



Préfecture de la Savoie

Direction départementale des territoires de la Savoie

COMMUNE DE

Granier

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

1 - Note de présentation

Approuvé le :

Nature des risques pris en compte :
avalanches, mouvements de terrain, inondations

Novembre 2012

1. INTRODUCTION

1.1 Présentation

Le présent document a pour but de permettre la prise en compte des risques d'origine naturelle sur une partie du territoire de la commune de Granier, en ce qui concerne les activités définies au point 3 du présent rapport.

Il vient en application de la loi n° 95-101 du 2 Février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, et du décret n° 95-1089 du 5 Octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles.

Après approbation dans les formes définies par le décret du 5 octobre 1995, le PPR vaut servitude d'utilité publique et doit être annexé en tant que tel au POS ou PLU, conformément à l'article L 126-1 du code de l'urbanisme.

1.2 Composition du document

Il est composé des pièces suivantes :

- la présente note de présentation,
 - le plan de zonage qui porte délimitation des différentes zones, à l'intérieur du périmètre réglementé
 - le règlement, qui définit type de zone par type de zone, les prescriptions à mettre en oeuvre,
- Seuls le plan de zonage et le règlement ont un caractère réglementaire.

1.3 Avertissements

Le présent zonage a été établi, entre autres, en fonction :

- des connaissances actuelles sur la nature - intensité et fréquence, ou activité - des phénomènes naturels existants ou potentiels,
- de la topographie des sites,
- de l'état de la couverture végétale,
- de l'existence ou non d'ouvrages de correction et/ou de protection, et de leur efficacité prévisible, à la date de la réalisation du zonage.

La grande variabilité des phénomènes, ajoutée à la difficulté de pouvoir s'appuyer sur de longues séries d'évènement, rendent difficile l'approche d'un **phénomène de référence** pour le présent zonage de risques, en s'appuyant sur les seules données statistiques. On retiendra cependant :

Un phénomène de référence pour la réglementation de l'urbanisme, qui sera en principe :

- soit le plus fort événement connu (à condition que les facteurs ayant contribué au déclenchement et au développement de ce phénomène puissent encore être réunis. Ainsi, seront à priori écartés, par exemple, les avalanches antérieures à 1850, liées au Petit Age glaciaire, et les débordements torrentiels étendus à l'ensemble du cône de déjection lorsque l'enfoncement du chenal d'écoulement ne permet plus de tels débordements) ;
- soit le phénomène de fréquence centennale (ayant une probabilité de 1/100 de se produire chaque année), estimé par analyse historique ou par modélisation, si le plus fort événement connu est d'intensité moindre.

Lorsqu'un phénomène de fréquence centennale peut survenir plus fréquemment avec le même niveau d'intensité et la même emprise, le phénomène de référence retenu sera alors décrit avec une fréquence supérieure au centennal. Inversement, lorsque le phénomène de fréquence centennale ne s'est a priori encore jamais produit, le phénomène de référence retenu sera décrit comme potentiel.

Un phénomène de référence pour la seule protection des personnes (AMV), qui sera en principe :

- soit un événement historique extrême antérieur à 1850 (lié au conditions climatiques du « Petit Age Glaciaire »)
- soit un événement très ancien dont l'existence et/ou l'extension paraissent douteuses (témoignages contradictoires, parcourt difficilement compréhensible...)
- soit une avalanche théorique tricentennale issue de la modélisation numérique
- soit des zones anciennement exposées mais jugées aujourd'hui très efficacement protégées sur le long terme par certains types de paravalanches rigoureusement entretenus.

Hors des limites du périmètre d'étude, la prise en compte des phénomènes naturels se fera sous la responsabilité de l'autorité chargée de la délivrance de l'autorisation d'exécuter les aménagements projetés.

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

2. PHENOMENES NATURELS

Il s'agit de l'inventaire des phénomènes naturels concernant les terrains situés à l'intérieur de la zone d'étude.

2.1. Phénomènes naturels pris en compte dans le zonage

- affaissements, effondrements
- avalanches,
- chutes de pierres et/ou de blocs, et/ou écroulements,
- coulées boueuses issues de glissement et/ou de laves torrentielles,
- érosions de berge.
- glissements de terrain,
- inondations,
- ravinements.

2.2. Phénomènes existants, mais non pris en compte dans le zonage

- séismes,

2.3. Présentation des phénomènes naturels

Introduction

Ci-après sont décrits sommairement les phénomènes naturels effectivement pris en compte dans le zonage et leurs conséquences sur les constructions.

Ces phénomènes naturels, dans le zonage proprement dit, documents graphiques et règlement, seront en règle générale regroupés en fonction des stratégies à mettre en œuvre pour s'en protéger.

Affaissements et effondrements

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

Les premiers consistent en un abaissement lent et continu du niveau du sol, sans rupture apparente de ce dernier ; c'est un affaissement de terrain.

En revanche, les seconds se manifestent par un mouvement brutal et discontinu du sol au droit de la cavité, avec une rupture en surface laissant apparaître un escarpement plus ou moins vertical. On parlera dans ce cas d'effondrement.

Selon la nature exacte du phénomène - affaissement ou effondrement - , les dimensions et la position du bâtiment, ce dernier pourra subir un basculement ou un enfoncement pouvant entraîner sa ruine partielle ou totale.

Avalanches

Sur terrain en pente, le manteau neigeux est soumis de façon permanente à un mouvement gravitaire lent et continu : la reptation.

Accidentellement et brutalement, ce mouvement peut s'accélérer, entraînant la destruction de la structure du manteau neigeux : c'est l'avalanche.

Les écoulements suivent en général la ligne de plus grande pente.

On peut distinguer :

- les avalanches de neige dense transformée, peu rapides,
- les avalanches de neige froide, non transformée, peu denses et rapides.

Dans certains cas (vitesse élevée de déplacement) ces dernières avalanches peuvent évoluer en aérosol, mélange d'air et de neige se déplaçant à grande vitesse (100 Km/h et plus).

Les biens et équipements exposés aux avalanches subiront une poussée dynamique sur les façades directement exposées à l'écoulement mais aussi à un moindre degré une pression sur les façades situées dans le plan de l'écoulement.

Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liée à la présence, dans le corps de l'avalanche, d'éléments étrangers : bois, blocs, etc...

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

Toutes ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions.

Chutes de pierres et de blocs - écroulements

Les chutes de pierres et de blocs correspondent au déplacement gravitaire d'éléments rocheux sur la surface topographique.

Ces éléments rocheux proviennent de zones rocheuses escarpées et fracturées ou de zones d'éboulis instables.

On parlera de pierres lorsque leur volume unitaire ne dépasse pas le dm^3 ; les blocs désignent des éléments rocheux de volumes supérieurs.

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

Les trajectoires suivent en général la ligne de plus grande pente, mais l'on observe souvent des trajectoires qui s'écarte de cette ligne "idéale".

Les blocs se déplacent par rebonds ou par roulage.

Les valeurs atteintes par les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes et donc un grand pouvoir destructeur.

Compte tenu de ce pouvoir destructeur, les constructions seront soumises à un effort de poinçonnement pouvant entraîner, dans les cas extrêmes, leur ruine totale.

Les écroulements désignent l'effondrement de pans entiers de montagne (cf. écroulement du Granier) et peuvent mobiliser plusieurs milliers, dizaines de milliers, voire plusieurs millions de mètres cubes de rochers. La dynamique de ces phénomènes ainsi que les énergies développées n'ont plus rien à voir avec les chutes de blocs isolés. Les zones concernées par ces phénomènes subissent une destruction totale.

Coulées boueuses

Dans le présent document, le terme "coulées boueuses" recouvre des phénomènes sensiblement différents ; il s'agit cependant dans tous les cas d'écoulements où cohabitent phase liquide et phase solide.

Certaines coulées boueuses sont issues de glissements de terrains (voir ci-après à "glissements de terrain")

D'autres sont liées aux crues des torrents et des rivières torrentielles ; la phase solide est alors constituée des matériaux provenant du lit et des berges mêmes du torrent et des versants instables qui le domine.

Ces écoulements ont une densité supérieure à celle de l'eau et ils peuvent transporter des blocs de plusieurs dizaines de m^3 .

Les écoulements suivent en général la ligne de plus grande pente.

Les vitesses d'écoulement sont fonction de la pente, de la teneur en eau, de la nature des matériaux et de la géométrie de la zone d'écoulement (écoulement canalisé ou zone d'étalement).

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

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

Les biens et équipements exposés aux coulées boueuses subiront une poussée dynamique sur les façades directement exposées à l'écoulement mais aussi à un moindre degré une pression sur les façades situées dans le plan de l'écoulement.

Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liés à la présence au sein des écoulements d'éléments grossiers. Par ailleurs les constructions pourront être envahies et/ou ensevelies par les coulées boueuses.

Toutes ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions.

Erosion de berges

Il s'agit du sapement du pied des berges d'un cours d'eau, phénomène ayant pour conséquence l'ablation de partie des matériaux constitutifs de ces mêmes berges.

Toutes les berges de cours d'eau constituées de terrains meubles peuvent être concernées.

L'apparition d'un tel phénomène à un endroit donné reste aléatoire.

Le risque d'apparition de ce phénomène rend impropre à la construction une bande de terrain plus ou moins large en sommet de berge.

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

Glissements de terrain

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

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

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

Sur un même glissement, on pourra observer des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain, créant des mouvements différentiels.

Les constructions situées sur des glissements de terrain pourront être soumises à des efforts de type cisaillement, compression, dislocation liés à leur basculement, à leur torsion, leur soulèvement, ou encore à leur affaissement.

Ces efforts peuvent entraîner la ruine des constructions.

Inondations

Les inondations sont un envahissement par l'eau des terrains riverains d'un cours d'eau, principalement lors des crues de ce dernier. Cet envahissement se produit lorsque à un ou plusieurs endroits de ce cours d'eau le débit liquide est supérieur à la capacité d'écoulement du lit y compris au droit d'ouvrages tels que les ponts, les tunnels, etc.

Ce type d'inondation peut aussi être provoqué par remontée du niveau de la nappe phréatique ; dans ce cas le facteur vitesse tient peu de place dans l'appréciation de l'intensité du phénomène.

Un autre type d'inondation est lié au ruissellement pluvial urbain.

Phénomène lié en grande partie par l'artificialisation du milieu : imperméabilisation très marquée de l'impluvium, présence d'obstacles, etc.

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

Ravinement

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

On peut distinguer :

- le ravinement concentré, générateur de rigoles et de ravins,
- le ravinement généralisé lorsque l'ensemble des ravins se multiplie et se ramifie au point de couvrir la totalité d'un talus ou d'un versant.

Dans les zones où se produit le ravinement, les fondations des constructions pourront être affouillées, ce qui peut entraîner leur ruine complète.

En contrebas, dans les zones de transit ou de dépôt des matériaux, le phénomène prend la forme de coulées boueuses et on se reportera donc au paragraphe qui leur est consacré pour la description des dommages que peuvent subir les constructions.

Séismes

Un séisme ou tremblement de terre est une vibration du sol causée par une rupture en profondeur de l'écorce terrestre.

Cette rupture intervient quand les roches ne peuvent plus résister aux efforts engendrés par leurs mouvements relatifs (tectonique des plaques).

A l'échelle d'une région, on sait où peuvent se produire des séismes mais on ne sait pas quand, et rien ne permet actuellement de prévoir un séisme.

Les efforts supportés par les constructions lors d'un séisme peuvent être de type cisaillement, compression ou encore extension. Les intensités et les directions respectives de ces trois composantes sont évidemment fonction de l'intensité du séisme et de la position des constructions.

Dans les cas extrêmes, ces efforts peuvent entraîner la destruction totale des constructions.

3. ACTIVITES HUMAINES PRISES EN COMPTE PAR LE ZONAGE

- urbanisations existantes et futures, ainsi que le camping-caravaning, le stationnement et certains types d'infrastructures et équipements.

4. DOCUMENTS DE ZONAGE A CARACTERE REGLEMENTAIRE EN COURS DE VALIDITE

Plan d'Indexation en Z portant sur le risque d'avalanche au hameau de La Thuile, intégré au PLU de la commune (2003).

5. INVENTAIRE DES DOCUMENTS AYANT ETE UTILISES LORS DE LA REALISATION DU PRESENT P.P.R.

🔗 Documents cartographiques:

- Scans EDR couleurs et NB de l'IGN
- Feuilles AP66 de la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA) mises à jour en décembre 2007 puis en 2009 + fiches signalétiques des avalanches correspondantes, le tout consultable sur le site « Avalanches.fr » – IGN – Cemagref ;
- Feuilles AP66 de l'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) mises à jour en novembre 2008 + scans des vieux carnets forestiers + listing des événements, le tout consultable sur le site « Avalanches.fr » – IGN – Cemagref ;
- Carte géologique de la France au 1/50 000ème : Bourg St Maurice (1992) - BRGM.
- Carte de localisation probable des risques naturels dite carte "Robert MARIE" – feuille Aime 4 – 1/25.000^e – ONF RTM.
- La carte d'aléas (hors avalanches) de la commune de Granier – RTM73 (1994)
- Plan d'Indexation en Z du risque d'avalanche sur La Thuile – IMS (2002)

🔗 Etudes et rapports divers :

- OGGERI R. et CHENAL M. (1990) – Rapport sur les avalanches de l'hiver 1989-1990 à Granier. ONF73.
- DUCOGNON V. (1994) – Rapport de stage de la filière MST Montagne : « L'aléa naturel sur le versant adret de Tarentaise ». RTM – Université de Savoie.
- RTM73 (1995) – Etat des paravalanches en amont du Chef-lieu et du village de La Thuile. Pour la commune de Granier.
- IMS (2002) – Etude du risque avalancheux menaçant le hameau de La Thuile. Pour la commune de Granier.
- RTM73 (2008) – Analyse des avalanches au village de La Thuile. Pour la commune de Granier.

- ARNOU T. (2009) – Etude climatologique définissant les seuils d'enneigement favorables au déclenchement des avalanches sur Granier. Météo-France pour la commune de Granier.
- RTM73 (2010) – Exposition actuelle du hameau de La Thuile au risque d'avalanche et propositions de protections complémentaires. Pour la commune de Granier.

🔗 Autres références bibliographiques :

- Archives du service RTM de la Savoie, avec notamment :

- le relevé des avalanches historiques de Granier fait par Roland OGGERI depuis les années 70 ;
- le tracé approximatif des avalanches de 1978 et 1981 par Robert CHARUN, fait le 2 février 1981 ;
- le mémoire explicatif de Robert CHARUN (technicien DDAF) sur les avalanches de 1981 à Granier, daté d'avril 1981 ;
- le rapport de Robert CHARUN sur les avalanches du 20 janvier 1981 à Granier, daté du 02/02/1981 ;
- le procès verbal de la brigade de gendarmerie d'Aime sur l'avalanche de La Thuile de Granier du 20 janvier 1981, daté du 16/02/1981 ;
- les bulletins nivo-météorologiques de Météo-France Bourg St Maurice du 19/01/81 et du 20/01/81 ;
- les photos de La Thuile prises par Roland OGGERI après les avalanches du 20 janvier 1981 (récupérées en mairie de Granier et auprès du Cemagref) ;
- les photos de la brigade de gendarmerie d'Aime prises le 20 janvier 1981, lors de leur intervention sur Granier, et 4 jours après lors d'une mission héliportée (récupérées aux archives de la Défense à Vincennes) ;
- l'article de Savoie Hebdo du 30/12/1988 sur les avalanches historiques à Granier sur Aime ;
- les dossiers concernant les travaux de protection paravalanches sur Granier et La Thuile. Maîtrises d'œuvre RTM pour le compte de la commune.

🔗 Photographies :

- Photographies aériennes IGN NB de 1948 et 1970, IFN IR de 1982 et IGN VC de 1996 ;
- Ortho-photographies géoréférencées de l'IGN, de 2001 et 2006 ;
- Photographies du service RTM prises lors de nombreuses visites entre 2010 et 2012.

🔗 Sites Internet

- www.bdmvt.net
- www.avalanches.fr
- http://www.savoie.pref.gouv.fr/sections/les_grands_themes/risques_en_savoie/
- <http://www.irma-grenoble.com/>
- <http://www.savoie-archives.fr/>
- <http://www.annuaire-mairie.fr/region-rhone-alpes.html>
- <http://www.geoportail.fr/visu2D.do?ter=metropole>
- <http://www.ign.fr/>

Nous avons également recueilli des témoignages auprès :

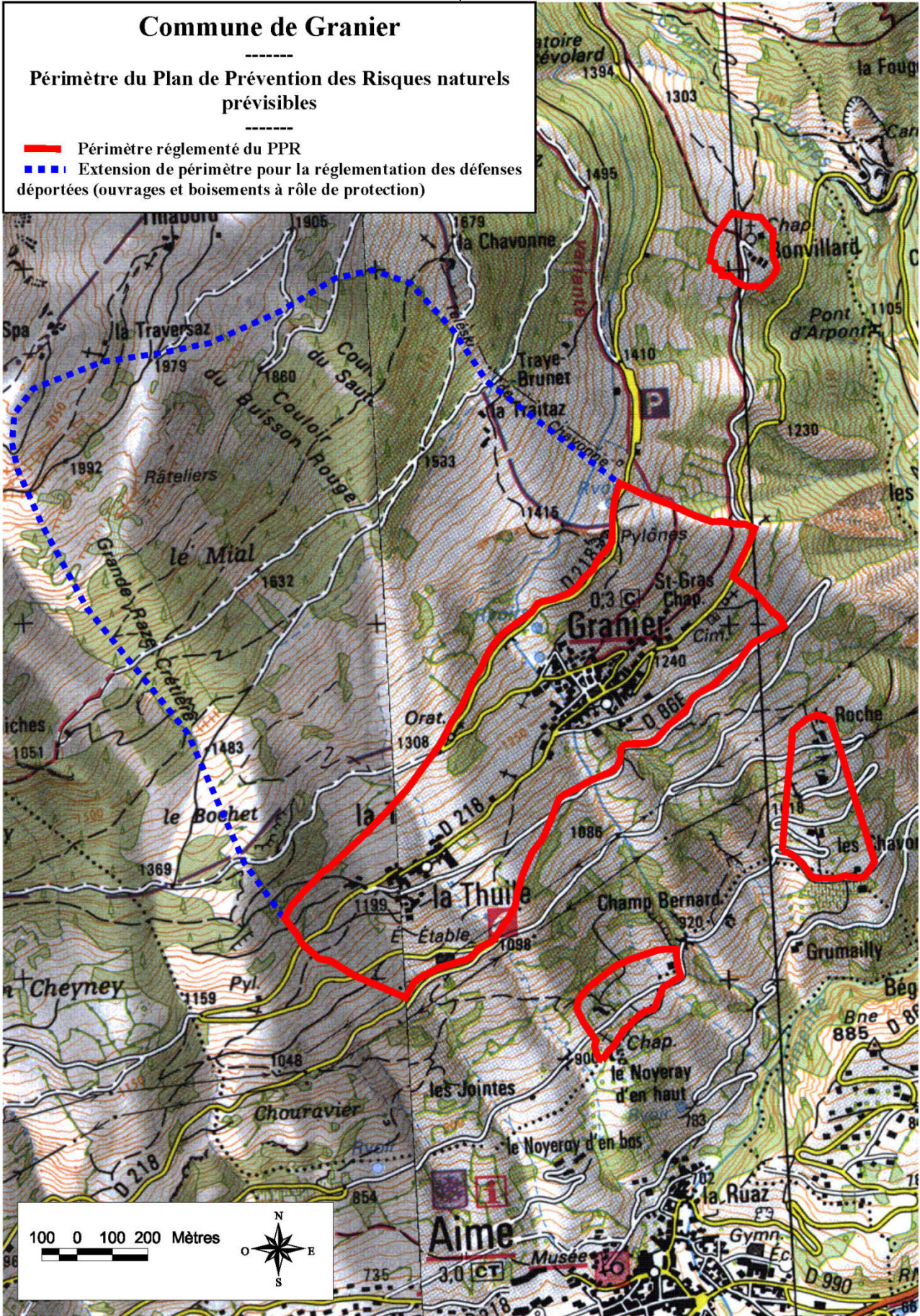
- d'habitants de la commune, observateurs de longue date des phénomènes naturels sur les différents hameaux,
- du forestier de l'ONF en poste du début des années 80 à la fin des années 90,
- d'élus locaux, en charge de la forêt communale et des travaux
- du technicien RTM.

6. PRESENTATION DES SECTEURS ETUDIES

Les secteurs étudiés correspondent à l’emprise de tous les phénomènes naturels prévisibles pré-cités, susceptibles d’avoir une influence sur les périmètres réglementés ci-dessous.

Les périmètres retenus pour le zonage réglementaire des risques naturels sont focalisés sur l’enjeu principal du PPR, à savoir l’urbanisation actuelle et future. Ils correspondent donc aux zones urbanisées et/ou urbanisables au titre du POS ou du PLU en vigueur à la date de réalisation du PPR. Les parcelles adjacentes sont également prises en compte en tant que marge de sécurité par rapport à l’incertitude éventuelle des délimitations cadastrales. Les zones naturelles ou agricoles sont exclues, sauf éventuellement certaines zones susceptibles de devenir urbanisables à plus ou moins court terme.

6.1. Périmètres réglementés



6.2 – Caractérisation des aléas

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

Ces phénomènes naturels sont caractérisés en général par une intensité et une période de retour mais aussi, pour certains d'entre eux, les glissements de terrain en particulier, par leur activité, présente et future.

La combinaison des deux facteurs permet de pondérer (donner un "poids") le phénomène naturel étudié ; on parle alors d'aléa.

Dans les cartographies ci-après, les aléas seront étudiés selon la méthode de la Cartographie Pondérée des Phénomènes Naturels, ou C2PN.

6.2.1 - Présentation

Nature et élaboration des cartes des phénomènes naturels

L'outil utilisé pour l'étude et la synthèse des phénomènes est la Cartographie Pondérée des Phénomènes Naturels.

Elle a pour objet, après analyse des phénomènes, de permettre d'apprécier, secteur par secteur, le degré respectif d’exposition de chacun de ces secteurs aux phénomènes naturels.

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

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

Critères de caractérisation des phénomènes pondérés

Outre l’extension géographique connue ou prévisible, les deux critères retenus sont :

- **l’intensité et la période de retour** de chaque phénomène considéré, pour les avalanches, les chutes de pierres, les coulées boueuses, les effondrements, les inondations, les érosions de berges,
- **l'activité présente et l'activité future**, de chaque phénomène considéré pour les glissements de terrains, les affaissements, les ravinements.

Le degré de pondération ainsi obtenu est dit **instantané**,

- soit s'il concerne des secteurs pour lesquels n'existe aucune couverture végétale susceptible d'interférer dans le fonctionnement des phénomènes, ni aucun système de correction et/ou de protection concernant les phénomènes naturels en cause,
- soit s'il intègre les effets de la couverture végétale, et/ou d’ouvrages de correction et/ou de protection présents lors de la réalisation de la cartographie.

Il est complété, dans le deuxième cas, par la notion de degré de pondération **absolu** : ni l’état de la couverture végétale (le boisement principalement), ni l’existence d’ouvrages de correction et/ou de protection ne sont alors pris en compte dans la définition du degré de pondération.

La confrontation de ces deux degrés de pondération, absolu et instantané, lorsqu'ils existent, permet d'apprécier l'impact de la couverture végétale, et/ou des dispositifs de correction et/ou de protection sur le danger que représente le phénomène étudié pour les enjeux.

Afin de faciliter la compréhension cartographique, une synthèse des critères retenus pour la caractérisation du phénomène est réalisée grâce à la notion d’aléa. Celle-ci est représentée via un dégradé de couleurs dans les tons violacés. La couleur affichée résulte du degré de pondération retenu pour le phénomène de référence.

Phénomène de référence

Pour chaque phénomène faisant l'objet d'une fiche descriptive, il est retenu un phénomène de référence, caractérisé par un (ou parfois plusieurs) degré de pondération correspondant à une manifestation particulière de ce phénomène ; ce phénomène est utilisé, parmi d'autres paramètres, pour la réalisation du zonage proprement dit.

6.2.2 - Cartographie pondérée des phénomènes naturels et commentaires

LEGENDE

Dispositions générales

L’échelle de cartographie retenue est adaptée à l’ampleur du phénomène mais varie généralement entre le **1/10 000^{ème}** et le **1/2 000^{ème}**. Chaque phénomène étudié est décrit :

- par une lettre majuscule, valant abréviation du nom du phénomène
 - A : avalanches,
 - B : chutes de pierres et/ou de blocs, et/ou éboulement,
 - C : coulées boueuses issues de glissements, de laves torrentielles, ou de ravinements,
 - E : effondrements,
 - F : affaissements,
 - G : glissements de terrain,
 - I : inondations,
 - R : ravinements,
 - S : érosion de berge.
- et par un ou plusieurs degrés de pondération, éléments décrivant soit l'intensité et la période de retour, soit l'activité du phénomène étudié, degrés qui peuvent être dans les deux cas :
 - o **instantané**, disposé en indice : ce degré de pondération donne les informations sur le phénomène en l'état actuel du site, en prenant en compte l'impact prévisible sur le phénomène étudié de l'état de la couverture végétale (le boisement principalement), et/ou des ouvrages de correction et/ou de protection, ou de tout autre élément naturel, quand il en existe,
 - o **absolu**, disposé en exposant : ce degré de pondération donne les informations sur le phénomène en imaginant le site vide de sa couverture végétale, et/ou de ses ouvrages de correction et/ou de protection.

Définition des classes de pondération

Famille de phénomènes définis par un couple"intensité / période de retour"
(avalanches, chutes de blocs, coulées boueuses, effondrements, inondations, érosion de berges)

Contenu du degré de pondération

Chaque degré de pondération est composé (hors le cas du degré de pondération nul) par un couple de deux chiffres :

Intensité estimée du phénomène - Période de retour estimée du phénomène

Classes d'intensité

Sur un site donné, le choix de la classe d'intensité est fondé sur la constructibilité d'un bâtiment-référence virtuel (10m par 10m d'emprise au sol, deux niveaux, un toit), ce bâtiment devant être capable d'assurer la sécurité de ses occupants et de ne pas subir d’endommagement, grâce à la réalisation de travaux de renforcement économiquement envisageables (surcoût de 10 % de la valeur d'un bâtiment standard) qui lui permettrait de résister à l'impact du phénomène. **Quatre classes** sont alors définies :

- **0** : nulle
- **1** : faible ➔ La réalisation des travaux de renforcement n'est qu'une mesure de confort, les manifestations du phénomène étudié ne remettant en cause ni la sécurité des occupants, ni l’intégrité du bien.
- **2** : moyenne ➔ Il est indispensable de réaliser les travaux de renforcement pour assurer la sécurité des occupants et/ou l’absence d’endommagement du bien.
- **3** : forte ➔ Il n'est pas envisageable de construire le bâtiment-référence, aux conditions définies ci-dessus.
- **3⁺**: Le + permet de décrire de possibles cataclysmes.

Le fait que le bâtiment-référence apparaisse constructible n'entraîne en aucun cas la constructibilité "automatique" du site étudié. L'utilisation du bâtiment-référence est l'artifice retenu pour permettre aux personnes concernées par le présent document d'avoir des références communes pour l'estimation du phénomène étudié.

Classes de période de retour

Six classes :

- **1** : potentiel ➔ Tous les facteurs propres à rendre prévisible le phénomène étudié sont présents sur le site, mais aucun signe tangible ne permet de confirmer le fonctionnement passé du phénomène.
- **2** : rare ➔ La période de retour est estimée **supérieure à 100 ans**,
- **3** : peu fréquent ➔ La période de retour est estimée comprise **entre 50 et 100 ans**,
- **4** : moyennement fréquent ; la période de retour est estimée **comprise entre 20 et 50 ans**,
- **5** : fréquent ➔ La période de retour est estimée **comprise entre 5 et 20 ans**.
- **6** : très fréquent ➔ La période de retour est estimée comprise **entre 0 et 5 ans**.

Remarque particulière pour l'estimation de la période de retour du phénomène "chutes de blocs" :
L'estimation de la période de retour sera estimée sur des fractions de la zone productrice de blocs dont la largeur sera au plus égale de 2 à 5 fois sa hauteur : deux fois pour les zones productrices de grande hauteur, cinq fois pour celles de moindre hauteur. Cet artifice, qui doit rester approximatif, est mis en œuvre pour éviter de retenir pour l'estimation de la période de retour des zones productrices excessivement larges. Ceci aurait pour effet de réduire trop sensiblement la période de retour.

Famille de phénomènes définis par un couple "activité présente / activité future"
(glissements de terrain, affaissements, ravinements)

Contenu du degré de pondération

Chaque degré de pondération est composé (hors le cas du degré de pondération nul) par un couple de deux chiffres

Activité présente estimée du phénomène - Activité future estimée du phénomène

Classes d'activité

Hormis les trois premières classes d'activité dont le contenu est décrit ci-dessous, sur un site donné, le choix de la classe est fait par rapport à la constructibilité d'un bâtiment-référence virtuel (10 m par 10 m d'emprise au sol, deux niveaux, un toit), ce bâtiment devant conserver sur le long terme (un siècle environ) un état de fonctionnement, d’hygiène et de sécurité satisfaisant, grâce à la mise en œuvre de mesures économiquement envisageables (surcoût de 10 à 20 % de la valeur du bâtiment). **Six classes** ont ainsi été définies :

- **0** : nulle,
- **1** : potentiel ➔ Tous les facteurs propres à rendre prévisible le phénomène étudié sont présents sur le site, mais **aucun signe tangible ne permet de confirmer le fonctionnement passé du phénomène**.
- **2** : très peu actif ➔ Des signes d'un fonctionnement passé du phénomène étudié sont visibles sur le site, mais **le phénomène apparaît actuellement presque complètement stabilisé**.
- **3** : peu actif ➔ **L’adaptation du projet aux mouvements du sol n’est pas indispensable** (risque de désordres limités sur le bâti, même en l’absence de mesures spécifiques).
- **4** : moyennement actif ➔ Il est **indispensable d’adapter le projet de construction aux mouvements du sol** pour assurer les conditions définies ci-dessus.
- **5** : très actif ➔ **Il n'est pas envisageable de construire le bâtiment-référence**, aux conditions définies ci-dessus.
- **5⁺** : Le + permet de décrire de possibles cataclysmes.

Le fait que le bâtiment-référence apparaisse constructible, n'entraîne en aucun cas la constructibilité "automatique" du site étudié
L'utilisation du bâtiment-référence est l'artifice retenu pour permettre aux personnes concernées par le présent document d'avoir des références communes pour l'estimation de l'activité du phénomène étudié.

Phénomène de référence

Famille de phénomènes définis par un couple "intensité / période de retour"

Lorsque le phénomène est caractérisé par plusieurs couples "intensité/période de retour", celui retenu pour définir le phénomène de référence est souligné.

Famille de phénomènes définis par un couple "activité présente / activité future"

Dans ce cas, c'est l'activité retenue pour définir le phénomène de référence qui est soulignée.

Si le degré de pondération retenu pour définir le phénomène de référence n'est pas le plus élevé en intensité ou en activité, selon la nature des phénomènes, ce choix devra alors être justifié.

Tableaux récapitulatifs

Phénomènes définis par un couple "intensité / période de retour"

Période de retour ← 100 ans 50 ans 20 ans 5 ans						
Fréquence \ Intensité	Potentiel : 1	Rare : 2	Peu fréquent : 3	Moyennement fréquent : 4	Fréquent : 5	Très fréquent : 6
Nulle : 0	0	0	0	0	0	0
Faible : 1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
Moyenne : 2	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
Forte à très forte : 3 ou 3+	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6

Niveau d'aléa: fort moyen faible aléa maximal vraisemblable (AMV)

Remarque: situation décrite lorsqu'elle résulte d'un ouvrage de défense contre le phénomène étudié
En cas de phénomène potentiel ayant une probabilité > 1/100 de survenir chaque année, c'est l'intensité qui détermine le niveau de l'aléa.
Dans le cas contraire, il s'agit d'un AMV.

Phénomènes définis par un couple "activité présente / activité future"

Activité future \ Activité présente	Nulle : 0	Potentielle : 1	Très peu active : 2	Peu active : 3	Moyennement active : 4	Très active : 5
Nulle : 0	0-0	0-1	0-2	0-3	0-4	0-5
Potentielle : 1	1-0	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
Très peu active : 2	2-0	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
Peu active : 3	3-0	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5
Moyennement active : 4	4-0	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5
Très active : 5	5-0	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5

Niveau d'aléa: fort moyen faible

Remarque: situation ayant peu de chance de se rencontrer sur le terrain

Dispositions des degrés de pondération absolue et instantanée :

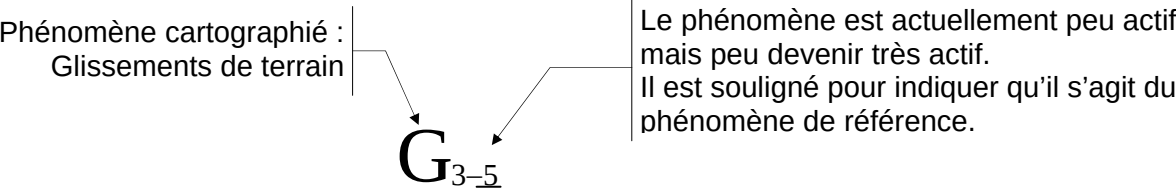
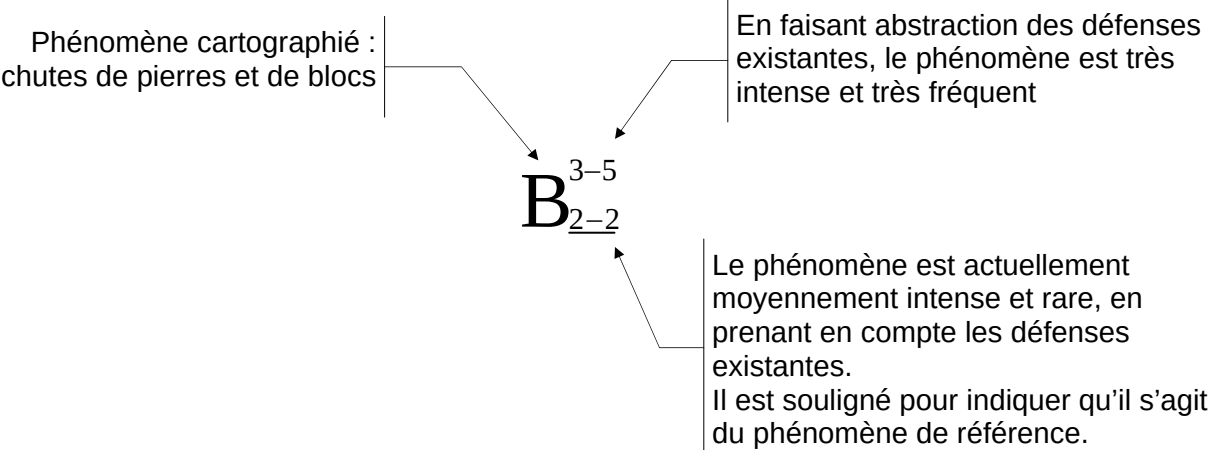
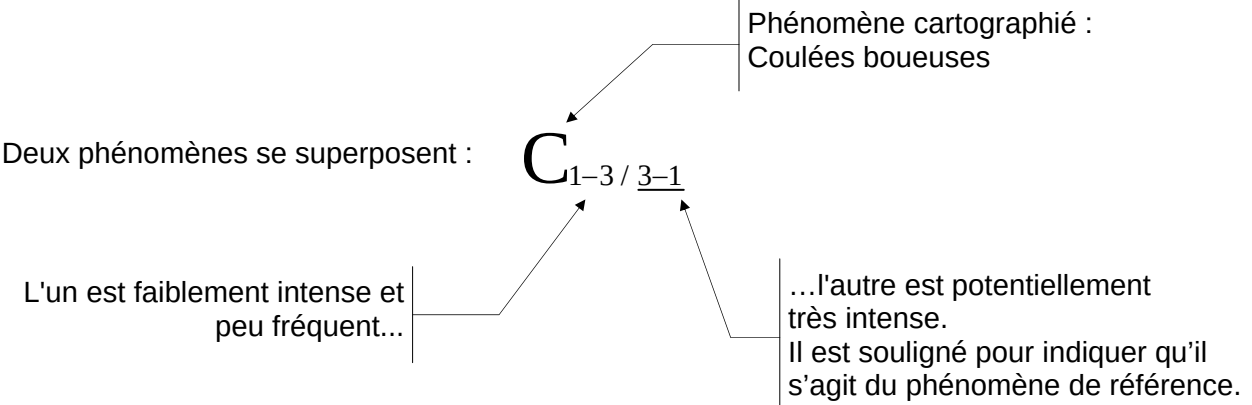
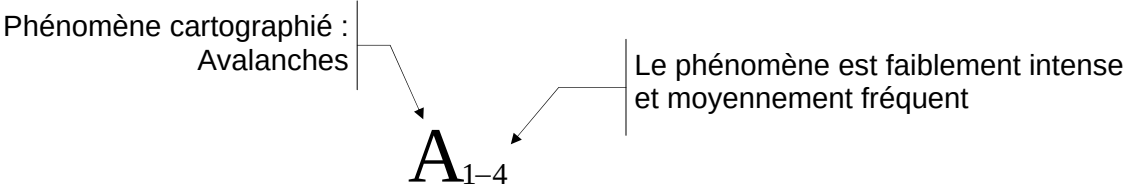
en exposant : degré pondération absolue

en indice : degré de pondération instantanée

Pour le contenu des degrés de pondération voir en 1.6.2.1, ainsi que la légende.

Avertissement : sur une même classe de pondération, absolue ou instantanée, peuvent cohabiter plusieurs références chiffrées, indiquant par là que sur un même site coexistent des phénomènes de même nature mais d'intensité différente.

Exemples :

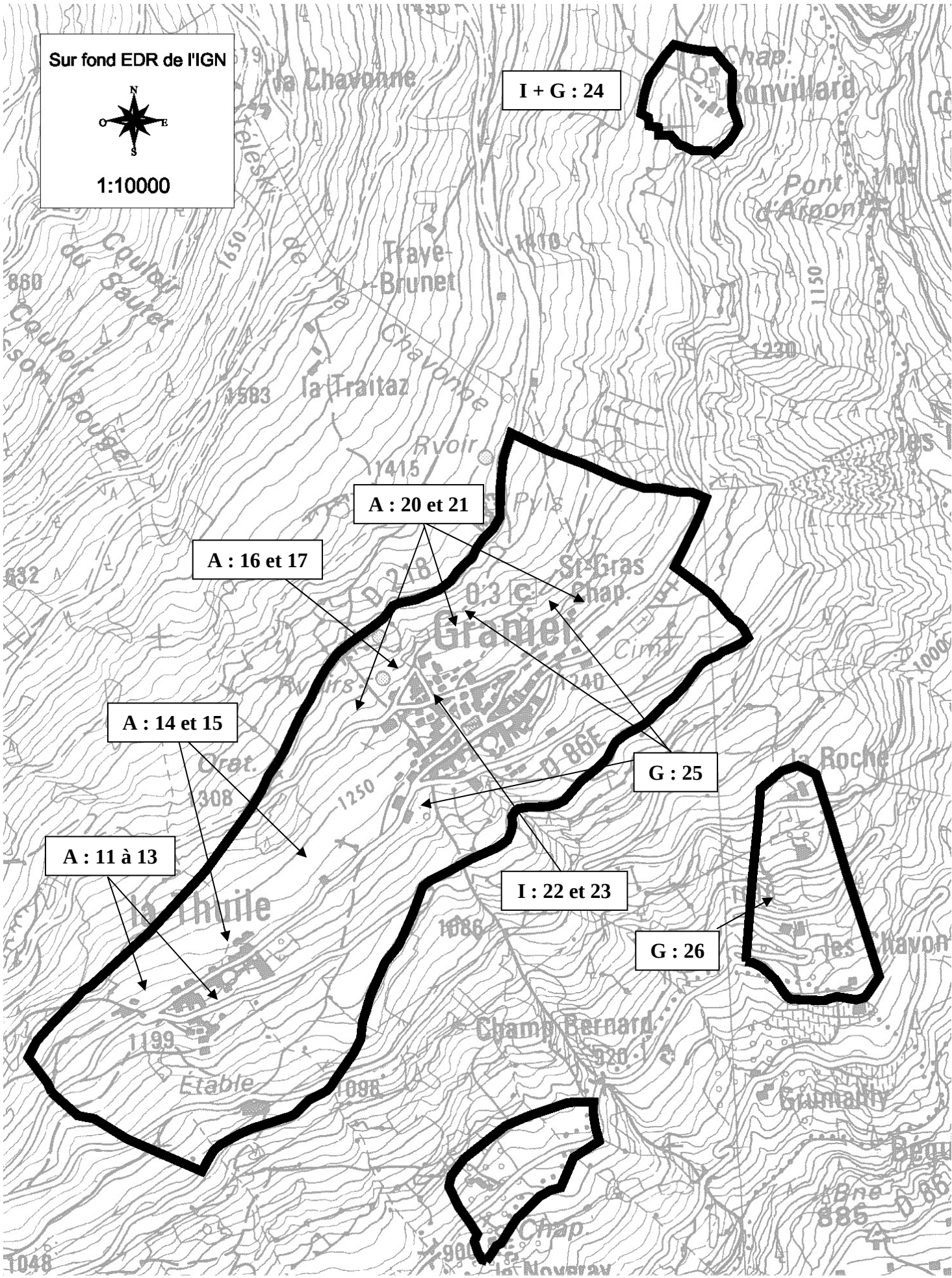


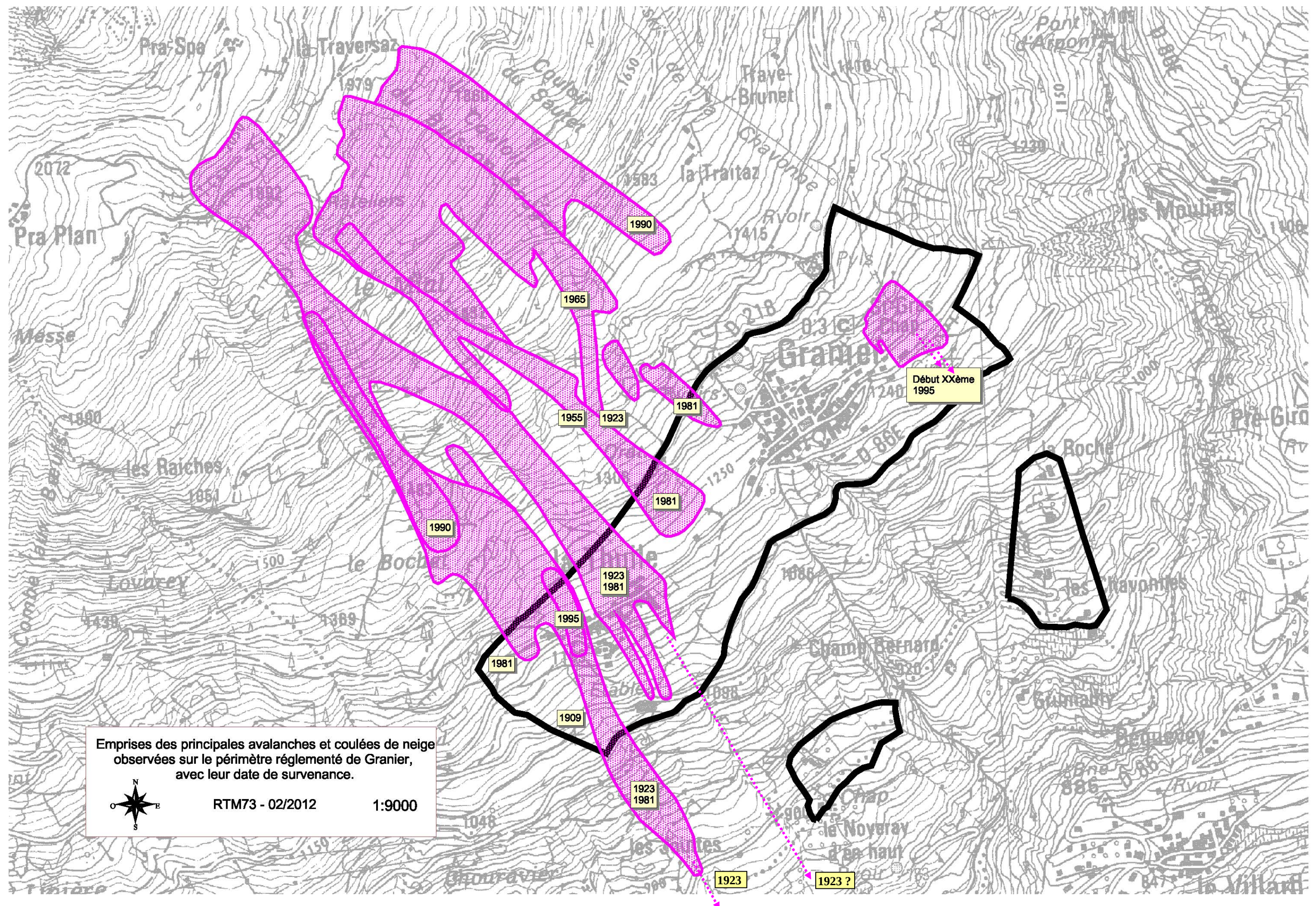
6.3 – Table des matières cartographique des cartes de caractérisation des phénomènes naturels :

Légende :

A : Avalanches
B : Chutes de Blocs
C : Crue torrentielle ou Coulée de boue
G : Glissement de terrain
I : Inondation – ruissellement
S : Erosion de berge

Chaque symbole est suivi du (ou des) numéro(s) de page(s) des cartes et commentaires correspondants.





Historique des évènements marquants :

Couloir de Grande Raze Crétière (n° 3 CLPA / n°3 EPA – n°203 EPA depuis 2003) :

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

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

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

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

▪ **23 décembre 1923** : une avalanche poudreuse d'occurrence environ cinquantennale endommage 3 ou 4 bâtiments dans La Thuile (chalets des familles Arnollet et Sorrel) et tue 2 vaches et plusieurs moutons. L'avalanche descend très bas vers Aime. (*Sce : courrier du brigadier des Eaux et Forêts à Aime du 24/12/1923*).

D'après Martial CHENAL, ces vaches ont été tuées dans une étable située au niveau du parking actuel, à l'ouest de la chapelle. Les chalets Arnollet et Sorrel se situaient au même emplacement qu'en 1981, c'est à dire tout près de l'actuel parking, à l'ouest et en contrebas. On peut donc supposer que cette avalanche a suivi la même trajectoire que la branche centrale de 1981, sans être assuré qu'elle venait bien de Gde Raze Crétière et non du couloir du Mial. La branche occidentale a sans doute fonctionné également, sans faire de dégât, comme en 1981, et l'événement de 1923 serait très comparable à celui de 1981, avec une intensité légèrement inférieure (4 bâtiments endommagés au lieu de 7). Cette avalanche fait suite à un cumul de 100 à 120 cm de neige poudreuse tombés la veille, suivi d'une tempête formant de grosses accumulations.

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

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

Entre 1800 et 1650 m d'altitude, cette puissante avalanche déborde largement en forêt communale, par la rive gauche du couloir, au dessus d'une croupe naturelle peu prononcée. Poudreuse, la neige plâtre les arbres adultes (épicéas) sur toute leur hauteur mais couche ou arrache l'essentiel des semis existants. Grâce à une pente restant forte, ce flux débordant traverse toute la forêt du NW vers le SE, en contournant par l'est un replat rocheux. Il sort de la forêt sur 100 m de large, à mi-chemin entre les couloirs de Gde Raze et du Mial, se recharge en neige légère sur les prés raides dominant la Thuile puis s'oriente vers la chapelle du hameau. Cette langue atteint les premières maisons de La Thuile en s'étalant sur plus de 180 m de large et en déposant 2 à 3 m de neige froide contre les obstacles. Elle cause de très gros dégâts : au total 7 bâtiments plus ou moins endommagés (dont 3 détruits aux 3/4). La neige a brisé les ouvertures avant d'envahir les habitations, des charpentes ont été arrachées, des murs écroulés, des fenêtres et des

cheminées soufflées. Le chalet d'habitation de Jean-Marie Arnollet, détruit à 80 %, a subi l'effet bélier de 5 véhicules qui étaient garés sur le parking juste au dessus et qui ont été emportés jusqu'en aval du hameau.

Cette avalanche s'est accompagnée d'un aérosol en phase de dispersion, occasionnant un plâtrage des pylônes EDF sur 7 – 8 m de haut et des traces d'érosion sur les toitures enneigées. Les dommages ont été estimés à 1 300 000 F par la commune. Par miracle, il n'y a aucune victime (seulement une personne projetée hors de sa voiture sans gravité). L'avalanche s'est frayée trois passages entre les groupes de chalets pour venir mourir à 1100 m, sur le replat (18°) de la fruitière communale qu'elle n'a pas touchée.

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

Cette avalanche fait suite à un cumul de neige fraîche et froide d'environ 250 cm à Granier en 9 jours, avec de grosses accumulations par vent de NW en altitude reposant sur une couche fragile.

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

Protections existantes :

Naturelles :

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

Artificielles :

2) Environ **1660 ml de banquettes larges** réparties sur 7 niveaux en zone de départ, entre 2040 m et 1900 m d'altitude. Les plus imposantes font 3 à 4 m de large avec un cavalier aval d'environ 1 à 2 m de haut (contre-pente). Réalisation sous MO communale en 1979 et 1982.

3) **Grande digue amont de 185 m de long et 8 à 12 m de haut**, avec un parement amont incliné à 38 – 40°, terrassée sur un replat vers 1880 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1982.

4) Récente **piste forestière de 4 m de large** traversant le couloir à 1780 m d'altitude, en zone de départ secondaire.

5) **Digue aval de 86 m de long et 6 m de haut**, avec une fosse de 5 m de large (piste) et un parement amont à 36°, terrassée dans le couloir à 1520 m d'altitude. Réalisation sous MO communale en 1982.

Efficacité :

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

2) Moyenne pour les banquettes larges : les contre-pentes offrent des butées de pied au manteau neigeux (aucun départ observé depuis leur réalisation). Par enneigement très abondant, leur effet est nettement diminué (nivellement).

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

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

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

Phénomène de référence :

► Le phénomène de référence retenu pour réglementer l'urbanisme est une avalanche poudreuse d'occurrence centennale, qui partirait par rupture de plaque friable vers 2070 m (zone de départ de 1981), qui parviendrait à déborder la grande digue déjà partiellement remplie par d'autres coulées, qui balaierait le couloir de Grande Raze Crétière en y arrachant la plupart des jeunes bois, qui déborderait aussi la digue aval, qui se déposerait partiellement sur le replat du Bochet mais qui, grâce à une forte reprise de neige poudreuse, parviendrait à basculer et se propager vers La Thuile, en passant sur les garages semi-enterrés (branche occidentale), pour s'arrêter en aval du hameau, voir seulement aux Jointes (900 m), comme en 1981. La pression d'impact calculée (cf. rapport RTM 2010) reste > 30 kPa jusqu'à proximité du point d'arrêt, vu le profil en long de cette trajectoire (A₃₋₃). Un faible effet de souffle est possible en conditions centennales, au-delà des limites de l'écoulement dense (A₁₋₃).

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une avalanche poudreuse qui passerait sur une grande digue totalement remplie et qui, malgré une probable déviation vers la rive droite, parviendrait à déborder largement en rive gauche, en reprenant la trajectoire orientale observée en 1981. Le cœur du hameau de La Thuile serait alors à nouveau traversé par un écoulement d'intensité forte à moyenne sur 180 m de large (A₃₋₂ puis A₂₋₂). La partie ouest de la Thuile serait aussi touchée (A₂₋₂).

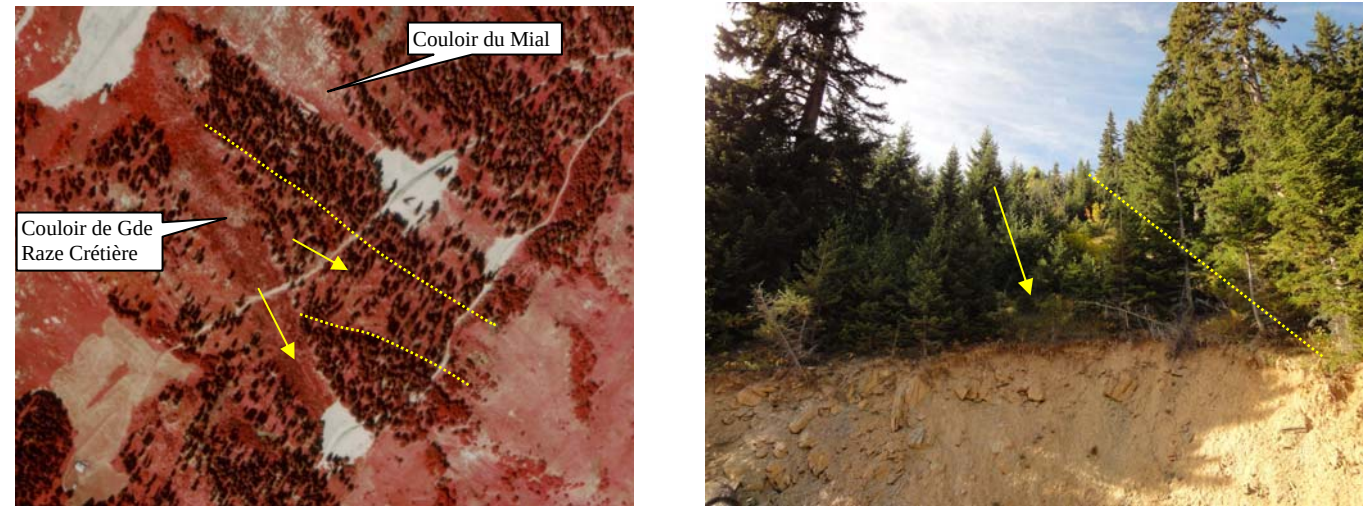


Fig.1 et 2 : traces du passage de l'avalanche de 1981 en forêt communale, sur photo aérienne IFN de 1982 et sur site en 2010.

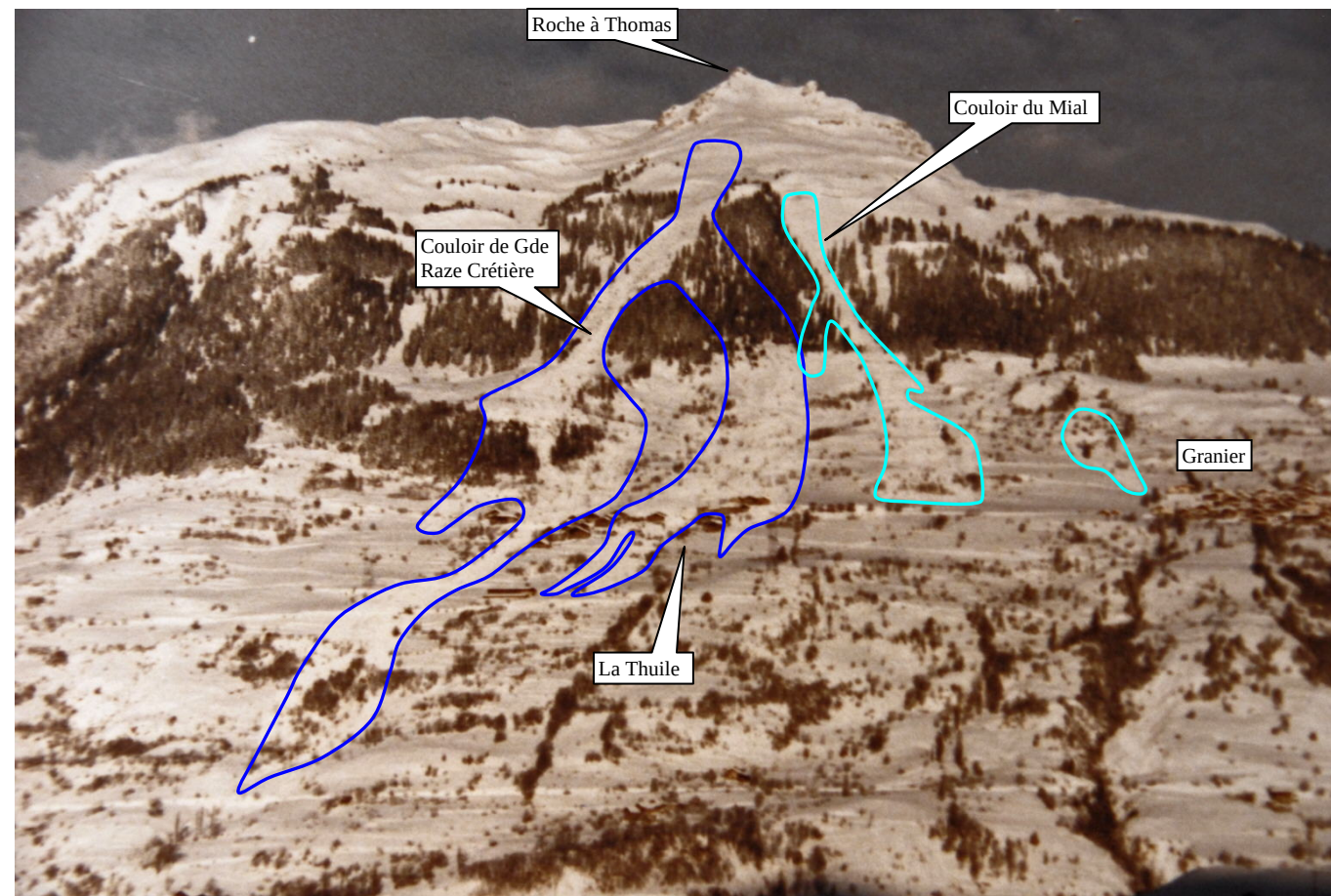


Fig. 3 : report des limites visibles des avalanches du 20/01/81 entre La Thuile et Granier, sur photo de versant prise le lendemain.



Fig.4 et 5 : passage de l'avalanche au niveau des garages (branche occidentale) (photos Oggeri gendarmerie).

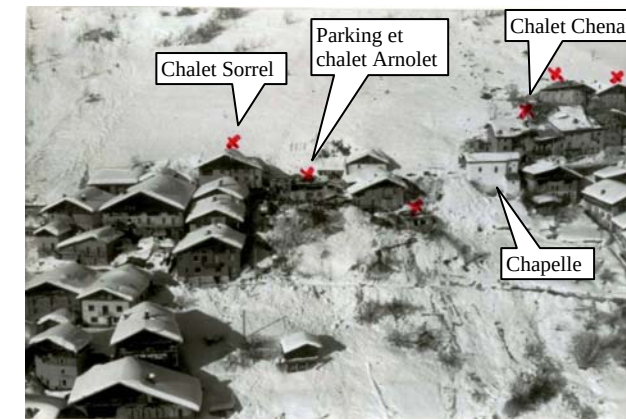


Fig.6 : chalets endommagés par la branche orientale dans le centre de La Thuile (photo hélico de la gendarmerie du 24/01/81).



Fig. 7 : chalet de Joseph Chenal détruit en partie est de La Thuile. Il ne reste que 2 poutres latérales en place, sur la gauche de la photo (photo de R. Oggeri du 21/01/81).



Fig.8 et 9 : emplacement du chalet Arnolet détruit (branche orientale) (photos Oggeri gendarmerie).



Fig.10 : les banquettes larges en zone de départ

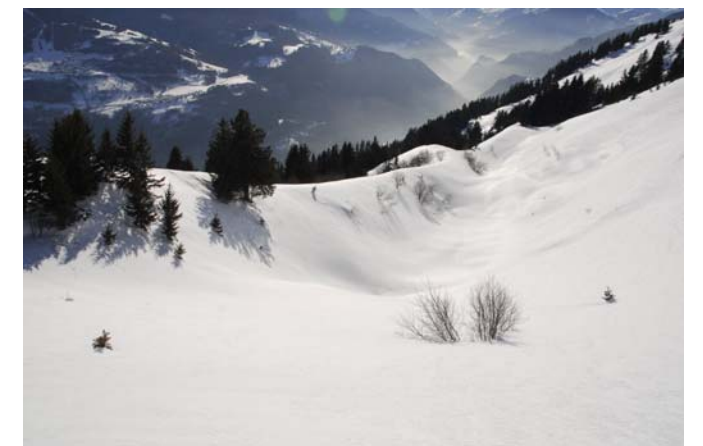
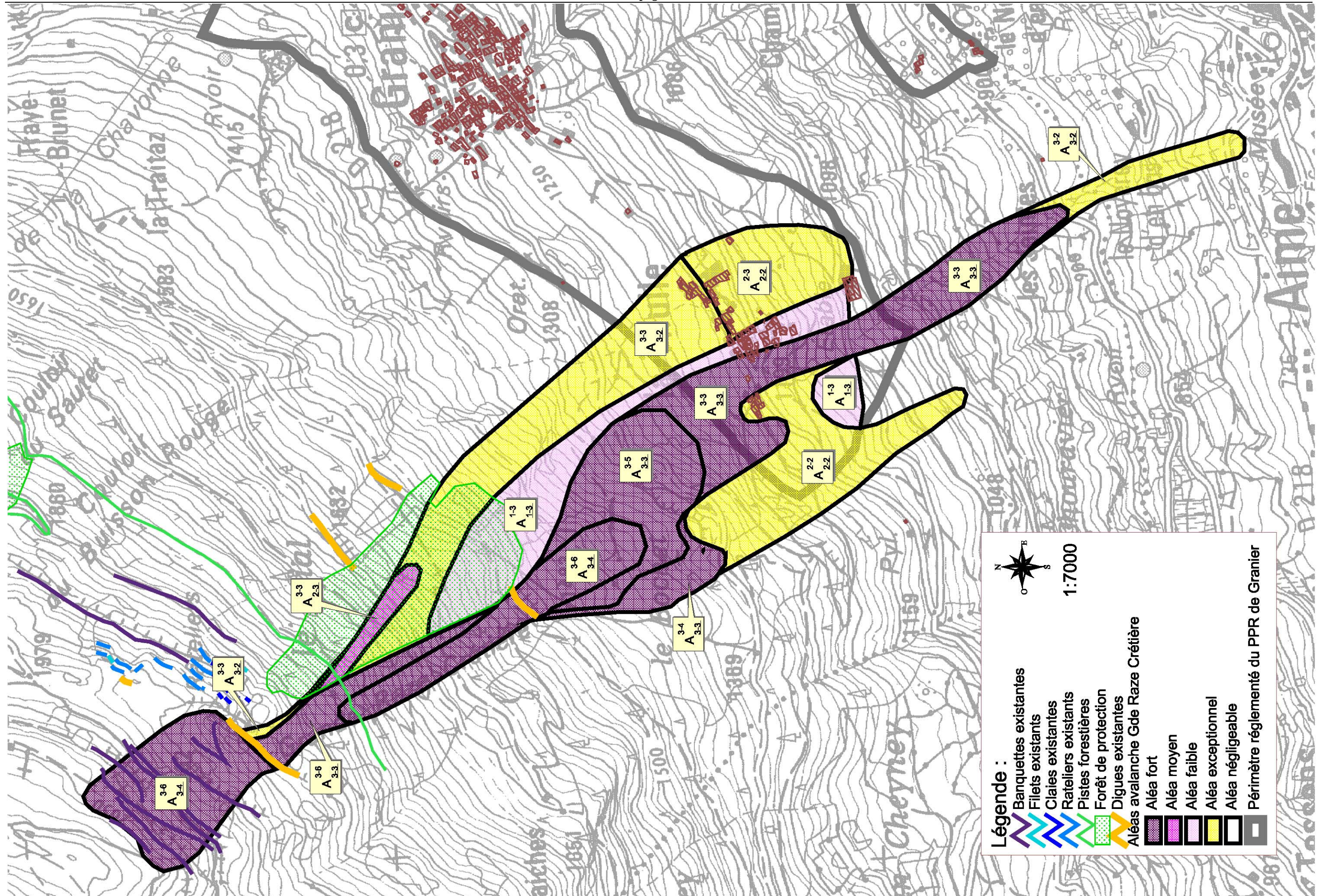


Fig. 11 : la grande digue avec 1,5 m de neige (janvier 2012)



Historique des évènements marquants :

Couloir du Mial (n° 3 CLPA / n°8 EPA) :

Ce couloir d'avalanche prend naissance vers 1930 m d'altitude, sous un net replat favorable au transport de neige par le vent. La zone de départ, qui s'étend de 1930 à 1800 m d'altitude, correspond à des pentes herbeuses raides (38°) et orientées au SE (surchargées par flux neigeux de NW), qui se prolongent par un couloir en forêt, débouchant sur des prés de fauche en amont de l'oratoire. Cette trajectoire « classique » peut dépasser l'oratoire et se terminer non loin de la RD 218, entre La Thuile et Granier. Un débordement plus ou moins prononcé est possible en rive droite, vers 1600m, la langue pouvant se propager en direction de La Thuile (trajectoire débordante).

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

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

■ **20 janvier 1981** : une avalanche de neige froide part naturellement vers 16h30, juste sous le réseau de claies en bois existantes (1880 m d'altitude). Elle emportant quasiment tout le manteau neigeux sur 65 m de large (sol apparent les jours suivants). L'écoulement suit l'axe central du couloir en direction de l'oratoire. S'élargissant jusqu'à 150 m, l'écoulement s'arrête dans les prés entre les deux villages, vers 1250 m d'altitude, sur un replat d'environ 12°. Une très faible partie de l'avalanche semble avoir débordé en rive droite du couloir, entre 1650 et 1550 m, pour traverser une courte zone forestière et s'arrêter sur un pré à 25°. Il est certain que cette petite langue de débordement n'a pas atteint le hameau de La Thuile, malgré un axe favorable et une pente restant supérieure à 20° jusqu'à proximité des premières maisons. L'heure plus tardive de cette seconde avalanche (4h après celle de Gde Raze Crétière) et la possibilité d'un léger tassement du manteau neigeux sous l'effet d'éclaircies peuvent en partie expliquer cette trajectoire avortée. Seul le nuage de l'aérosol en phase de dispersion a atteint La Thuile, sans gravité (témoins). Aucun document historique (EPA, vieilles chroniques, photos...) ne permet d'affirmer que l'avalanche du Mial aurait atteint le hameau de La Thuile au cours des siècles passés. L'avalanche de 1981 apparaît donc comme le plus fort événement connu en terme de distance d'arrêt.

Protections existantes :

Naturelles :

1) **Reboisement spontané du couloir** en épicéas et feuillus sous 1600 m, faute d'avalanche importante en aval des digues depuis 20 à 30 ans.

Artificielles :

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

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

4) **Filets paravalanches T3** (équivalent F36) hauts d'environ 2,5 m, répartis sur 2 niveaux sous les claies (au niveau du départ de 1981, entre 1880 et 1860 m d'altitude), pour un linéaire total d'environ 100 m. Réalisation sous MO communale en 1982.

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

6) **Digue amont de 138 m de long et 5 m de haut**, avec une fosse de 3 m de large (piste) et un parement amont à 38°, terrassée dans le couloir à 1630 m. Réalisation sous MO communale en 1982.

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

Efficacité :

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

2, 3 et 4) Moyenne pour les écrans paravalanches. Les ouvrages sont en bon état (cf. rapport RTM de 2005, claies renouvelées en 2010). Ils sont correctement répartis et espacés sur la zone de départ mais des décrochements importants peuvent encore avoir lieu en bordure ou sous les filets. Il n'est pas exclu non plus qu'une rupture se produise au niveau des plus hautes lignes d'ouvrages (cf. rupture des claies en 1965), ces écrans étant particulièrement chargés sous la rupture de pente, et parfois totalement ensevelis (cf. fig. 12 et 13).

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

6) Faible, voir défavorable dans certains cas pour La Thuile : la digue amont peut être remplie par des coulées de début de saison et dans tous les cas sa capacité de stockage est très insuffisante par rapport au volume de l'avalanche de référence (moins d'1/5^{ème}). Il est donc probable qu'une avalanche majeure puisse largement déborder cette digue, laquelle pourrait même favoriser son étalement et son débordement en rive droite, vers La Thuile.

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

Phénomène de référence :

► Le phénomène de référence retenu pour réglementer l'urbanisme est une avalanche poudreuse d'occurrence centennale, qui partirait dans le réseau d'écrans paravalanches existants (soit localement du sommet, soit dans et autour des filets), en s'élargissant à tout le couloir (jusqu'à deux fois la largeur de l'avalanche de 1981). Cette avalanche très fluide, d'environ 25 000 m³, déborderait facilement la digue amont, déjà partiellement nivelée, ainsi que la digue aval, pour s'étendre, dans l'axe du couloir, jusqu'à proximité de la RD 218 (net replat à 1230 m).

Nous retiendrons aussi un débordement potentiel en rive droite sous la digue amont (à priori non survenu dans de telles proportions depuis plus d'un siècle). Sa modélisation en conditions centennales avec SV1D (cf. rapport RTM 2010) indique qu'une langue pourrait atteindre La Thuile dans des proportions analogues à l'avalanche de 1981, en générant une pression d'impact > 30 kPa jusqu'à la première ligne d'habitations (A₃₋₁ puis A₂₋₁ en aval de la RD 218).

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une extension vers l'aval de la trajectoire connue (A₂₋₂) ainsi que de la trajectoire potentielle (A₂₋₁).

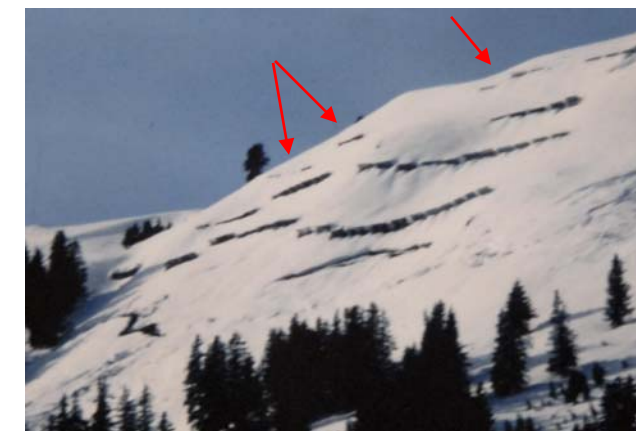


Fig.12 et 13 : les écrans paravalanches du Mial à la fin des années 70 et en janvier 2012 (noter la surcharge des lignes amont).

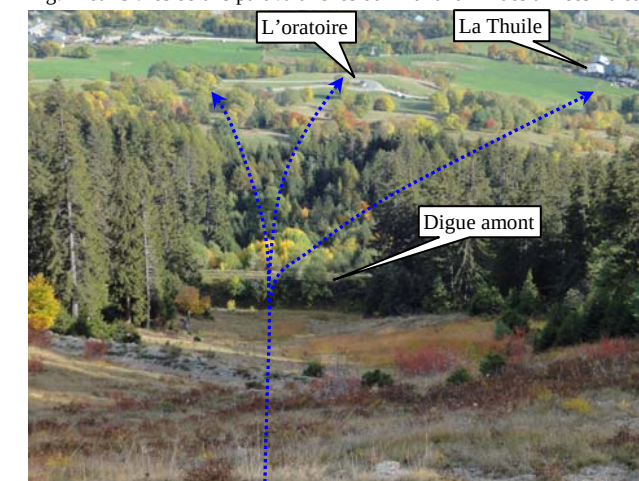
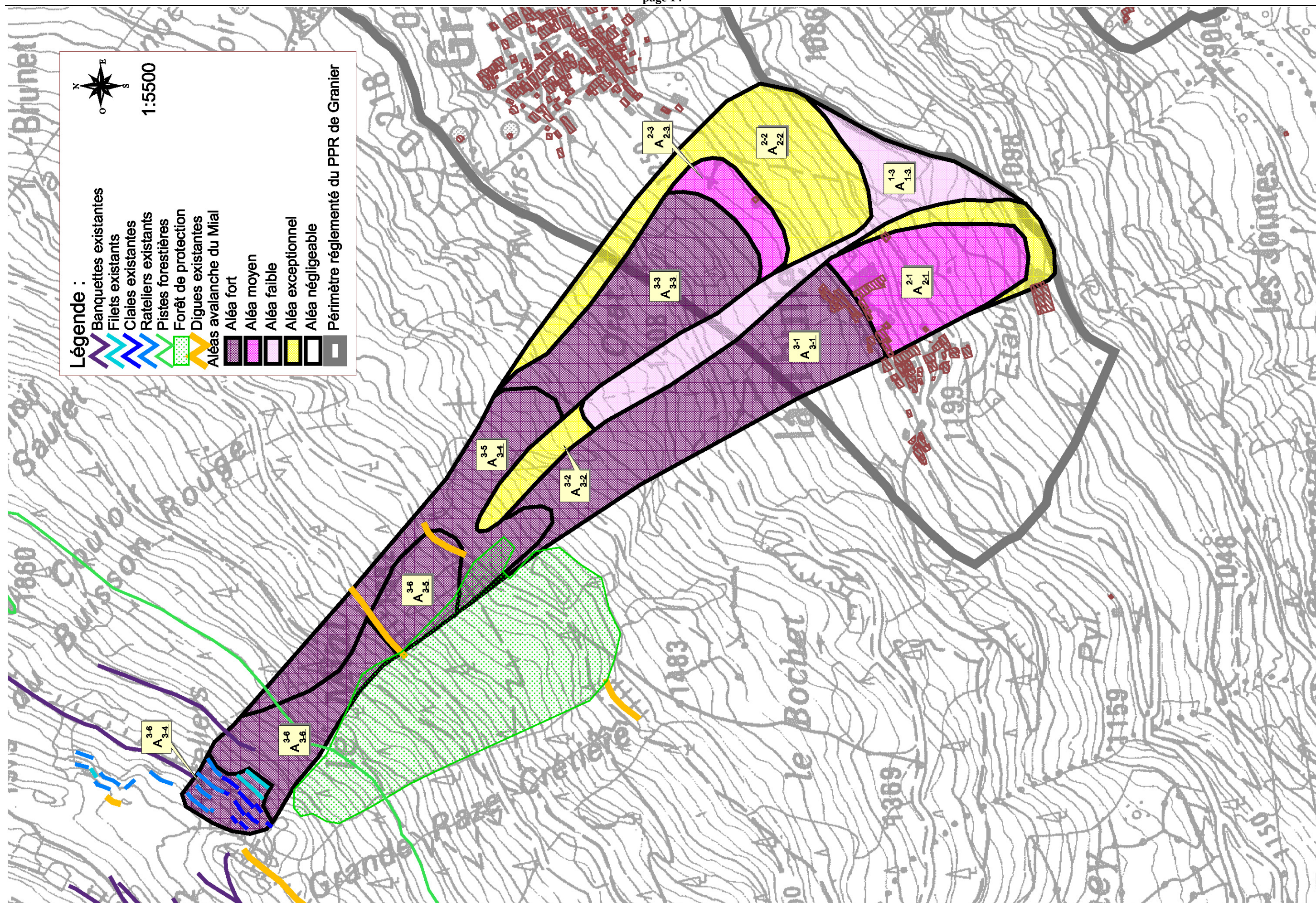


Fig.14 et 15 : les trajectoires retenues pour l'avalanche du Mial, en aval de la première digue (en partie comblée en janvier 2012).



Historique des évènements marquants :

Couloir de Buisson Rouge (n° 4 CLPA / n°4 EPA – n°200 EPA depuis 2003) :

Ce couloir d'avalanche prend naissance vers 1960 m d'altitude, sous un net replat favorable au transport de neige par le vent. La zone de départ, plus limitée en dénivelée que sur le Mial, s'étend de 1960 à 1850 m d'altitude et correspond à des pentes herbeuses localement raides (35° sur le haut) et orientées au SE (donc surchargées par flux de NW). Elle se prolonge par un couloir peu marqué en forêt. Vers 1550 m d'altitude, un épaulement en rive gauche tend à dévier l'avalanche vers le sud, en direction de l'oratoire. Un débordement limité sur cet épaulement reste possible et aurait déjà été observé, sans toutefois menacer le Chef-lieu.

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

■ **14 février 1990** : une avalanche, poudreuse au départ, se déclenche vers 1950 m, au nord de la zone stabilisée par râteliers. Large d'environ 150 m, elle emprunte le couloir de Buisson Rouge mais aussi la forêt plus au nord, jusqu'en bordure du couloir du Sautet. Elle se charge ensuite en neige humide dans les zones inférieures et gagne en puissance. Elle casse ou couche les jeunes arbres de 10 à 15 cm de diamètre mais épargne les arbres adultes. Dans l'axe de Buisson Rouge, l'avalanche s'arrête en forêt, vers 1580 m, mais plus au nord, elle se propage en sous-bois jusqu'en sortie de forêt et se dépose sur un replat pâturé, vers 1500 m. D'après l'emprise dessinée par l'agent forestier R. Oggeri, il manquait moins de 80 m à l'avalanche pour basculer sur le Chef-lieu via une pente plus forte. Cette avalanche et d'autres nombreuses sur ce versant sont survenues suite à un cumul de neige fraîche d'environ 150 cm en trois jours à 1700 m, suivi de pluies abondantes jusqu'à 1500 – 2000 m.

Protections existantes :

Naturelles :

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

Artificielles :

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

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

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

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

Efficacité :

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

2 et 3) Moyenne pour le réseau d'écrans paravalanches. Les ouvrages sont en très bon état (cf. rapport de visite RTM d'octobre 2005) et sont correctement répartis et espacés sur la zone de départ la plus active, au droit principales corniches et accumulations. Ceci explique qu'aucun départ n'y ait été enregistré depuis leur installation. Toutefois certaines lignes sont totalement recouvertes lors d'hivers très enneigés et des zones de départ ne sont pas traitées plus au nord. Il n'est donc pas exclu qu'une rupture se produise au niveau des plus hautes lignes d'ouvrages ou en marge du réseau, comme en 1990.

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

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

Phénomène de référence :

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

Si une partie marginale de l'écoulement de Buisson Rouge pourrait déborder au droit du coude vers 1500 m, en se dispersant rapidement dans la végétation et sur un replat, l'écoulement principal dévierait vers le sud et se déposerait progressivement jusque vers 1350 m (comme en 1923 - A₃₋₃). Un faible effet de souffle d'accompagnement est possible jusqu'à l'oratoire (A₁₋₃).

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

► Le phénomène exceptionnel (d'occurrence nettement supérieure au siècle) retenu pour la seule mise en sécurité des personnes est une avalanche poudreuse plus volumineuse, qui franchirait le replat et basculerait dans la pente dominant le Chef-lieu, pour venir se déposer dans le village avec une intensité modérée (A₂₋₂).

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

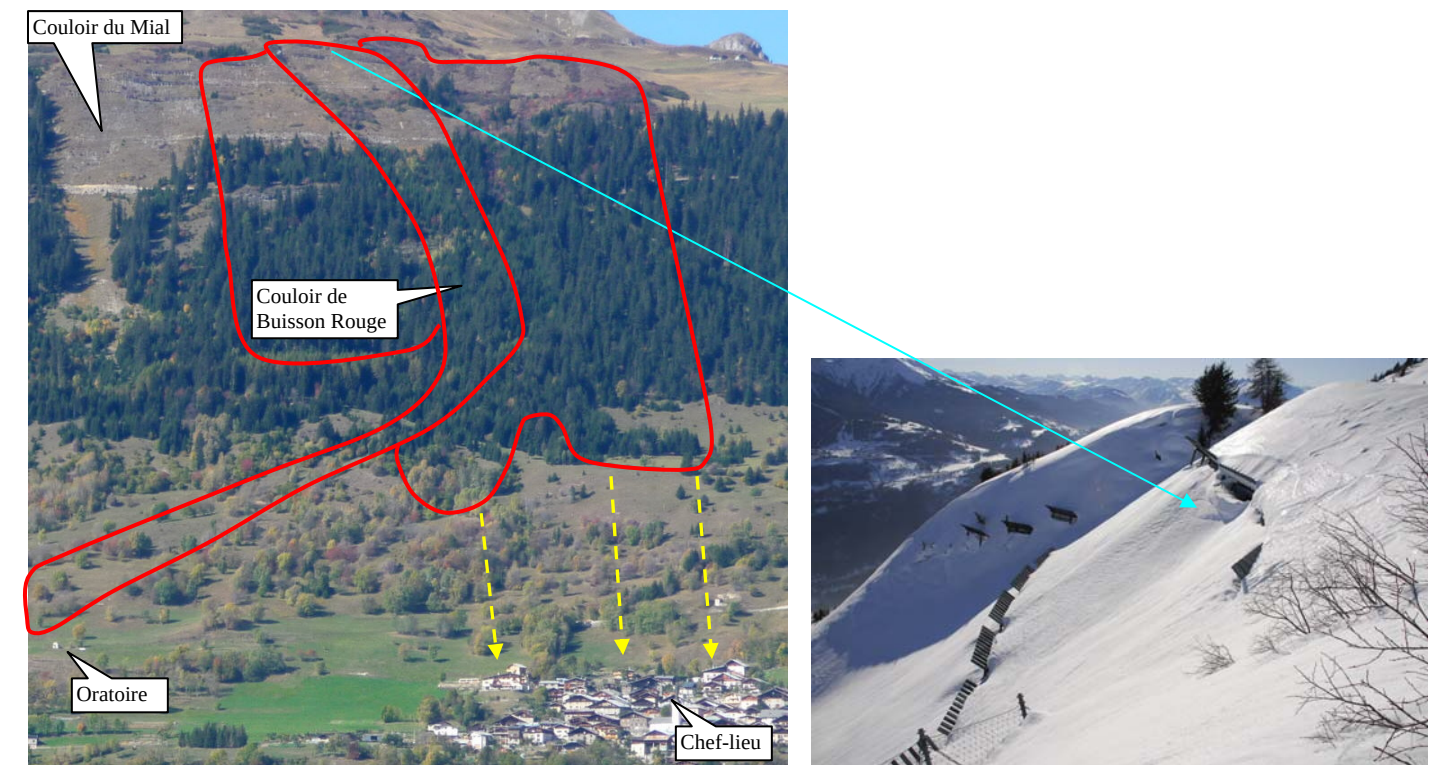
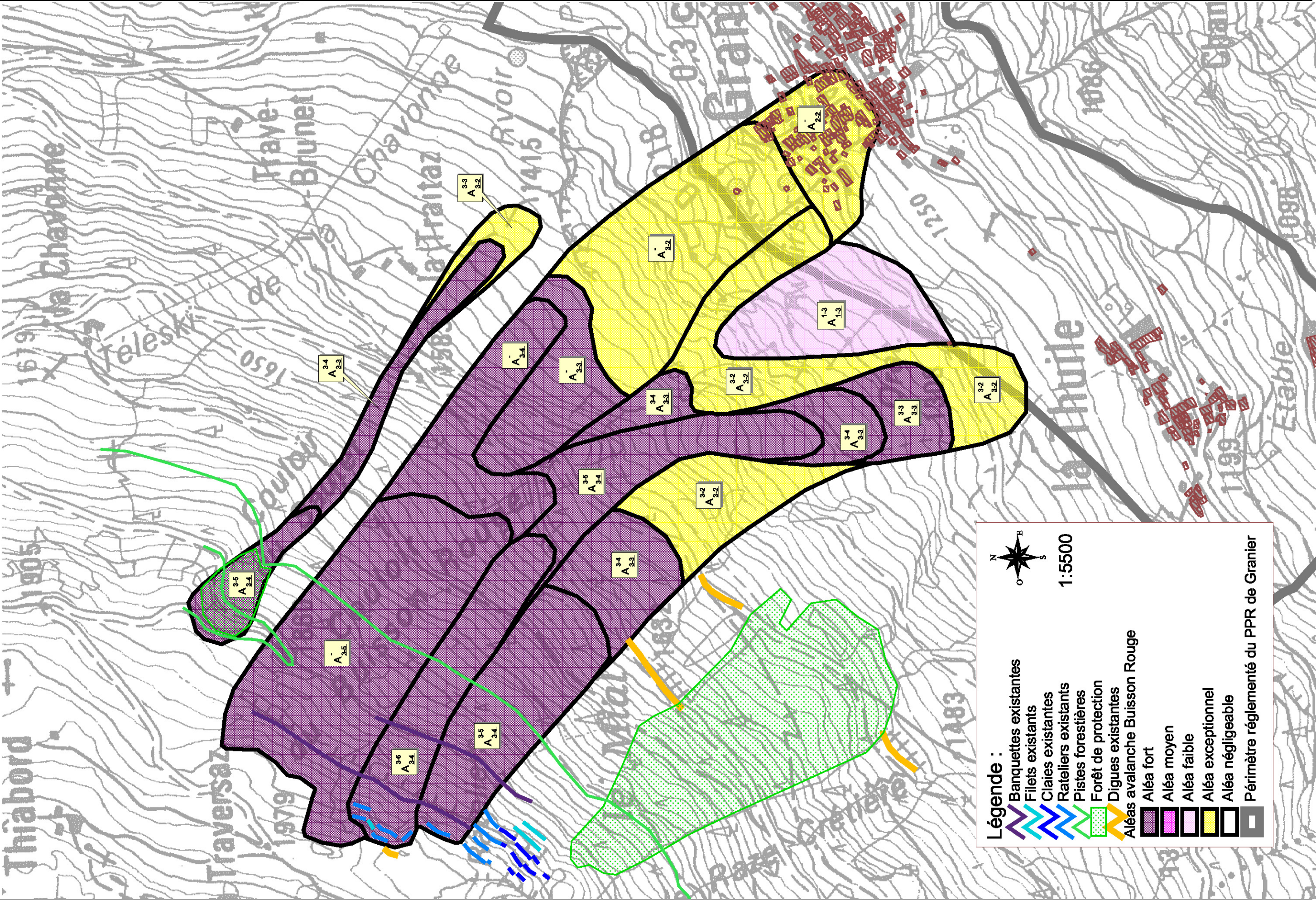


Fig.16 et 17 : le couloir de Buisson Rouge en 2010 et les râteliers sommitaux enfouis sous la neige en janvier 2012.



Historique des évènements marquants :

Versant boisé dominant La Thuile :

Néant.

L'activité avalancheuse de ce versant (hors débordement depuis les couloirs de Raze Crétière ou du Mial) se limite à une coulée depuis un court panneau herbeux en sommet de versant (bien visible sur la fig. 20). Cette coulée souvent humide se cale contre les arbres et ne dépasse pas la piste forestière, vers 1780 m.

Protections existantes :

Naturelles :

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

Artificielles :

Néant.

Efficacité :

Le boisement existe depuis au moins un siècle (déjà assez dense et mûre sur la photo aérienne de 1948 – cf. fig. 18). Sa partie inférieure a souffert lors du débordement de l'avalanche de 1981 depuis Raze Crétière (cf. fig. 19) mais une régénération s'est opérée depuis et les trouées se sont refermées (cf. fig. 19 et 20). Composé essentiellement d'épicéas, ce boisement présente un couvert hivernal important (voisin de 80%). Il apparaît donc suffisant pour empêcher tout départ d'avalanche (hors la petite coulée sommitale), malgré une pente généralement forte (35 à 40°) et une structure fragilisée par de nombreux vieux bois plutôt instables. Ce versant nécessite donc une gestion sylvicole rigoureuse pour maintenir son rôle de protection paravalanche vis-à-vis du hameau de La Thuile.

Phénomène de référence :

Compte-tenu du caractère naturel du boisement, de sa nature, de sa densité et de l'absence d'événement recensé depuis cette zone (les avalanches sorties de la forêt venaient des zones nues en amont), nous ne retenons pas de phénomène de référence pouvant menacer La Thuile depuis la forêt (A₀). En revanche, en cas de disparition complète du couvert forestier, une avalanche pourrait bien atteindre les premières maisons du hameau. L'entretien de cette forêt de protection est donc primordial.

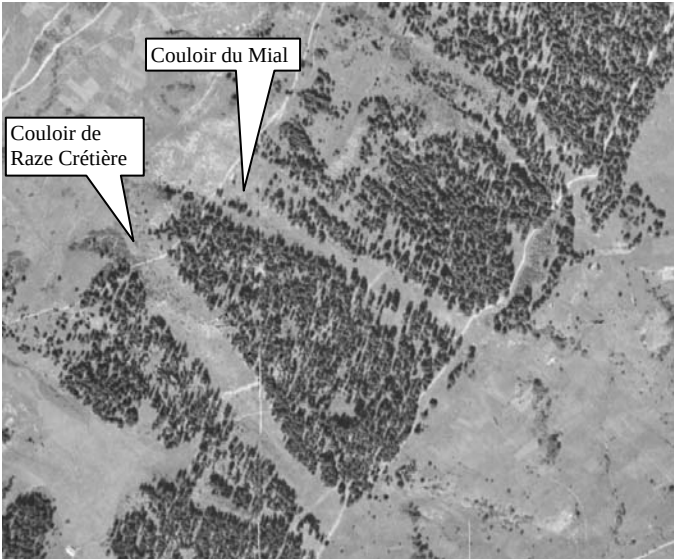


Fig.18 : photo aérienne du boisement en 1948 (IGN)

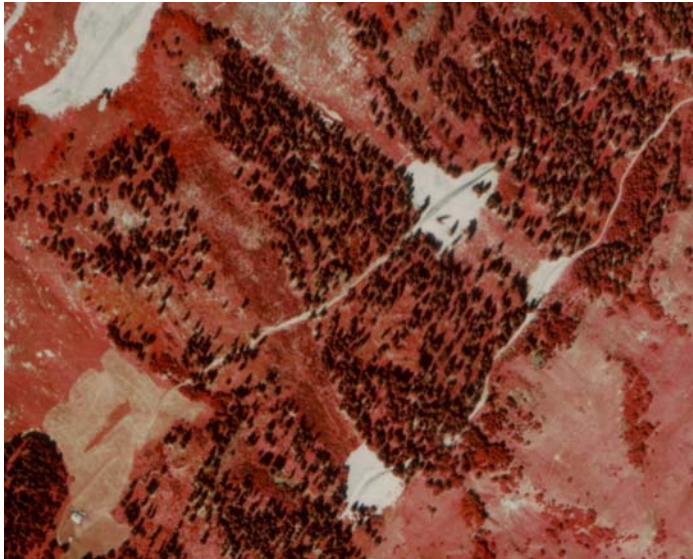


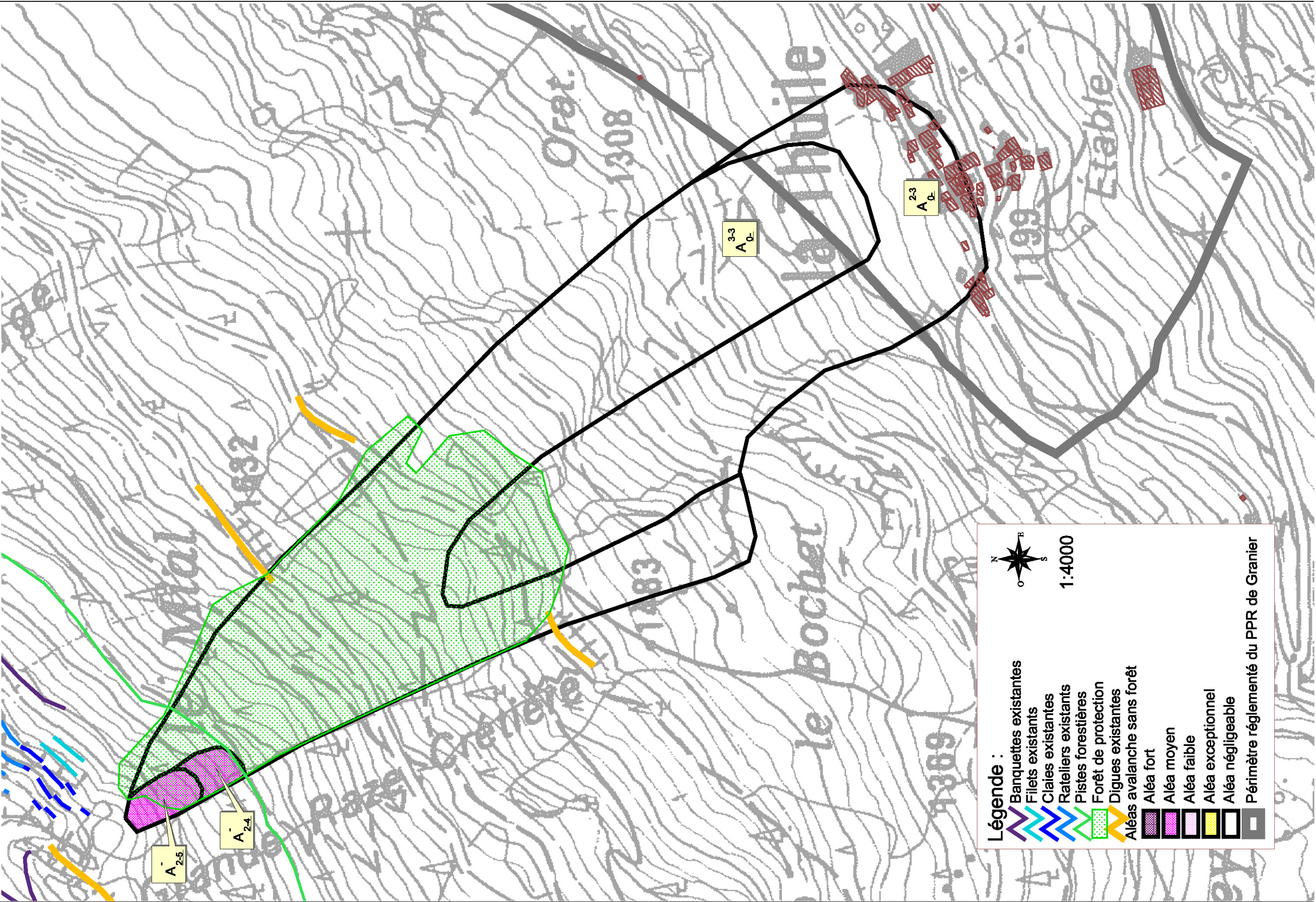
Fig.19 : idem en 1982 (IFN)



Fig.19 : idem en 2006 (IGN)



Fig. 20 : vue du versant en 2010 (RTM)



Historique des évènements marquants :

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

■ **11 janvier 1995** : à 6h45 du matin, une coulée coupe la RD 218 au niveau des garages semi-enterrés de La Thuile. Martial CHENAL, qui descendait à la fruitière communale avec sa 4L, a vu de la neige poudreuse couler très vite au raz du sol en arrivant à hauteur des garages. Il a ensuite senti sa voiture se faire prendre et être renversée. Après une brève absence, il a pu sortir par le coffre arrière, son véhicule n'étant pas enseveli. En revanche, les garages et la RD 218 étaient recouverts par un dépôt important (cf. fig. 21 et 22). La coulée est venue mourir contre la rangée de feuillus en aval des potagers, environ 50 m sous les routes. Elle n'a pas fait de dégât sur le bâti. D'après la victime, cette coulée serait partie d'un grand talus herbeux incliné à 32 – 33°, juste au dessus de la Thuile, vers 1300 m (cf. fig. 23). D'après un autre habitant, Thierry ARNOU, l'origine de la coulée pourrait aussi correspondre à une forte pente herbeuse (35°) située en limite de forêt, vers 1480 m. Toutefois, un replat vers 1310 m paraît suffisant dans la plupart des cas pour arrêter une telle coulée avant La Thuile. Ce phénomène s'est produit à la suite d'une forte chute de neige (cumul de 80 cm de poudreuse la veille et durant la nuit), déposée sur un sol quasiment déneigé.

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

■ **20 janvier 1981** : en marge des grosses avalanches de Raze Crétière et du Mial, une coulée de neige poudreuse se produit sur un talus herbeux en amont du Chef-lieu, vers 1400 m. Elle s'arrête à proximité du parking situé à la sortie du village, en bordure ouest, vers 1280 m (cf. fig. 24). Cette coulée fait suite à un cumul de neige fraîche et froide d'environ 250 cm à Granier en 9 jours.

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

■ **11 janvier 1995** : une coulée de neige poudreuse atteint un chalet dans le lotissement en cours de construction, à l'est du village, et enfonce sa porte de garage côté amont (témoignages de riverains). Les chalets plus à l'est n'existaient pas encore mais la coulée leur serait probablement passée dessus, puisque des habitants nous ont signalé qu'elle avait bouché la RD 86^E en contrebas jusqu'à la chapelle, et que des taules stockées au bout de l'actuel lotissement avaient été emportées jusqu'au cimetière. Cette coulée se serait même propagée jusqu'à la route communale encore en dessous, mais sans véritable dépôt (neige pulvérulente). La zone de départ probable correspond au talus herbeux qui s'étend sur plus de 200 m de large, en amont immédiat du lotissement et jusqu'au cimetière et à la chapelle St Gras (cf. fig. 25).

Protections existantes :

Naturelles :

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

Efficacité :

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

Phénomène de référence :

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

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

Vus les faibles volumes et vitesses d'écoulement, l'intensité de ces phénomènes est jugée moyenne (A_{2-4} ou A_{2-3}), voire faible en fin d'écoulement, sur les replats (A_{1-4} ou A_{1-3}).

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



Fig. 21 et 22 : les dépôts de la coulée de 1995 entre les maisons de La Thuile, avec la 4L renversée de M Chenal (photos Chenal).

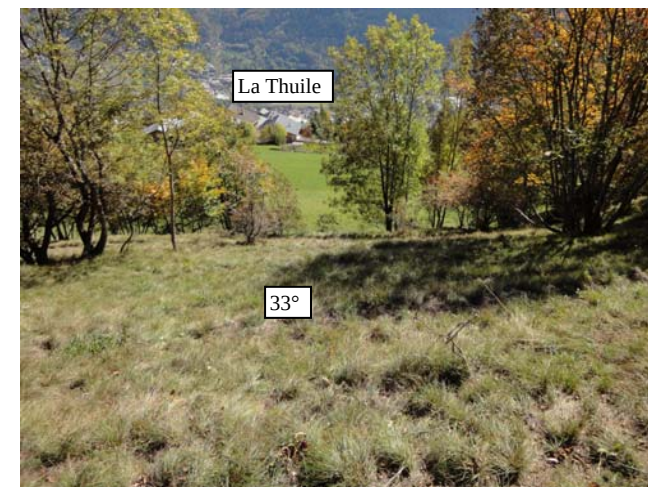


Fig. 23 : la zone de départ probable de 1995 en amont de La Thuile.

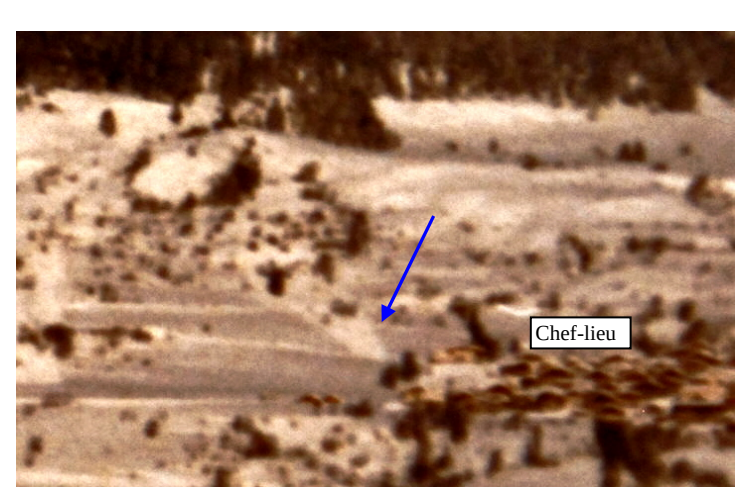


Fig. 24 : au centre, les traces de la coulée de 1981.

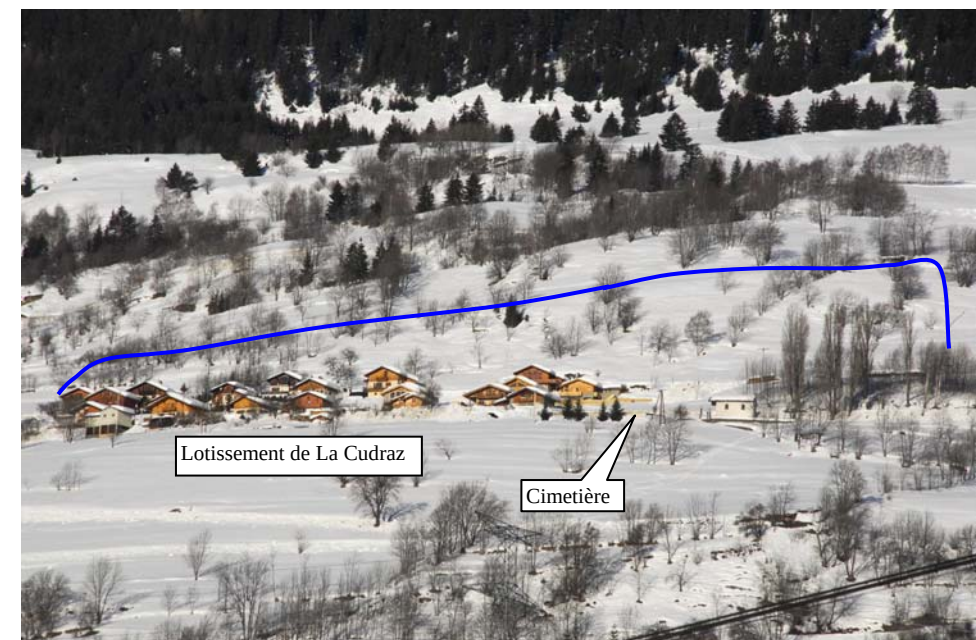
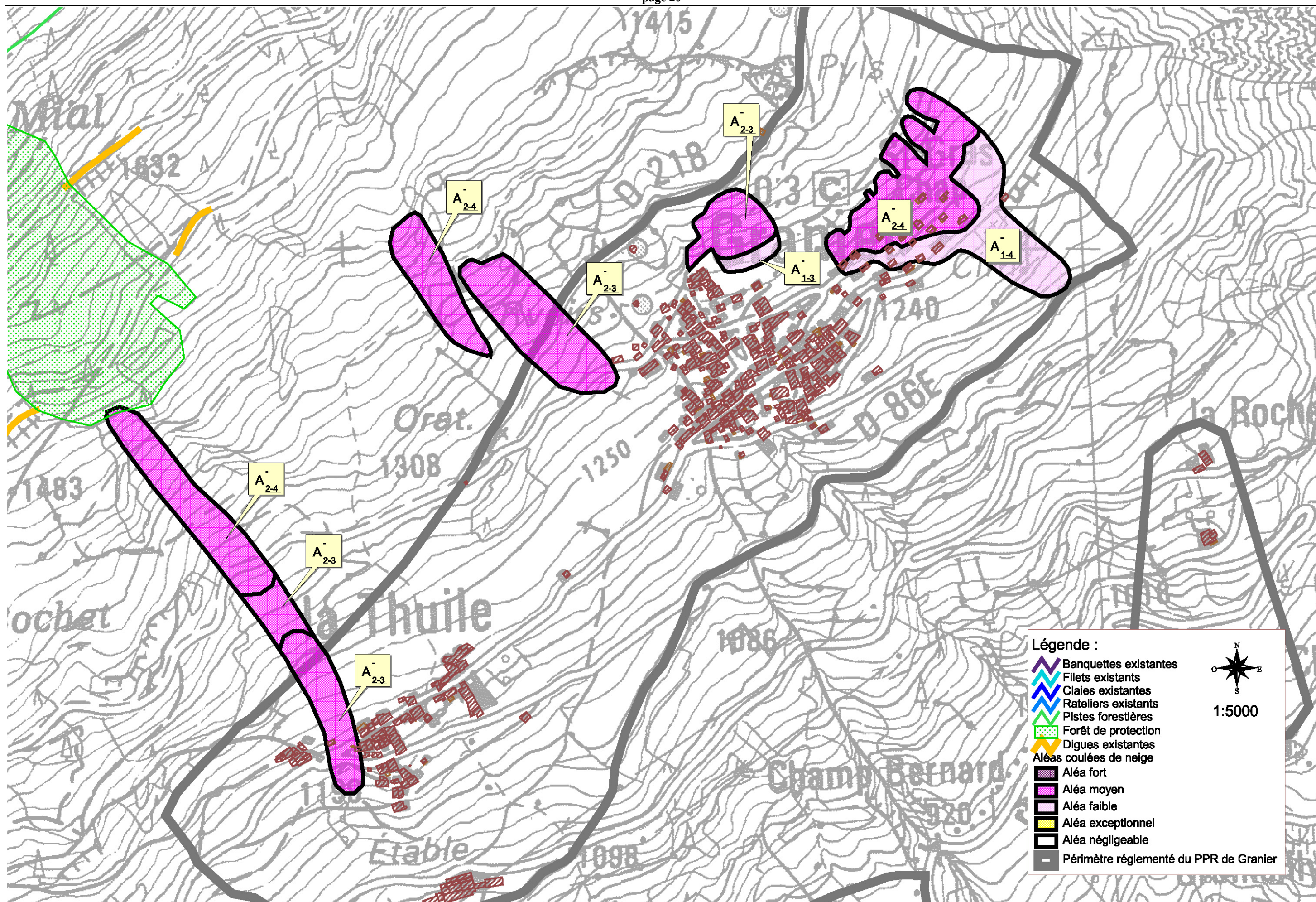


Fig. 25 : le talus d'où seraient parties les coulées du lotissement et du cimetière.



Historique des évènements marquants :

- **XIX^{ème} siècle** : une coulée de boue aurait engravé le sommet du village. Aujourd'hui, aucune trace n'est visible (Ducognon V. - 1994).
- **Début du XX^{ème} siècle** : au cours d'un hiver très enneigé, des paquets de neige se seraient effondrés dans le bief (canal) d'arrosage qui achemine l'eau du torrent du Cormet d'Arêches jusqu'à Granier. Très peu marqué, le lit s'est bouché et l'écoulement a débordé dans la petite combe qui plonge sur le Chef-lieu. A l'époque il n'y avait pas de muret le long de la RD 218 et le flot d'eau et neige mêlée a dévalé jusqu'aux plus hautes maisons du village, en atteignant le sous-toit de la maison de la famille MICHEL et en s'évacuant par la ruelle en pente vers le reste du village. Un enfant a failli y être emporté (témoignages de M et Mme Robert DUC et JL DUC).
- **Hiver 1994 – 1995 ?** : au cours de cet hiver très enneigé, un paquet de neige aurait à nouveau obstrué le bief d'arrosage (apparemment un peu plus à l'ouest que par le passé). Le ruisseau serait alors sorti de son lit dans les prés en rive gauche du bief descendant au village. L'eau aurait formé un petit lac dans la neige sous la RD 218 et en amont des habitations. Il aurait alors fallu l'intervention d'une mini pelle pour le déboucher et rétablir l'écoulement normal (témoignages de M et Mme Robert DUC et d'un autre riverain).

Protections existantes :

Naturelles :

Néant.

Artificielles :

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

Efficacité :

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

Phénomène de référence :

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

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

Le point de débordement du début du XX^{ème} siècle reste d'actualité (cf. fig. 26) et la combe qui le prolonge gravitairement jusqu'au village peut à nouveau fonctionner, avec entraînement de neige ou de boue par effet de ruissellement (cf. fig. 27), même si la RD 218 et ses murets joueraient les troubles faits.

A l'échelle du siècle, nous retiendrons donc des scénarios de débordements à peu près identiques à ceux observés par le passé, avec une inondation d'eau et neige mêlée sur 2 à 3 m d'épaisseur au débouché de la petite combe (I₂₋₃), et des ruissellements dans la majeure partie du village, via les ruelles en pente (I₁₋₃).

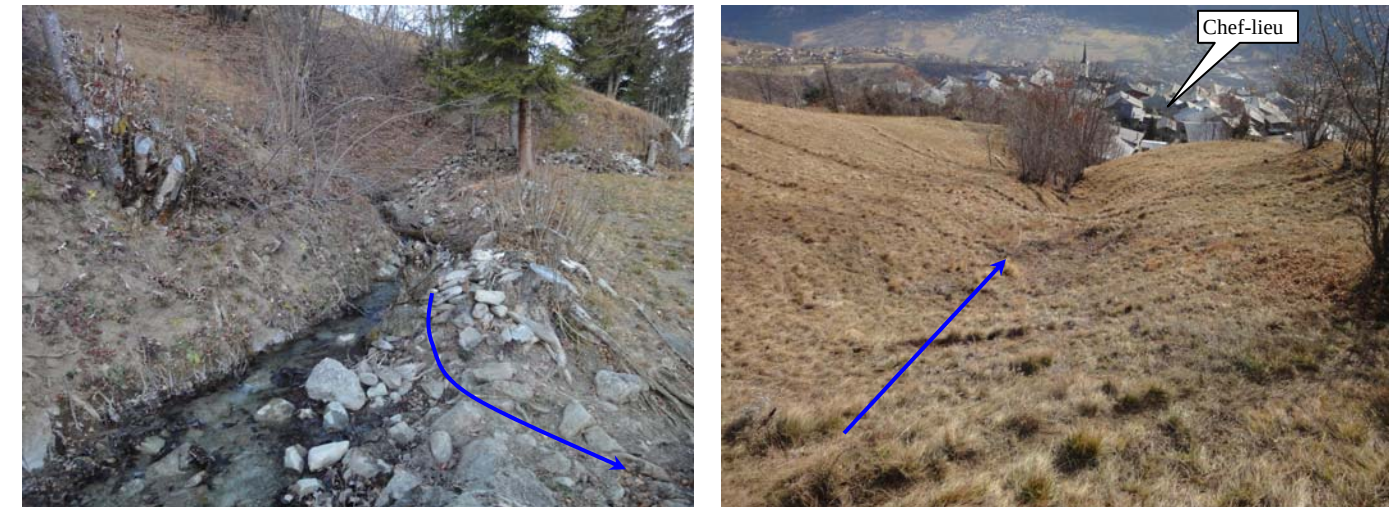
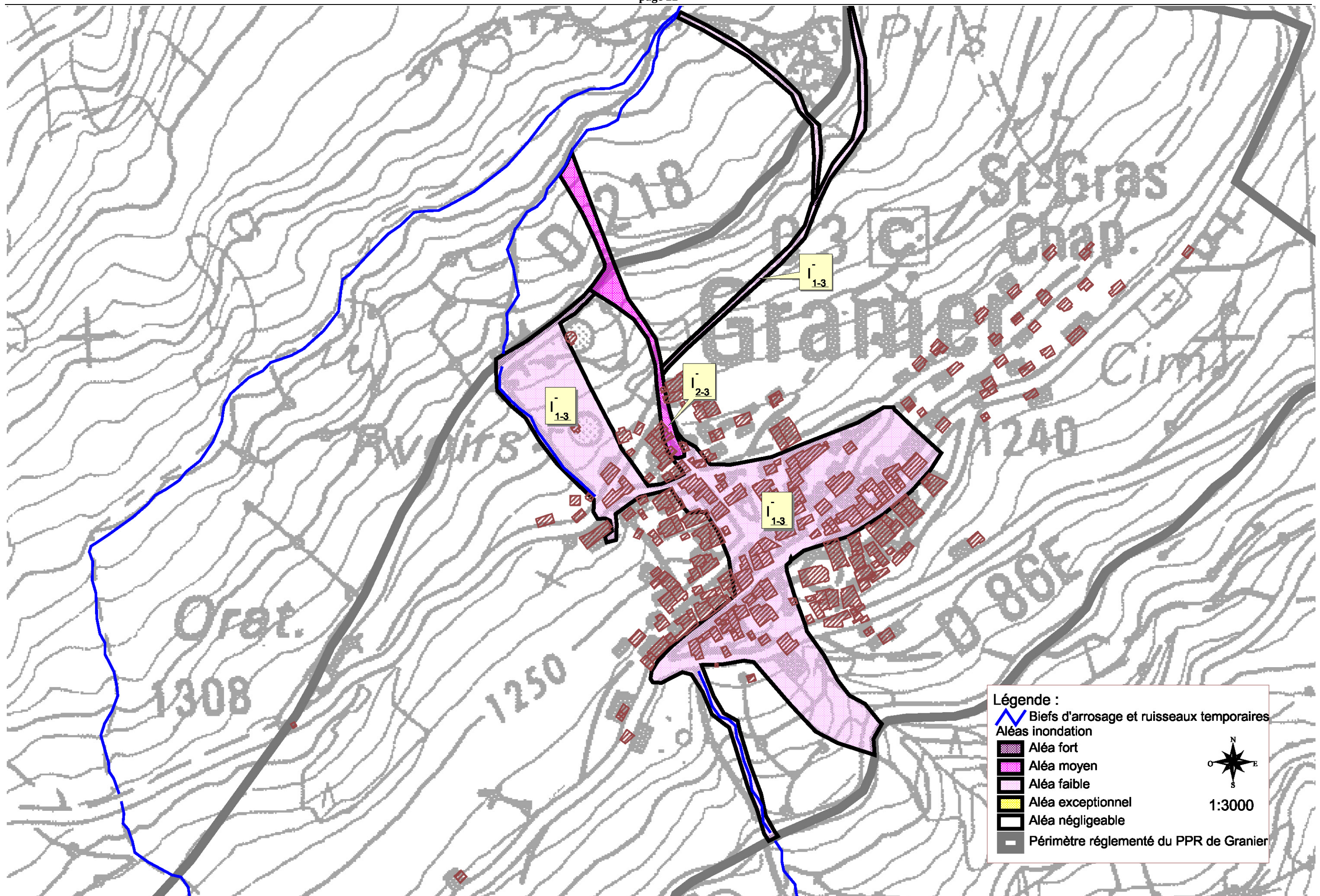


Fig. 26 et 27 : le bief d'arrosage au lit peu marqué et la petite combe pouvant guider le débordement jusqu'au cœur du village.



Historique des évènements marquants :

Inconnu.

Protections existantes :

Néant.

Phénomène de référence :

Inondation :

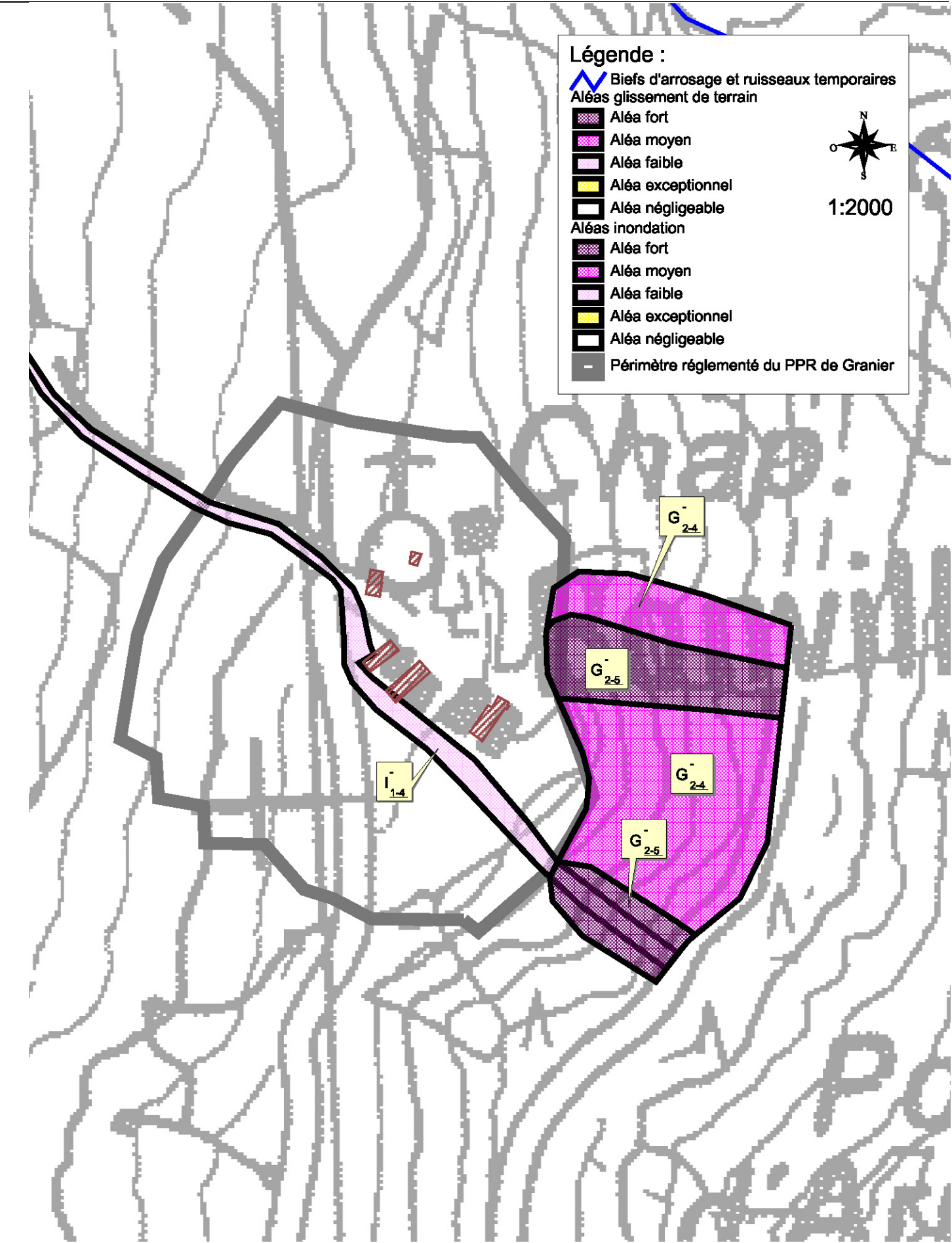
En cas de pluies intenses (orage) ou de fonte accélérée du manteau neigeux, on ne peut exclure la mise en place d'un ruissellement concentré sur un chemin creux drainant les pentes boisées sous la RD 218 et descendant sur Bonvillard. Ce ruissellement chargé de quelques pierres passerait alors en bordure sud de la chapelle et des anciens chalets de l'ANOVEM, avant de basculer par un talus boisé sur la route de la Côte d'Aime (I₁₋₄).



Fig. 28 et 29 : le chemin creux pouvant canaliser un ruissellement d'orage vers la chapelle de Bonvillard.

Glissement de terrain :

Bonvillard est bâti sur un plateau schisto-gréseux stable. Sur sa bordure est, la couverture morainique reposant sur un talus raide peut glisser superficiellement, sous l'effet d'infiltrations ou de ruissellements provenant du chemin creux ci-dessus : G₃₋₅ au niveau d'anciennes loupes de glissement situées dans l'axe des ruissellements – G₂₋₄ dans les talus voisins, moins alimentés en eau d'infiltration.



Historique des évènements marquants :

Inconnu.

Protections existantes :

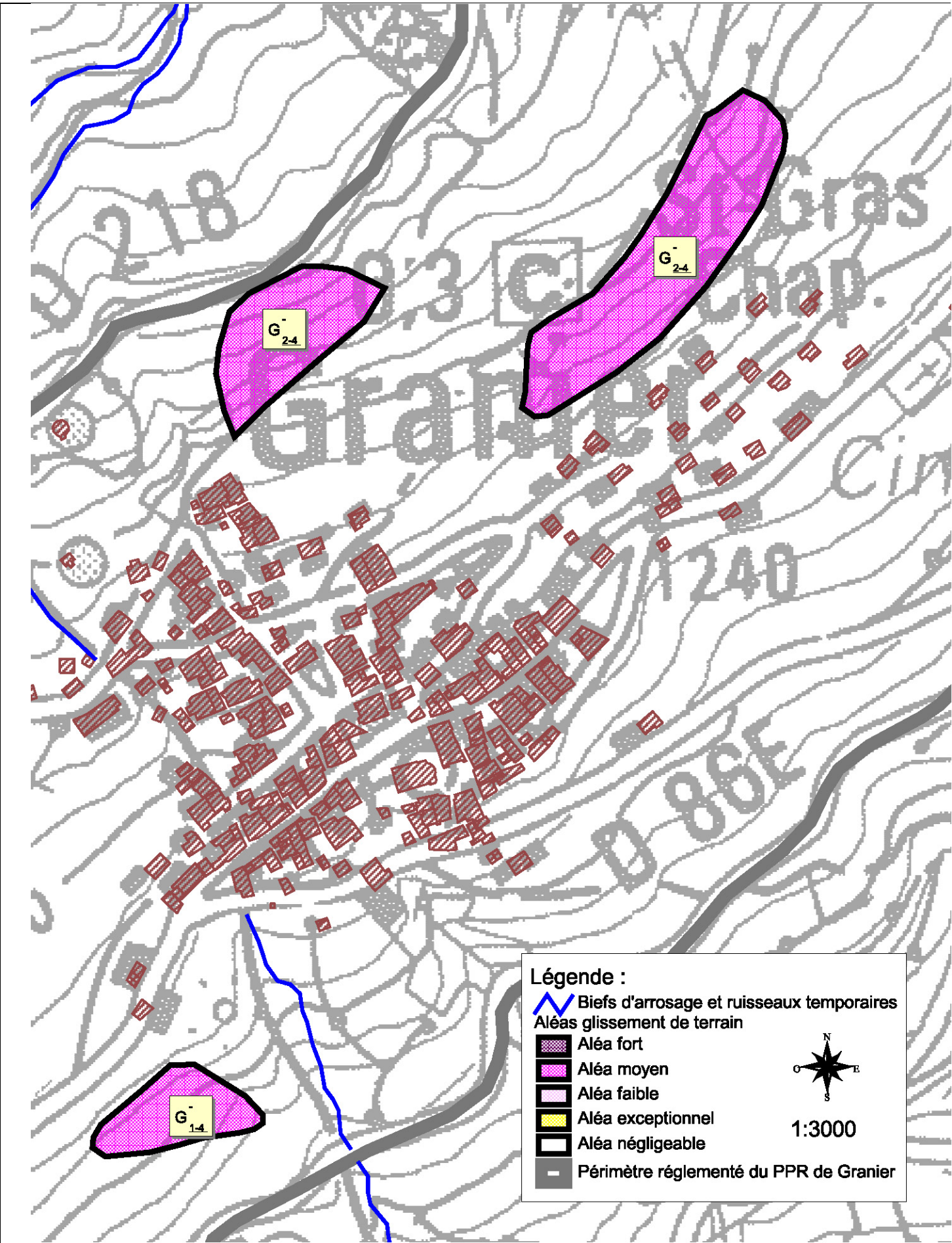
Néant.

Phénomène de référence :

En amont du Chef-lieu et du lotissement de La Cudraz, des talus présentent une pente suffisante pour que la couverture morainique (et éventuellement la couche altérée des schistes gréseux sous-jacents) puisse fluer lors de périodes humides (pluies prolongées, fonte des neiges). Il s'agit de glissements lents et superficiels, d'activité faible à modérée. (G₂₋₄).



Fig. 30 et 31 : les talus sujets à fluage en amont du lotissement (à gauche) et du vieux village (à droite).



Historique des évènements marquants :

Inconnu.

Protections existantes :

Néant.

Phénomène de référence :

Sous un lacet de la route descendant de La Roche aux Chavonnes, un talus pourrait être sujet à un léger fluage de la couverture morainique (G₁₋₃).

A l'est, les chalets de la Roche et des Chavonnes sont bâtis sur un épaulement stable (schistes du Houiller et plaquage morainique), tandis qu'à l'ouest on entre au contact des gypses, très sensibles au phénomène de dissolution par ruissellement et écoulements karstiques, d'où la présence d'une combe marquée où un affaissement / effondrement n'est pas à exclure (E₃₋₁). Dans la combe suivante, en direction de Champ Bernard, on retrouve d'ailleurs la trace d'anciens effondrements dans les gypses (fontis), et même une entrée de boyau karstique alimenté jusqu'en 1976 par les eaux usées de Granier qui étaient rejetées gravitairement dans ce talweg (Ducognon V. – 1994).



Fig. 32 : la pente morainique sujette à fluage, en amont des chalets des Chavonnes (à droite) et la combe gypseuse sujette à affaissement ou effondrement (à gauche).

