



Commune de St Paul de Varcès.
Cartographie des aléas naturels réalisée dans le cadre du PLUi
(avril 2017-juin 2018).
Précisions sur la qualification des aléas chutes de blocs.
Propositions d'évolutions.

Rapport rédigé dans le cadre de la mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage de Grenoble Alpes Métropole, à la demande de la Mission Risques.

Date de diffusion : 22/10/2018

Version de document : **Définitive**

Liste de diffusion :	Rédigé par :
Métropole : Mission Risques (Vincent BOUDIERES)	Yannick ROBERT
Mairie : M. le Maire	Vérfié par :
RTM : archivage RN – chrono (n°147) – secteur F.	Claude BARTHELON

1. Introduction

1.1. Eléments de contexte

Dans le cadre de l'élaboration de son **PLUI Grenoble Alpes Métropole** a lancé un travail important sur la cartographie des aléas naturels prévisibles. Pour cela la métropole a retenu comme assistants techniques, le RTM et Progéo-environnement, les cartographies étant réalisées par des bureaux d'études spécialisés.

La méthodologie départementale de cartographie des aléas a sensiblement évolué en 2016, avec la publication d'un **CCTP-type par la DDT de l'Isère**, validée en Mirnat en avril 2017, et diffusée aux collectivités souhaitant mettre à jour ou réaliser une nouvelle cartographie des aléas sur le leur territoire, notamment dans le cadre d'un document de planification (PLU, PLUi). Ce CCTP-type est également utilisé pour toute nouvelle réalisation de Plan de Prévention des Risques Naturels.

Le présent rapport est une reprise formalisée de la présentation publique du 20 décembre 2017, réalisée à la demande de la commune de St Paul de Varcès, par les services de la Métropole (DGA Cohérence territoriale ; mission Risques) et de son Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO - Service RTM de l'Isère et ProgéoEnvironnement). Le rapport présente également les recherches complémentaires menées en 2018 par le service RTM dans le cadre d'un stage de 3^e année d'école d'ingénieur.

1.2. Sommaire

- ❖ La première partie est consacrée au cadre méthodologique, à son application sur le territoire de St Paul de Varcès, à ses effets en matière d'évolution de l'aléa (version V2b de la carte des aléas publiée en septembre 2017), par comparaison aux précédents documents d'affichage des aléas (version 2013 de la carte des aléas communale mise en annexe du PLU approuvé).
- ❖ La deuxième partie présente les compléments d'analyse réalisés à l'automne 2017 par l'AMO (Service RTM), avec l'appui méthodologique de l'IRTEA (une note méthodologique spécifique de l'IRSTEA complète ce rapport).

- ❖ La troisième partie présente les modifications opérées depuis la réunion publique du 20/12/2017, reprises dans la version 3 de la cartographie des aléas (publication du 30 mars 2018), et les évolutions ultérieures possibles suite à des éléments de connaissances acquis entre août et octobre 2018 dans le cadre d'un stage d'ingénieur.

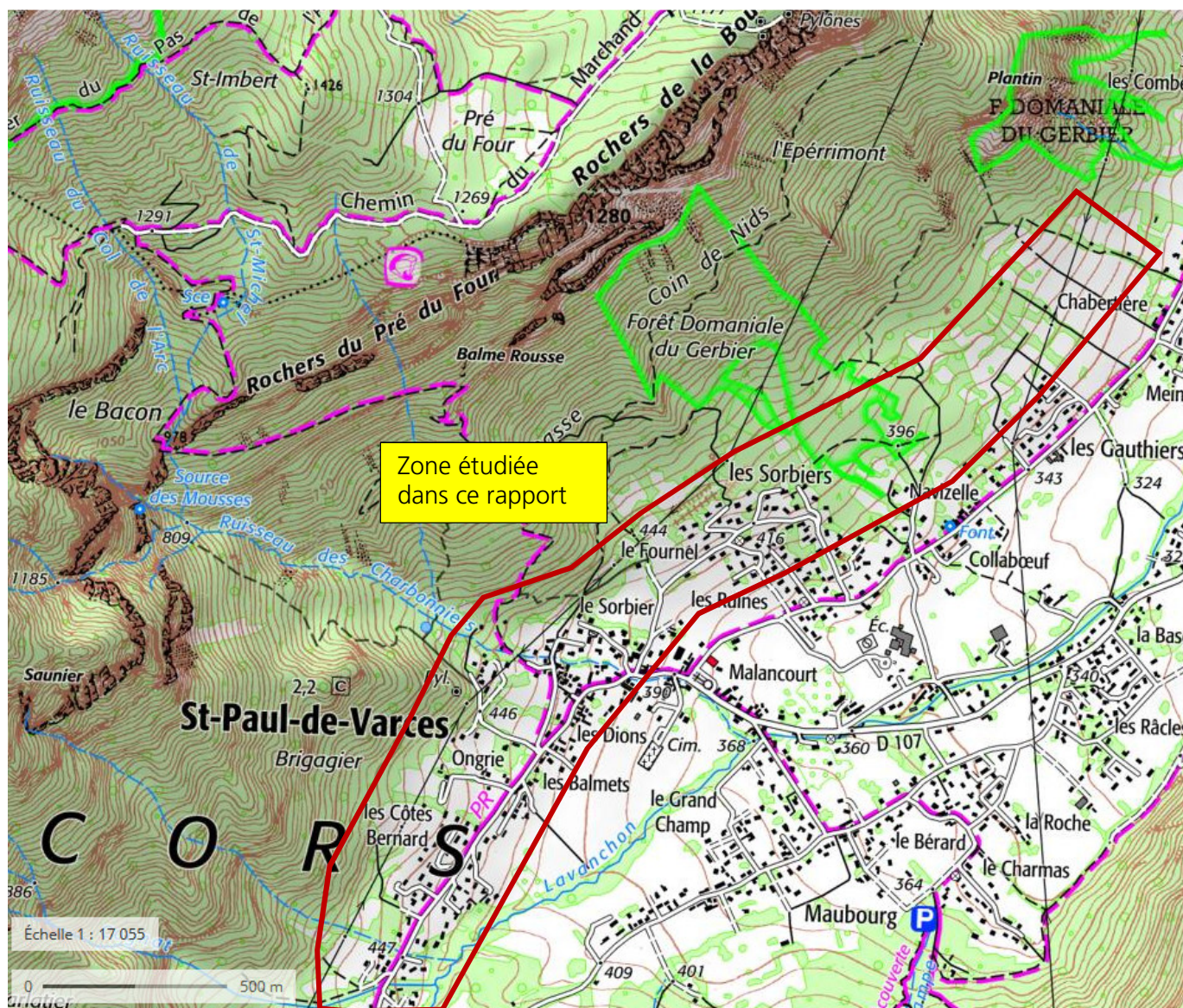
Remarques :

1/ Afin de ne pas alourdir inutilement ce rapport, les renvois aux documents publics consultables seront systématiques.

2/ Dans le cas de documents non publiés et/ou non disponibles auprès des collectivités, les éléments seront explicités dans le rapport avec si nécessaire un renvoi à des annexes jointes, indissociables du rapport, pour une parfaite compréhension.

3/ le rapport insiste plus particulièrement sur les secteurs à la caractérisation des aléas complexe, car sortant des schémas habituels.

1.3. Localisation



2. Documents de référence cités dans le rapport

2.1. A consulter en mairie et/ou à Grenoble Alpes Métropole :

- I. Carte des aléas naturels, version 2b de septembre 2017 et version 3 d'avril 2018 (dossier d'Arrêt du PLUi) [rapport de présentation ; 2 cartes A0] ;
- II. Carte des aléas, rapport_type_general-v2.0 (21/09/2017) ;
- III. Carte des aléas, version 2013 (dossier PLU approuvé) ; [rapport de présentation 2009, note de mise à jour 2012, 2 cartes A0] ;
- IV. Carte des aléas version 2009 ; [rapport de présentation, 2 cartes A0] ;
- V. Carte des risques naturels, réalisée au titre de l'article R 111-3 du CU (1993) ;
- VI. Présentation publique (14/09/2017) : « CCTP et méthodologie ALEAS 30 communes GAM » ;
- VII. Présentation publique (20/12/2017) : Réunion Carte d'aléa St Paul de Varces (zonage aléa chute de blocs) ;
- VIII. Cahier des clauses techniques particulières de réalisation des 30 cartes d'aléas sur Grenoble Alpes Métropole (décembre 2016) ;
- IX. Note de synthèse sur la présentation de la méthodologie MEZAP et l'aide au choix des valeurs d'Angle de Ligne d'Énergie pour la réalisation de la cartographie des aléas rocheux d'un PPRn. IRSTEА ; 19/10/2018

2.2. Disponibles au service RTM de l'Isère :

- A. Proposition d'une note technique à l'attention des Services Déconcentrés de l'Etat en charge des procédures PPRn. Méthodologie de l'élaboration du volet « aléa rocheux » d'un PPRn (BRGM, CETE, DGPR, DDT 06, DDT 38, DDT 74, IFSTTAR, Irstea, ONF-RTM). Version du 21/01/2014. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Énergie.
- B. Développement d'un module de DIStRIBution statistique des points d'arrêt des BLOcs rocheux dans l'utilitaire Rollfree & Proposition d'une nouvelle méthode d'aide au choix des valeurs d'angle de ligne d'énergie pour la mise en oeuvre de la méthode MEZAP (action MEZAP2). IRSTEА. 12/09/2017. PROGRAMME MEDDE (DGPR / SRNH) - IRSTEА 2017

3. Cadre méthodologique de réalisation des cartes d'aléas

3.1. Cadre départemental

Nous renvoyons aux trois documents publics :

- ❖ Cahier des clauses techniques particulières de réalisation des 30 cartes d'aléas sur Grenoble Alpes Métropole (décembre 2016) ;
- ❖ Présentation publique (14/09/2017) : « CCTP et méthodologie ALEAS 30 communes GAM » ;
- ❖ Carte des aléas. Rapport_type_general-v2.0 (21/09/2017).

3.2. Application sur St Paul de Varces pour l'aléa de chutes de blocs

Rappel : pour tous les aléas, y compris les chutes de blocs, il a été procédé à une mise à jour de la cartographie et non à une ré-expertise complète. Ce choix est basé sur une analyse critique des documents existants pour chacune des 49 communes de GAM. La connaissance des aléas sur la commune, en 2016, étant jugée très satisfaisante, il a donc été procédé à la mise en conformité des aléas 2013 avec la nouvelle méthodologie de décembre 2016. Cela implique toutefois des visites de terrain et des réajustements ponctuels.

Comme pour toutes les communes de GAM concernées par l'aléa chute de blocs, la méthodologie usuelle a été la suivante, réalisée par le bureau d'études Alpes Géo Conseils sur cette commune, puis « validée » par le RTM :

- ❖ Dire d'expert ;
- ❖ Parcours systématique du terrain avec enquête complémentaire auprès des habitants et de la mairie ;
- ❖ Réutilisation, après étude critique, de tous les documents existants (rapports, études, données historiques, anciennes cartographies) ;
- ❖ Estimation de l'occurrence et des dommages probables sur 100 ans et plus (= phénomène de référence)
- ❖ Zonage de l'aléa Chutes de blocs : groupe de travail national MEZAP (guide version définitive envoyé à la DGPR janvier 2014) ; éléments intégralement retranscrits dans le CCTP Isère (DDT) et dans le CCTP GAM (décembre 2016).
- ❖ Validation des cartes : en interne au sein du bureau d'étude puis avec l'AMO.

Aléas et Risques : l'objectif de la nouvelle méthodologie nationale MEZAP/CCTP 38 est de mieux faire le lien entre un aléa et sa traduction en risques. Le critère d'intensité (taille du bloc) est déterminant. Il est ensuite considéré un bâtiment standard, non renforcé, et son potentiel d'endommagement si un bloc venait à l'impacter. La vulnérabilité humaine est prise en compte à l'intérieur du bâtiment. En effet, pour les chutes de blocs, quel que soit la taille des éléments, le risque est toujours très élevé pour une personne se déplaçant en dehors d'une zone protégée

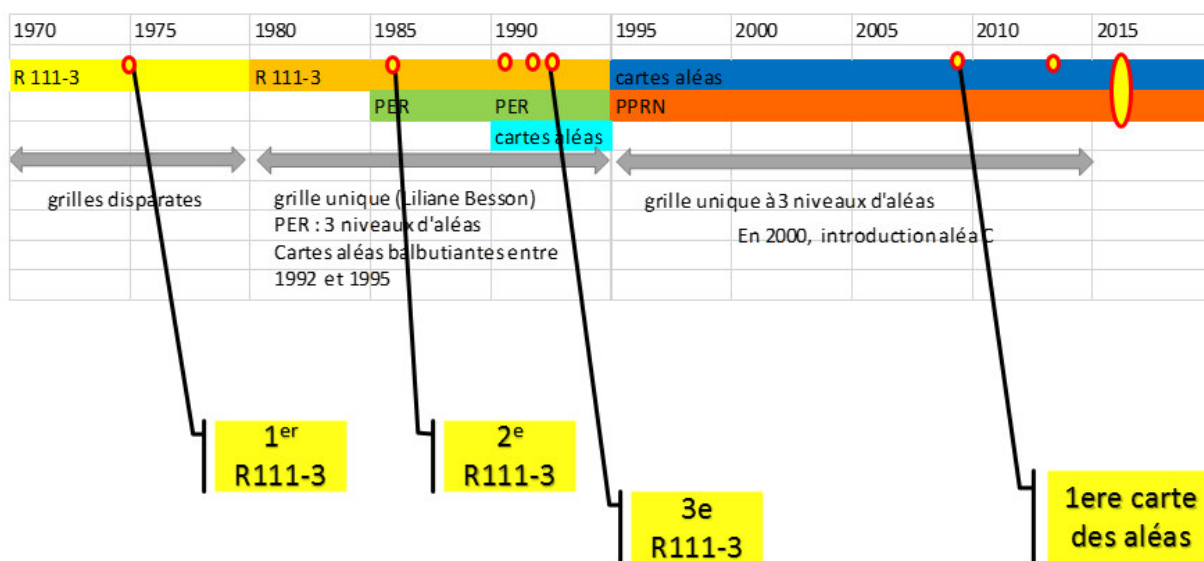
- ❖ Aléas faibles (P1) et moyens (P2) = protections individuelles via construction adaptée et urbanisme. Risque faible sur personnes et biens dans le bâtiment (endommagements non structurels).
- ❖ Aléa fort (P3) = protections passives obligatoires. Risque modéré sur personnes et biens. Endommagements structurels importants du bâtiment si aucune protection passive.
- ❖ Aléa très fort (P4) : protections passives obligatoires. Risque important sur personnes et biens. Endommagements structurels importants/ruine du bâtiment si aucune protection passive.

4. La prise en compte de l'aléa chute de blocs avant 2017

Il existe 2 documents majeurs appréciant ce phénomène sur le territoire communal.

- ⇒ Le 1^{er} est la carte des risques naturels R.111-3. La dernière version approuvée date de 1993, mais il y a eu plusieurs documents révisés depuis 1975.
- ⇒ Le 2^e est la carte des aléas naturels publiée en 2009 et reprise en 2013 (évolution du zonage de l'aléa torrentiel du Lavanchon)

Le graphique ci-après permet de situer chronologiquement l'évolution des différents documents d'affichage des risques sur St Paul de Varcès. L'échelle de référence représente la typologie existante sur le département de l'Isère depuis 1970.

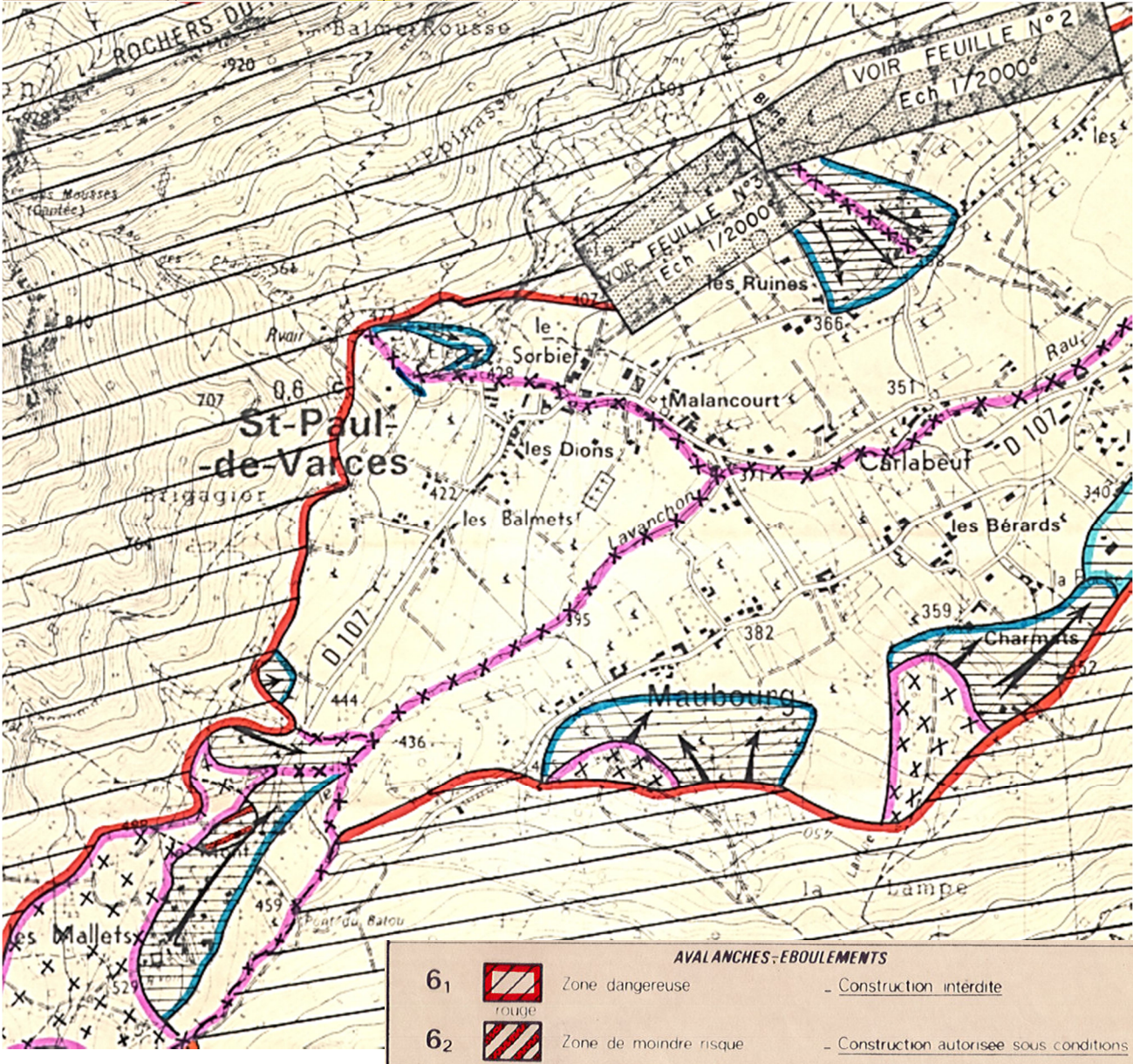


4.1. Carte des Risques R.111-3

La carte de 1993 identifie l'ensemble des versants de la commune comme exposés à des « éboulements » (c'est le terme utilisé à l'époque, qui englobe chutes de blocs isolées et petits écroulements). L'affichage des risques est à deux niveaux : « zone dangereuse », « zone de moindre risque ». L'analyse est réalisée à dire d'expert et le document produit est une carte des phénomènes perçus, mais pas une carte des aléas au sens moderne du terme, c'est-à-dire avec des matrices de croisements à plusieurs paramètres (probabilités, intensité, fréquence, etc.). L'affichage, qui a évolué entre 1975 et 1993, montre un durcissement pour le zonage des risques « éboulements » : la limite de la zone dangereuse (construction interdite) n'a cessé de descendre sur le versant. En 1993, les zones urbaines (ou en devenir) les plus concernées par ce phénomène sont celles dont l'historique récent est le mieux connu : secteur Ruines/Sorbiers d'une part, secteur des Mallets d'autre part. En dehors du secteur Ruine/Sorbiers, qui a fait l'objet de cartographies détaillées au 1/2000^e, le reste de la commune est cartographié sur un fond IGN agrandi au 1/10000^e en noir et blanc, très difficile à utiliser pour un report précis des zones de risques dans des documents de planifications (POS, PLU).



Exemple d'encart au 1/2000^e (échelle non respectée dans ce rapport) sur le secteur des Sorbiers



Extrait du zonage des Risques R.111-3 et légende correspondant à l'aléa « éboulement »

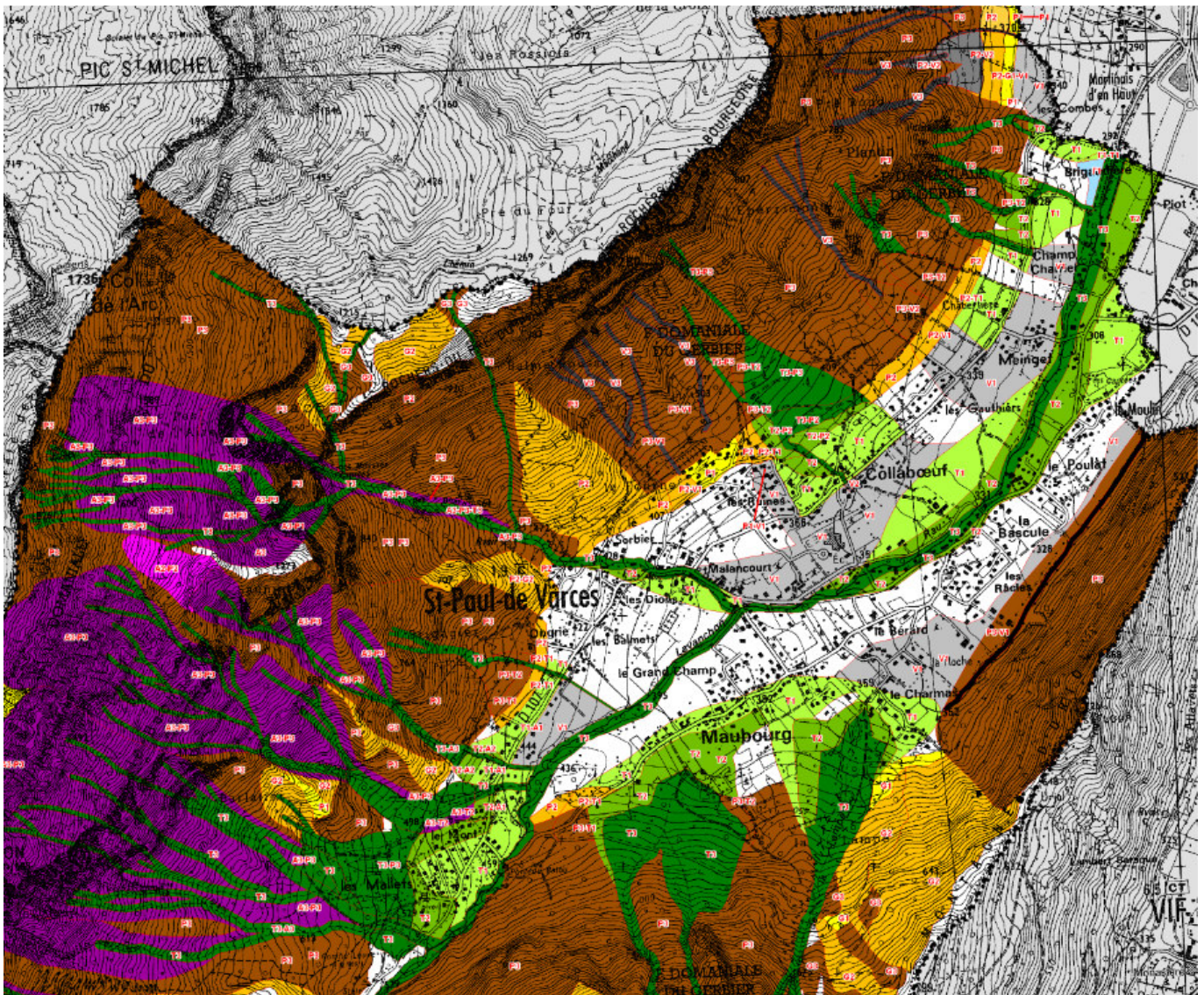
4.2. Carte des aléas de 2009/2013

A l'occasion de la révision du POS en PLU, la commune a souhaitée mettre à jour sa carte des risques en 2006. L'échelle et l'obsolescence du fond IGN de la carte R.111-3 étaient devenues incompatibles avec la prise en compte des risques au niveau national et départemental.

Il y a en effet des changements majeurs opérés en 20 ans :

- Echelle de référence 1/5000^e, sur fond cadastral,
- Etablissement de grilles et de critères précis pour chaque phénomènes naturels, notamment les chutes de blocs.
- Prise en compte de résultats d'études (hydrauliques, trajectographiques, géotechniques) et de certains travaux réalisés.

Il ressort de cette nouvelle analyse, conduite de 2007 à 2009, une bien meilleure précision du zonage des aléas, mais aussi une justification beaucoup plus fine des limites d'aléas en zones anthropisées, par comparaison à la carte des risques R.111-3.



Extrait de la carte des aléas de 2009. Les couleurs marron et orange symbolisent majoritairement l'aléa chute de bloc. La carte mise à jour en 2012-2013 ne concerne que l'aléa torrentiel du Lavanchon. Les limites des autres aléas n'ont pas été modifiées.

Pour les chutes de blocs, les grilles de critères départementales (DDT38 ; 2005) sont les suivantes :

Aléa	Indice	Critères
Aléa fort	P3	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise, affleurement rocheux) - Zones d'impact - Auréole de sécurité à l'amont des zones de départ - Bande de terrain en plaine au pied des falaises, des versants rocheux et des éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres)
Aléa moyen	P2	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolés, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ) - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10-20 m) - Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort - Pentès raides dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente > 70 % - Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70 %
Aléa faible	P1	<ul style="list-style-type: none"> - Zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires) - Pente moyenne boisée parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. : blocs erratiques)

Critères « à dire d'expert ». Les éboulements en masse (écroulements), lorsqu'ils sont pris en compte, sont systématiquement en aléa fort P3. L'aléa P1 n'est presque jamais utilisé, sauf pour des chutes de petites pierres.

Lorsqu'une étude trajectographique est disponible, elle peut être utilisée pour préciser le zonage, sous réserve de respecter les critères ci-après :

Les résultats pour un ensemble de calculs trajectographiques permettent d'aider à définir le zonage ainsi que, le cas échéant, à partir des énergies développées et les hauteurs de rebond, les travaux de protection nécessaires.

Aléa	Indices	Probabilité d'atteinte par un bloc de référence	Autres critères
Fort	P3	Supérieure à 10^{-4} (un bloc sur 10 000)	
Moyen	P2	Comprise entre 10^{-4} et 10^{-5} (un bloc sur 10 000 et un bloc sur 1 000 000)	Energie forte à moyenne Protection existante ou possible mais dépassant le cadre de la parcelle (nécessité d'un dispositif de protection global)
Faible	P1	Comprise entre 10^{-4} et 10^{-5} (un bloc sur 10 000 et un bloc sur 1 000 000)	Energie faible Protection existante ou possible au niveau de la parcelle (protection individuelle)

Sur les cartes de 2009 et de 2013, la doctrine nationale PPRN est par ailleurs respectée :

- Pas de prise en compte de la forêt comme protection ; on considère un versant nu.
- Pas de prise en compte d'ouvrages métalliques de type écrans.
- Prise en compte des ouvrages passifs de type merlon, si ils sont (sur)dimensionnés pour l'aléa de référence.

Pour l'aléa chutes de blocs, il ressort de cette nouvelle cartographie que les limites de la carte R.111-3 de 1993 sont globalement confirmées pour les secteurs à enjeux bien identifiés (les Sorbiers, les Ruines, les Mallets).

Des limites sont toutefois plus pessimistes sur des secteurs moins connus, mais dont l'analyse historique plus poussée, ou encore la récurrence de phénomènes de chutes de blocs depuis le début des années 2000, amène à cartographier un aléa plus bas sur le versant : pied de la montagne d'Uriol, secteur Brigagier-Lourmes-Devets, secteur Pechardes-Chabertières.

Du point de vue des risques et de la vulnérabilité, 36 habitations sont exposées aux chutes de blocs, sans aucune protection efficace. 25 habitations sont protégées par un merlon-pare-bloc, principalement aux Sorbiers. Pour mémoire, les zones d'aléas fort P3 et moyen P2 sont inconstructibles (nouveaux projets) et il est vivement recommandé de les protéger lorsque des constructions sont présentes.

Le merlon des Mousses est jugé suffisant pour l'aléa de référence. Le merlon des Sorbiers est jugé suffisant pour l'aléa de référence. Le micro-merlon des Gauthiers est jugé suffisant pour l'aléa de référence.

Remarque : A la date de publication de la carte des aléas, en 2009, une étude trajectographique est demandée par la commune pour vérifier l'efficacité du merlon des Sorbiers. Les conclusions font apparaître des possibilités non négligeables de lobage du merlon par les blocs de référence, à cause du parement amont non raidi et d'une fosse un peu étroite, et ce malgré la grande hauteur de l'ouvrage. Il y a donc un risque sur les premiers bâtiments construits en aval de cet ouvrage, mais non identifié dans la carte de 2009 et dans la carte de 2013. Les nouvelles cartographies de 2017-2018 ont par contre pris en compte cette défaillance potentielle.

5. Prise en compte des aléas en 2017-2018

Nous allons ici faire une synthèse des données produites, pour l'aléa chutes de blocs, dans le cadre de l'étude récente réalisée pour le PLUi par GAM et à la demande des services de l'Etat.

Afin d'avoir une présentation la plus didactique possible, nous déroulons la méthodologie usuelle de cartographie des aléas, en intégrant lorsque cela est nécessaire, des éléments de comparaison avec les documents plus anciens, et de la même manière, les compléments d'explications apportés entre la publication de la version 2b de septembre 2017 et la version 3 d'avril 2018.

5.1. Evènements historiques et analyse géomorphologique

Les éléments d'explications qui suivent se focalisent sur les plus gros secteurs à enjeux de la commune, pour l'aléa chute de blocs uniquement. Les zones d'habitations dispersées ou en faible nombre, comme le Poulat (rochers d'Uriol) et Batou/Brise Tourte (rochers Brise Tourte/Bemont) ne font pas l'objet d'analyse dans ce rapport. Tous les éléments d'explication figurent dans les rapports des cartes d'aléas.

Durant les 4 derniers siècles, 5 éboulements rocheux dont le volume dépasse 10 000 m³ se sont produits sur la commune. Parmi eux, 2 écroulements de très grande masse (plusieurs millions de m³) font partie des plus gros phénomènes recensés sur l'ensemble de l'Y grenoblois.

Le Haut-vallon du Lavanchon : Escarpements d'Embossou, des Orgeasses et du Bachasset

Date/ fréquence	Description / observations / photos	Sources
Avril 1889 Bachasset ?	2 maisons des hameaux des Balmets et des Devets sérieusement menacées. Les récoltes de MM Deuil et Reymond détruites	BD RTM
07/03/1984 Escarpement situé au niveau de l'affluent Nord du T. des Coins	Écroulement d'un pilier rocheux de 30 à 50 000 m ³ . 3 ha de végétation et de bois détruits.	BD RTM
BV Écharina 28/04/1988 puis sporadiquement en mai et juin de la même année.	Écroulement de 1 à 3 millions de m ³ de matériaux. Régression de la niche d'arrachement de 20 m. Comblement de la branche méridionale du torrent Roux. Sentier du Col Vert coupé sur 50 m de long. Forêt emportée. Accumulation de matériaux jusqu'au sommet du barrage RTM.	R111-3
Echarina, Torrent Roux 15/06/1988	L'éboulement est parti des cotes 1400 à 1450 m, dans la branche méridionale du Torrent Roux (capturé par l'Écharina lors de l'écroulement du 28 avril 1988), sous la crête de Pissevache.	BD RTM, Archives communales

Trois évènements sont récents (moins de 50 ans). Seul celui d'avril 1889 a touché une zone d'enjeu, sans faire de dégâts humains a priori.

Le vallon du Charbonnier

Numéro de localisation	Date/ fréquence	Description / observations / photos	Sources
	01/04/1918	Éboulement qui aurait occasionné des dommages ou menacé l'habitat.	BRGM
	Automne 2003 et printemps 2004.	Chute de blocs depuis la cote 840 m en rive droite du ruisseau.	Géoplus 07
	18/02/2007	Écroulement de 60000m ³ dont blocs de 400 à 800m ³ . Endommagement de la conduite d'eau potable en amont du réservoir. Destruction d'une mini-centrale hydroélectrique. Conduite d'eau potable contaminée.	RTM, AGC

Tableau III.27: Phénomènes historiques de chutes de pierres et de blocs et observations de terrain

L'événement spectaculaire de février 2007 s'est produit dans un secteur où des écroulements avaient déjà eu lieu (de nombreux gros blocs anciens s'observent autour du réservoir). Selon le RTM, les gros éléments qui se sont calés à mi-versant ne risquent pas de se remobiliser, par contre des chutes de moindre ampleur peuvent encore se produire au niveau de la niche d'arrachement. L'extension de la corniche au Nord semble présenter – de loin – une configuration semblable à celle qui a engendré la chute du bloc (même plan de failles notamment).

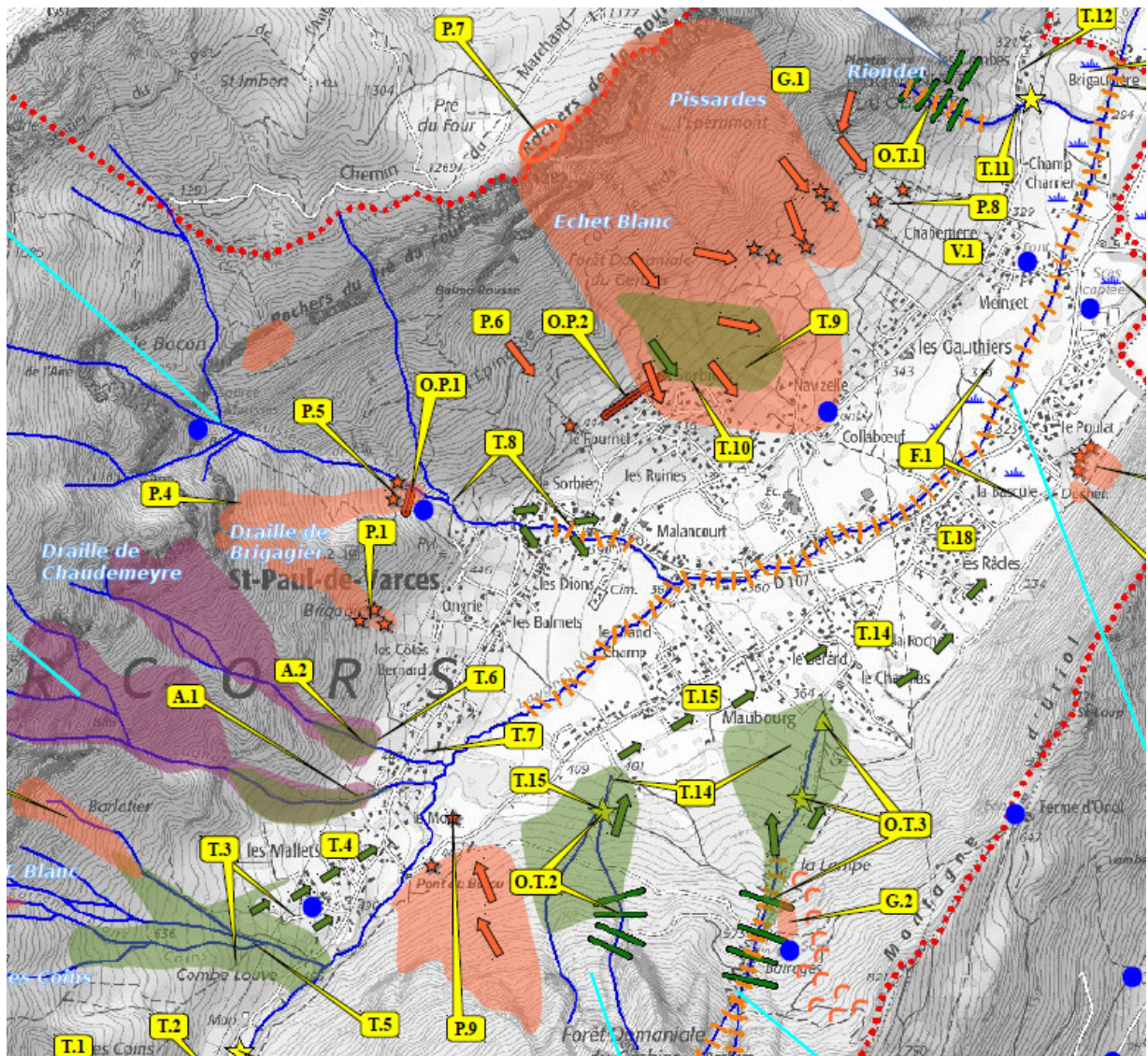
A noter un nouvel évènement, de faible ampleur mais avec une longue propagation des blocs, survenu durant l'été 2018.

Rochers de Pré du Four, de la Bourgeoise et des Pechardes

Seconde moitié du XVII ^{ème} siècle	Écroulement de masse sur le lieu-dit « Les Ruines » (150 ha). Destruction du vieux village de St-Paul dont l'église, ainsi que d'une centaine d'ha de pâturages .	BD RTM (presse locale 1889)
21/12/ 1942	Éboulement de 50 000 m ³ de blocs sur le secteur des Ruines, ayant entraîné par la suite des laves torrentielles qui ont détruit les cultures.	BD RTM, BD BRGM
25 ou 26/12/2008	Éboulement brutal d'un dièdre rocheux en amont de Chabertière, en provenance d'un affleurement de calcaires du Fontanil dans la forêt domaniale du Gerbier. Stockage à l'impact, parcours d'une combe et éparpillement des derniers blocs dans les prés cultivés (≈ 390 m d'altitude), avec 4 blocs de 50 m ³ et 1 de 80 m ³ . Volume total supérieur à 500 m ³ .	Fiche événement RTM 38

Il faut ajouter à ces évènements un nouvel éboulement dans le bassin du torrent de l'Echet d'Eau blanc en 2010, ensevelissant tous les barrages de corrections torrentielles RTM.

La carte des phénomènes naturels présentée dans le rapport de la carte des aléas (version 2b et version 3) est la suivante :



Il s'agit de la même carte publiée avec le rapport de présentation de 2009, enrichie des nouveaux évènements survenus depuis.

Les évènements de chutes de blocs et éboulements/écroulements sont figurés par des flèches et étoiles orange, et les prénommes d'ampleurs par des étendues de couleur saumon.

5.2. Estimation des aléas

Principaux points méthodologiques :

(Synthèse des documents II, VIII et A, cités en référence page 2 du présent rapport)

- ⇒ L'aléa de référence prend en compte le plus fort événement historique connu **ou**, lorsqu'il lui est plus fort, **le plus fort des événements résultant de scénarios jugés possibles au cours des cent prochaines années.**
- ⇒ Les aléas sont qualifiés sans prendre en compte la forêt.
- ⇒ Des scénarios de référence sont définis par zone de départ :
 - ordre de grandeur de la taille unitaire maximale des blocs pouvant provenir de la zone de départ;
 - estimation de la fréquence des chutes ;
 - possibilité de chutes par paquets fracturables ou non (volume de paquet inférieur à 100 m³) et, si oui, importance des paquets et taille des blocs après fracturation ;
 - possibilité d'éboulement (volume supérieur à 100 m³) d'occurrence centennale et, si oui, ordre de grandeur du volume.

- ⇒ **La définition des scénarios de référence s'appuie notamment sur les phénomènes historiques et les indices relevés sur le terrain dans les zones de départ et dans les zones d'arrêt potentielles.**
- ⇒ Les zones d'aléas correspondant au recul prévisible des parois au cours des cent prochaines années sont identifiées spécifiquement sur la carte des aléas. Elles sont qualifiées en aléa fort **P3r**.
- ⇒ Les zones non exposées à l'aléa, mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, sont identifiées de même et qualifiées **P0**, une qualification de niveau d'aléa y est sans objet.
- ⇒ Les zones d'écroulements potentiels sont notées **P5**.



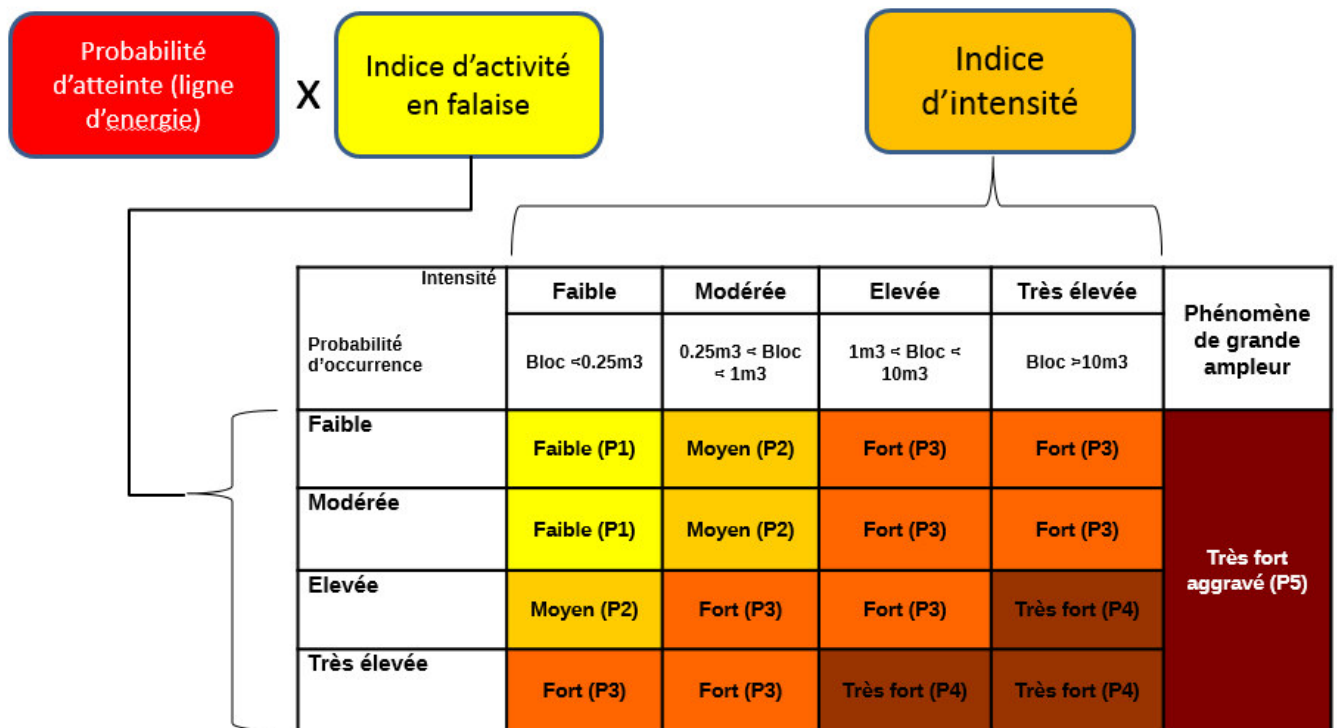
- ⇒ L'extension des phénomènes en aval des zones de départ **est basée sur la méthode dite des «cônes», ou Angle de la ligne d'énergie (ALE).** Cette méthode permet de cartographier l'extension prévisible de l'aléa rocheux en aval des zones de départ par le choix de valeurs d'angles variables en fonction de singularités locales de la topographie. L'observation et la mesure d'angles sur plusieurs phénomènes permettent par ailleurs de présenter des plages statistiques de valeurs permettant **une quantification de la probabilité d'atteinte.**
- ⇒ Les plages de valeurs d'angle correspondant aux niveaux de probabilité d'atteinte sont estimées à partir des morphologies types de versant définies par la méthode **MEZAP**, et **précisées par le chargé d'étude en fonction de sa connaissance du site, de son expérience sur des sites équivalents** et éventuellement de modélisations trajectographiques permettant une comparaison avec une situation ou un site servant de référence.

Pour aboutir **à la qualification du niveau d'aléa**, il est nécessaire de déterminer, en complément de la **probabilité d'atteinte**, d'abord **l'indice d'activité**, dont on déduit la **probabilité d'occurrence**, puis l'intensité du ou des scénarios de référence pris en considération :

Indice d'activité par zone homogène	Description
Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les ans

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Moyen	Modéré	Modéré	Élevée	Très Élevée
	Fort	Modéré	Élevée	Élevée	Très Élevée

Qualification du niveau d'aléa :



5.3. Confrontation des phénomènes historiques avec les aléas

Les pages qui suivent présentent une analyse circonstanciée des phénomènes historiques connus et localisés sur le terrain, qui ont permis de déterminer l'aléa chutes de blocs selon la méthodologie départementale.

Les secteurs sont décrits du Nord au sud.

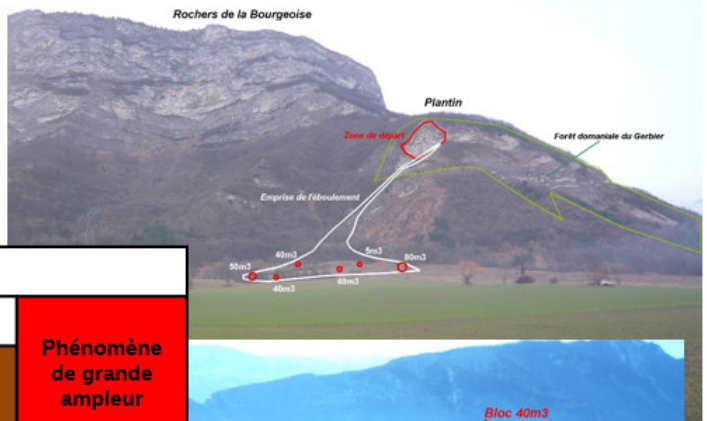
Il est déterminé, pour chaque secteur :

- ⇒ L'indice d'intensité (taille du bloc à l'arrivée)
- ⇒ Le type de profil de versant
- ⇒ L'ALE maximum et minimum à retenir
- ⇒ L'aléa résultant

Secteur des « Péchardes » et secteur « Rochers de la Bourgeoise »

Ces deux secteurs sont l'objet de chutes de blocs fréquentes, mais aussi de phénomènes d'éboulements et d'écroulements d'ampleur.

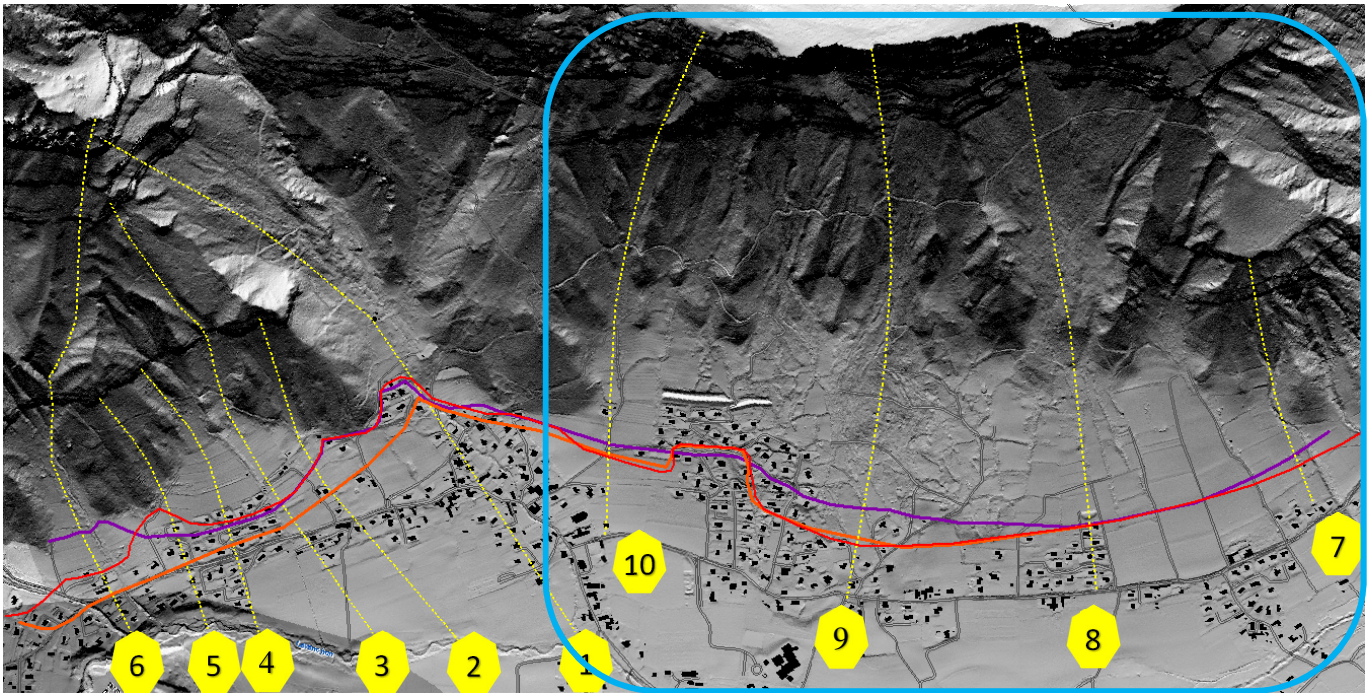
Pour l'indice d'intensité, le phénomène de grande ampleur n'est pas retenu, dans la mesure où il est impossible de déterminer précisément aujourd'hui la magnitude de ce phénomène, ni sa localisation précise.

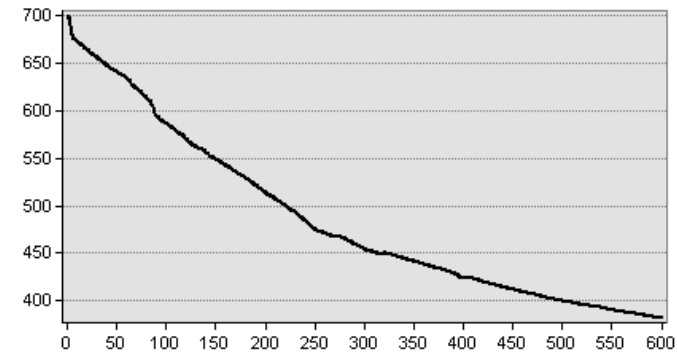


Indice d'intensité				Phénomène de grande ampleur
Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	
Bloc $\leq 0.25m^3$	$0.25m^3 < \text{Bloc} < 1m^3$	$1m^3 < \text{Bloc} < 10m^3$	Bloc $\geq 10m^3$	

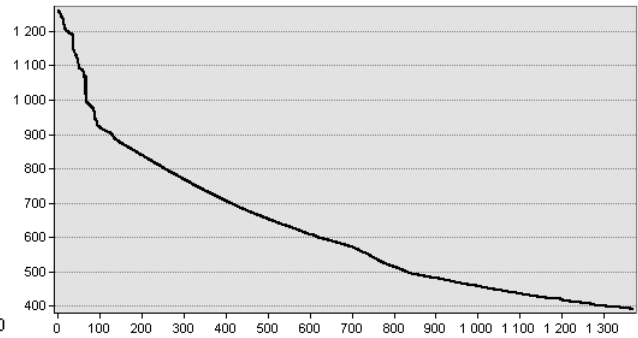


Profils correspondants : 7, 8, 9 et 10

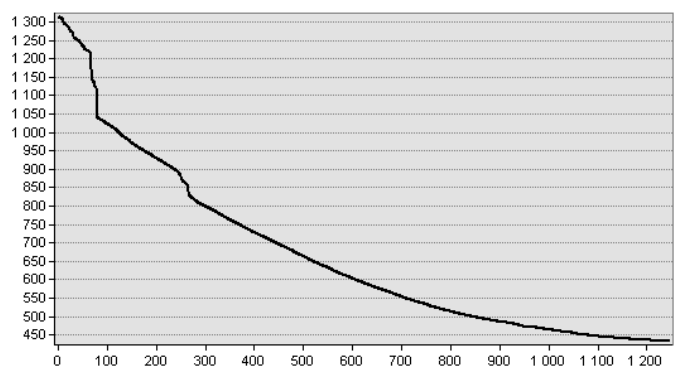




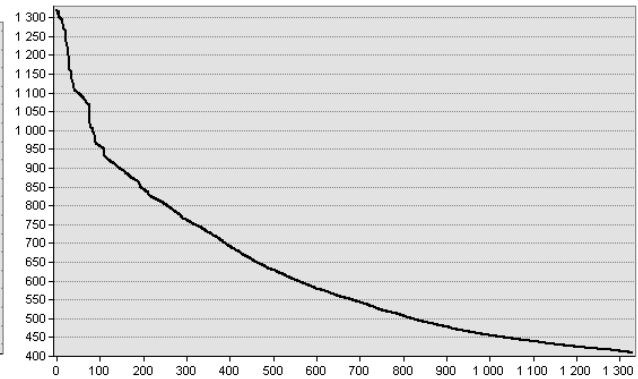
Profil 7



Profil 8

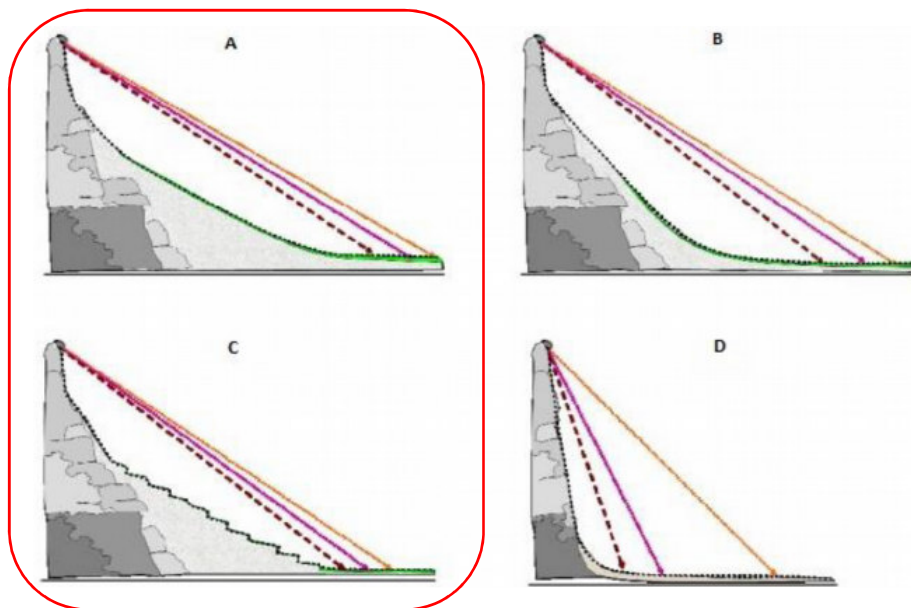


Profil 9



Profil 10

Profil-type MEZAP retenu (© MEZAP 01/2014) : **A** comme profil majoritaire, **C** comme profil secondaire pour 8 et 9 (présence d'anciens écroulements et de ressauts rocheux en falaise qui augmentent la rugosité).



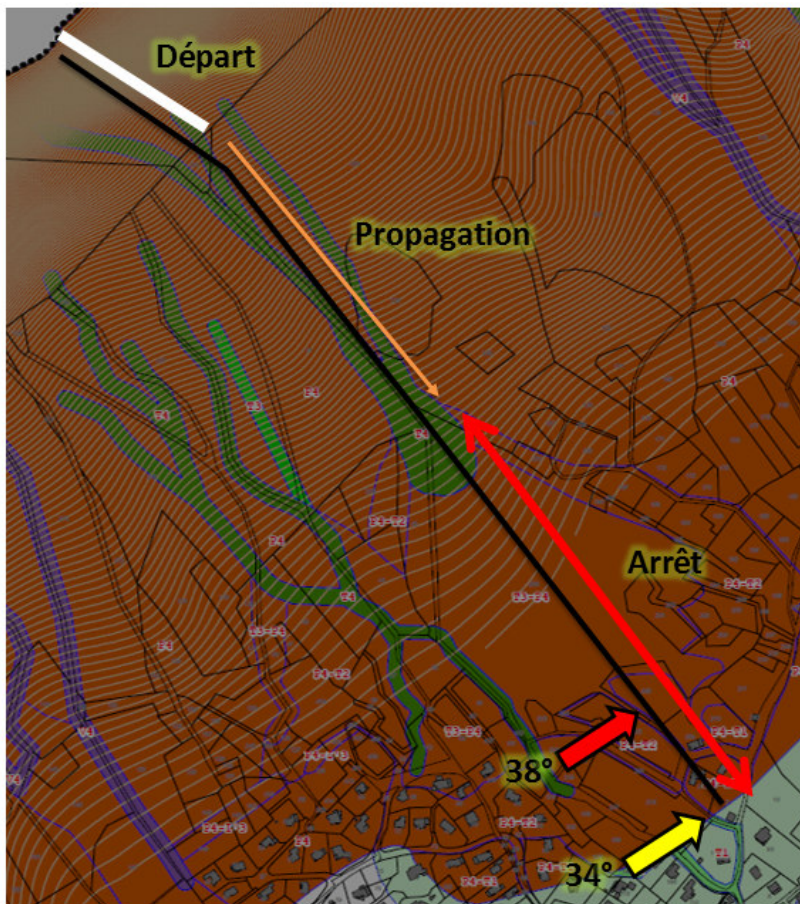
A : profil de pente régulière en pied de zone de départ, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs d'angles usuelles ($30^\circ - 34^\circ$) ;

B : Profil de pente régulière en pied de zone de départ avec replat marqué en fin de trajectoire, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs d'angles plus fortes ($31^\circ - 38^\circ$) ;

C : Profil de pente irrégulière en pied de zone de départ, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs fortes ($30^\circ - 38^\circ$) ;

D : Falaise et replat marqué, répartition statistique des blocs très resserrée selon des valeurs d'angle très fortes.

Aléa résultant :



Taille de bloc à l'arrivée : 10 à 20m³
= indice d'intensité **TRES ELEVE**

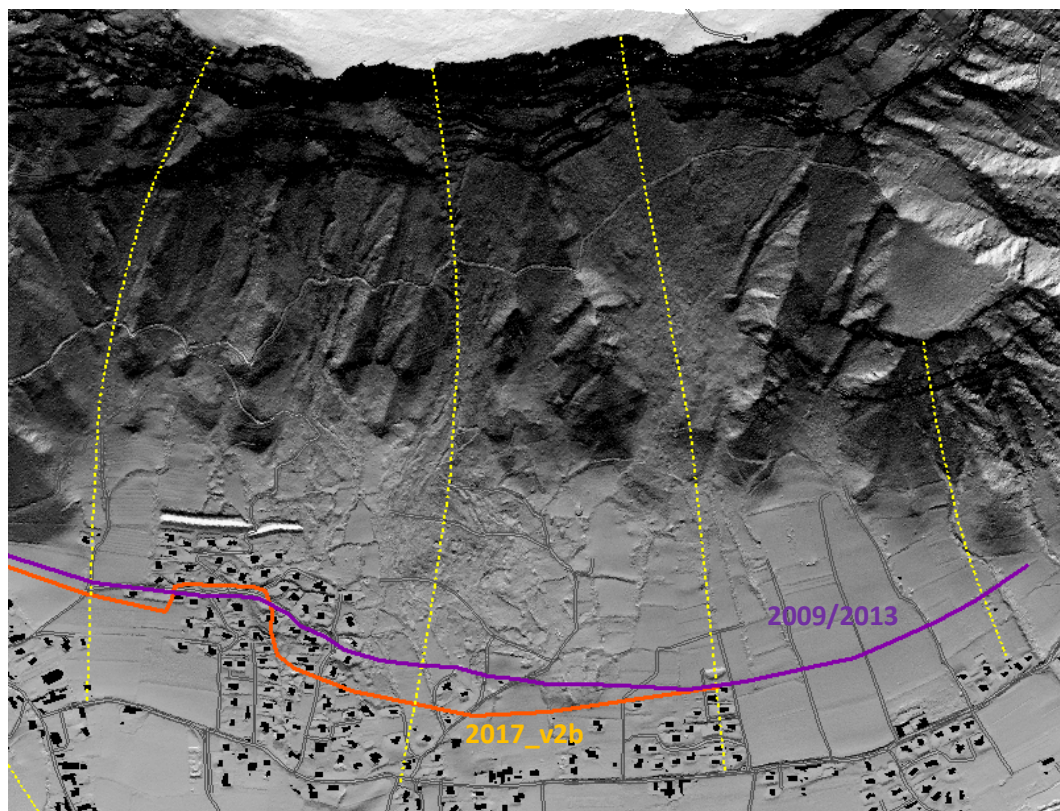
Zones de départ : calcaires urgoniens (300m de falaise)

Valeurs d'angles de ligne d'énergie (ALE) retenus :
Min 34°. Atteinte maximum probable par un bloc isolé (1 à 2%) = **probabilité faible** ;
Max 38° = probabilité d'atteinte **très forte** (>25%)

Indice d'activité : **moyen**

Pour ALE 38°, l'aléa est très fort P4
Pour ALE 34°, l'aléa est fort P3

Les évènements historiques sur l'ensemble du versant, en excluant volontairement les phénomènes de grande ampleur, plaident pour des ALE « optimistes », ne dépassant pas les 34°. Cette valeur correspond déjà à une limite basse qui inclut un grand nombre de constructions. Elle descend nettement en dessous de celle de 2009. Pour autant, MEZAP nous indique des valeurs possibles plus pessimistes encore, jusqu'à 31 ou 30°. De telles valeurs correspondent aux limites des écroulements historiques sur ce secteur de St Paul de Varces.




Limites des aléas de 2009 et 2017

Indice d'intensité				Phénomène de grande ampleur
Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	
Bloc $\leq 0.25m^3$	$0.25m^3 < \text{Bloc} \leq 1m^3$	$1m^3 < \text{Bloc} \leq 10m^3$	Bloc $> 10m^3$	



Blocs $> 10m^3$
Indice d'intensité : **TRES ELEVE**

Mousses / Charbonniers : 02/2007



Vallon du Charbonnier au début du XXe siècle (traces de l'évènement de 1889 ? Evènement plus ancien ?)

Blocs $> 10m^3$
Indice d'intensité : **TRES ELEVE**
+ phénomène de Grande ampleur

Indice d'intensité				Phénomène de grande ampleur
Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	
Bloc $\leq 0.25m^3$	$0.25m^3 < \text{Bloc} \leq 1m^3$	$1m^3 < \text{Bloc} \leq 10m^3$	Bloc $> 10m^3$	

Ce secteur est l'objet de chutes de blocs **fréquentes**, mais aussi de phénomènes d'éboulements et d'écroulements d'ampleur.

Pour l'indice d'intensité, le phénomène de grande ampleur n'est pas retenu, dans la mesure où il est impossible de déterminer précisément aujourd'hui la magnitude de ce phénomène, ni sa localisation précise.

Secteur Faures/Lourme/Brigagier

Le vallon de Brigagier possède de hautes falaises calcaires (Urgonien) mais les blocs sont tous canalisés dans les talwegs. L'activité est peu importante. Il n'a pas été repéré de phénomènes de grande ampleur (historique ; potentiel). Le versant Faures/Lourme est complexe. On peut schématiquement le diviser en deux parties : au nord, un talweg qui se raccorde aux corniches de calcaires urgonien, au sud des talwegs qui ne sont concernés que par des petites corniches de calcaires du Fontanil (Valanginien). Le talweg possède des traces d'éboulements historiques (1889), alors que les talwegs sud sont dépourvus de traces de blocs.

Brigagier/Lourme/Faures

Photos terrain automne 2017



< Bloc 7m³ draye
Chaudeneyre

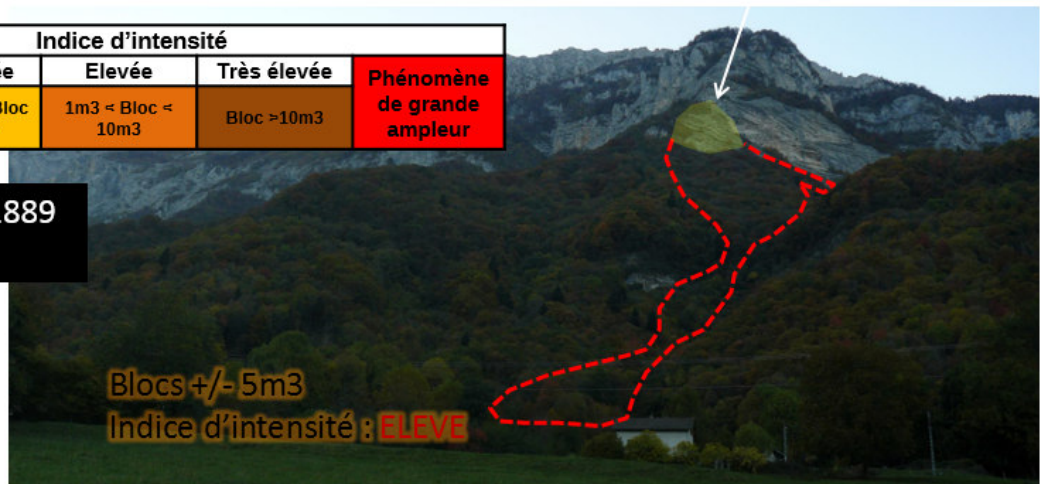
Bloc 5m³
Brigagier-Faures -
Bachasset >



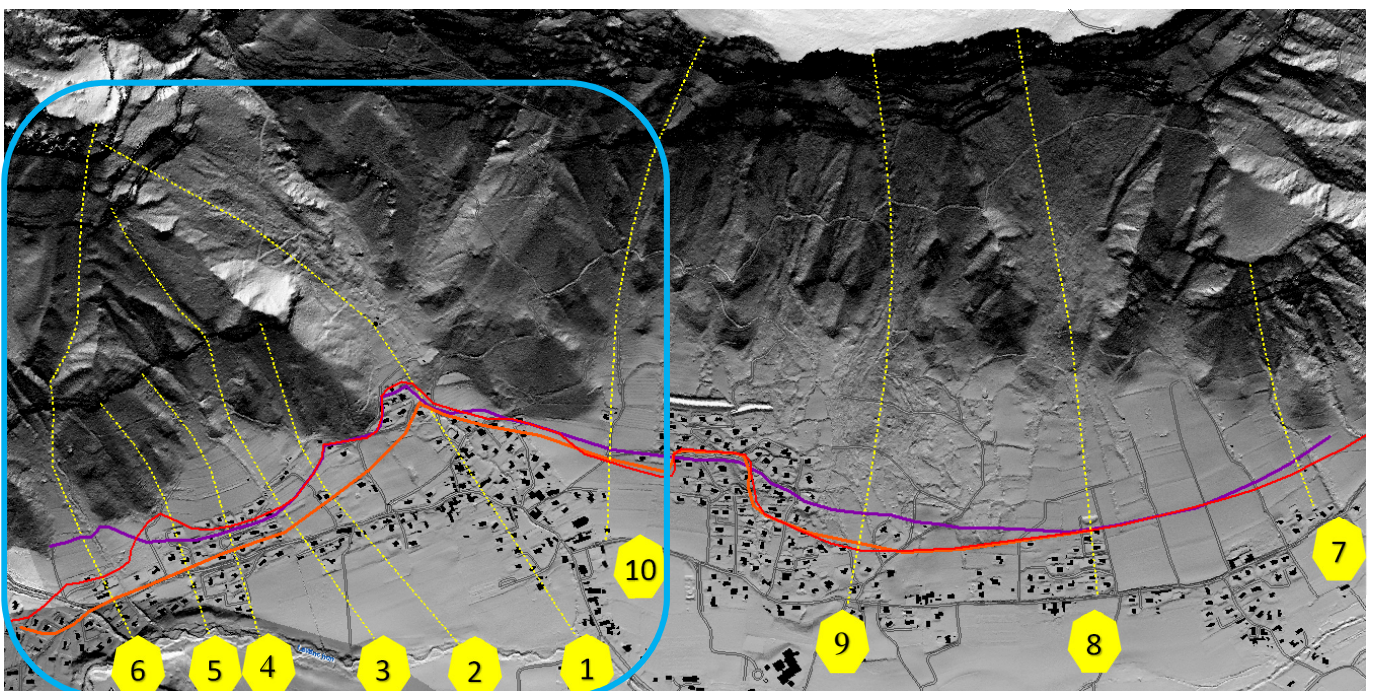
Indice d'intensité				Phénomène de grande ampleur
Faible	Modérée	Elevée	Très élevée	
Bloc <0.25m ³	0.25m ³ < Bloc < 1m ³	1m ³ < Bloc < 10m ³	Bloc >10m ³	

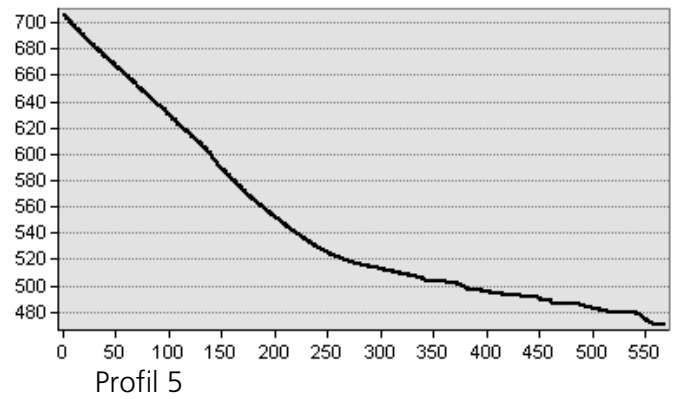
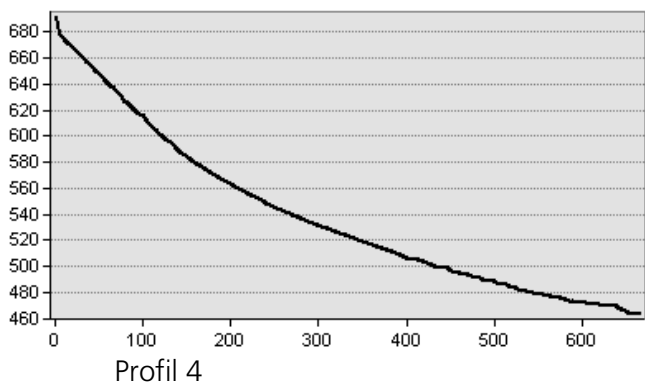
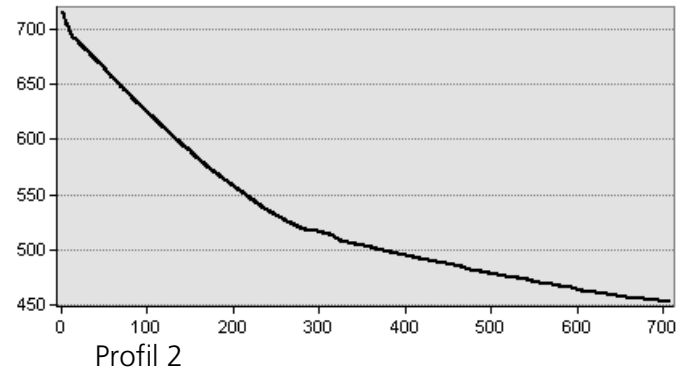
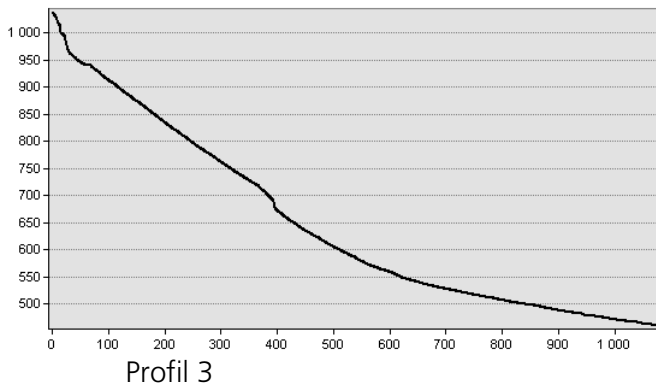
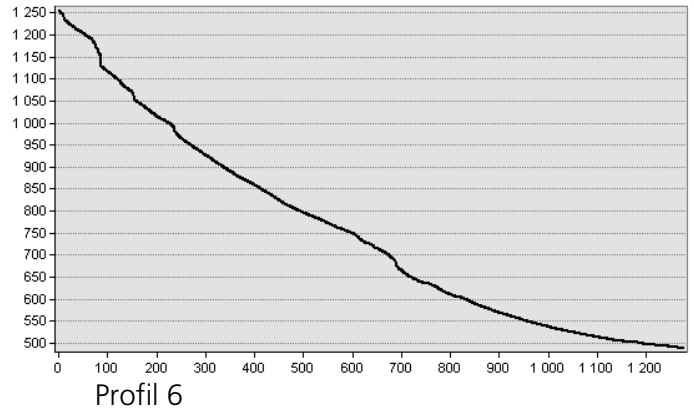
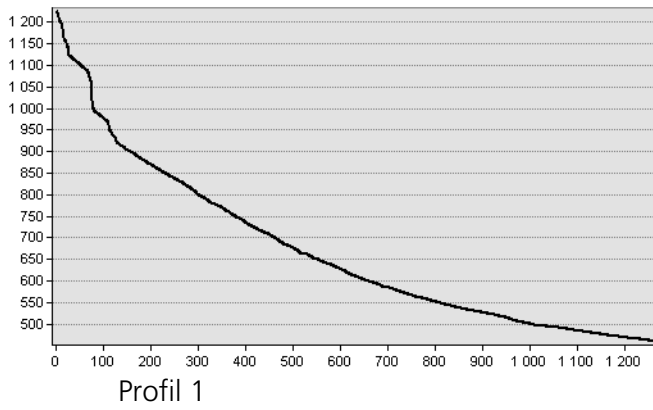
Événement de 1889
à Bachasset

Blocs +/- 5m³
Indice d'intensité : **ELEVE**

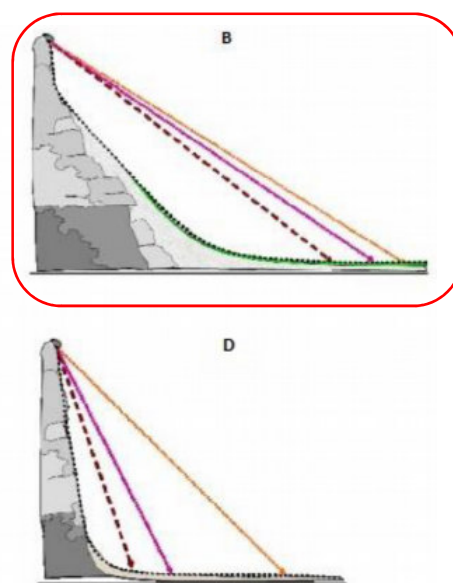
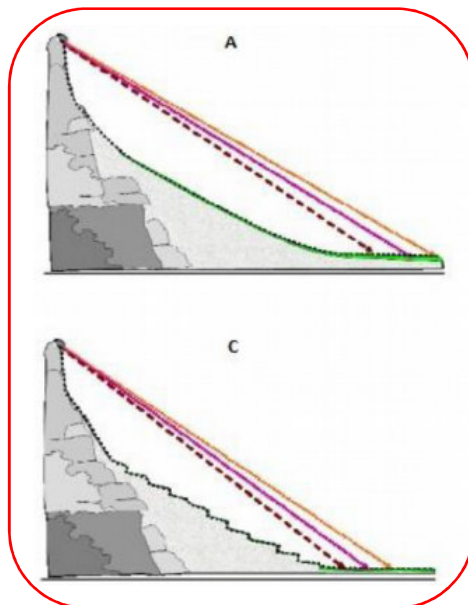


Profils correspondants : 1, 2, 3, 4, 5 et 6





Profil-type MEZAP retenu (© MEZAP 01/2014) : **A** comme profil majoritaire, **C** comme profil secondaire pour 3, 4 et 6 (présence de ressauts rocheux en falaise qui augmentent la rugosité), **B** comme profil secondaire pour 5 (quasi-absence de corniche rocheuse et rupture de pente assez franche en pied de versant)



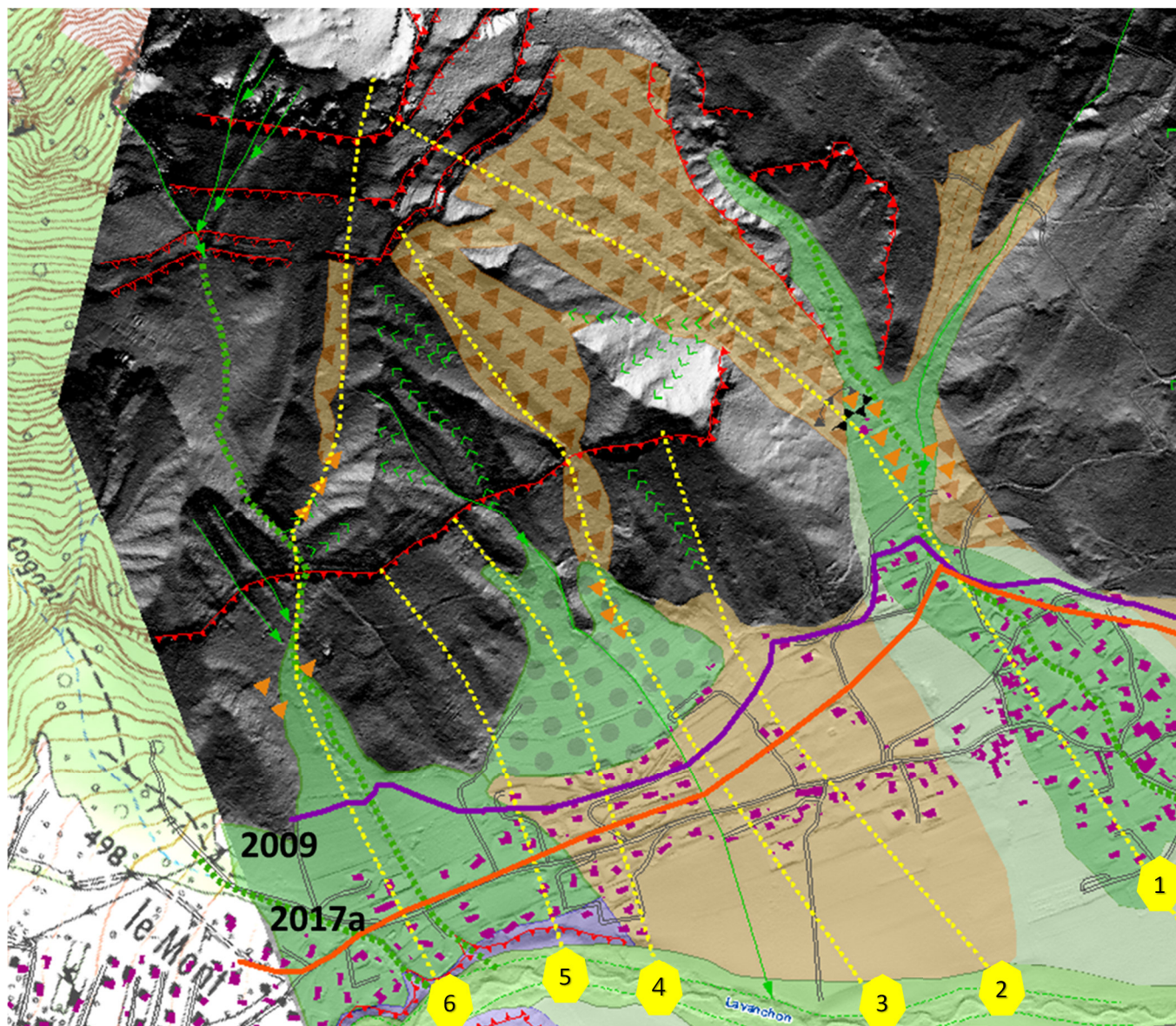
A : profil de pente régulière en pied de zone de départ, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs d'angles usuelles (30° - 34°) ;

B : Profil de pente régulière en pied de zone de départ avec replat marqué en fin de trajectoire, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs d'angles plus fortes (31° - 38°) ;

C : Profil de pente irrégulière en pied de zone de départ, répartition statistique des blocs régulière selon des valeurs fortes (30° - 38°) ;

D : Falaise et replat marqué, répartition statistique des blocs très resserrée selon des valeurs d'angle très fortes.

Aléa résultant :



Dans la version v2b de la carte des aléas (09/2017) il a été retenu une ALE maximale de 35° pour tous les profils (limite orange). Cette limite de probabilité d'atteinte est **optimiste** au regard des plages de valeurs du profil-type A, mais reste dans les plages de valeurs des profils-types B et C, dans la fourchette haute. Par contre, il n'a pas été tenu compte de la micro-topographie ni des croupes montagneuses faisant office de déflecteur pour les plus gros blocs s'ébouyant des corniches rocheuses supérieures (calcaires Urgonien). Aussi la limite est-elle globalement homogène et rectiligne sur le pied de versant. L'ancienne limite de l'aléa chute de blocs de 2009 est figurée en violet, pour permettre une comparaison aisée.

Pour rappel, l'indice d'intensité est très élevé pour les profils 1 et 6 (blocs >10m³), l'indice est élevé pour les profils 2, 3 et 4 (blocs 1 à 5m³). L'indice d'activité est faible pour tous les profils, sauf pour P1 pour lequel il est moyen.

6. Compléments d'expertise de l'AMO (RTM) entre septembre 2017 et septembre 2018

6.1. Méthodologie suivie :

- ❖ Analyse du Lidar 2009 et production d'une carte Géomorphologique
- ❖ Parcours du terrain : relevés complémentaires à ceux précédemment réalisés (2007-2009 et 2017)
- ❖ Réinterprétation des données historiques (le cas échéant)
- ❖ Utilisation des outils simples (Conefall) pour prédétermination des ALE
- ❖ Détermination des profils-types pour les chutes de blocs
- ❖ Ligne d'énergie (ALE) : appui de l'Irstea pour caler les profils de St Paul de Varces sur les « Aires normalisées » (méthodologie au stade recherche, voir références **B** et note de synthèse IX page 2)
- ❖ Recalage des probabilités d'atteinte (ALE) avec les Aires Normalisées (AN)
- ❖ Nouvelle détermination des aléas
- ❖ Nouvelle cartographie proposée pour prise en compte dans une version 3b (2019)

6.2. Analyse du Lidar 2009 et production d'une carte Géomorphologique

Dans le cadre de ce rapport, nous produisons des documents issus d'autres études et travaux en cours :

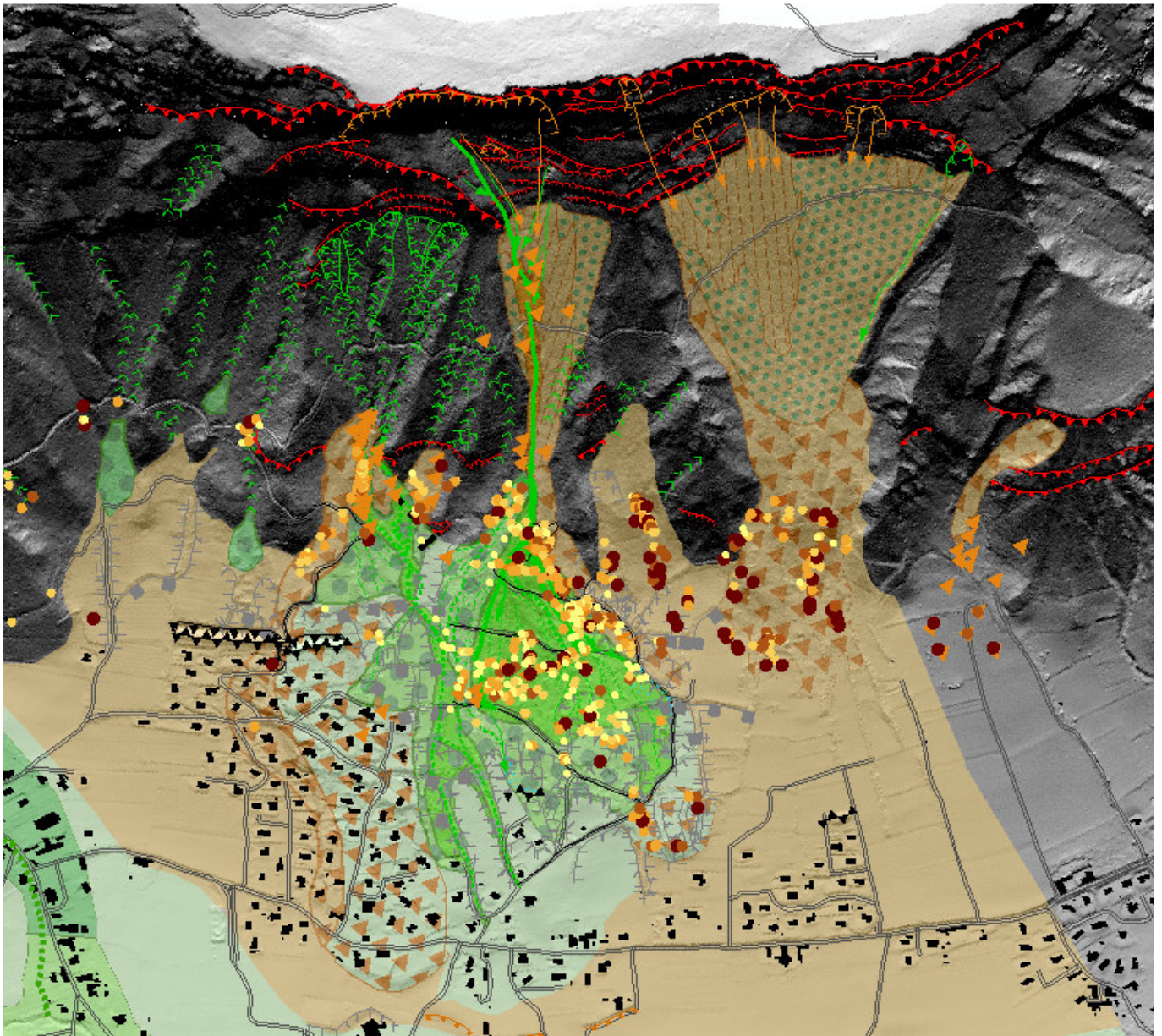
- ⇒ Carte géomorphologique de la vallée du Lavanchon : Etudes de bassins de risques (EBR) en cours de réalisation par le service RTM, sous financement Etat, disponibles en 2019 après validation interne et présentation à la DDT) ;
- ⇒ Relevé exhaustif des blocs présents en pied de versant entre les Péchardes au nord et Brigagier au sud. Travail réalisé dans le cadre d'un stage de 3^e année d'ingénieur par deux étudiants de l'institut Polytechnique La Salle Beauvais, avec encadrement RTM (aout-octobre 2018)

Secteur des « Péchardes » et secteur « Rochers de la Bourgeoise »

Il ressort sans grande surprise l'abondance de phénomènes d'éboulements sur l'ensemble des versants des Rochers de la Bourgeoise, avec le phénomène majeur du 17^e siècle bien identifiable en aval de la forêt domaniale RTM (Echet d'Eau Blanc).

La morphologie générale du versant, avec de grandes corniches rocheuses, de multiples zones de départ, et des versants réglés à décroissance progressive de la pente (Profil-type « A » MEZAP ; glacis-cônes en pied de versant), ne permet pas un raffinement du zonage des aléas : tout bloc de référence (>10m³) chutant depuis la partie haute de la corniche peut se propager jusqu'en pied de versant, sans qu'aucune forme micro-topographique ne puisse réellement jouer un rôle d'écran ou de ralentissement.

L'aléa très fort P4 jusqu'à l'ALE 38) puis fort P3 jusqu'à l'ALE 34° de la carte des aléas de septembre 2017 (v2b) est donc confirmé.

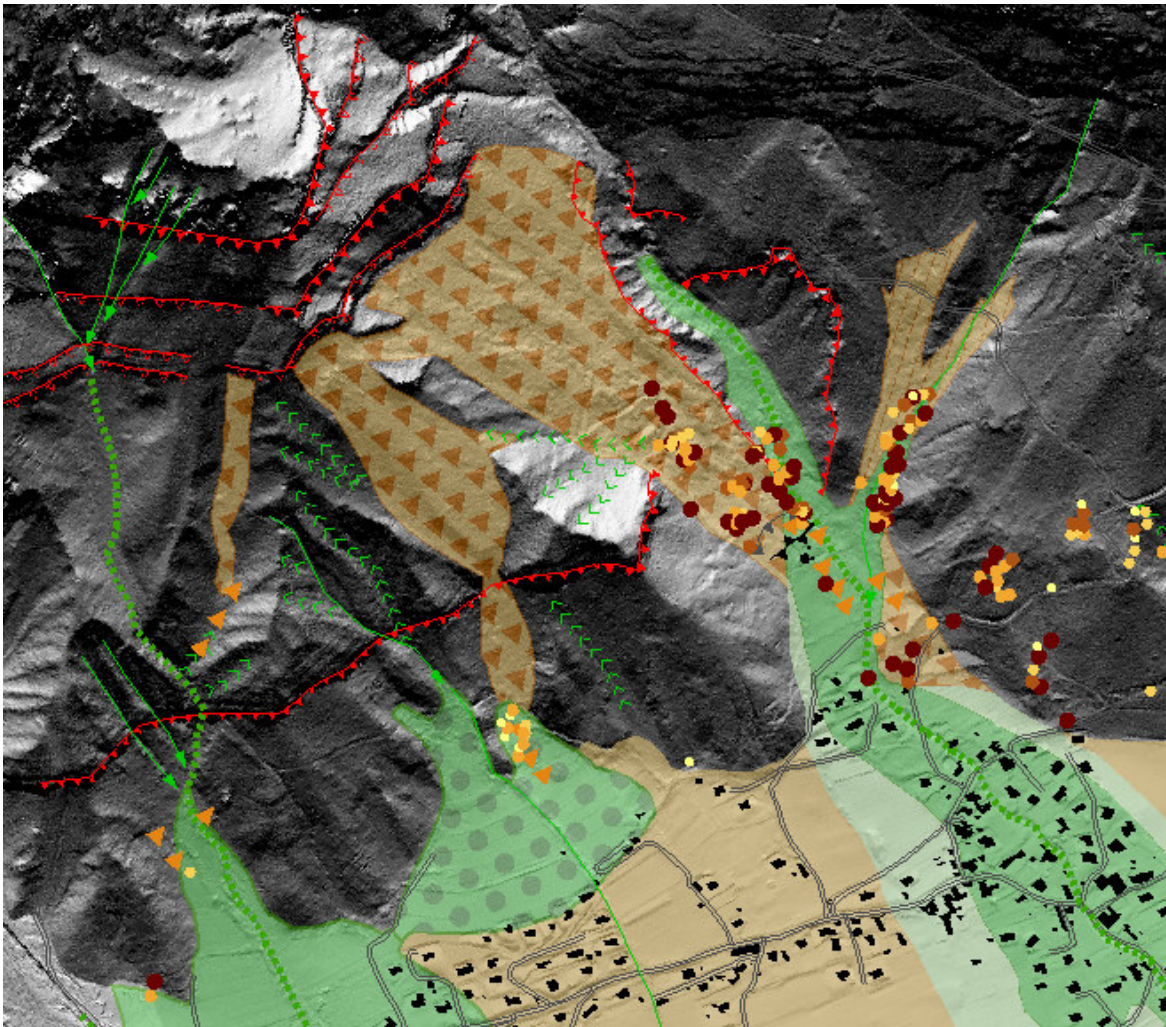


Extrait de la carte géomorphologique sur le secteur des rochers de la Bourgeoise. En vert ce qui relève des eaux courantes (torrentiel principalement), en beige-marron-orange ce qui relève des mouvements de terrain, ici les chutes de blocs et les écoulements. Les symboles ponctuels (points et triangles) localisent tous les blocs géolocalisés dans le cadre des EBR et du stage RTM. Les zones avec un remplissage de triangles oranges indiquent la présence d'anciennes masses écroulées. La partie Est du secteur présente une moindre activité historique. Il est aussi très vraisemblable, mais ceci est valable pour l'ensemble des terrains agricoles situés sous les falaises, que de nombreux blocs ont été minés et où déplacés. Seuls les plus gros éléments (points marron foncés) subsistent aujourd'hui.

Secteur Charbonnier

Le vallon de Charbonnier est la réplique du versant de la Bourgeoise, avec de multiples zones de départs en corniche, et une abondance de blocs, parfois de très grande taille (>50m³) relevés en pied de versant. Des amas concentrés sont bien identifiables dans le vallon du Pré du Four et sur l'immense zone d'éboulement qui s'étend sous les rochers de Chaudeneyre/Brigagier.

Sur ce secteur, la limite des aléas de septembre 2017 semble pouvoir être remontée pour prendre en compte le rôle d'arrêt du merlon des Mousses, mais elle ne pourra être modifiée pour la zone d'éboulement provenant des falaises du Pré du Four (absence de protection).



Extrait de la carte géomorphologique sur les secteurs Charbonnier/Faures/Lourme/Brigagier

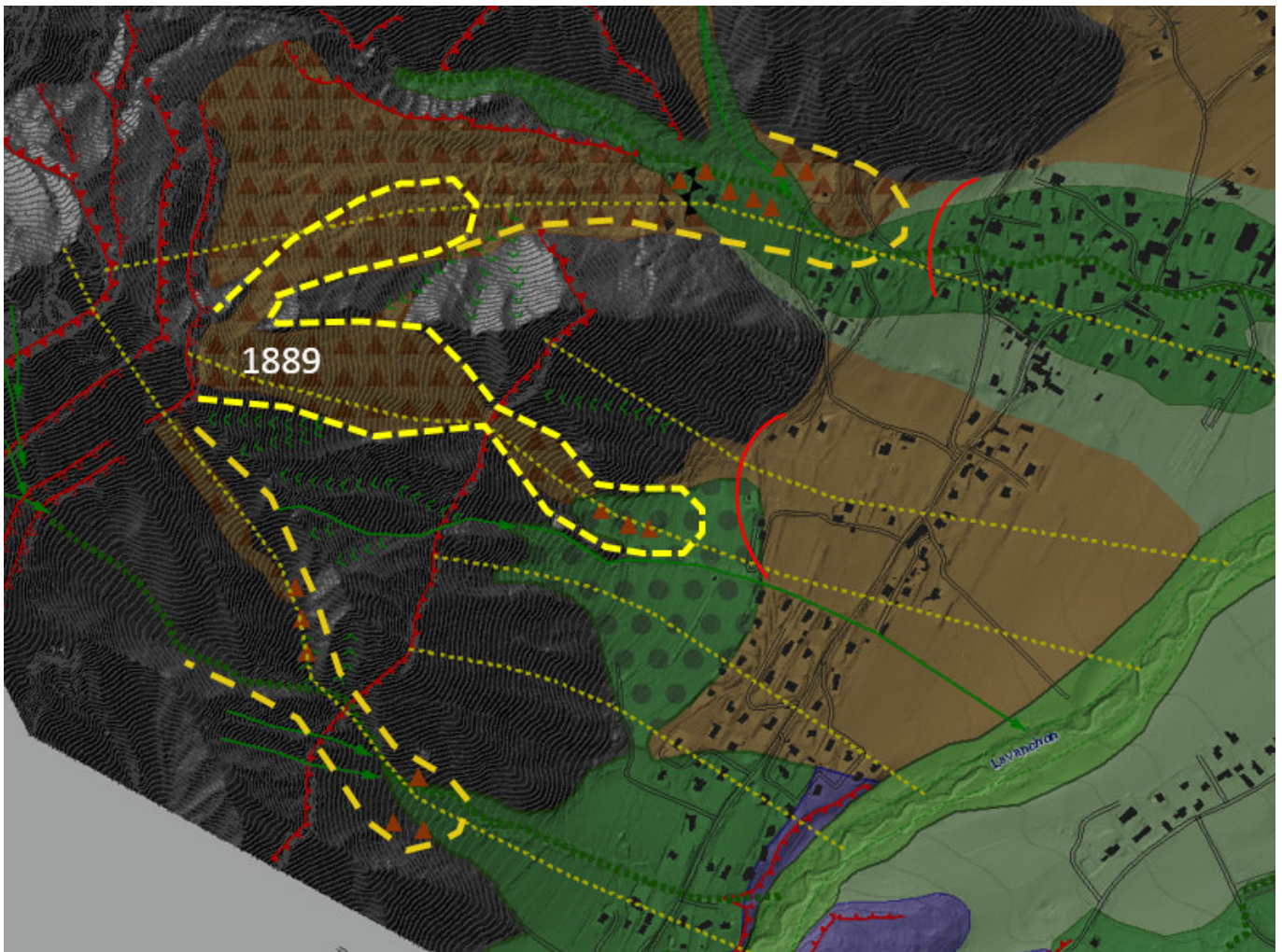
Secteur Faures/Lourme/Brigagier

Le versant des Faures, encore désigné « Bachasset » sur la carte IGN, est plus complexe que les versants décrits précédemment : les calcaires Urgonien n'affleurent que sur une très faible superficie en partie haute, et les trajectoires des blocs ne peuvent s'orienter que vers la partie nord du versant (secteur Faure/Balmets).

Le secteur de Lourme semble a priori protégé des éboulements depuis la corniche urgonienne, seule la petite corniche de calcaire du Fontanil pouvant impacter le secteur.

Le vallon de Brigagier (Chaudeneyre) concentre toutes les trajectoires des blocs issues des multiples corniches (calcaire Urgonien). La sinuosité des ravins et les ruptures de pentes liées aux ressauts rocheux induisent un fort ralentissement des propagations des blocs. Aussi, sur le cône de déjection, la dynamique torrentielle l'emporte-t-elle nettement sur celle des chutes de blocs.

Ce secteur mérite donc un approfondissement du zonage des aléas de chutes de blocs, la topographie locale pouvant fortement modifier les limites et l'intensité des aléas.



Report du phénomène d'avril 1889 sur un fond cartographique actualisé (carte géomorphologique, Lidar 2009, voiries et bâtiments 2015).

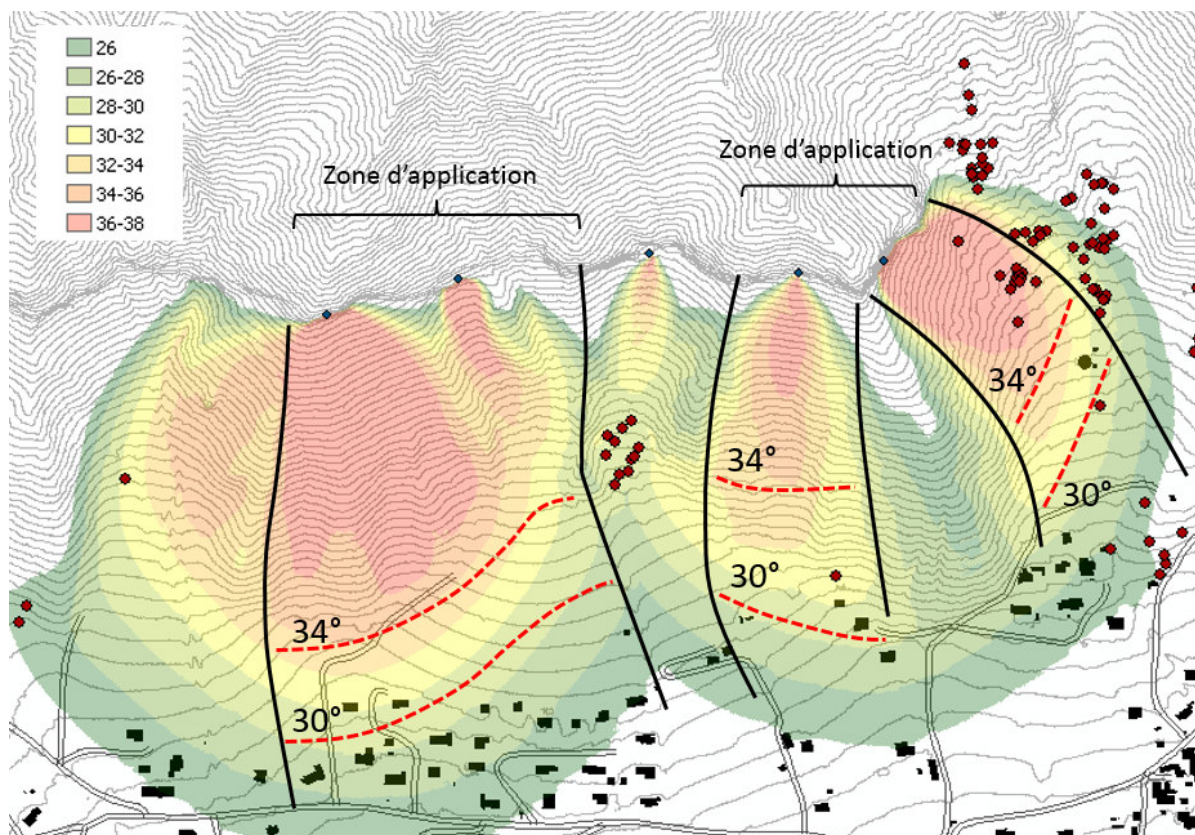
Les tirets jaunes dans les vallons de Brigagier et de Charbonnier symbolisent d'autres phénomènes historiques plus anciens, avec la présence de blocs en pied de versant.

6.5. Utilisation des outils simples (Conefall) pour prédétermination des ALE

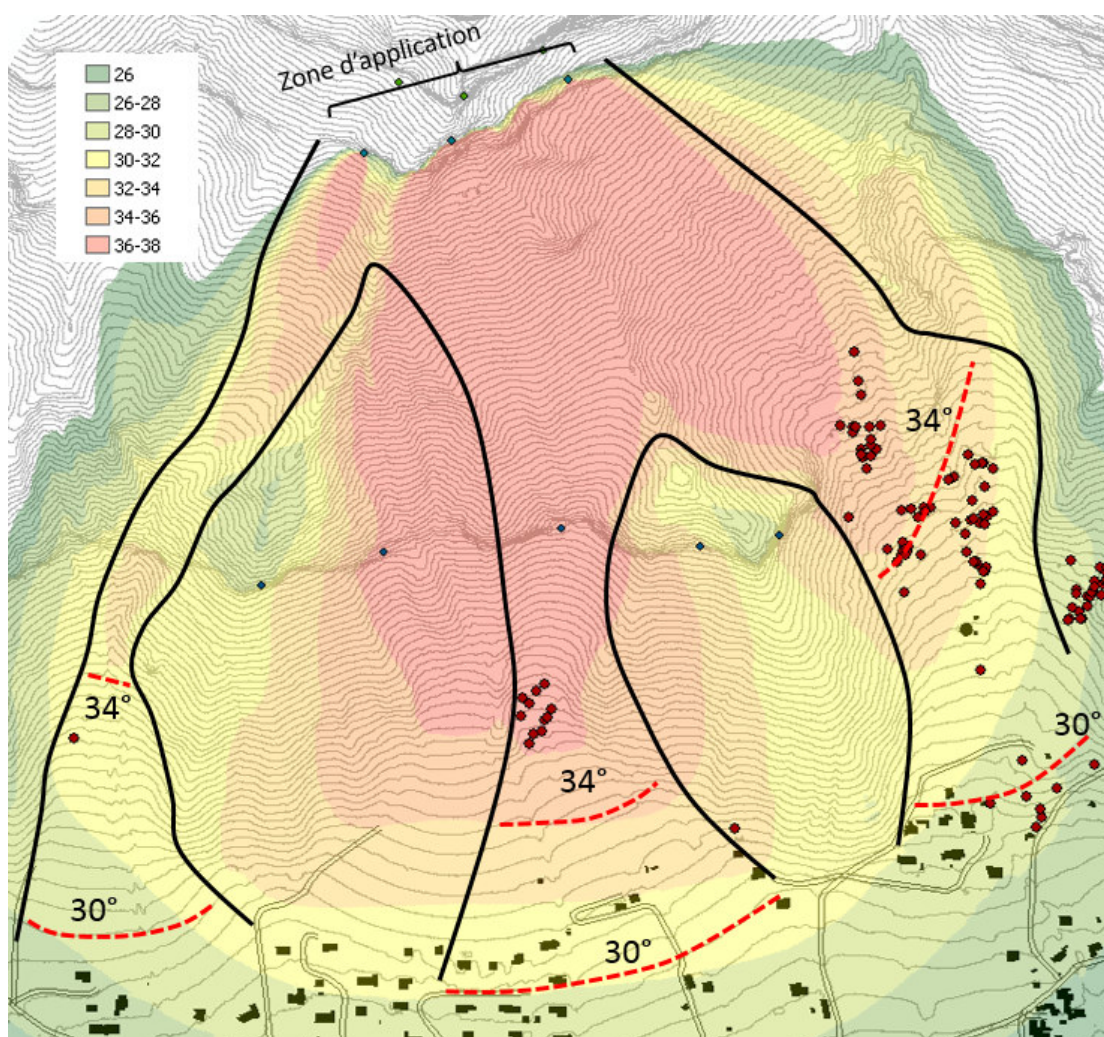
A partir des principales zones de départ, des mesures automatiques de lignes d'énergie ont été réalisées grâce au logiciel Conefall. C'est un outil d'aide à l'expertise qui permet d'afficher les probabilités théoriques d'atteinte du pied de versant par des blocs, et qui, avec un MNT très précis comme celui utilisé ici (Lidar 2009), affiche des limites exploitables pour application de la méthodologie MEZAP.

Le rendu spatialisé des données doit par contre être repris par le spécialiste car les valeurs latérales sont souvent aberrantes du fait de la topographie (ravins, talwegs, croupes topographiques).

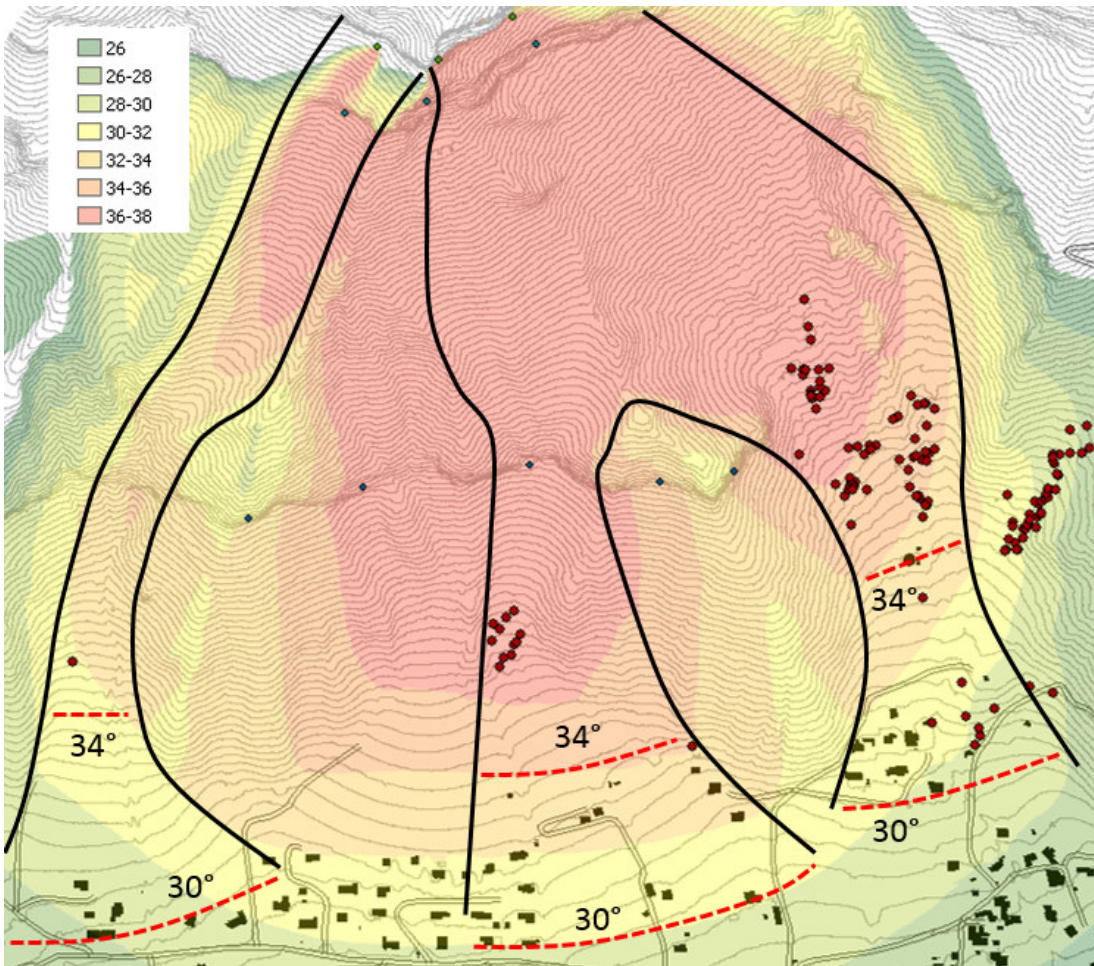
Les figures qui suivent permettent d'afficher les points de départ pour chacune des 4 corniches, avec les enveloppes ALE de la plage 26°-38°, par pas de 2°.



ALE pour des départs sur la petite corniche constituée de calcaires du Fontanil (Valanginien). Les limites lissées de la plage 30-34° (profil-type « A » MEZAP) sont affichées. Les limites noires correspondent aux zones d'applications de la méthodologie Conefall.



ALE pour des départs sur la basse corniche constituée de calcaires Urgonien (Barrémien). Les limites lissées de la plage 30-34° (profil-type « A » MEZAP) sont affichées. Les limites noires correspondent aux zones d'applications de la méthodologie Conefall. L'éboulement de 1889 se situe dans l'enveloppe 38-32°

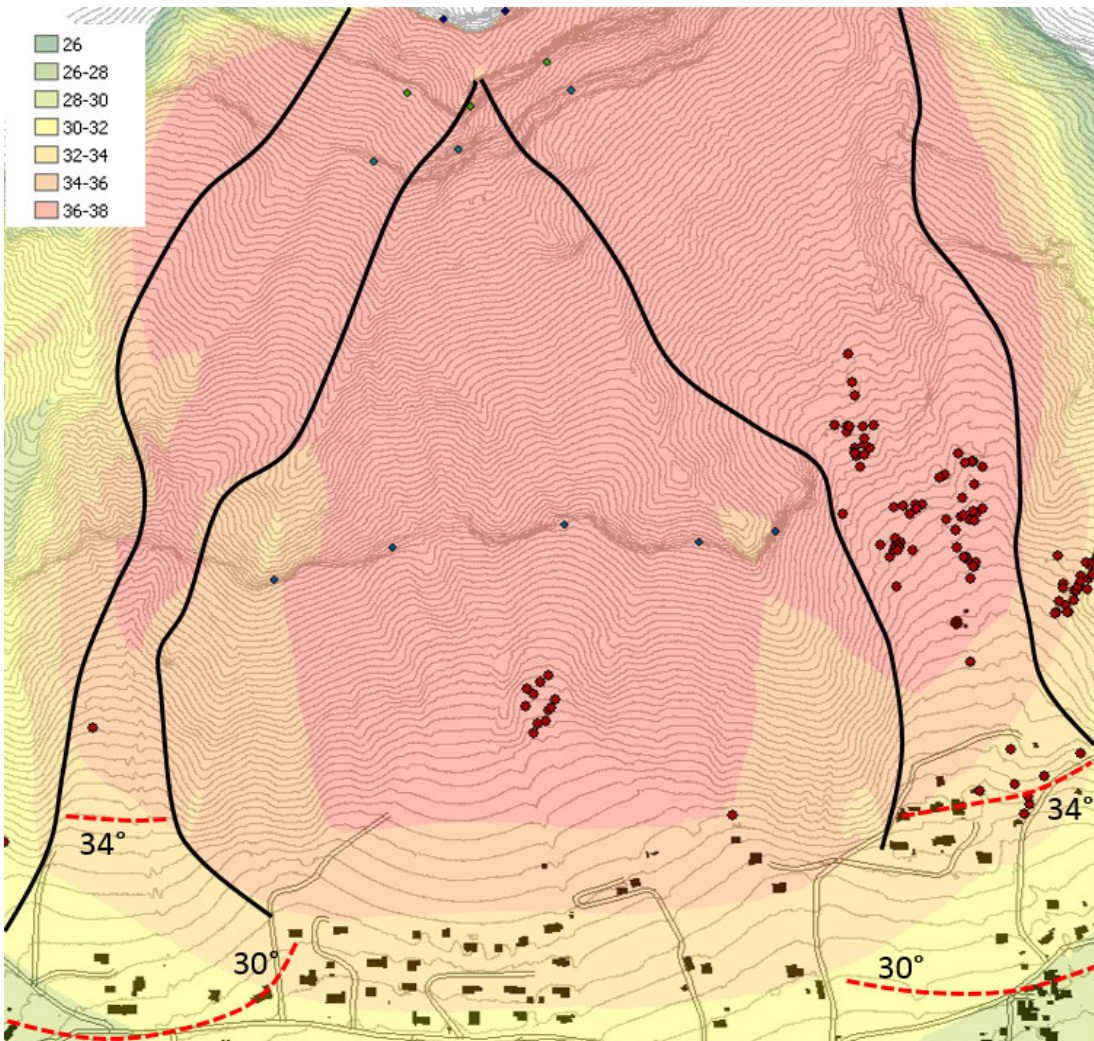


ALE pour des départs sur la moyenne corniche constituée de calcaires Urgonien (Bédoulien).

Les limites lissées de la plage 30-34° (profil-type « A » MEZAP) sont affichées.

Les limites noires correspondent aux zones d'applications de la méthodologie Conefall.

L'éboulement de 1889 se situe dans l'enveloppe 40-34°



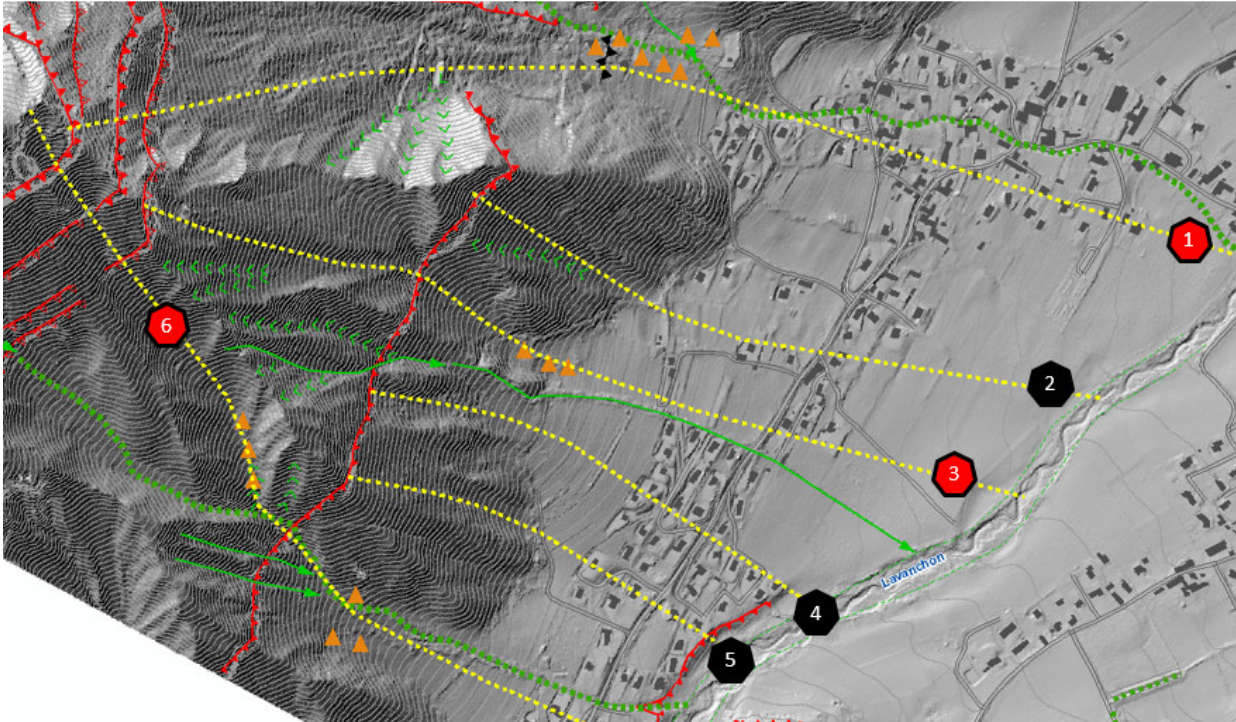
ALE pour des départs sur la haute corniche constituée de calcaires Urgonien (Bédoulien).

Les limites lissées de la plage 30-34° (profil-type « A » MEZAP) sont affichées.

Les limites noires correspondent aux zones d'applications de la méthodologie Conefall.

L'éboulement de 1889 ne peut être imputé à cette corniche.

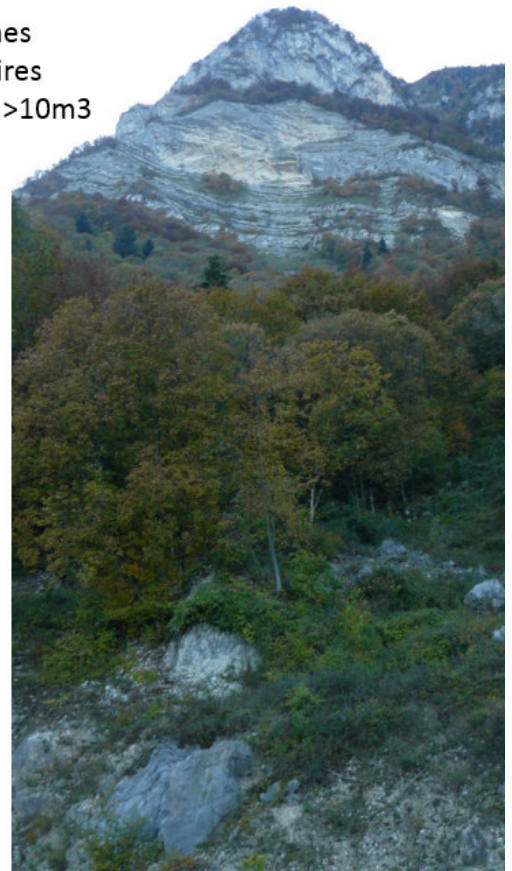
6.6. Détermination des profils-types pour les chutes de blocs



Profil 2 : corniche unique.
Calcaires du Fontanil. Blocs 1 à
2m³



Profil 1 : corniches
multiples. Calcaires
Urgonien. Blocs >10m³



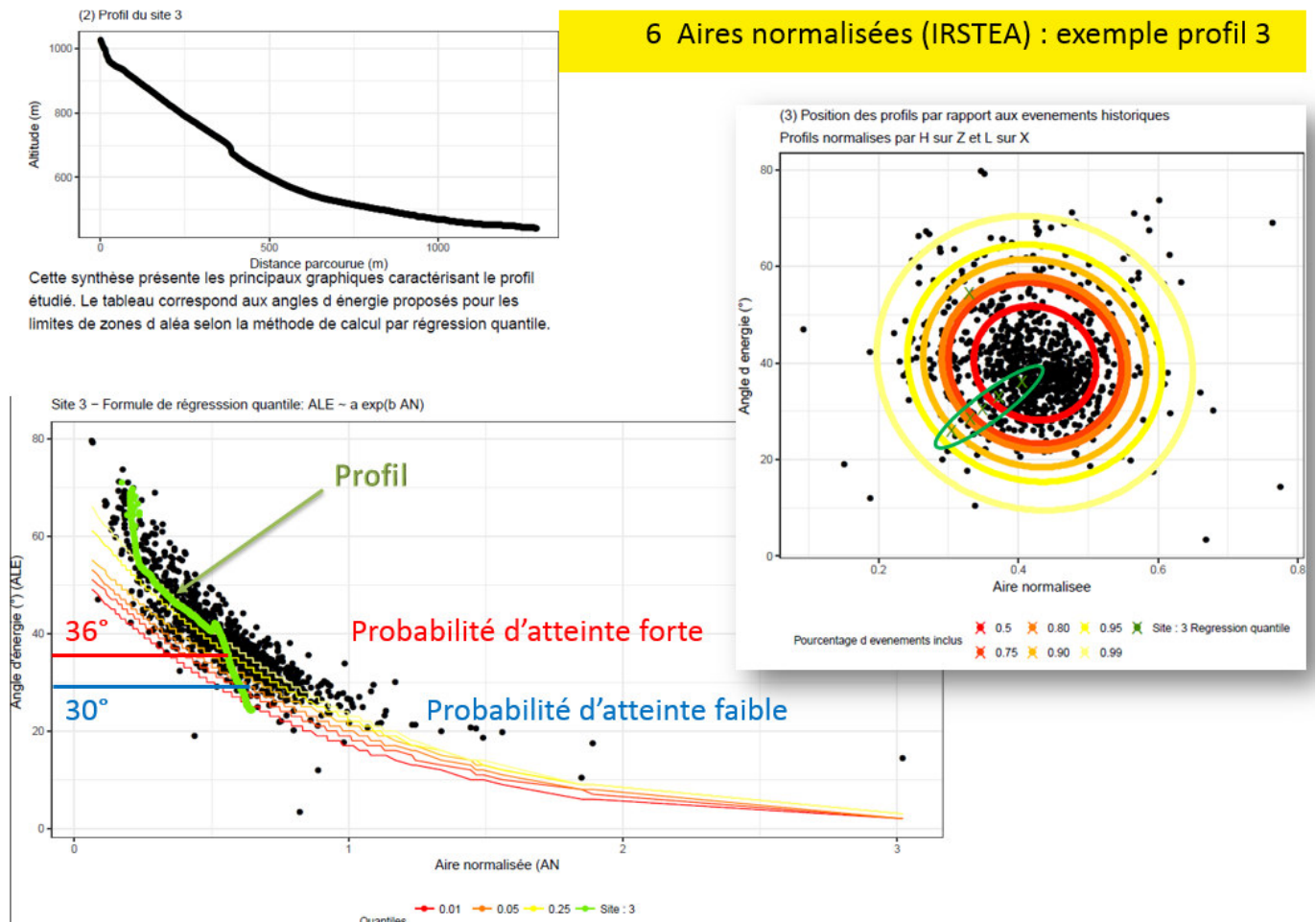
Les deux grands types de profils : à gauche, calcaires Urgonien (3 corniches en zone de départ des blocs) et à droite calcaires du Fontanil (corniche unique de faible hauteur et discontinue).

6.7. Ligne d'énergie (ALE) : appui de l'Irstea pour caler les profils de St Paul de Varces sur les « Aires Normalisées »

Les notions théoriques, scientifiques et méthodologiques sont décrites dans le rapport IRSTEA séparé (référence IX page 2).

Nous présentons ici notre utilisation et notre interprétation de l'Aire Normalisée, qui permet de replacer chaque profil dans un nuage de plusieurs milliers de points issus d'évènement de chutes de blocs à l'échelle mondiale.

A titre d'exemple nous montrons les graphiques produits pour le profil n°3 (celui de l'évènement de 1889). L'ensemble des traitements statistiques des 6 profils et le tableau de synthèse sont décrits dans le rapport Irstea.



6.8. Recalage des probabilités d'atteinte (ALE) avec les Aires Normalisées (AN)

Dans le tableau suivant, nous faisons une interprétation des probabilités d'atteintes (PA) pour chaque donnée quantile des profils. En considérant que nos profils-types sont tous de type « A » MEZAP (avec des caractères secondaires « B » et « C »), et que les distances de propagations sont toutes importantes (400m à 1000m en planimétrie), les résultats doivent logiquement être homogènes. Un trop grand facteur de dispersion des ALE entre les quantiles 50% et 1% nous obligera :

- Soit à ne pas prendre en compte le profil.
- Soit à prendre des quantiles supérieures à 2% comme choix de PA faible.

Profils étudiés pour les déterminations des angles de lignes d'énergies (ALE)							Choix de probabilités d'atteinte (PA)	
Quantile	P1 ALE	P2 ALE	P3 ALE	P4 ALE	P5 ALE	P6 ALE		
1%	31,2	23	25,9	16,6	25,4	-	xx	Faible à nul
2%	33,6	25,6	27,9	20,1	28,0	-	xx	Faible
2,5%	34,4	26,8	28,6	20,9	29,2	-	xx	Faible à moyen
3%	35,1	27,1	29,2	22,2	29,4	-	xx	Moyen
4%	36,1	28,1	30,1	23,6	30,4	-	xx	Moyen à fort
5%	36,6	28,8	30,5	25,0	31,2	30,2	xx	Fort
10%	39,7	31,1	33,0	28,8	33,5	33,0	xx	Fort à très fort
25%	45,8	34,6	36,0	32,6	36,6	36,1	xx	Très fort
50%	53,2	38,2	54,5	46,9	52,0	42,2		
Indice d'activité	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible		
Indice d'Intensité	Très élevée (>10m3)	Elevée (1 à 2m3)	Elevée (2 à 5m3)	Elevée (1 à 2m3)	Elevée (1m3)	Très élevée (>10m3)		

Les valeurs d'ALE en bleu correspondent à une PA faible, qui sera prise comme borne inférieure de l'aléa. La probabilité que le phénomène se produise jusqu'à cette limite est faible.

Les valeurs d'ALE en rouge correspondent à une PA forte, pour laquelle le phénomène de référence à une forte probabilité de se produire.

Les cases grisées correspondent aux valeurs retenues.

Les cases vertes correspondent aux valeurs non retenues car jugées non représentatives localement.

On remarque que les grands profils (P1, P3, P6) se calent bien avec les plages d'ALE définies pour les profils types « A » de MEZAP.

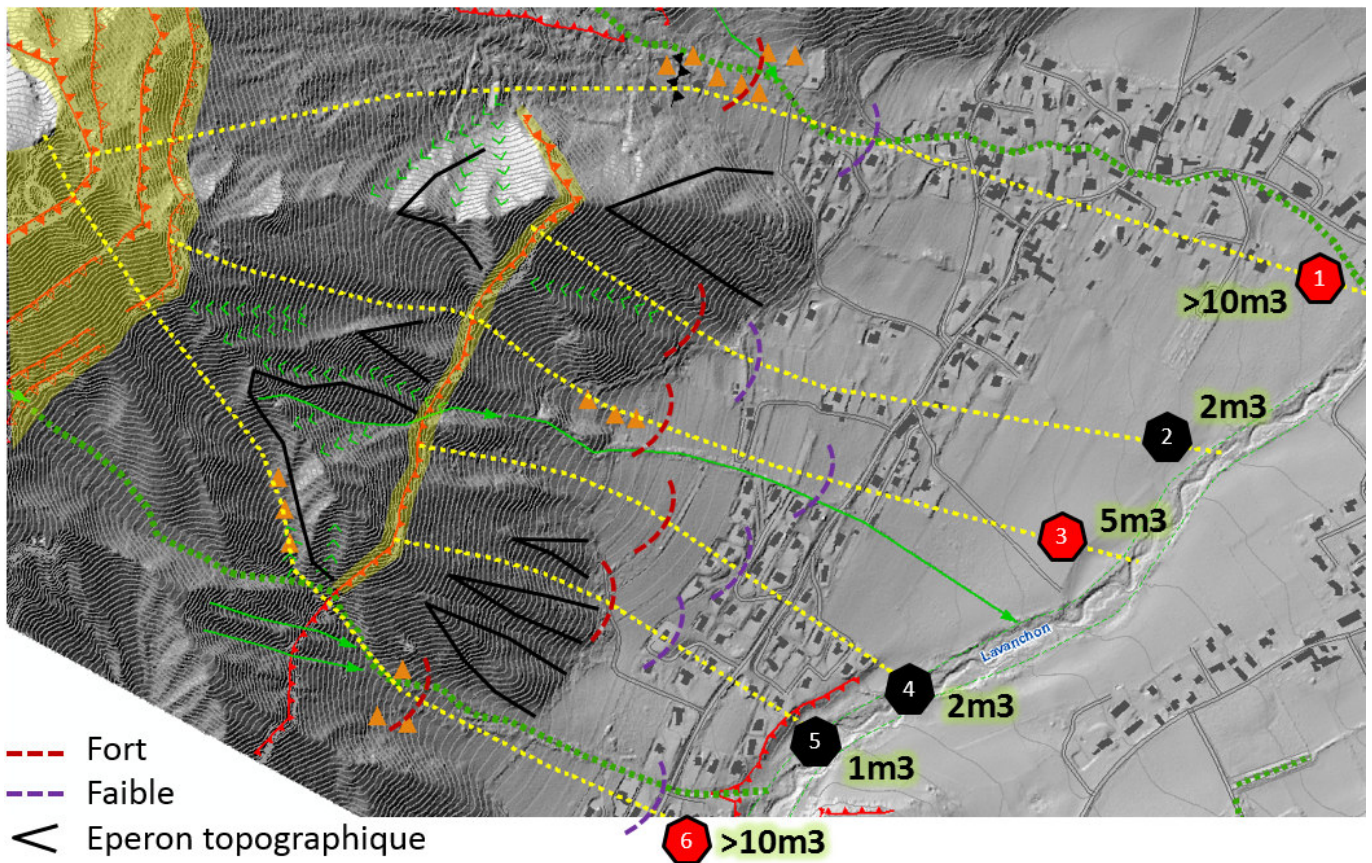
Le profil 3 a toutefois une plage de valeur trop large entre le quantile 25% et 1%. Nous avons de fait exclu les valeurs basses.

Les profils plus courts, issus des calcaires du Fontanil, sont plus problématiques : les plages de valeurs sont très étendues et correspondent, pour les quantiles de 25% à 1% à des valeurs basses. Pour les 3 profils (P2, P4, P5), il semble cohérent de considérer le quantile 5% comme valeur la plus basse pour déterminer la PA. On retrouve alors des plages de valeurs conformes à celles proposées dans MEZAP.

Bilan : ce premier test des aires normalisées, encore au stade recherche par l'IRSTEA, n'est pas totalement concluant pour les profils de courte distance, mais permet de valider les plages de valeurs des profils plus longs. Il n'y a pas de réelle plus-value par rapport à une bonne analyse géomorphologique et topographique, couplée à des outils simples comme conefall. Il faut toutefois garder à l'esprit que ce type d'analyse détaillée ne peut se faire qu'avec des données topographiques précises (MNT métrique), avec un fort investissement sur le terrain, et une pratique éprouvée de la méthodologie MEZAP.

6.9. Nouvelle détermination des aléas

Sur la base de l'analyse complémentaire des Aires Normalisées, les limites des ALE (Max. et Min.) sont positionnées dans la figure suivante.



On constate que tous les phénomènes historiques et tous les blocs relevés sur le terrain se trouvent contenus dans la plage [zone de départ ; valeur MAX].
 Pour le vallon de Charbonnier, il y a de nombreux blocs contenus dans la plage [valeur MAX – valeur MIN].
 Le merlon de protection des Moussees a donc un rôle capital dans la réduction du risque.

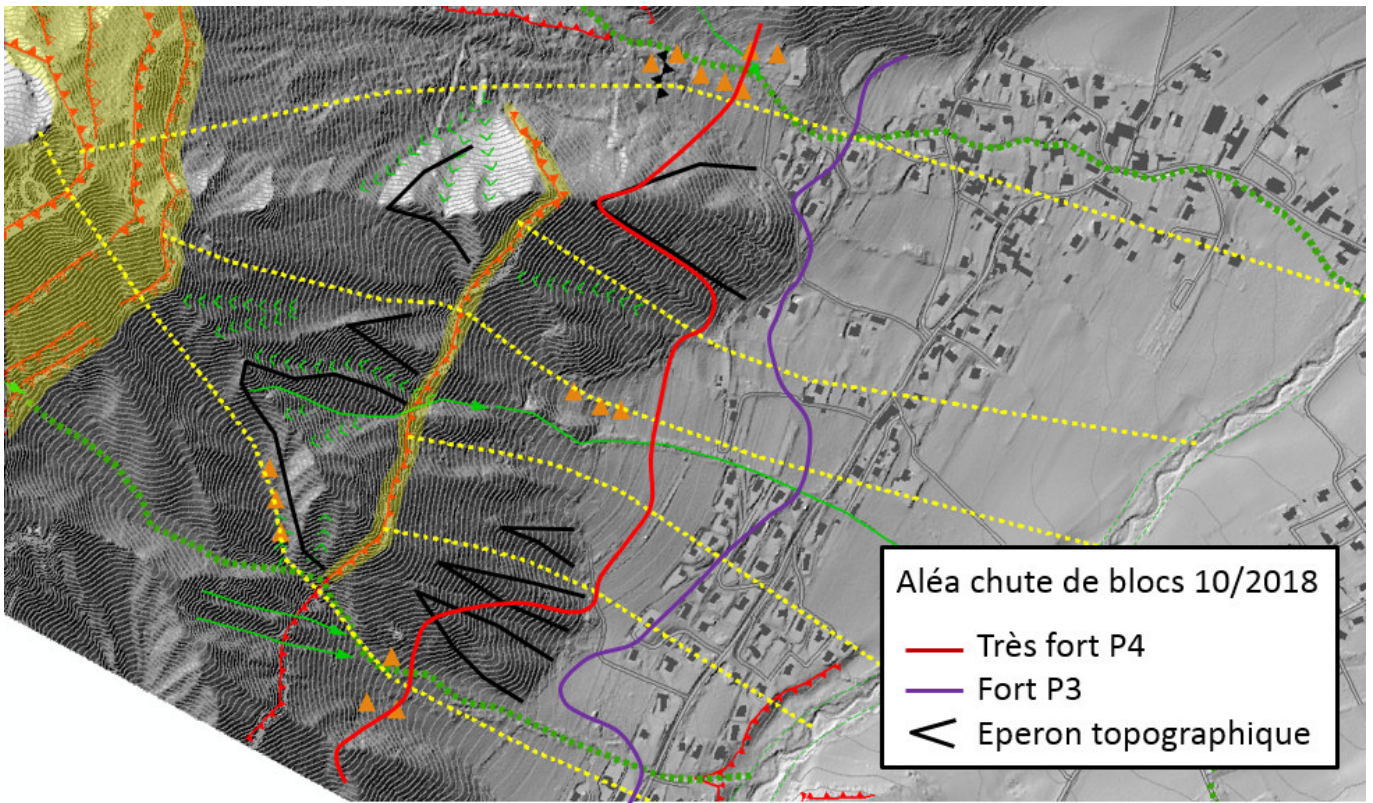
Compte-tenu de la méthodologie MEZAP pour la caractérisation des indices d'intensité et des indices d'activité, la borne minimum de l'ALE correspond à de l'aléa fort P3 et la borne maximale à de l'aléa très fort P4

6.10. Nouvelle cartographie proposée pour prise en compte dans une version 3b (2019)



Dans la mesure où les ALE calculés avec les plages de valeurs des AN sont concordantes, et plus précises, que les plages d'ALE proposées par profil-types dans le guide MEZAP, nous proposons de retenir ces valeurs. Compte-tenu de la méthodologie MEZAP pour la caractérisation des indices d'intensité et des indices d'activité, la borne minimum de l'ALE correspond à de l'aléa fort P3 et la borne maximale à de l'aléa très fort P4.

Le rôle de protection du merlon des Moussees est pris en compte, mais ne se traduit pas par une modification des limites des aléas, car les blocs rocheux se propageant depuis les rochers du Pré du Four ne sont pas interceptés par l'ouvrage, et leur zone d'arrêt se trouve dans la même plage de valeur [36-33°] que les blocs provenant des corniches de Bachasset.

Avec ces limites d'aléas, qui restent à valider par la Métropole, 19 habitations sont concernées par de l'aléa fort P3. Il faut considérer que les blocs sont de taille réduite (1-2m3, 5m3 maximum) et en fin de course. Les énergies d'impacts seront de toutes évidences peu élevées, et donc facilement maîtrisable par des ouvrages de protection déportés de dimensions modestes.



Proposition de nouvelles limites d'aléas sur le secteur Brigagier/Lourmel/Faures/Charbonnier

<p>Le Géomorphologue, Responsable du Pôle «Expertise et Affichage des Risques Naturels »</p>  <p>Yannick ROBERT</p>	<p>Validé par Claude BARTHELON</p>  <p>Le Directeur de l'Agence RTM Alpes du Nord</p> <p>Claude BARTHELON</p>
---	---