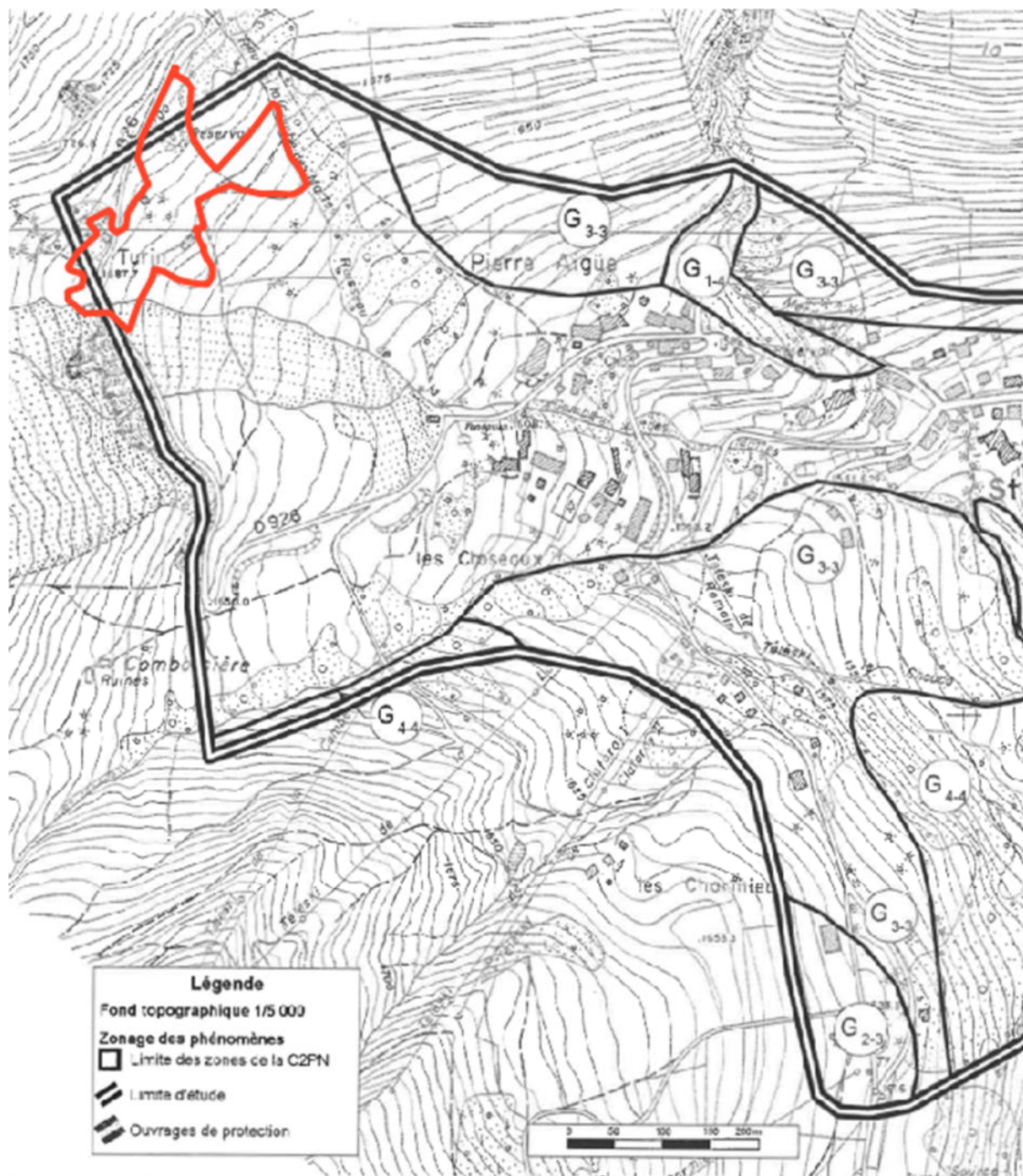


Figure 25 : Zones soumises à l'aléa glissement de terrain d'après le PPR de 2003, avec l'actuelle zone d'étude rajoutée en rouge.

3.6. Zonage réglementaire sur la zone d'étude

Pour la traduction des niveaux d'aléa en zonage réglementaire, nous utilisons les grilles de croisement Aléa/Enjeux correspondant aux dernières versions des guides méthodologiques pour l'établissement des PPR, rappelées en Annexe 1.

Nous considérons une zone urbanisée centrée sur les bâtiments en dur du camping et les chalets Turin, le reste étant peu urbanisé - Figure 26.



Figure 26 : Zones urbanisées et peu ou pas urbanisées dans la zone d'étude

Le zonage réglementaire est ainsi donné dans la Figure 27

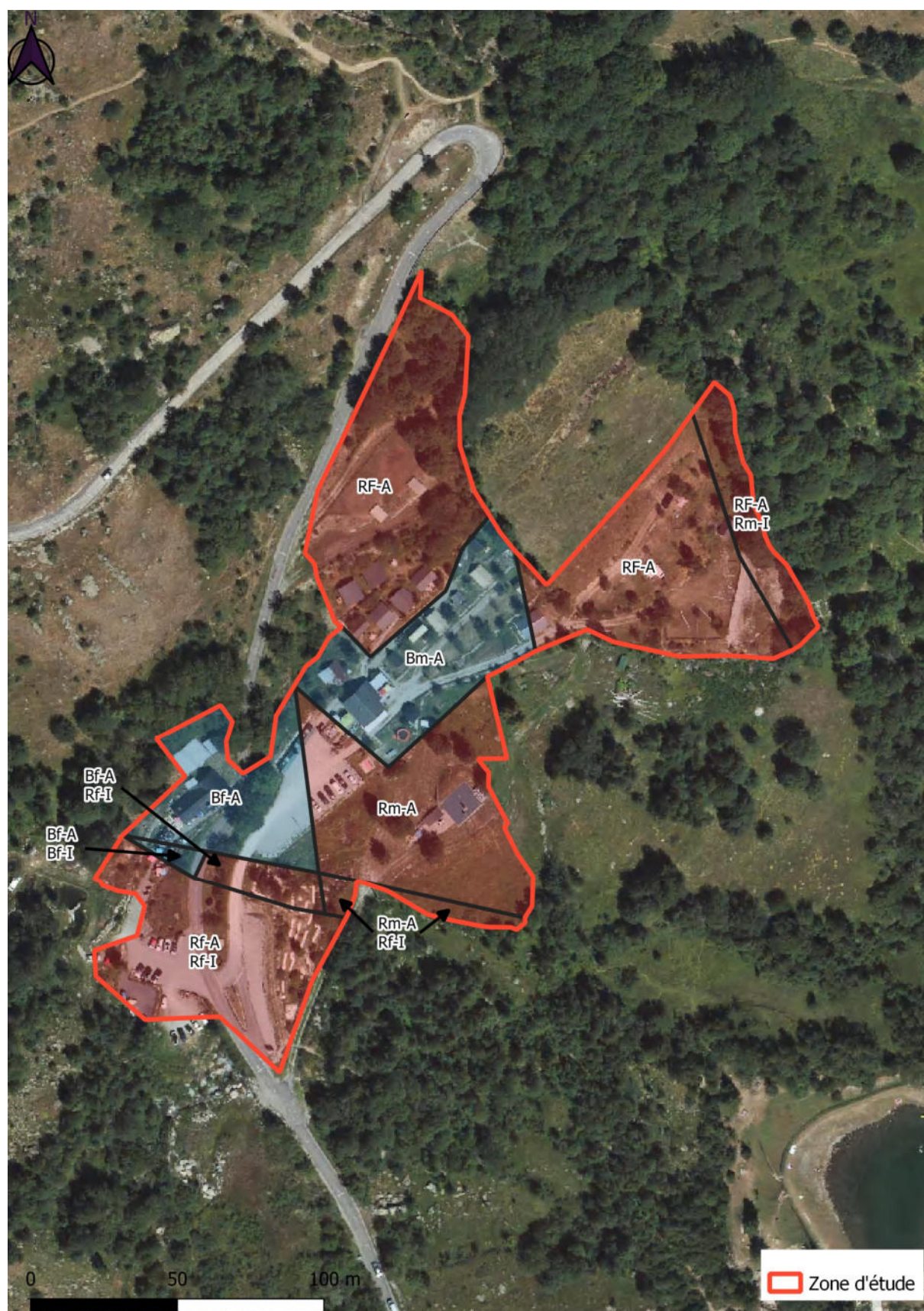


Figure 27 : Zonage réglementaire sur la zone d'étude

Annexe 1 : Grilles de croisement Aléa/Enjeu

ALÉA AVALANCHES	Zone Urbanisée	Zone peu ou pas urbanisée
A3 (fort)	RF-A	RF-A
A2 (Moyen)	Bm-A	Rm-A
A1 (Faible)	Bf-A	Bf-A
ARE	J-A	

ALÉA CHUTES DE BLOCS ET DE PIERRES	Zone Urbanisée	Zone peu ou pas urbanisée
P3 (fort)	RF-P	RF-P
P2 (Moyen)	RmU-P	Rm-P
P1 (Faible)	Bf-P	Bf-P

COULÉES BOUEUSES	Zone Urbanisée	Zone peu ou pas urbanisée
T3 (fort)	RF-T	RF-T
T2 (Moyen)	Bm-T	Rm-T
T1 (Faible)	Bf-T	Bf-T

ALÉA RUISSELLEMENT	Zone Urbanisée	Zone peu ou pas urbanisée
T3 (fort)	RF-R	RF-R
T2 (Moyen)	Bm-R	Rm-R
T1 (Faible)	Bf-R	Bf-R

ALÉA GLISSEMENT DE TERRAIN	Zone Urbanisée	Zone peu ou pas urbanisée
G3 (fort)	RF-G	RF-G
G2 (Moyen)	Bm-G	Bm-G
G1 (Faible)	Bf-G	Bf-G

ALÉA COULÉES BOUEUSES	Zone Urbanisée	Zone peu ou pas urbanisée
C3 (fort)	RF-C	RF-C
C2 (Moyen)	Bm-C	Rm-C
C1 (Faible)	Bf-C	Bf-C

ALEA AFFAISSEMENT DE TERRAIN	Zone Urbanisée	Zone non Urbanisée
F3 (fort)	RF-F	RF-F
F2 (Moyen)	Bm-F	Bm-F
F1 (Faible)	Bf-F	Bf-F

ALÉA EFFONDREMENT DE TERRAIN	Zone Urbanisée	Zone non Urbanisée
E3 (fort)	RF-E	RF-E
E2 (Moyen)	RmU-E	Rm-E
E1 (Faible)	Bf-E	Bf-E

ALÉA INONDATION	Zone Urbanisée	Zone non Urbanisée
-----------------	----------------	--------------------

I3 (fort)	RF-I	RF-I
I2 (Moyen)	Bm-I	Rm-I
I1 (Faible)	Bf-I	Rf-I