

Préfecture de la Savoie  
Direction Départementale des Territoires de La Savoie

# Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles Modification n°2

Commune de **MOUTIERS**  
Secteur « La Saulcette »



## 1- Note de présentation

Nature des risques pris en compte : chute de blocs

Nature des enjeux : zone d'activité

Approuvé le :

Juillet 2018

**Cliché page de garde :***Vue des vestiges de l'éboulement de 2015 depuis le versant opposé***Etabli par :**

Service de Restauration des Terrains en Montagne (RTM) de la Savoie  
 Office National des Forêts  
 42 Quai Charles Roissard  
 73026 Chambéry Cedex  
 Tel : 04.79.69.96.05  
 Mail : [rtm.chambery@onf.fr](mailto:rtm.chambery@onf.fr)

Date du dernier enregistrement	Désignation du document	Numéro de devis	Nombre de pages
03/07/2018	Modification N°2 du PPRN de Moutiers – secteur de la Saulcette	Sans - objet	25

	Nom Prénom	Fonction
Auteur	Dupire Pierre	Ingénieur géologue
Relu et validé	Liévois Jérôme	Chef du pôle expertise RTM73

**Suivi des versions :**

Version	Date	Observations
V1	25/06/2018	version présentée à la DDT après double-regard et validation interne RTM

## Table des matières

<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>3</b>
<b>I PREAMBULE.....</b>	<b>4</b>
I.1 Objet.....	4
I.2 Focus sur le PPR de 2004 et la modification de 2008.....	5
<b>II DEFINITION DU PERIMETRE DE LA MODIFICATION N°2 .....</b>	<b>7</b>
<b>III PHENOMENE CONSIDERE ET QUALIFICATION DE L'ALEA.....</b>	<b>8</b>
III.1 Aléas considérés .....	8
III.2 Rappel de la définition des « Chutes de blocs » .....	8
III.3 Qualification des aléas.....	8
<b>IV DOCUMENTS CONSULTES ET INTEGRES .....</b>	<b>11</b>
<b>V ANALYSE DU SITE D'ETUDE.....</b>	<b>12</b>
V.1 Description physique du site.....	12
V.2 Historique.....	13
V.3 Ouvrages de protection .....	17
V.4 Qualification de l'aléa.....	19
<b>VI ANNEXES .....</b>	<b>24</b>
VI.1 Annexe 1 : Méthode MEZAP .....	24



## I Préambule

### I.1 Objet

La commune de Moutiers dispose d'un PPRN approuvé en 2004 et modifié en 2008-2009.

Les 7 et 8 avril 2015, le site de la Saulcette a connu d'importants éboulements ayant conduit les autorités à exproprier la zone artisanale. Cet événement amène un élément nouveau de connaissance à intégrer dans le PPRN.

Par conséquent, la DDT 73 a sollicité le service RTM de la Savoie afin de réaliser une modification du PPRN de Moutiers sur le secteur affecté par cet événement. Cette mission intervient dans le cadre des missions d'intérêt général RTM confiées par l'Etat à l'ONF par le Ministère en charge de l'Ecologie.

La méthode adoptée s'appuie essentiellement sur l'intégration des nombreuses études et expertises antérieures et postérieures à cet événement. Une visite spécifique du site a toutefois été effectuée en juin 2018 afin de relever des lignes d'énergie<sup>1</sup>. La paroi rocheuse n'a pas fait l'objet d'examens complémentaires aux études disponibles. Le zonage et la qualification de l'aléa a été réalisé selon la méthode MEZAP<sup>2</sup> qui s'avère parfaitement compatible avec les grilles de croisements utilisées dans les deux précédentes versions de PPRN.

La prescription de la modification n°2 du PPR de Moutiers faisant principalement suite aux enseignements de l'éboulement de 2015, elle répond à l'alinéa c de l'article R562-10-1 du code de l'Environnement :

#### Article R562-10-1

*Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. La procédure de modification peut notamment être utilisée pour :*

- a) Rectifier une erreur matérielle ;*
- b) Modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ;*
- c) Modifier les documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L.562-1 pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait.*

Le présent rapport constitue une note synthétique présentant l'objet de la révision envisagée, ainsi que les modifications apportées à la note de présentation du PPR et les modifications apportées à la carte des aléas (C2PN).

---

<sup>1</sup> **Ligne d'énergie** : angle formé entre l'horizontal et la droite reliant le point de départ supposé et le point d'arrêt du bloc)

<sup>2</sup> **MEZAP** : **ME**thode de **Z**onage de l'**A**léa chutes de **P**ierres (guide de référence du ministère en matière de cartographie des aléas chutes de blocs pour intégration dans les documents d'urbanisme)



## I.2 Focus sur le PPR de 2004 et la modification de 2008

Du fait de l'existence d'infrastructures linéaires importantes (route nationale, voie ferrée) et de la zone d'activité, le risque de chute de blocs dans le secteur de la Saulcette a fait l'objet de nombreuses études techniques principalement depuis 1990 (voir paragraphe IV). Le PPR de 2004 et sa modification de 2008 ne disposaient pas d'événements de référence tels que celui de 2015.

Le phénomène de référence retenu était basé sur les études disponibles à cette époque. Il avait alors été considéré :

« Le phénomène de référence retenu pour l'élaboration du zonage est un éboulement de quelques centaines de mètres cubes dans les falaises sud-est du Mt Galgan. En basculant, les masses rocheuses se fragmenteraient en blocs de quelques  $m^3$  (voire  $10 m^3$ ). De tels blocs parviendraient à traverser les nappes de filets et rebondiraient jusqu'à l'Isère en partie sud, et jusqu'aux bâtiments de la Z.A. en partie nord. Le risque est en revanche très faible à l'Est de la Z.A. (CETE, 1997 - ADRGT, 1989 et 1990). »

Notons que les études en questions s'appuyaient sur des modélisations trajectogrophiques dont les pratiques ont beaucoup évolué depuis. Par ailleurs, les méthodes empiriques de type MEZAP (ligne d'énergie, etc.) n'étaient pas encore connues.

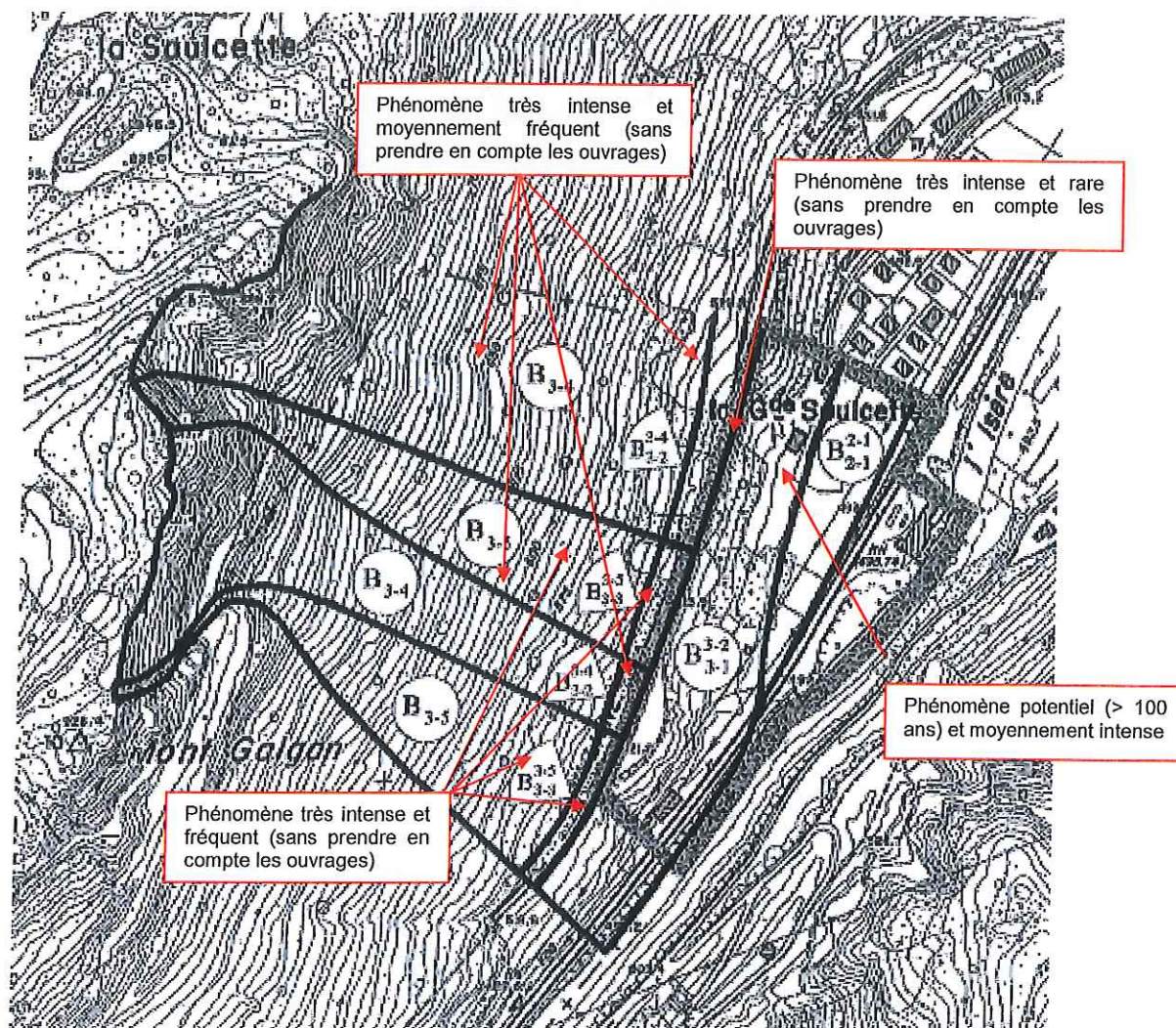


Figure 1 : Fig. 8 : Carte des aléas C2PN du PPR de 2004



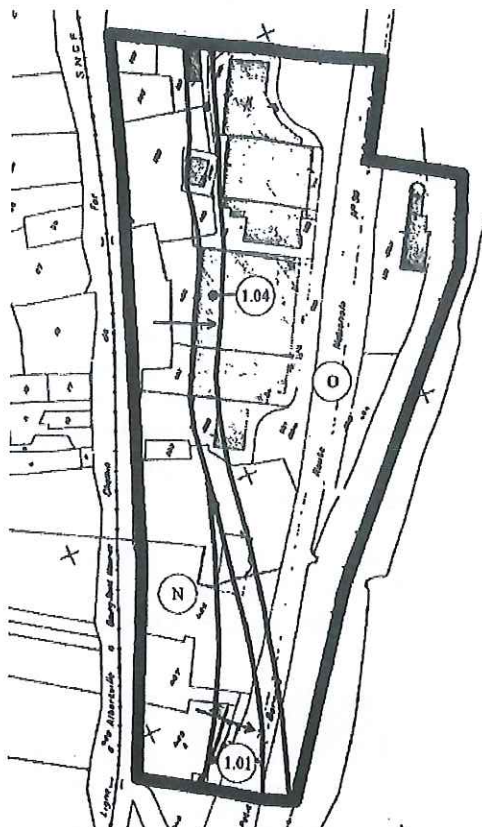


Figure 2 : zonage du PPR de 2004

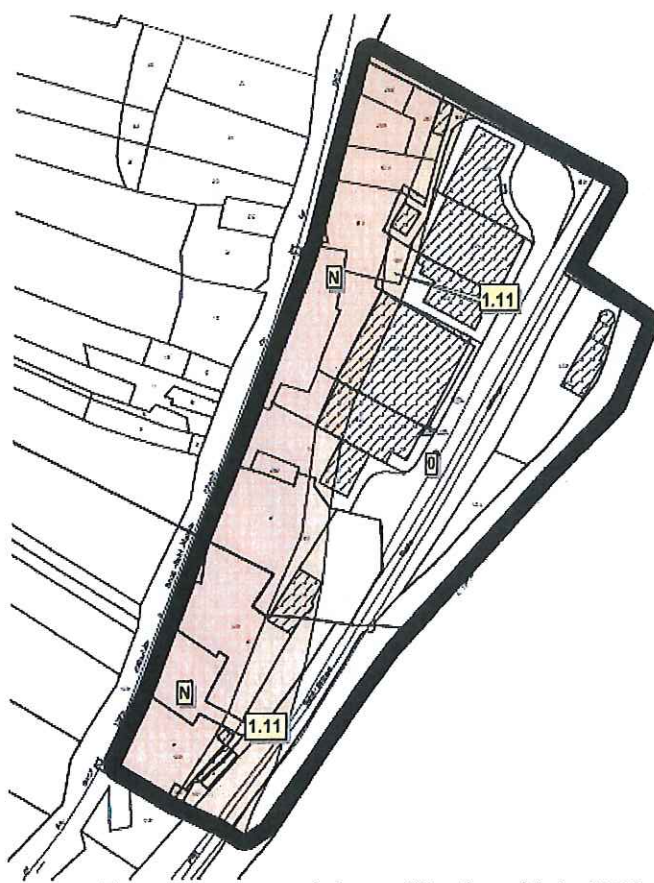


Figure 3 : zonage de la modification n°1 de 2008



## II Définition du périmètre de la modification n°2

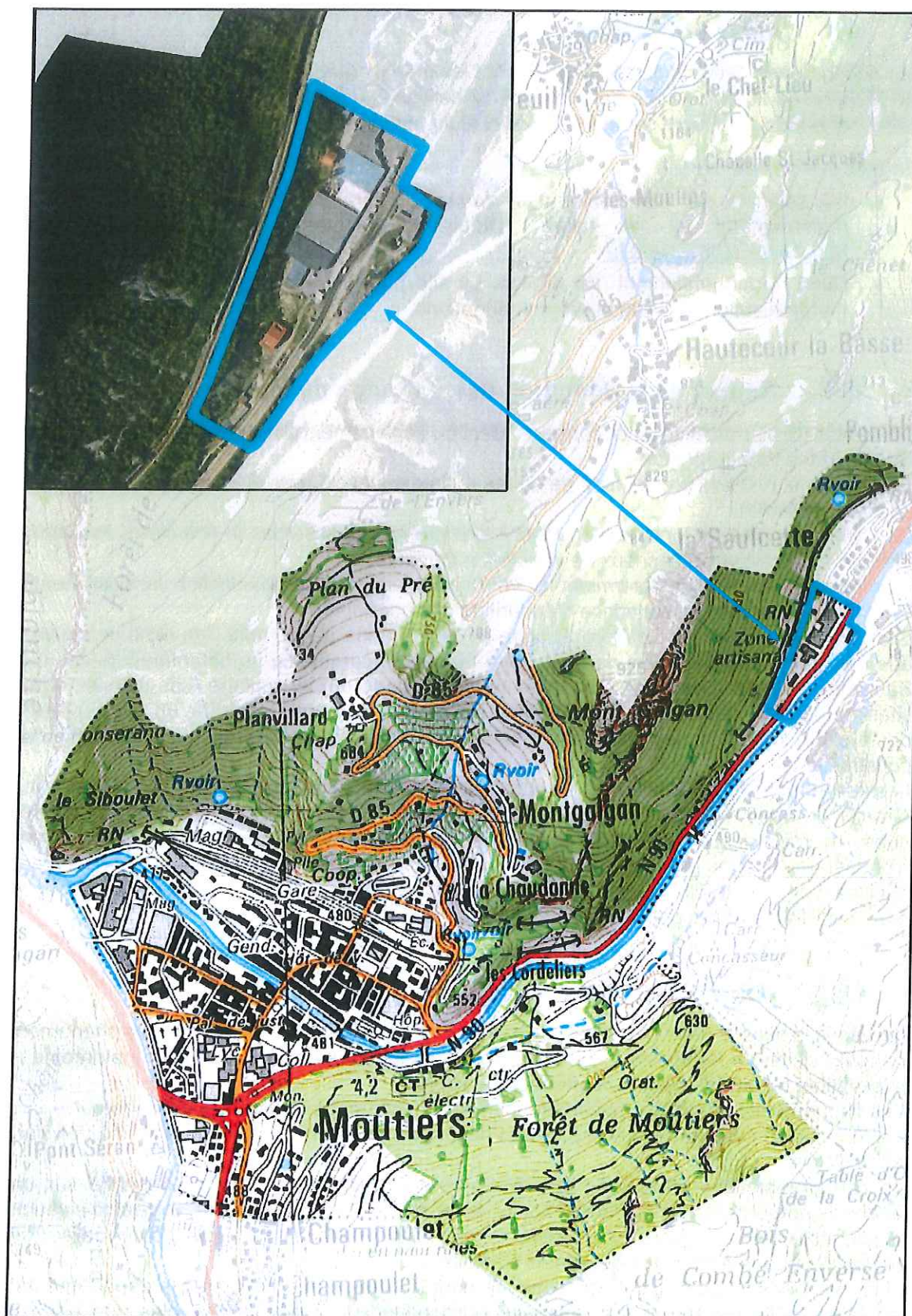


Figure 4 : périmètre d'étude (périmètre de prescription de la modification n°2 du PPR)



### III Phénomène considéré et qualification de l'aléa

#### III.1 Aléas considérés

Les phénomènes naturels pris en compte sont les mêmes que ceux du PPR de 2004 et de la modification de 2008. La zone d'étude n'est concernée que par **l'aléa de chutes de blocs** (et l'aléa inondation par l'Isère sur la limite Sud-Est du périmètre).

Ne sont pas pris en compte :

- les séismes qui font l'objet d'un zonage général de la France dont le corpus réglementaire et le cadre d'application figurent sur le site internet <http://www.planseisme.fr/>
- l'aléa retrait-gonflement des argiles. Le site <http://www.argiles.fr/> fournit la carte de hiérarchisation de l'aléa et recommandations.

#### III.2 Rappel de la définition des « Chutes de blocs »

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 litre (dm<sup>3</sup>); 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'écartent de cette ligne théorique, comme ce fut notamment le cas à la Saulcette en 2015. Les blocs se déplacent par rebonds ou par roulement. Les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes et donc un grand pouvoir destructeur, le poinçonnement pouvant entraîner, dans les cas extrêmes, la ruine totale des constructions.

Les **écroulements** désignent l'effondrement de pans entiers de montagne (cf. écroulement du Granier de 1248) et peuvent mobiliser plusieurs milliers voire plusieurs millions de mètres cubes de rochers. La dynamique de ces phénomènes ainsi que les énergies développées n'ont rien à voir avec les chutes de blocs isolés. Les zones concernées par ces phénomènes subissent une destruction totale. Ces phénomènes exceptionnels ne sont pas pris en compte dans les PPR, sauf exception.

#### III.3 Qualification des aléas

Le risque d'origine naturelle, objet du présent PPRN, est la combinaison d'un phénomène naturel, visible ou prévisible, et d'un enjeu (personnes, biens, activités, patrimoine...) susceptible d'être affecté par un phénomène naturel.

Les phénomènes naturels sont caractérisés par une intensité et une période de retour.

La combinaison des deux facteurs permet de qualifier le phénomène naturel étudié : on parle alors d'aléa.

La cartographie des aléas peut être élaborée par méthode « classique » basée sur une analyse géomorphologique du territoire, les aléas étant évalués sur quatre, voire cinq niveaux : négligeable, faible, moyen, fort (+ exceptionnel). Cette méthode est utilisée pour réaliser des cartes générales d'aléas sur de grands territoires.

Une méthode plus analytique est pratiquée pour le zonage des PPRN sur le département de la Savoie. Elle est basée sur l'intensité et la période de retour prévisibles. On parle de



Cartographie Pondérée des Phénomènes Naturels (C2PN). La méthode, utilisée pour le PPR de Moutiers en 2004 et 2008, est décrite ci-après.

### III.3.1 Critères de pondération des phénomènes

Outre l'extension géographique connue ou prévisible, les deux critères retenus sont **l'intensité et la période de retour**.

Le degré de pondération ainsi obtenu par combinaison des 2 critères, est dit **instantané** quand il intègre les effets de dispositifs de protection<sup>3</sup> éventuellement présents à l'instant de la réalisation de la cartographie.

Il est complété par un degré de pondération **absolu** qui ne prend pas en compte l'état de la couverture végétale (le boisement principalement), ni l'existence de dispositifs de protection. La confrontation de ces deux degrés de pondération, instantané et absolu, lorsqu'ils existent, permet d'apprécier l'impact de la couverture végétale, et/ou des dispositifs de protection sur le danger que représente le phénomène étudié pour les enjeux.

Afin de faciliter la compréhension, une synthèse des critères retenus pour la caractérisation du phénomène est réalisée sous forme d'une carte où l'aléa.

### III.3.2 Grille de qualification de l'aléa

Chaque degré de pondération est composé par deux chiffres : Intensité estimée - Période de retour estimée

#### Classes d'intensité

Sur un site donné, le choix de la classe d'intensité est fondé sur la constructibilité d'un bâtiment-référence (10 m par 10 m 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 % maximum de la valeur du bien) qui lui permettrait de résister à l'impact du phénomène.

- **0** : nulle ;
- **1** : faible → La réalisation des travaux de renforcement n'est pas indispensable, 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** : élevée → Il n'est pas envisageable de construire le bâtiment, aux conditions définies ci-dessus ;
- **3\*** : très élevée : Le + permet de décrire de possibles scénarios catastrophiques, par exemple des effondrements de grande ampleur.

---

<sup>3</sup> Remarque relative à la prise en compte des ouvrages : Conformément aux guides en vigueur et à la position du Ministère en charge de l'Ecologie (courrier DGPR du 17 octobre 2011), seuls les ouvrages de type merlon (digue pare-bloc) pourront être considérés dans la qualification de l'aléa s'ils ont fait l'objet d'un dimensionnement fonctionnel et structurel pour l'aléa de référence du PPR, et s'ils bénéficient d'un entretien par un maître d'ouvrage qui dispose de la capacité à l'assurer de manière durable.

Les ouvrages type ancrages, confortement, filet ou grillage plaqué, et écrans de filet ne seront pas considérés dans le zonage de l'aléa. Cette position adoptée par l'Etat tient au fait que les merlons sont pérennes et forment un obstacle topographique au même titre qu'un relief quelconque. En revanche les autres ouvrages ont une durée de vie limitée (souvent estimée à 25 ans) et ne peuvent servir qu'une seule fois (un écran de filet couché par un bloc ne pourra pas resservir une seconde fois en cas de réplique).

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

### Classes de période de retour

- 1 : potentiel → Tous les facteurs propres à rendre prévisible le phénomène étudié sont présents, 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.

		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
		0	0	0	0	0	0
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
Fort : 3		3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6

Niveau d'aléa :  FORT  MOYEN  FAIBLE

Niveau d'aléa « chute de bloc » obtenu par croisement de l'intensité et de la fréquence

Les zones non concernées par ce tableau sont considérées en aléa négligeable

### III.3.3 Légende de la C2PN

L'échelle de cartographie retenue est celle du 1/5000.

Le phénomène étudié est décrit par :

- une lettre majuscule, « P », abréviation du nom du phénomène ;
- un indice, composé de deux chiffres, décrivant l'intensité et la période de retour ;
- un exposant composé de la même façon, mais décrivant le phénomène **absolu**, (en imaginant le site sans couverture végétale et sans dispositif de protection).



## IV Documents consultés et intégrés

La bibliographie citée ci-après concerne exclusivement le site d'étude.

ADRGT (1990), Etude préalable au zonage des risques naturels, Commune de Moutiers.

BRGM (1977), Carte géologique de la France : Moûtiers. Echelle : 1/50 000.

BRGM (1979), Carte ZERMOS – Région de Moûtiers. Echelle : 1/20 000.

CEREMA (2017), Etude de protection contre les risques rocheux – commune de St Marcel, versant de la Saulcette.

CEREMA (2015), Compte rendu de l'intervention d'urgence des 7 et 8 avril 2015.

CETE (2009), Dimensionnement d'une protection passive contre les éboulements rocheux – SNCF, ligne St-Pierre-d'Albiny – Bourg-St-Maurice zone de la Saulcette.

CETE (2003), RN90, étude trajectographique – secteurs La Saulcette – Plombière.

CETE (1997), RN90 étude préliminaire d'aménagement de la vallée de la Tarentaise en Moutiers et Bourg-St-Maurice. Risques d'éboulements rocheux.

LCPC (2001), RN90, section Moutiers – La Saulcette, Falaise de Montgalgan, protection contre les éboulements rocheux. Etude trajectographique d'avant-projet.

RTM (2015), Rapport de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle – éboulement de la Saulcette.

RTM (2015), Rapport d'expertise suite aux éboulements d'avril 2015.

RTM (2003-2004), PPRN de la commune de Moutiers.

RTM (2008-2009), modification N°1 du PPRN de Moutiers.

RTM, archives du service (rapports d'expertises).

RTM (1994), Carte d'aléas de la commune de Moûtiers.

RTM (1981), Carte « Robert Marie ».

SAGE (2015), Zone de la Saulcette, commune de Moutiers, Etude de faisabilité relative à la sécurisation du secteur.

SNCF-CEREMA-RTM-DDT (2015), Rapport d'expertise aléa chute de blocs et éboulement rocheux à Montgalgan Moûtiers - La Saulcette.



## V Analyse du site d'étude

L'analyse ci-dessous actualise (événements nouveaux, évolution méthodologique) et complète la description du site faite dans le rapport de présentation du PPR de 2004, afin de justifier de manière détaillée la modification du zonage des aléas apportée par le présent rapport

### V.1 Description physique du site

La montagne de Mongalgan, qui culmine à 950 m d'altitude, domine la rive gauche de l'Isère. Elle constitue un éperon rocheux redressé orienté NNE-SSW parallèle à l'axe de cette vallée glaciaire. L'escarpement rocheux se situe en partie inférieure du grand épaulement glaciaire du Bozon créé par la dernière glaciation au Würm. Côté Est la pente de cette montagne est très raide pour le tiers supérieur non végétalisé, les 2/3 inférieurs étant marqués par des couloirs d'éboulis. Par ailleurs, il est à noter une rupture de continuité de la crête de falaise qui crée des ruptures de pentes et une zone rocheuse déprimée. Les pentes inférieures sont composées d'éboulis très épais sur lesquels la végétation peine à s'installer. Les végétaux sont principalement des arbustes.

D'un point de vue géologique, la montagne de Montgalgan se situe dans la zone valaisanne (Unité de Moûtiers) dans un environnement géologique complexe constitué de roches triasiques de nature quartzitique et surtout dolomitique notamment sur la partie Nord. Ce site s'inscrit sur le flanc Est de l'anticlinal de Hautecour, à cœur cristallin.



Figure 5 : configuration géologique du site

Concernant le contexte structural, le substratum est très redressé et s'aligne selon l'orientation NNE-SSW d'une faille majeure qui passe à l'Est du versant. Ainsi la stratigraphie est orientée de manière générale selon cet axe et possède un pendage subvertical orienté vers l'Est. La série sédimentaire est probablement affectée localement de phénomènes de fauchage.

Les instabilités de cette unité sont multiples du fait d'une intense fracturation du massif, avec des familles de discontinuités multiples qui :



- découpent des masses rocheuses individualisées selon des dièdres de plusieurs centaines de m<sup>3</sup> générant en leur sein des blocs de masse dépassant la dizaine de m<sup>3</sup>,
- génèrent des blocs isolés souvent de taille et de volume inférieur, soit produisent enfin des écaillles rocheuses et des colonnes ou chandelles de roches dolomitiques (surtout en partie Nord du secteur) de plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>.

La conséquence est un aléa rocheux clairement identifié pour des masses rocheuses potentielles dépassant les 1000 m<sup>3</sup>.

Les facteurs de prédisposition sont la nature même du massif rocheux, la décompression générale du massif liée à la disparition du glacier, la présence des discontinuités qui affectent le massif ainsi que la géométrie de ces discontinuités par rapport à la topographie.

Le facteur aggravant, lié aux caractéristiques hydrogéologiques, est l'alternance gel/dégel dont le rôle n'est pas négligeable par son action sur les matériaux qui remplissent les fractures, et par voie de conséquence, sur l'ouverture/remplissage des fractures. Ces dernières deviennent perméables et conductibles en renforçant l'ouverture et la décompression du massif rocheux.

## V.2 Historique

### V.2.1 Événements connus (actualisation pour les événements postérieurs au PPR de 2004)

**08 février 1923 :** Km 55,300 – éboulement de 30 m<sup>3</sup> (source SNCF) ;

**15 janvier 1930 :** Km 55,420 environ – éboulement d'un volume total de 6 m<sup>3</sup> (source SNCF) ;

**Avril 1969 :** Km 55,300 – éboulement d'un volume total de 3 m<sup>3</sup> (source SNCF) ;

**9 avril 1970 :** accident mortel liés à une chute de blocs sur la RN90 (source CETE) ;

**16 janvier 1975 :** accident avec blessé grave liés à une chute de blocs sur la RN90 (source CETE) ;

**11 mars 1981 :** environ 5 m<sup>3</sup> de blocs (dont certains atteignent 1 m<sup>3</sup>) traversent les nappes de filets métalliques installées en 1980 et s'immobilisent sur la voie ferrée, quelques dizaines de mètres au sud-ouest de la Z.A. de la Saulcette (source RTM) ;

**6 janvier 1983 :** accident avec blessé grave liés à une chute de blocs sur la RN90 (source CETE) ;

**Février 1987 :** chute de 5 m<sup>3</sup> sur la RN90 (source Géorisques) ;

**04 mars 1987 :** des blocs se détachent d'un éperon, plusieurs centaines de mètres au-dessus de la Z.A. de la Saulcette. Un bloc de 0,6 m<sup>3</sup> (plus d'une tonne) s'écrase sur le premier wagon du train de voyageurs "Chambéry-Bourg-St-Maurice" qui circulait au niveau de la Grande Saulcette. Il traverse le toit du wagon et pulvérise deux compartiments, en blessant légèrement deux voyageurs. Un second bloc de moindre importance endommage le système de freins de la motrice et un troisième termine sa course contre les locaux de l'établissement « Boix : fruits et légumes », sans causer de dégâts (source RTM) ;

**14 décembre 1997 :** chute de 3 m<sup>3</sup> sur la RN90 (source Géorisques) ;

**5 avril 2001 :** Km 55,200 - éboulement de 10 m<sup>3</sup> dans les écrans N2 à N5 et 6, déclenchement des filets détecteurs, atteinte de la RN90 (source SNCF) ;

**22 juin 2001 :** Km 55,200 - chute d'un bloc de 200 l retenu dans l'écran N3 (source SNCF) ;

**22 février 2003 :** Km 55,550 - déclenchement du filet détecteur n°13, bloc 130 l sur voie, écrans N12, N13 et N14 endommagés (source SNCF);

**10 mars 2006 :** Éboulement de 30m<sup>3</sup> concentré au 55.272. Impact principal à 3 m du rail file droite, écrans de filets nappes 4, 5, 6 et 9 sollicités par la chute, impact sur un hauban de la caténaire qui a entraîné la chute de la caténaire. 10 fils du filet détecteur coupé au 55.370. Un fil de la ligne EDF HT sectionné au passage d'un bloc. Certains blocs se sont arrêtés sur ou à proximité de la RN90, d'autres ont fini leur courses dans l'Isère (sources SNCF - RTM) ;

**Septembre 2008 :** Km 55,305 - éboulement de 5 m<sup>3</sup> (source SNCF) ;

**7 Décembre 2008 :** Éboulement initial de 10m<sup>3</sup>, le volume estimée retenu dans les nappes 5 et 6 est de 400L. Un bloc de 2m<sup>3</sup> s'est immobilisé sur la RN90, un autre dans l'Isère. Un Support des filets de détection a été sectionné (source RTM);

**Les 7 et 8 avril 2015 :** cf § V.2.2 (sources RTM, CEREMA)

**8 – 9 janvier 2018 :** une chute de bloc, a priori isolée, s'est produite sur le site de la Saulcette depuis les affleurements de Mont Galgan. L'événement a libéré un bloc d'un peu plus de 2 m<sup>3</sup> qui a perforé un écran de filet posé en 2015 (de capacité 5000 kJ) sans solliciter ses freins. Ce même bloc a ensuite impacté la voie ferrée pour finir sa course contre des blocs béton disposés le long de l'ancienne RN90 (source RTM).

### **Synthèse :**

La présente analyse actualisée permet d'ores et déjà de considérer une fréquence des chutes de blocs élevée sur ce site avec ces 18 événements connus<sup>4</sup> en moins de 100 ans.

Parmi ces événements, 4 ont atteint la zone urbanisée et 2 l'ont dépassé. Notons également que le site dispose depuis quelques décennies, de dispositifs de protection qui ont souvent été sollicités. Il est évident que sans ces derniers, la zone artisanale aurait été affectée plus souvent.

En plus de ces événements marquants, en moyenne un événement est relevé chaque année par la SNCF plus en amont au droit des filets de protection (chute de pierre ou bloc ayant impacté au moins un écran avec nécessité de maintenance/rectification de géométrie) et une centaine de pierres de plus de 0,01m<sup>3</sup> ou de petits blocs sont relevés annuellement dans les écrans répartis sur la zone de La Saulcette.

### **V.2.2 Événements d'avril 2015**

Il est proposé un focus sur cet éboulement qui est à l'origine de la présente modification n°2 et qui sera de fait, considéré comme le phénomène de référence.

Le 7 avril 2015, un premier éboulement de plus de 100 m<sup>3</sup> produit de nombreux blocs, dont le volume unitaire est estimé à un peu plus d'1m<sup>3</sup>. Ce premier événement n'a pas sollicité la détection SNCF et les anciens filets avaient pleinement joué leur rôle.

S'en suivent 3 répliques le même jour à plusieurs heures d'écart dont la dernière a provoqué d'importants dégâts détruisant les filets pare-blocs (sur plus de 200 ml) et les infrastructures de la SNCF (voie, mur soutènement, détection, etc.). En contre-bas de la voie ferrée, la zone artisanale de La Saulcette est touchée par le passage de gros blocs (le plus gros totalisant près de 15m<sup>3</sup>). Deux entrepôts logistiques et des locaux de commerce sont endommagés. Deux personnes sont blessées légèrement. La RN90 n'est pas encore touchée.

---

<sup>4</sup> Événements ayant été observés, ou ayant occasionné des dégâts aux infrastructures, ou ayant déclenché le système d'alerte de la SNCF (dispositif détecteur).



Le 8 avril 2015, un cinquième éboulement de grande ampleur (environ 400 m<sup>3</sup>), survient au milieu de la nuit. La voie ferrée, située en première ligne, a subi des désordres majeurs, sur une longueur de 350m. Tous les écrans pare-blocs situés en amont sont détruits. De nombreux locaux de la zone artisanale ont été touchés ou détruits par les blocs. Des blocs ont atteint la RN90 et deux d'entre eux ont franchi l'Isère avant de s'arrêter en crête d'un mur de soutènement situé en rive gauche.

La zone de départ de cette succession d'éboulements est la même que celle de l'événement de 2006. Au total, le volume éboulé est estimé à au moins 500 m<sup>3</sup>, les plus gros blocs unitaires font près de 20 m<sup>3</sup> (estimation d'un bloc de 18 m<sup>3</sup> dans l'entrepôt « Kawasaki »). Les masses éboulées se sont propagées à l'intérieur d'un cône caractérisé par une déviation latérale de 35° en plan par rapport à l'axe de la plus grande pente.

Notons une période de retour rare de ce type d'événement : La voie ferrée construite au début du 20<sup>ième</sup> siècle n'avait jamais connu un éboulement d'un volume aussi important. En revanche, quelques blocs avaient déjà atteint l'Isère lors de l'éboulement de mars 2006 et un bloc s'était arrêté contre un local de la zone d'activité lors de l'éboulement de février 1987.

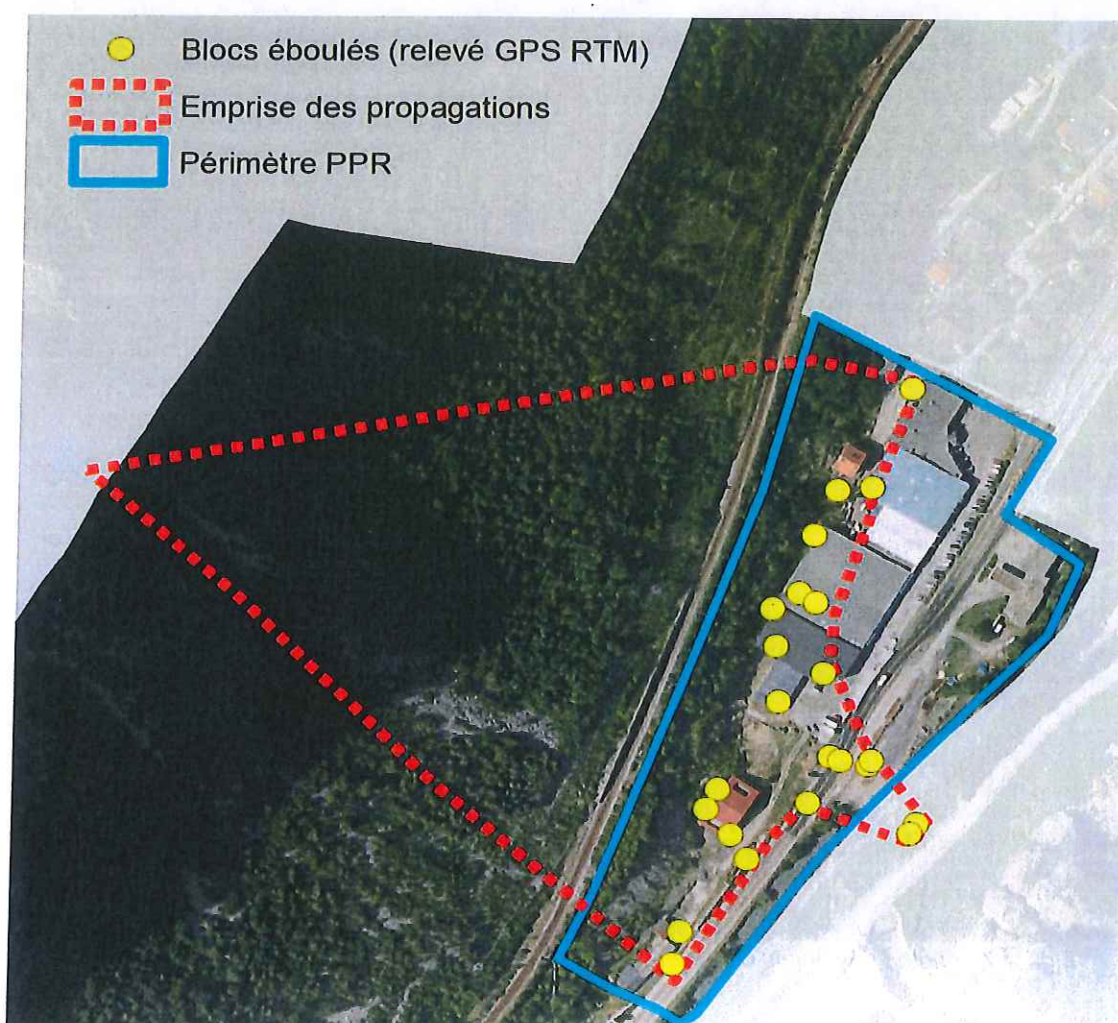


Figure 6 : localisation des points d'arrêts des blocs les plus lointains lors de l'éboulement des 7 et 8/04/2015 (d'après relevés RTM, 28/04/2015)



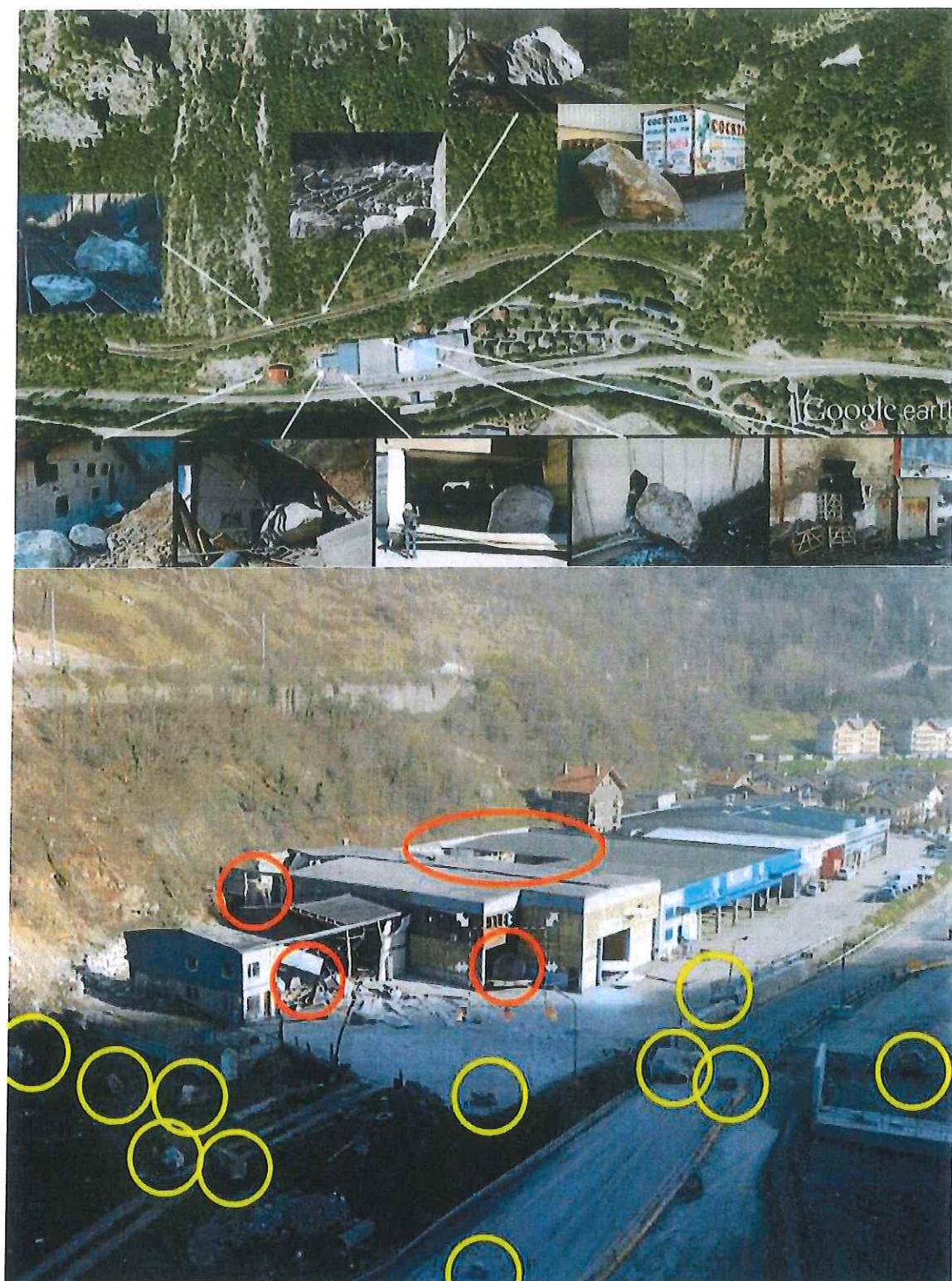


Figure 7 : photos des points d'arrêts des blocs les plus lointains lors de l'éboulement des 7 et 8/04/2015



### V.3 Ouvrages de protection

Il existe plusieurs dispositifs de protection sur le site. L'essentiel a pour objectif de sécuriser la voie ferrée. Une partie sert à protéger la RN90, et on distingue des vestiges d'ouvrages de l'ancienne RN90.

#### **Protection de la voie ferrée :**

Des écrans de filets pare-bloc (de capacité 5000 kJ au niveau ultime = énergie maximale de capacité d'arrêt, pour un seul bloc) sont implantés quelques mètres en amont de la voie ferrée au droit de l'ancienne zone artisanale.

Au Nord du périmètre d'étude, en amont du lotissement de la Saulcette (commune de St Marcel), il existe également des filets implantés également au-dessus de la ligne SNCF, de même capacité. Au Sud du périmètre d'étude, des écrans sont situés directement en sortie du tunnel, côté Moutiers.

L'ensemble du dispositif est en bon état (la majorité des éléments ayant été posée en 2015) et peut s'avérer efficace pour des chutes de pierres ou de petits blocs. L'analyse de l'historique montre d'ailleurs que plusieurs événements ont été contenus dans les anciens filets. En revanche, ces ouvrages ne peuvent pas être efficaces pour le scénario de référence (éboulement de plusieurs centaines de m<sup>3</sup>). En effet, les études trajectographiques font état d'énergies pouvant atteindre 13000 kJ (à comparer à la capacité des filets de 5000 kJ -au niveau ultime-). Outre cet aspect, l'événement de 2018 rappelle les limites d'efficacité de ce type de protection. En effet, un bloc isolé, pourtant de taille modeste, a perforé un écran sans même solliciter ses freins.

Enfin, rappelons que si le dispositif a le mérite d'exister et de sécuriser des événements fréquents d'intensité limitée, cet ouvrage est considéré comme transparent dans le cadre d'un PPR.

#### **Protection de la RN90 :**

La DIR a fait aménager un merlon en structure dit « sandwich » (parement aval en gabions, amont en blocs béton et intérieur en remblai) sur 90 ml sur 4 m de hauteur. L'objectif étant de protéger la structure du pont de la RN90. L'ouvrage est récent (printemps 2018) et, de fait, en bon état. En revanche, compte tenu de son implantation, il n'assure aucune protection de la zone urbanisée.

#### **Vestiges de protections de l'ancienne RN90 :**

Il réside plusieurs murs en blocs béton le long de l'ancienne RN90. Ceux-ci sont visibles de part et d'autre du merlon « sandwich », ou plus au Sud. Ceux-ci n'apportent aucune protection de la zone urbaine.

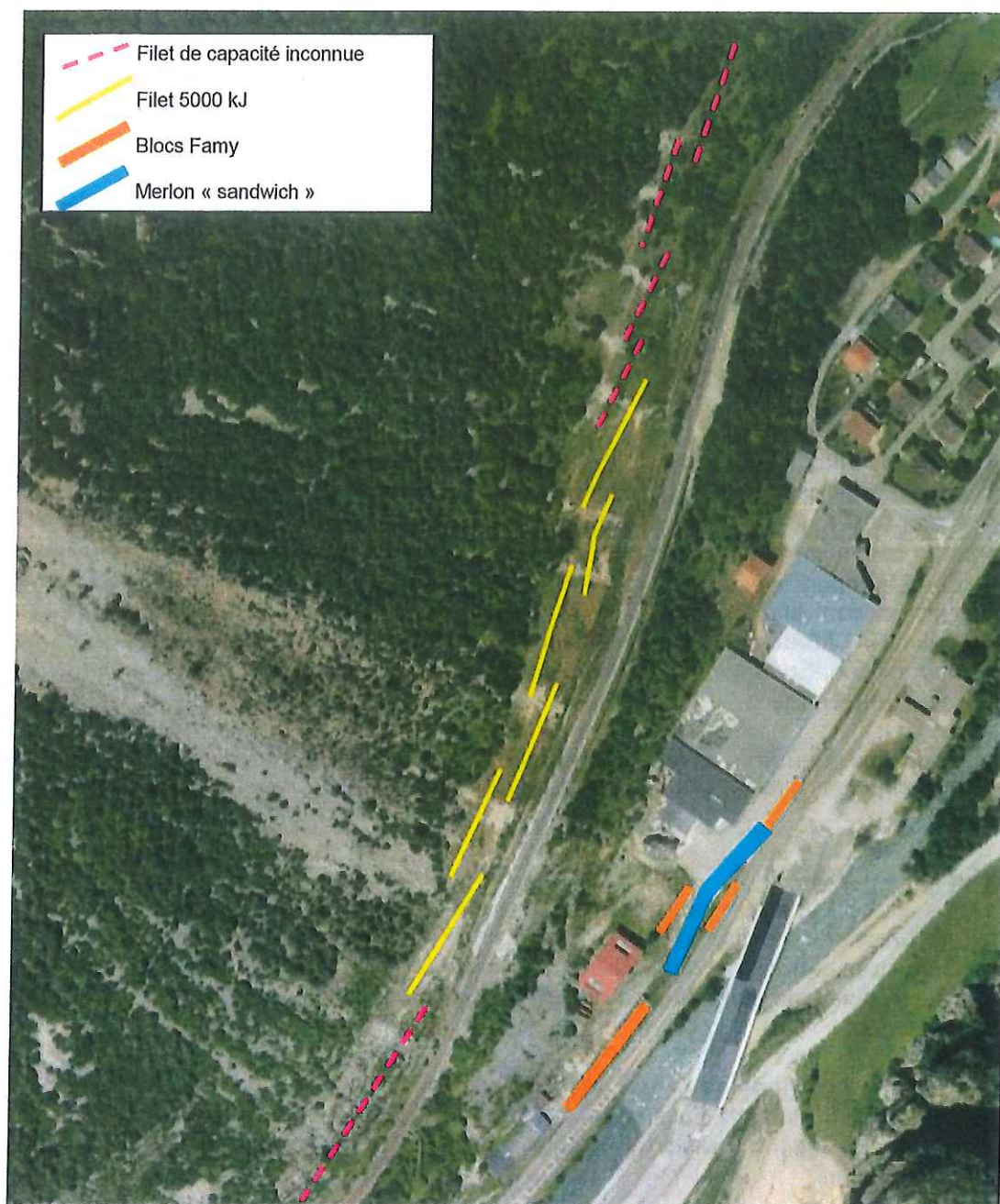


Figure 8 : Localisation des ouvrages de protection existants



## V.4 Qualification de l'aléa

### V.4.1 Intégration des nouvelles études

Outre l'événement de 2015 qui amène une connaissance supplémentaire au dossier, il convient également de considérer les nouvelles études réalisées après le PPR de 2003 (approbation en 2004) et la modification n°1 de 2008.

**Le CETE (2008 et 2009)** donne, selon les critères du guide technique du LCPC de 2004, les estimations suivantes :

- « - un aléa très élevé à court terme, à permanent, de chutes de petites pierres et de blocs inférieurs à  $0.1\text{m}^3$  ;
- un aléa élevé à court terme, à très élevé à très court terme, de chutes de petites pierres et de blocs de  $0.1$  à  $1\text{m}^3$  ;
- un aléa faible à moyen terme, à très élevé à court terme (aléa localement très élevé à très court terme), de chutes de blocs de  $1$  à  $10\text{m}^3$  ;
- un aléa très faible à moyen terme, à très élevé à moyen terme (aléa localement élevé à court terme), de chutes de blocs de  $10$  à  $100\text{m}^3$ , avec formation d'éléments de  $5$  à  $10\text{m}^3$  après fragmentation ;
- un aléa très faible à moyen terme, à modéré à moyen terme, de chutes de masses limitées de  $100$  à  $1000\text{m}^3$ , avec formation de blocs pouvant dépasser  $10\text{m}^3$  après fragmentation ;
- un aléa très faible à moyen terme, de chutes de masses de  $1000$  à  $2000\text{m}^3$  ».

Cette classification est celle utilisée usuellement pour des enjeux linéaires et mobiles (routier ou ferroviaire). La période de retour de référence est de 30 ans (contre 100 ans pour les enjeux d'urbanisme). Par analogie, il convient de considérer selon cette analyse que le site dispose :

- un aléa très élevé d'éboulement jusqu'à  $100\text{m}^3$  avec formation de blocs unitaires de  $5$  à  $10\text{m}^3$  pour une période de retour de 100 ans;
- un aléa modéré d'éboulement de  $100$  à  $1000\text{m}^3$  avec formation de blocs unitaires supérieurs à  $10\text{m}^3$  pour une période de retour de 30 ans, ce qui pourrait légitimement correspondre à un aléa fort ramené sur une période de retour de 100 ans.

Le CETE s'est également appuyé sur des études trajectographiques. Les résultats donnent des énergies souvent supérieures à  $10000\text{ kJ}$  au niveau de la voie ferrée. Il n'est pas indiqué de valeur au droit du périmètre de la présente modification du PPR. Il est possible qu'une partie substantielle des trajectoires s'arrêtent sur la voie ou sont ralenties par celle-ci. Toutefois, les blocs qui la franchissent doivent disposer d'énergie encore très élevée.

**SAGE (2015)** a procédé à des modélisations au droit de la zone d'activité pour des blocs au départ supérieurs à  $10\text{m}^3$  (au niveau des bâtiments Citroën, Malana, et Cocktail Scandinave). Les résultats donnent une probabilité d'atteinte élevée (20% à l'arrière de Citroën et 5% au niveau de Cocktail Scandinave) avec des énergies de  $5000$  à  $6000\text{ kJ}$ .

**Le CEREMA (2017)** a réalisé de nouvelles modélisations trajectographiques au droit du lotissement de la Saulcette sur la commune de St Marcel, au nord du périmètre d'étude. Ces dernières montrent l'atteinte de la moitié du lotissement (jusqu'à la rue de la Grande Saulcette), ce qui représente environ  $100\text{ m}$  depuis la voie ferrée, et  $50\text{ m}$  depuis le pied de versant. Le report de ces mêmes distances au droit du périmètre PPR englobe l'intégralité de la zone d'activité et atteint la RN90 sur la partie Sud. Or ce rapport, ainsi que ceux du CETE de 2008 et 2009, font état d'un aléa de départ bien moins élevé sur ce secteur que sur celui de la zone d'activité (falaise moins marquée en amont et plus éloignée, avec blocométrie au départ moins importante). Malgré un aléa au départ plus modeste sur cette zone, les énergies atteignent  $14000\text{ kJ}$  au niveau de la voie ferrée.

**Synthèse :**

Ces études postérieures à 2008 sont convergentes sur la probabilité d'atteinte de la zone artisanale avec des énergies très élevées. Du fait de ces intensités très fortes, l'application de la grille de qualification d'aléa (cf ci-dessous) en présence de données trajectographiques usuellement utilisées sur l'ensemble de l'Arc Alpin (méthode Suisse reprise en annexe du guide MEZAP) donne un aléa fort sur le périmètre du PPR quel que soit la probabilité d'atteinte.

Intensité				
Forte	> 300 kJ	Fort (B3)	Fort (B3)	Fort (B3)
Moyenne	30 kJ < I < 300 kJ	Fort (B3)	Moyen (B2)	Moyen (B2)
Faible	< 30 kJ	Moyen (B2)	Moyen (B2)	Faible (B1)
		Forte	Moyenne	Faible
		Probabilité d'atteinte		

**V.4.2 Méthode MEZAP**

Cette méthode empirique consiste à croiser l'intensité avec la probabilité d'occurrence qui est elle-même issue d'une matrice interceptant la probabilité d'atteinte avec l'activité.

- L'intensité correspond à la blocométrie.
- La probabilité d'atteinte est définie par les lignes d'énergie.
- L'activité est appréhendée par l'analyse de l'historique.

Le détail de la méthode est donné en annexe 1.

L'aléa est obtenu par croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité par le biais d'une matrice de la méthode MEZAP dont les étapes de construction sont détaillées en annexe 1.

**Scénario de référence :** Il est retenu un éboulement de 500 à 1000 m<sup>3</sup> depuis la falaise Montgalgan. Lors de leurs chutes, après fragmentation à l'impact au sol ou en paroi, les blocs unitaires peuvent atteindre un volume supérieur à une dizaine de m<sup>3</sup> (18 m<sup>3</sup> relevé en 2015). L'évolution du scénario de référence par rapport à celui du PPR de 2004 concerne donc le volume au départ, revu un peu à la hausse à la lumière de l'éboulement de 2015.

**Intensité :** l'analyse de l'historique et des études disponibles, donne une blocométrie régulièrement supérieure à 1m<sup>3</sup> et occasionnellement supérieure à 10 m<sup>3</sup>. L'intensité est donc très élevée.

**Probabilité d'occurrence :**

- **Activité :** avec 18 événements marquants répertoriés en moins de 100 ans, soit près de 2 blocs tous les 10 ans, et de très nombreux événements stoppés par les écrans ou en amont de ceux-ci, l'activité peut être considérée comme forte. Toutefois si l'on considère seulement les événements supérieurs à 10 m<sup>3</sup>, l'activité est moyenne.
- **Probabilité d'atteinte :** la ligne d'énergie au droit des anciens entrepôts ainsi qu'au niveau de la maison inachevée est de 40°. Au niveau de la station de service, elle est de 36°. La probabilité d'atteinte est très forte sur les locaux abandonnés, forte jusqu'au nouveau tracé de la RN90 et moyenne au niveau de la station-service.



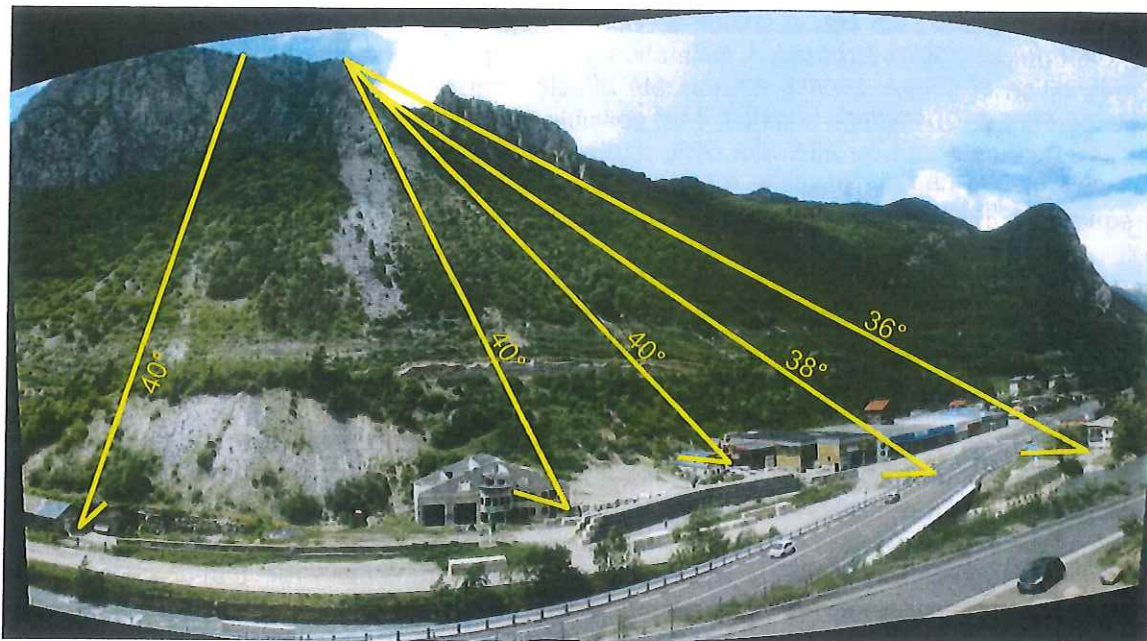


Figure 9 : relevé des lignes d'énergie

- **Probabilité d'occurrence résultante** : le croisement de l'activité et de la probabilité d'atteinte donne une probabilité d'occurrence moyenne à très élevée.

**Aléa résultant** : L'application des grilles de croisement donne un aléa très fort jusqu'à la RN et un aléa fort au-delà.

#### V.4.3 Intégration en C2PN

Le scénario de référence pour la carte des aléas « C2PN » reste le même que celui décrit au paragraphe précédent (méthode MEZAP).

La qualification de l'aléa chute de blocs est faite selon la même grille (couple intensité-fréquence) que pour la C2PN du PPR de 2004, rappelée au paragraphe III-3-3.

**Sur la majeure partie du périmètre d'étude** : au regard de l'historique, la fréquence est jugée élevée (période de retour d'environ 10 ans pour des phénomènes supérieurs au  $m^3$  et trentennale pour des blocs de l'ordre de  $10 m^3$ ). Que l'on s'intéresse aux résultats des modélisations trajectographiques (énergie > 10000 kJ), à la blocométrie des événements historiques ( $\approx 10 m^3$ ), ou au potentiel de destruction constaté lors de l'événement de 2015, **l'intensité est forte**. L'indice correspondant est donc noté **B<sub>3-5</sub>** concordant à **un aléa fort**.

*La modification par rapport à la C2PN de 2004 porte donc principalement sur la fréquence du scénario de référence, dont la période de retour est jugée aujourd'hui possible à l'échelle du siècle. Sur la partie Est de cette zone, l'intensité a également été revue à la hausse pour le scénario de référence (réévalué): l'intensité était considérée comme moyenne en 2004 (i.e : « le bâtiment-référence peut être construit en mettant en œuvre des prescriptions ») et est dorénavant considérée comme forte.*

**Au droit de la station-service** : que ce soit les modélisations trajectographiques des études existantes, ou le relevé des lignes d'énergies, les résultats donnent logiquement une probabilité d'atteinte moins élevée au niveau de la station-service. En effet, la plateforme où sont implantés les entrepôts expropriés, ainsi que la chaussée de la RN90 forment un replat de près de 100 m de longueur qui a pour effet de ralentir ou stopper l'essentiel des

propagations. Qui plus est, la station-service est légèrement excentrée de cet ensemble, la rendant un peu moins exposée. L'estimation de la fréquence est plus délicate ici : depuis son implantation la station-service n'a pas été affectée par un événement, mais si on examine l'événement de 2015 dans le détail, il est possible que, si les entrepôts de la ZA n'avaient pas existé, un bloc aurait pu atteindre cette partie du territoire. Fort de ce constat il convient de considérer une atteinte possible à l'échelle du siècle soit une période de retour rare à peu fréquente. L'indice correspondant est donc noté **B<sub>3-2</sub>** soit un **aléa fort** également.

*La modification par rapport à la C2PN de 2004 porte donc sur le fait que cette zone, qui n'était pas considérée jusqu'alors comme exposée, est considérée depuis l'éboulement de 2015 comme susceptible d'être atteinte à l'échelle du siècle (période de retour de l'ordre de 50 à 100 ans) en cas d'effondrement d'un volume de plusieurs centaines de m<sup>3</sup> (scénario de référence du PPR).*

Les différences de classification entre les versions proviennent essentiellement de la prise en compte ou non du bâti. Le PPR de 2004 (et la modification N°1 de 2008) avait considéré le bâti comme obstacle topographique sur la base de l'étude du CETE de 1997 qui mentionnait « *un risque de propagation très faible, voire nul du fait de la présence de bâtiments* ». Or, les pratiques ont évolué puisque les bâtiments sont aujourd'hui considérés comme transparents dans les zonages d'aléas. Notons d'ailleurs que le bâti concerné va être démonté.

Par conséquent, l'aléa est jugé fort sur tout le périmètre de la modification n°2 du PPR, bien que la partie à l'Est de la RN90 (comprenant la station-service), présente une probabilité d'atteinte un peu moins élevée.

La carte suivante illustre le nouveau zonage d'aléa.



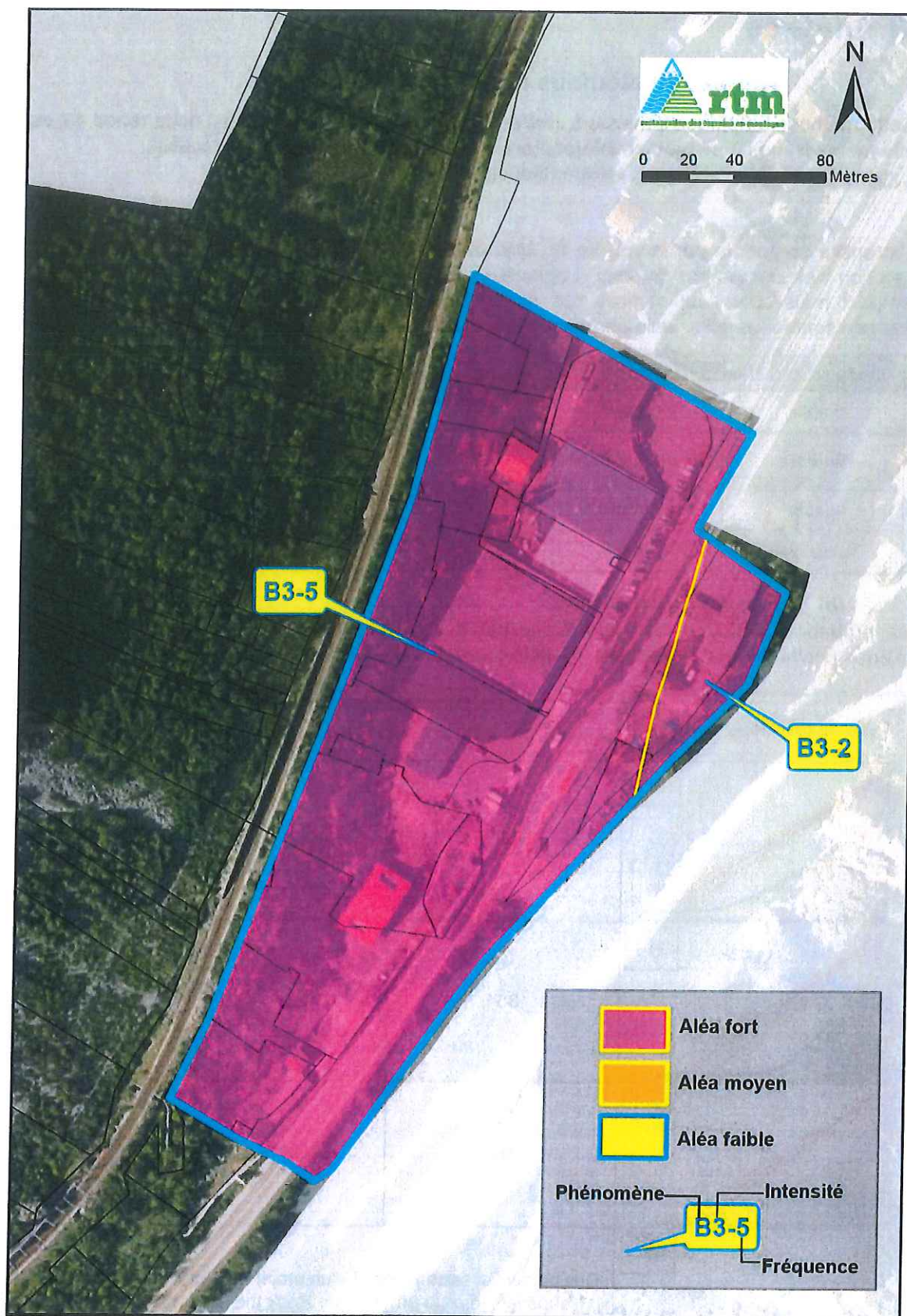


Figure 10 : carte des aléas C2PN de la présente modification du PPR  
(limite du périmètre de modification : en bleu)

## VI Annexes

### VI.1 Annexe 1 : Méthode MEZAP

Cette méthode empirique consiste à croiser l'intensité avec la probabilité d'occurrence qui est elle-même issue d'une matrice interceptant la probabilité d'atteinte avec l'activité.

L'intensité est observée sur le terrain (blocométrie).

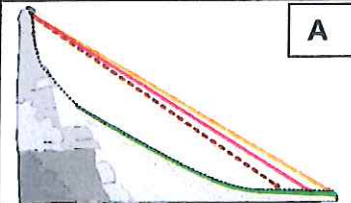
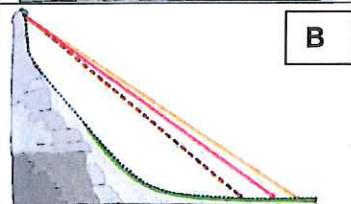
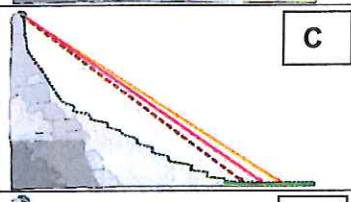

#### a) Intensité

L'intensité se définit par le volume du bloc de l'aléa de référence. Le niveau d'intensité est fonction des dommages au bâti. Logiquement il devrait donc être fonction de l'énergie à l'impact mais suite aux nombreuses expériences de relevés in-situ, c'est le volume des éléments attendus à l'échelle centennale qui préside à la caractérisation de l'intensité

Niveaux d'intensité	Description	Dommages
Faible	$< 0,25 \text{ m}^3$	Peu ou pas de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Modérée	$0,25 \text{ m}^3 < V < 1 \text{ m}^3$	Dommage au gros œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Elevée	$1 \text{ m}^3 < V < 10 \text{ m}^3$	Dommage important au gros œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très élevée	$> 10 \text{ m}^3$	Destruction du gros œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle

#### b) Probabilités d'atteinte

La probabilité d'atteinte est déterminée par des plages d'angles de lignes d'énergie. Ces plages peuvent varier en fonction de la topographie du site.

Type de profil topographique	Probabilité d'atteinte (angle de ligne d'énergie) <i>Valeurs indicatives à adapter par l'expert en fonction du terrain</i>		
	Fort	Moyen	Faible
 <b>A</b>	34°	32°	30°
 <b>B</b>	38°	35°	33°
 <b>C</b>	36°	34°	32°
 <b>D</b>	Cas particulier faisant l'objet d'un projet de recherche par l'IRSTEA dans le cadre du programme Rock the Alps (projet Interreg). A titre indicatif, les valeurs dépassent les 40° et peuvent atteindre 60°.		



**c) L'activité**

La probabilité de départ des blocs en falaise est très difficile à déterminer. Elle peut s'estimer à partir des traces de départ visibles et du nombre des blocs observés dans la pente, ce qui sera appréhendé lors des reconnaissances de terrain. Les critères utilisés pourront également être liés à l'activité passée de la zone de départ.

Indice d'activité par zone d'homogène	Description
<b>Faible</b>	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 100 ans
<b>Moyen</b>	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 10 ans
<b>Fort</b>	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les ans

**d) Probabilité d'occurrence°**

La probabilité d'occurrence est qualifiée en utilisant la matrice ci-dessous pour croiser la probabilité d'atteinte en un point et la probabilité de départ qualifiée par l'indice d'activité.

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Indice d'activité	Faible	Faible	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Moyen	Modérée	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Fort	Modérée	Elevée	Elevée	Très Elevée

**e) Aléa résultant**

L'aléa est obtenu par croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité par le biais d'une matrice :

		Intensité				Eboulement de grande ampleur
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$	$1 < V \leq 10 \text{ m}^3$	$V > 10 \text{ m}^3$	
		Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible (B1)	Moyen (B2)	Fort (B3)	Fort (B3)	Très fort (B3)
	Modérée	Faible (B1)	Moyen (B2)	Fort (B3)	Fort (B3)	Très fort (B3)
	Elevée	Moyen (B2)	Fort (B3)	Fort (B3)	Très fort (B3)	Très fort (B3)
	Très élevée	Fort (B3)	Fort (B3)	Très fort (B3)	Très fort (B3)	Très fort (B3)

