

SATA Group – L'Alpe d'Huez

Télécabine du Villarais – Etude de risques nivologiques

***- caractérisation géographique du risque avalancheux
- modélisation numérique des efforts potentiellement engendrés***

Novembre 2024



Photo 1 : zone à risques du projet de la future télécabine du Villarais (tracé approximatif en pointillés rouges). Photo fournie par SATA Group.

Destinataire : SATA Group – L'Alpe d'Huez	Fournisseur : bureau d'études ALEA
Thierry Hugues – directeur d'exploitation de la station	Réalisation : Cédric Périllat Supervision : Alain Duclos Novembre 2024



TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	3
2	ETUDE NATURALISTE	4
2.1	Localisation du projet et analyse de la topographie	4
2.2	Analyse des hauteurs de neige de la station de mesure de l'Alpe d'Huez.....	4
2.3	Analyse de la CLPA et de l'EPA	5
2.3.1	Analyse de la CLPA	5
2.3.2	Analyse de l'EPA	6
2.4	Analyse du PIDA.....	8
2.5	Recueil d'informations auprès de l'exploitant	11
3	MODELISATION A L'AIDE DE RAMMS	13
3.1	Présentation du logiciel	13
3.1.1	Données topographiques.....	13
3.1.2	Paramètres d'entrée	13
3.2	Détermination des zones d'études.....	14
3.2.1	Evènement de 1981	16
3.2.2	Evènement de 1989	16
3.3	Définition des conditions nivologiques.....	18
3.4	Synthèse des simulations réalisées	18
3.4.1	Avalanche relative à l'évènement de 1989 : plaque de neige sèche ou humide sur couche fragile	19
3.4.2	Avalanche relative à l'évènement de 1981 : plaque de neige sèche ou humide sur couche fragile	20
3.4.3	Plaque de fond	21
3.5	Interprétation des résultats	22
3.5.1	Préambule	22
3.5.2	Cas défavorables les plus représentatifs.....	22
3.5.3	Prise en compte de l'effet des arbres dans la zone d'écoulement	26
3.5.4	Direction de l'application des efforts.....	27
4	CONCLUSION	28
5	ANNEXES	29



1 INTRODUCTION

Cette étude fait suite à la commande d'une étude de risques nivologiques de SATA Group – L'Alpe d'Huez sur le secteur Signal à Villard Reculas, dans le cadre du projet de remplacement du télésiège du Villarais par une télécabine. Ce projet de remplacement de l'appareil en place consiste en la modification du tracé actuel, avec un déplacement général de la ligne au sud de l'existante, suite à la modification d'implantation de la gare de départ et de la gare d'arrivée.

Celle-ci se base sur l'analyse :

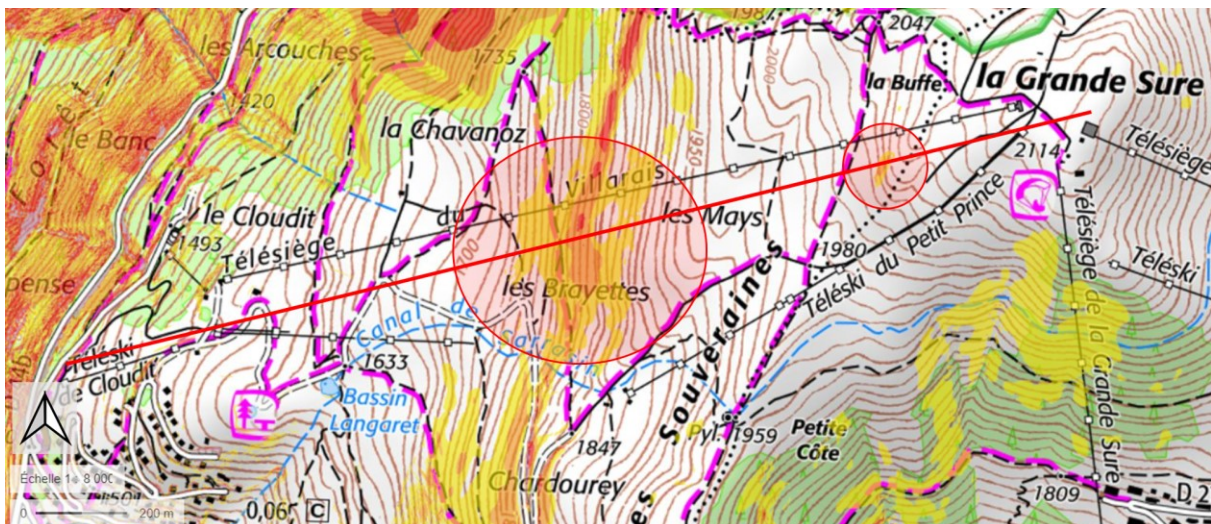
- des données (localisation et esquisse architecturale du projet) fournies par le commanditaire et le cabinet ERIC, maître d'œuvre du projet.
- des hauteurs de neige relevées sur le secteur grâce à la station de mesures de type Flowcapt de l'Alpe d'Huez.
- de la CLPA (Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches répertoriant l'emprise maximale des événements du passé) et de l'EPA (Enquête Permanente sur les Avalanches) de la zone concernée.
- du PIDA (Plan d'Intervention pour le Déclenchement des Avalanches) en place sur le domaine skiable (mis à jour le 02/12/2022).
- des informations recueillies auprès des acteurs de terrain lors de visite du 15/11/2024, complétées par des relevés GPS de terrain et des photos au drone.
- des résultats issus de la modélisation d'écoulement avalancheux à l'aide du logiciel RAMMS en se basant sur différents scénarii évoqués avec le maître d'ouvrage.

2 ETUDE NATURALISTE

2.1 LOCALISATION DU PROJET ET ANALYSE DE LA TOPOGRAPHIE

Le projet de la télécabine du Villarais consiste au remplacement du télésiège débrayable 4 places LEITNER du Villarais, datant de 1997, au départ de Villard Reculas. Celui-ci présentait un dénivelé de 543 m en face ouest de la Grande Sure, entre la gare aval située à 1560 m d'altitude et la gare amont à 2103 m, proche du sommet de la Grande Sure. Le projet étudie la possibilité d'un nouveau tracé légèrement décalé vers le sud, avec un départ qui se situerait plus bas, au niveau du départ de l'actuel téléski de Cloudit à 1480 m d'altitude, et une arrivée légèrement plus haute (2114 m d'altitude), au niveau de l'arrivée du télésiège du Signal (cf. Carte 1).

Le tracé de la nouvelle télécabine traverse deux zones potentiellement impactées par le risque d'avalanche car situées ou dominées par des pentes à plus de 30° (et donc suffisamment raides pour permettre le déclenchement d'une avalanche) : la zone des Brayettes (entre 1700 et 1900 m d'altitude) et celle de la Buffe sous le sommet de la Grande Sure, aux alentours de 2050 m d'altitude (cf. Carte 1). A noter que l'ampleur de cette dernière est limitée (environ 20-30 m de dénivelé).



Carte 1 : en rouge, tracé du projet de la télécabine du Villarais sur fond de carte IGN SCAN25. Entourées en rouge, les zones à plus de 30° concernant l'enjeu : les Brayettes et la Buffe. Source : Géoportail.

2.2 ANALYSE DES HAUTEURS DE NEIGE DE LA STATION DE MESURE DE L'ALPE D'HUEZ

Une station de mesure de type Flowcapt est installée sur la commune de l'Alpe d'Huez, sous le sommet de la Grande Sure, à 2064 m d'altitude. L'analyse des hauteurs de neige enregistrées depuis 2009 nous permet de nous rendre compte de l'enneigement du secteur (cf. Figure 1). Si l'on écarte les années 2013 et 2014 qui semblent présenter des anomalies de mesure, on remarque que la hauteur de neige du mât principal ne dépasse que très rarement les 150 cm (excepté ponctuellement comme lors d'épisodes neigeux, cf. années 2018, 2019 et 2021). La hauteur mesurée au mât déporté atteint parfois les 200 cm (cf. année 2020).

L'analyse des vents dominants met clairement en avant un vent du nord (cf. exemple de l'année 2024 sur la Figure 2).

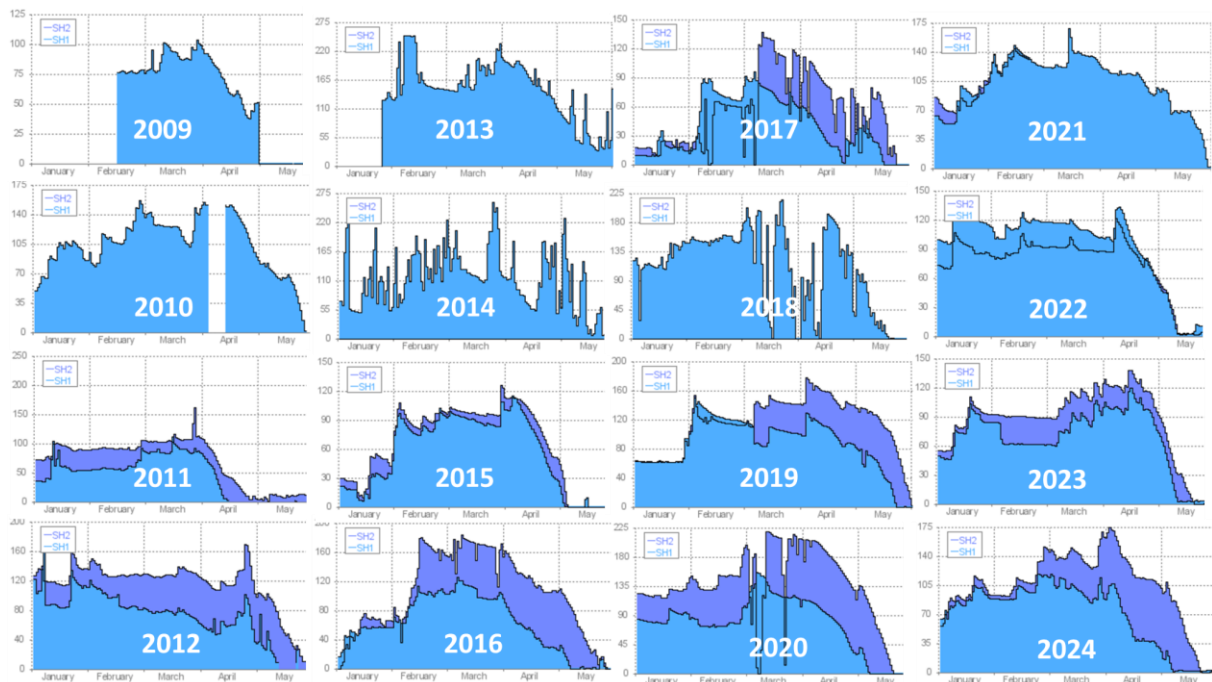


Figure 1 : relevés des mesures de hauteur de neige (en cm) au mât principal (SH1) et au mât déporté (SH2) de la station de mesures de type Flowcapt de l'Alpe d'Huez (2064 m d'altitude) de janvier à mai.

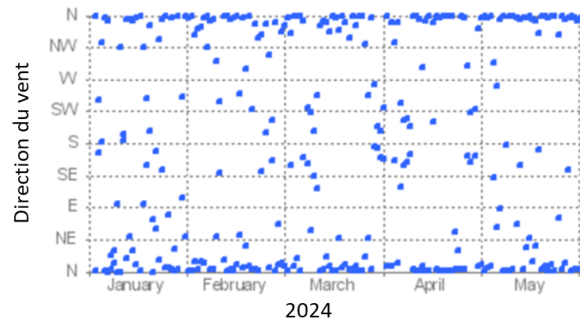


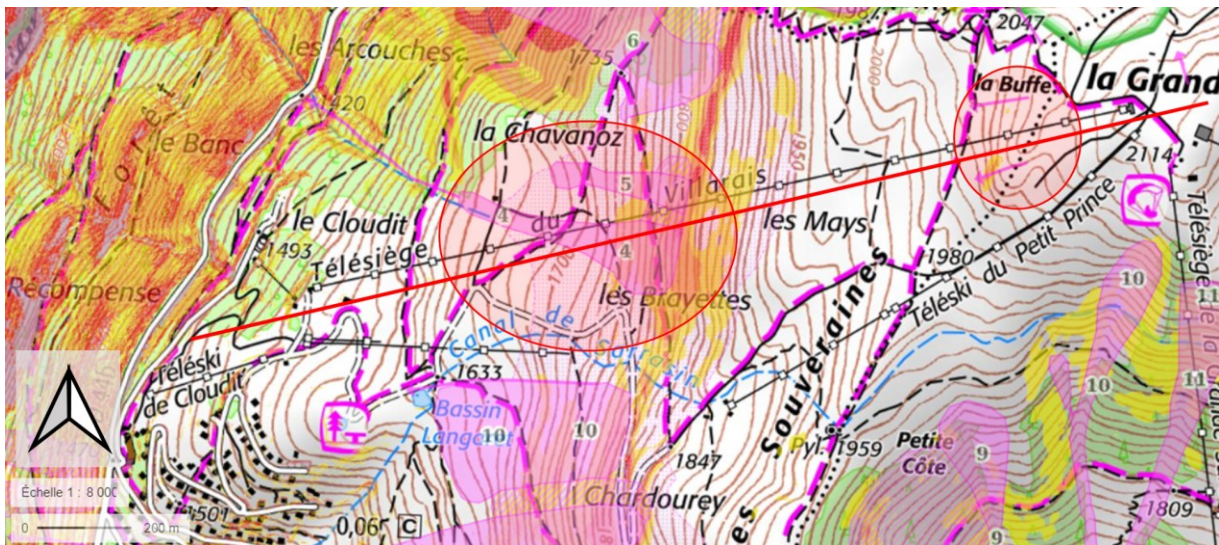
Figure 2 : relevés de la direction du vent de la station de mesures de type Flowcapt de l'Alpe d'Huez (2064 m d'altitude) de janvier à mai 2024.

2.3 ANALYSE DE LA CLPA ET DE L'EPA

2.3.1 Analyse de la CLPA

Cette partie du domaine de l'Alpe d'Huez est intégrée dans la zone AY61 du plan départemental du dispositif de la CLPA (secteur 38550 - Villard Reculas).

La zone de la télécabine du Villarais est concernée par les emprises 4 et 5 des événements avalancheux de la CLPA (respectivement dénommées « mur de Villard rive droite » et « Forêt rive gauche », correspondant à la zone des Brayettes sur l'IGN, cf. Carte 2). On remarque également 2 avalanches signalées par des flèches mais non numérotées car représentant une emprise d'une largeur inférieure à 30 m, et qui correspondraient à la pente O de la Buffe.

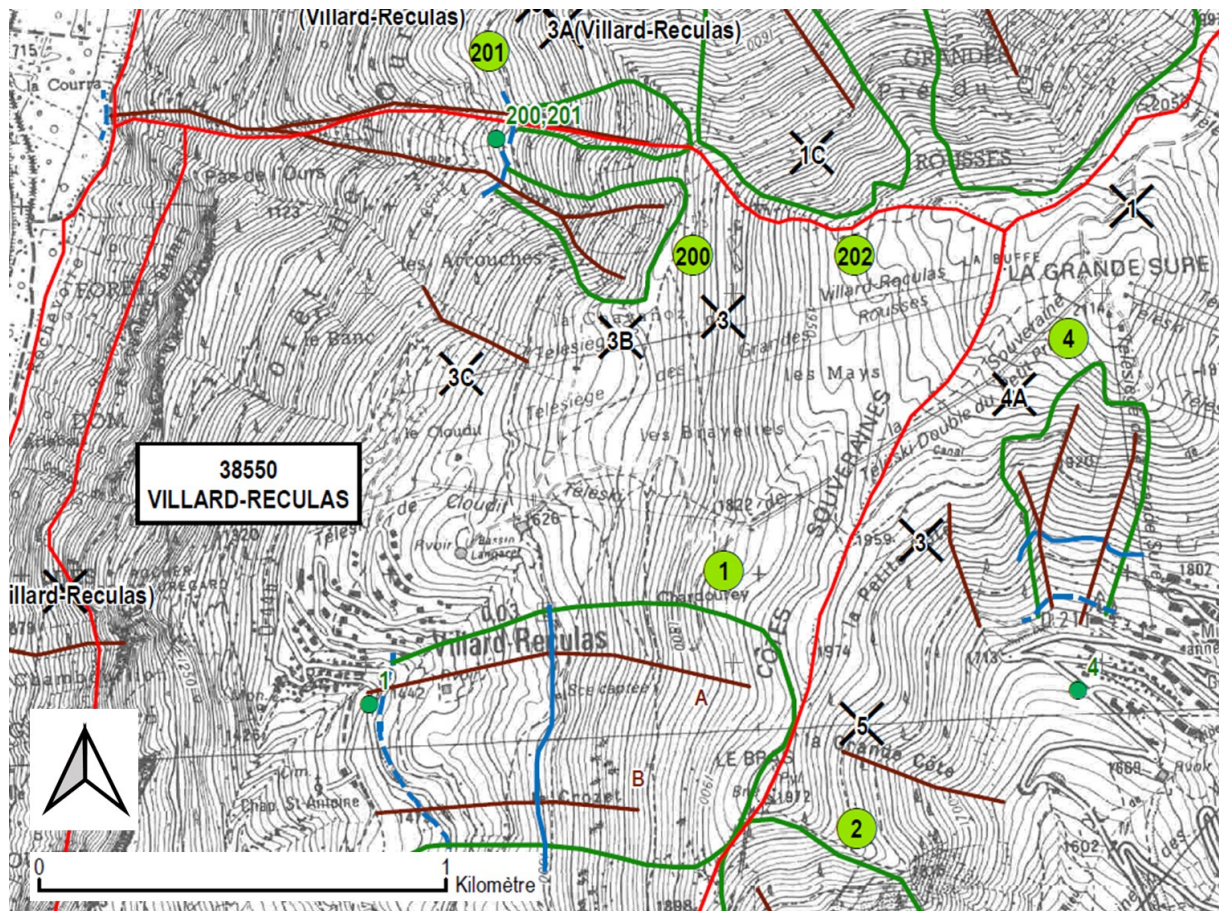


Carte 2 : emprise des avalanches issues de la CLPA et recensées sur le secteur, sur fond de carte IGN SCAN25. Entourées en rouge, les emprises 4 et 5 qui concernent le projet, ainsi que les événements localisés de faible ampleur désignés par des flèches. Le tracé rouge correspond au projet de la nouvelle télécabine. Source : Géoportail.

D'après les descriptifs de la fiche signalétique CLPA du secteur, l'évènement majeur recensé sur cette zone date de 01/1981, et concernerait une avalanche de plaque sur couche fragile en neige sèche, qui se serait décrochée vers 1800 m sur l'intégralité du versant de la Grande Sure situé sous la crête des Côtes Souveraines, depuis le Bras jusqu'à la Buffe, soit sur une distance de 1 à 1,5 km. A la fin des années 1980 - début des années 1990, une avalanche déclenchée préventivement dans le cadre de la sécurisation du domaine skiable est passée devant la bergerie et s'est arrêtée dans la forêt. Cependant (toujours d'après la fiche signalétique de la CLPA), ce site, intégralement skii à ce jour et intégré au PIDA de la station de l'Alpe d'Huez depuis 1990, ne permet plus les conditions d'instabilité potentielle de l'époque (cf. Extrait 1 et Extrait 2 de la fiche CLPA en annexe).

2.3.2 Analyse de l'EPA

Bien qu'aucune EPA ne soit ouverte pour les emprises 4 et 5, elles existent pour les emprises voisines 6 et 7 (site n°200 dénommé Combe Croze - 4 événements recensés, et site n°201 dénommé Combe Poisot - 28 événements recensés), ainsi que pour l'emprise 2 (site n°1 dénommé Côtes Souveraines - 15 événements recensés), de même orientation ouest (cf. Carte 3 et Extrait 3 à Extrait 5 des listes de l'EPA en annexe). Les différents événements enregistrés indiquent une majorité d'occurrences en neige humide par condition de redoux (augmentation des températures et/ou pluie), parfois sous forme de plaque de fond, parfois sous forme de plaque superficielle sur couche fragile (cf. Extrait 6 du manuel des observateurs de l'EPA en annexe). A titre d'exemple, les événements avalancheux de neige humide des 28/01 et 02/02/2021 à Côtes Souveraines, survenus lors d'un épisode de redoux pluvieux également mis en évidence par les mesures de la station Flowcapt (cf. Figure 3).



Carte 3 : carte répertoriant les sites EPA du secteur de Villard Reculas : n°1 = Côtes souveraines, n°200 = Combe Croze, n°201 = Combe Poisot. Source : INRAE.

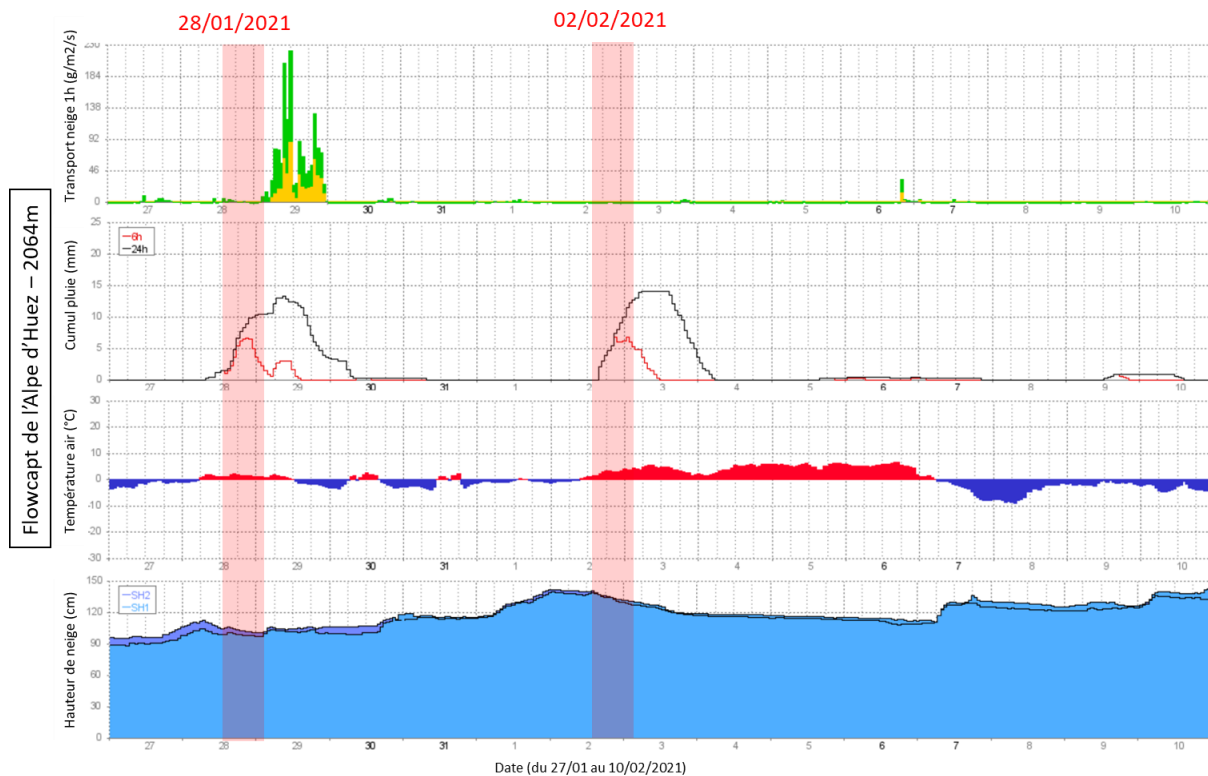
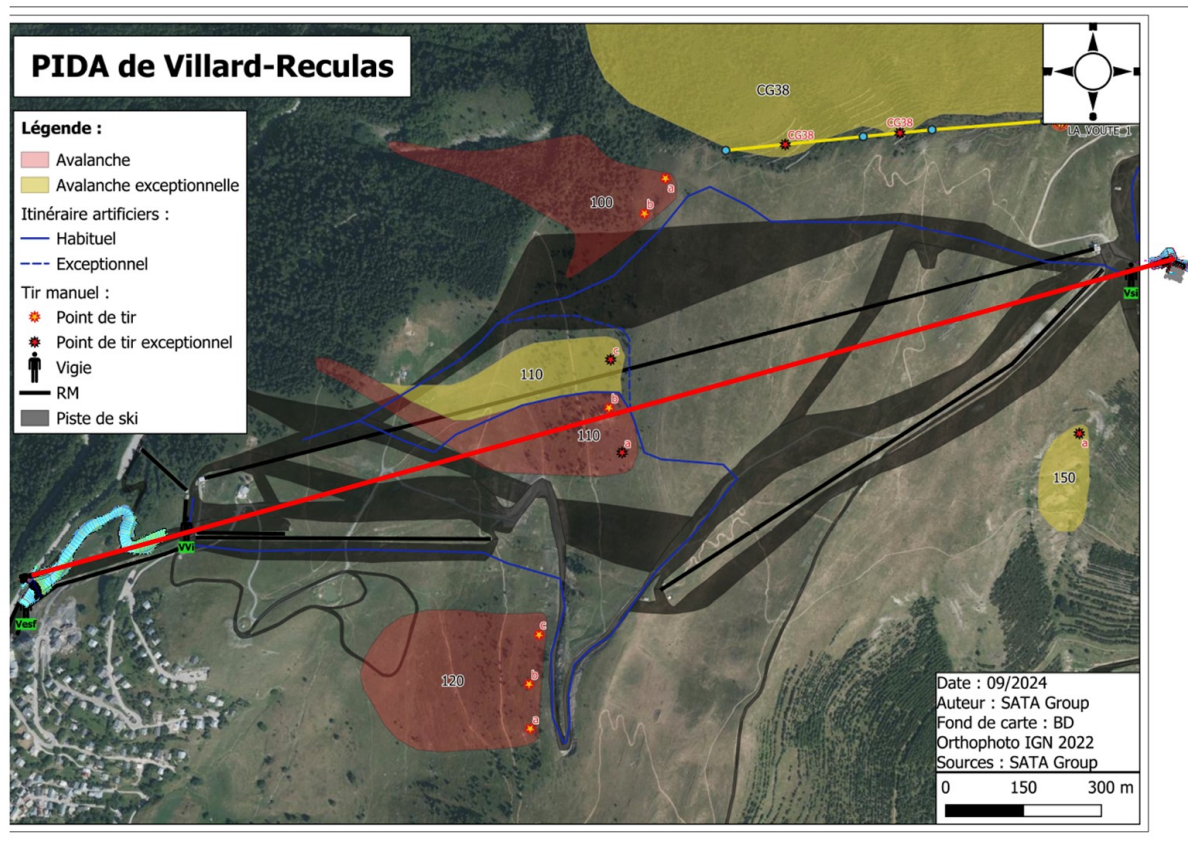


Figure 3 : relevés des mesures du 27/01 au 10/02/2021 de la station de type Flowcapt de l'Alpe d'Huez: hauteur de neige au mât principal (SH1, bleu clair) et au mât déporté (SH2, bleu foncé), température de l'air, cumul de pluie en 6h (rouge) et en 24 h (noir), et transport de neige par le vent. Encadrées en rouge, les périodes concernant les événements avalancheux du 28/01 et du 02/02, au cours d'un épisode de redoux pluvieux.

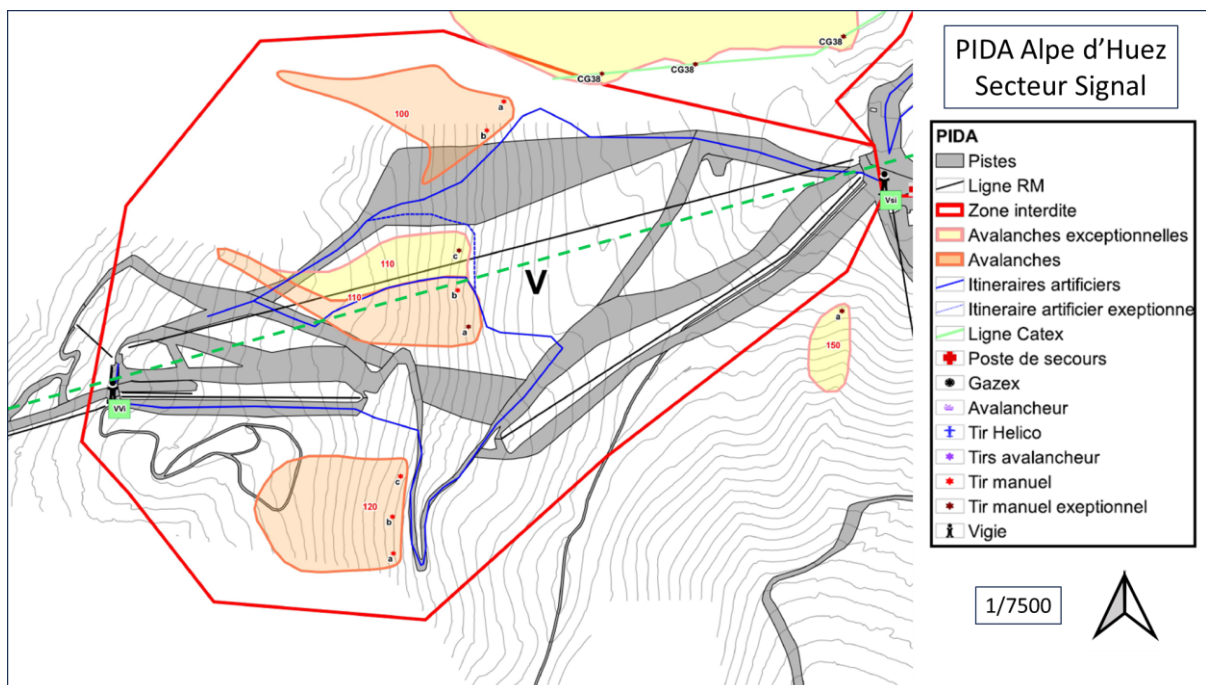
2.4 ANALYSE DU PIDA

D'après l'analyse de la version actuelle du PIDA (mis à jour en décembre 2022), le secteur Signal incluant la télécabine du Villarais serait concerné par la zone 110 qui correspond aux emprises 4 et 5 de la CLPA (cf. Carte 4 et Carte 5). A noter que la zone 110 est également annotée zone 510 en fonction des documents (cf. Photo 2), et que c'est cette dernière dénomination qui est actuellement utilisée.

Cette zone comporte 3 points de tir différents : 1 point de tir courant (510b) et 2 points de tir exceptionnels (510a et c) (cf. Carte 5, Photo 2 et Tableau 1).



Carte 4 : plan de situation du projet de la télécabine du Villarais (en rouge) sur fond de carte PIDA, fourni par le cabinet ERIC.



Carte 5 : extrait du PIDA du domaine de l'Alpe d'Huez (mis à jour le 02/12/2022). En pointillés verts, le tracé approximatif de la nouvelle télécabine du Villarais.

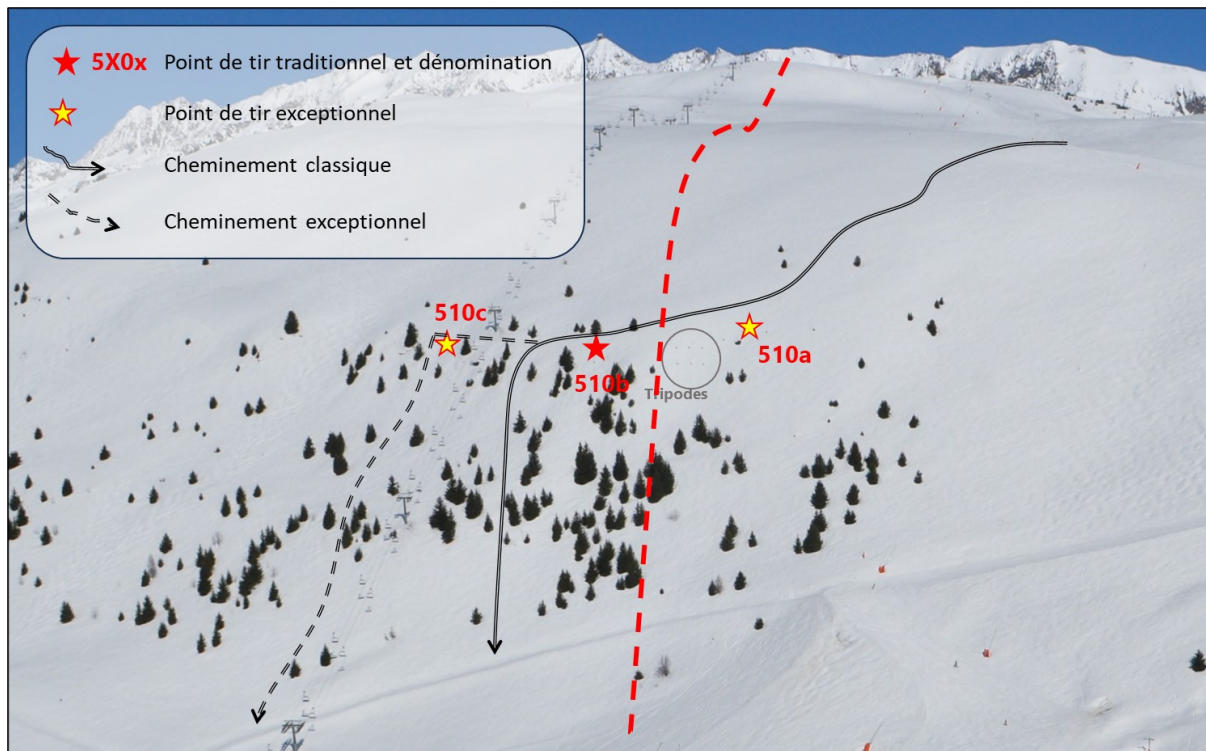


Photo 2 : extrait de l'atlas de déclenchement de la zone 510 (ex-110) du secteur Signal du PIDA de l'Alpe d'Huez. En pointillés rouges, le tracé du nouveau projet.

Tableau 1 : récapitulatif de la zone 510 du PIDA et des moyens de déclenchement associés, en regard avec la CLPA.

Zones du PIDA	Nb de points de tir	N° CLPA	Déclenchement principal	Déclenchement de substitution
510 (ex-110)	510a, 510b et 510c	4 et 5	Purge à ski ou grenadage manuel	Grenadage hélico ou DaisyBell



2.5 RECUEIL D'INFORMATIONS AUPRES DE L'EXPLOITANT

La visite sur place, effectuée le 15/11/2024, a permis de s'entretenir avec Jean-Christophe LAPALUS directeur des pistes et Philippe MULLER, son directeur-adjoint. Les coordonnées exactes des pylônes nous ont également été fournies par Jean MASLOWSKI, responsable SIG de SATAGroup.

Les informations complémentaires suite à ces échanges sont les suivantes :

- Bien qu'initialement sécurisée par déclenchement préventif à skis, le PIDA à l'aide d'explosif de cette zone n'existe que depuis 1990, suite à un déclenchement d'ampleur exceptionnelle provoqué à skis par Philippe lui-même dans le cadre de la sécurisation du domaine skiable en 1989 (événement majeur faisant office de référence dans la CLPA). Cette avalanche serait partie sur 80 cm d'épais et 70 m de large (plaque de neige sèche sur couche fragile), aurait traversé le replat à côté de la bergerie pour terminer sa course dans la forêt en contrebas. Actuellement traitée par le point de tir 510a, elle n'a jamais été observée de cette ampleur depuis : il est plutôt courant d'observer des cassures de l'ordre de 15-20 cm avec un dépôt s'arrêtant au bas de la pente (cf. Photo 3).
- Contrairement à ce qu'indiquent les documents du PIDA, le point de tir le plus fréquent et le plus conséquent (à l'explosif) n'est pas le 510b mais le 510a. Les points de tir 510b et 510c sont principalement purgés à skis, et donnent des résultats de faible ampleur.
- Contrairement aux emprises voisines 6 et 7 de la CLPA, aucune plaque de fond n'a été recensée dans cette zone. Plusieurs raisons peuvent l'expliquer :
 - le secteur est intensément skié, ce qui érode le manteau neigeux au fur et à mesure et empêche la constitution d'un manteau neigeux épais propice aux reptations et plaques de fond.
 - le secteur est également très fréquemment sécurisé par déclenchement préventif, même lors des périodes de fermeture administrative de la station (cf. COVID-19).
 - le terrain a depuis longtemps été aménagé : de nombreuses banquettes ont été creusées à flanc de pente, et des tripodes ont également été ajoutés sur la rive droite de la petite combe en 2018 (cf. Photo 3).
- On observe la présence d'arbres ayant poussé naturellement dans la zone d'écoulement, malgré les coulées artificiellement provoquées par le PIDA. Cela confirme l'absence de phénomène avalancheux d'ampleur lors des derniers hivers.
- Concernant les avalanches des pentes O de la Buffe sous la Grande Sure (identifiées par des flèches sur la CLPA), rien n'y a jamais été observé de mémoire de pisteurs. Ces phénomènes, d'ampleur forcément limitée de par le faible dénivelé concerné, semblent donc également anecdotiques de par leur occurrence (cf. Photo 4).

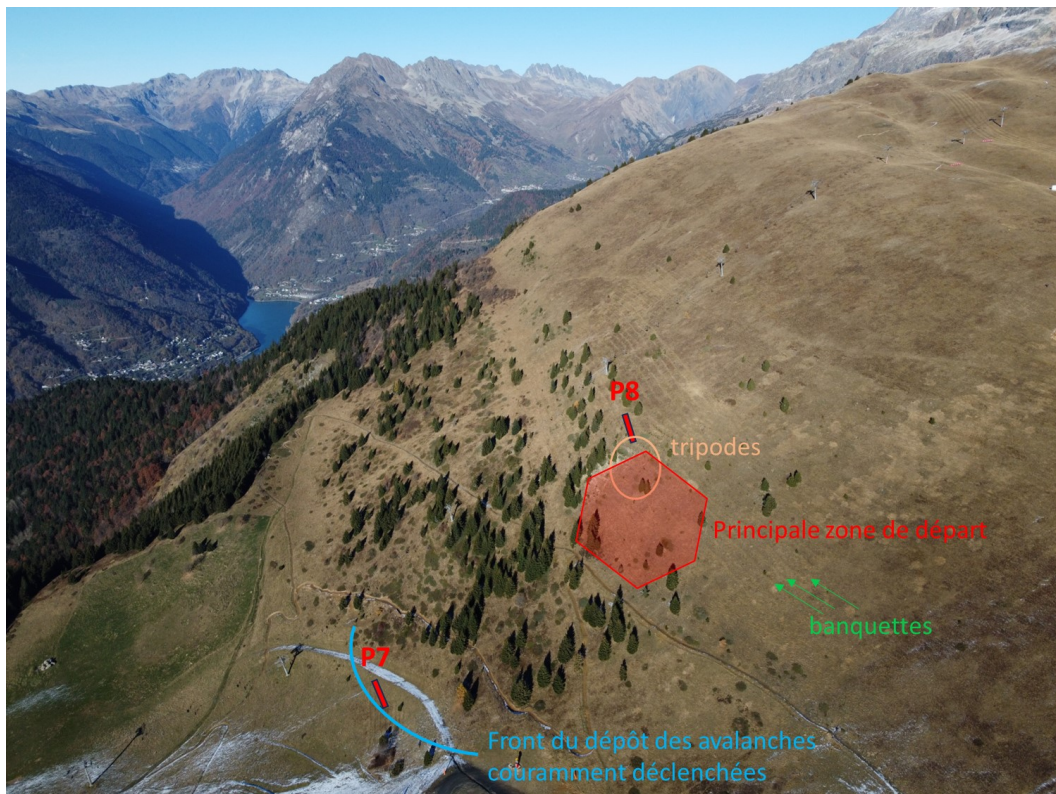


Photo 3 : 15/11/2024 - vue aérienne de l'enjeu, avec les pylônes P7 et P8 parmi les différents éléments de terrain remarquables.

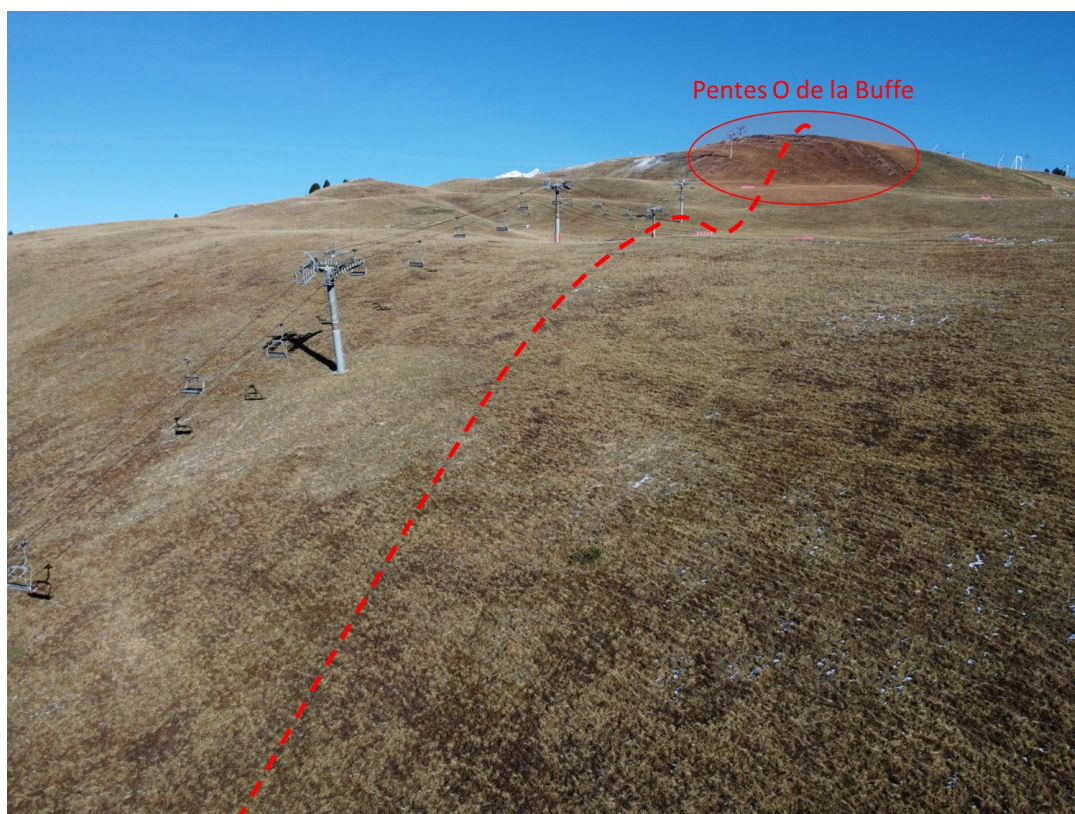


Photo 4 : 15/11/2024 – vue de la pente O de la Buffe juste avant l'arrivée du projet de la télécabine.



3 MODELISATION A L'AIDE DE RAMMS

3.1 PRESENTATION DU LOGICIEL

Les valeurs de pression liées à une avalanche dense (ou à la partie dense d'une avalanche mixte) sont généralement les plus contraignantes vis-à-vis du dimensionnement d'une structure. La modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation). Cet outil a été développé par l'Institut Fédéral Suisse pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF) et il représente aujourd'hui le logiciel le plus performant et le plus utilisé dans le domaine au niveau européen voire mondial. Son fonctionnement général repose sur le cadre des équations moyennées dans l'épaisseur incompressible (équations de Saint Venant) et fermées par un modèle rhéologique de Voellmy. Ce modèle, couplé à un MNT (Modèle Numérique du Terrain) précis, permet à la fois d'évaluer finement l'emprise des avalanches mais aussi de connaître, pour tout point de l'écoulement, les valeurs maximales de hauteur et de vitesse. De plus, sur la base de formulations analytiques, le modèle calcule automatiquement la pression de l'écoulement libre, en absence d'obstacle autre que la morphologie du terrain. Le modèle a été initialement calibré, et il est constamment implémenté par le SLF, en utilisant les données issues du site test de la Vallée de la Sionne (Suisse) où des avalanches à échelle réelle sont déclenchées, observées et mesurées à l'aide de capteurs sophistiqués. Les paramètres d'entrée nécessaires au bon fonctionnement du modèle sont détaillés ci-dessous.

3.1.1 Données topographiques

Le Modèle Numérique du Terrain (MNT) permet au logiciel de connaître la forme du terrain et de simuler le comportement de l'écoulement en fonction de sa morphologie. Sa résolution initiale est de 1 m. Cependant, celle-ci peut être dégradée afin de lisser les aspérités du terrain qui sont, dans la réalité, adoucies par la neige en place ou « gommées » par d'importants volumes d'écoulements. A noter que le MNT issu de la base de données RGE Alti de l'IGN s'est avérée de mauvaise définition sur notre secteur d'étude. Nous avons donc eu recours au MNT fourni par Jean MASLOWSKI de SATA Group.

3.1.2 Paramètres d'entrée

- Emprise de la zone de départ : cette donnée est essentielle puisqu'elle détermine en grande partie le volume mobilisé. Selon les scénarii, elles ont été déterminées à partir de la visite de terrain, des données de la CLPA et de l'entretien mené avec Philippe Muller.
- Epaisseur de neige mobilisée dans la zone de départ : c'est la seconde donnée essentielle pour déterminer le volume mobilisé. Nous avons croisé les résultats de notre expérience des phénomènes considérés, des observations de terrain (Flowcapt) et des données recueillies oralement auprès de Philippe Muller.
- Masse volumique ($\rho = \text{XXX kg/m}^3$) et cohésion ($C_o = \text{XXX Pa}$) : de la même manière, nous avons croisé les propos de Philippe Muller avec les références historiques de la CLPA et notre expérience du type de phénomène en question pour déterminer des valeurs cohérentes aux observations.



- Coefficients de frottement : les paramètres ξ et μ représentent la rugosité et la tortuosité du terrain (ξ) ainsi que le comportement rhéologique du matériau (μ). Ils sont calculés automatiquement par le logiciel à partir de l'analyse du MNT (pente, altitude et courbure du terrain), des informations relatives à la couverture végétale, de la période de retour et de l'ampleur du volume mobilisé. Une avalanche exceptionnelle mobilisant des millions de mètres cubes de neige sera très peu, voire pas du tout, influencée par la rugosité du terrain alors que ces valeurs seront cruciales pour une petite purge.
- Critères d'arrêt des calculs : lorsque la quantité de mouvement est inférieure à 5% de la valeur maximale atteinte et/ou lorsque la vitesse du centre de masse de l'avalanche (COM) est inférieure à un seuil défini (en m/s). Ils permettent de s'affranchir de phénomènes de diffusion numérique des simulations.

Chaque simulation a été identifiée de la façon suivante : MNTm-zdX-rhoXXX-hXXX-CoXXX-SXX-COMX

MNTm = précision de MNT retenue (dégradée ou non)

zdX = identifiant de la zone de départ

rhoXXX = masse volumique de la neige dans la zone de départ (XXX kg/m³)

hXXX = hauteur de neige mobilisée dans la zone de départ (XXX cm)

CoXXX = cohésion (XXX Pa), comprise généralement entre 0 et 100 Pa pour les neiges sèches, jusqu'à 200 Pa pour les neiges humides

S ou TXX = qualification des dimensions de l'avalanche (S pour « Small », T pour « Tiny ») et période de retour en années (10, 30, ou 100)

COMX = Centre-of-Mass avec X = 0 ou 1 m/s

3.2 DETERMINATION DES ZONES D'ETUDES

Le projet de la télécabine du Villarais est soumis au risque nivologique des pentes O de la Grande Sure. A priori, deux zones méritaient une attention : les Brayettes et la Buffe. Au vu de la configuration du terrain (faible dénivelé), de l'éloignement du pylône et de l'extrêmement faible occurrence (voire inexistence d'après les témoignages) de l'évènement, cette dernière ne sera finalement pas sujette à vigilance dans le cadre de cette étude (cf. Photo 5). Notre attention se focalisera donc sur les Brayettes avec une zone de départ située aux alentours de 1900 m d'altitude (zone 510 du PIDA).

Si l'on considère l'évènement exceptionnel de 1981 qui avait emporté toute la face ouest de la Grande Sure (zone violette hachurée, délimitée par des pointillés violets, cf. Carte 6), les pylônes P7 et P8 sont potentiellement concernés par le risque nivologique. A noter que malgré une zone de départ plus étendue que celle de l'évènement de 1989 (zone violette, emprise n°4), l'écoulement ne se serait pas répandu aussi bas, ce qui laisse supposer un volume moins important et donc probablement une épaisseur de manteau neigeux mobilisé plus faible (<80 cm). L'évènement de 1989, qui semblerait donc a priori plus impactant pour les infrastructures de par un volume mobilisé plus important, ne concernerait quant à lui que le pylône P7. Les deux scénarii seront donc étudiés.



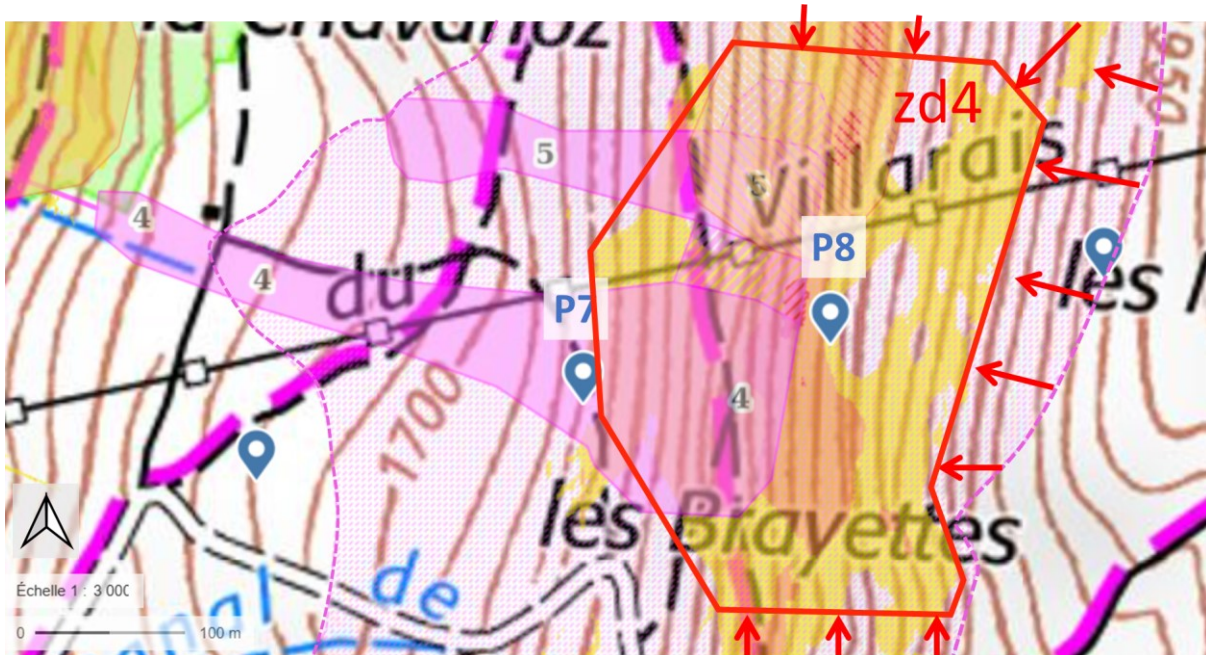
Photo 5 : 15/11/2024 – vue aérienne de la fin du tracé de la nouvelle télécabine du Villarais (pointillés rouges).



Carte 6 : points GPS des différents pylônes de la future télécabine du Villarais, sur fond de carte IGN SCAN25, avec emprises CLPA (enveloppes violettes, pleines et hachurées) et carte des pentes (>30°, en jaune/orange). Source : Géoportail.

3.2.1 Evènement de 1981

De par son étendue (rupture sur une largeur comprise entre 1 et 1,5 km), l'avalanche spontanée de janvier 1981 est un évènement incontestablement remarquable : la continuité d'une sous-couche fragile fut sans doute une condition nécessaire à l'occurrence de ce phénomène. Il est par ailleurs intéressant de relever que le sommet de l'enveloppe (la zone de départ) a peut-être été surestimé car englobant des pentes inférieures à 30° (rarement sujettes à rupture sommitale). Cela nous amène donc à reconsidérer le dénivelé de cette zone de départ. Pour notre modélisation, nous en limiterons également l'étendue spatiale : nous la considérerons suffisamment large, tout en la réduisant afin de nous focaliser sur l'enjeu de notre projet, c'est-à-dire P7 et P8 (zone dénommée zd4, cf. Carte 7).



Carte 7 : enjeu de l'étude sur fond de carte IGN SCAN25. En rouge, la définition de la zone de départ correspondant à l'évènement de janvier 1981 (zd4).

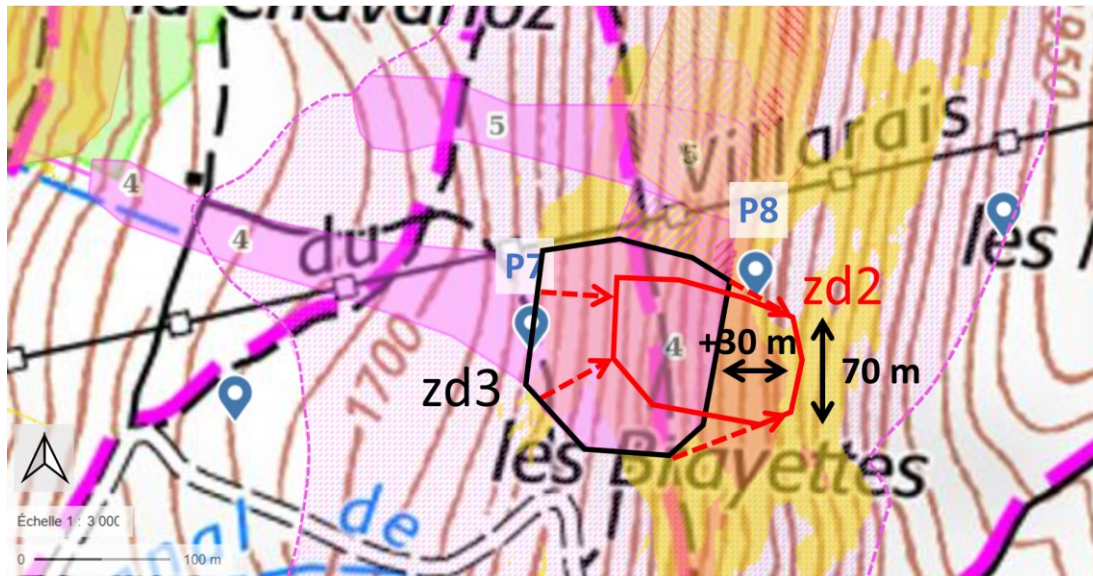
3.2.2 Evènement de 1989

L'évènement de 1989 concerne l'emprise 4 de la CLPA (dénommée zd3). Néanmoins, les éléments recueillis lors de la visite de terrain, couplés au témoignage de l'acteur directement concerné par les faits, diffèrent légèrement de cette dernière : la zone de départ réelle se trouverait légèrement plus haute (+30 m de dénivelé) et serait moins large que celle indiquée par la CLPA (70 m au lieu de 120, point de tir 510a du PIDA, cf. Carte 8). Cela semble effectivement plus cohérent à la topographie des lieux : la plaque se serait ainsi rompue au niveau de la rupture de pente (zone de fragilité du manteau neigeux) et aurait uniquement emporté l'intégralité de la petite combe formée par le micro-relief, dans laquelle elle se serait déclenchée (zone dénommée zd2). A noter qu'aujourd'hui, cette configuration est également renforcée par le reboisement des abords de cette combe (cf. Photo 6). Seul P7 sera concerné par ce scénario.

Depuis 2018, des tripodes ont été rajoutés en rive droite de la petite combe mentionnée ci-dessus. Avec un effet qui peut être discutable sur le départ de plaque sur couches fragiles continues et très actives, l'influence sur l'éventuel départ de plaques de fond est quant à elle indéniable. Cette zone, dénommée zd1, sera étudiée dans le cadre de cette éventualité.

Dans un premier temps, nous considérerons le terrain nu tel qu'il l'était originellement. Cela permet d'aborder les configurations les plus défavorables. La présence d'arbres dans la zone d'étude ne sera abordée que dans un second temps.

L'ensemble des zones de départ définies ci-dessus sont représentées sur la Photo 6 et la Carte 9.



Carte 8 : enjeu de l'étude sur fond de carte IGN SCAN25. En noir, la zone de départ de la CLPA correspondant à l'évènement de 1989 (zd3). En rouge, la redéfinition de la zone de départ en accord avec la visite de terrain et les témoignages (zd2).

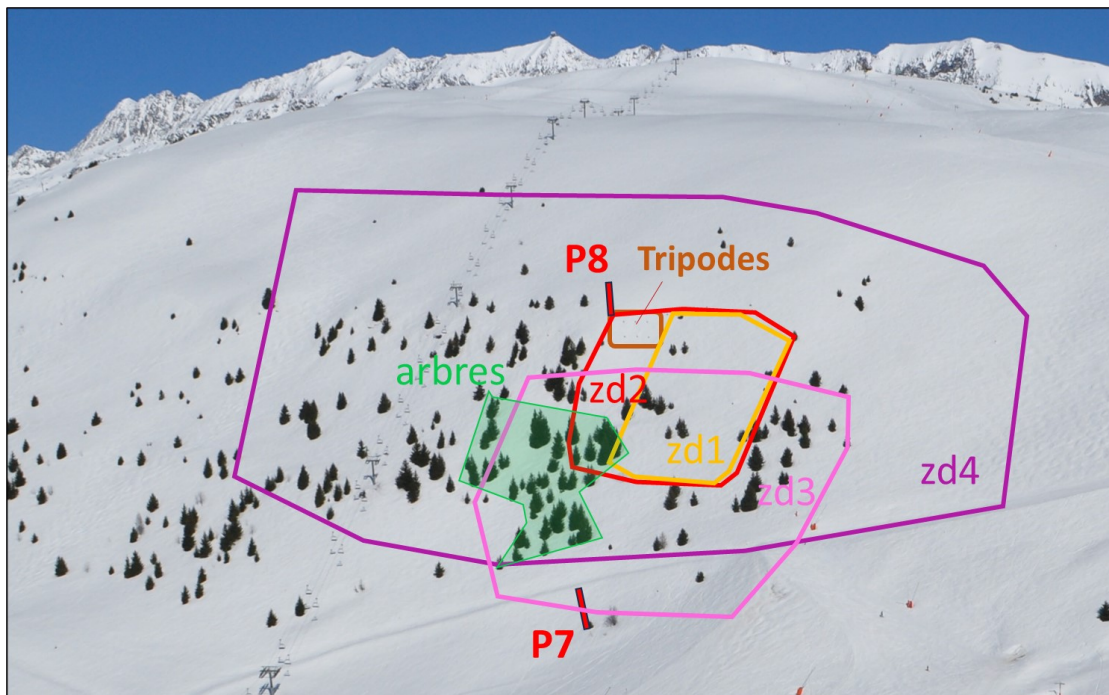
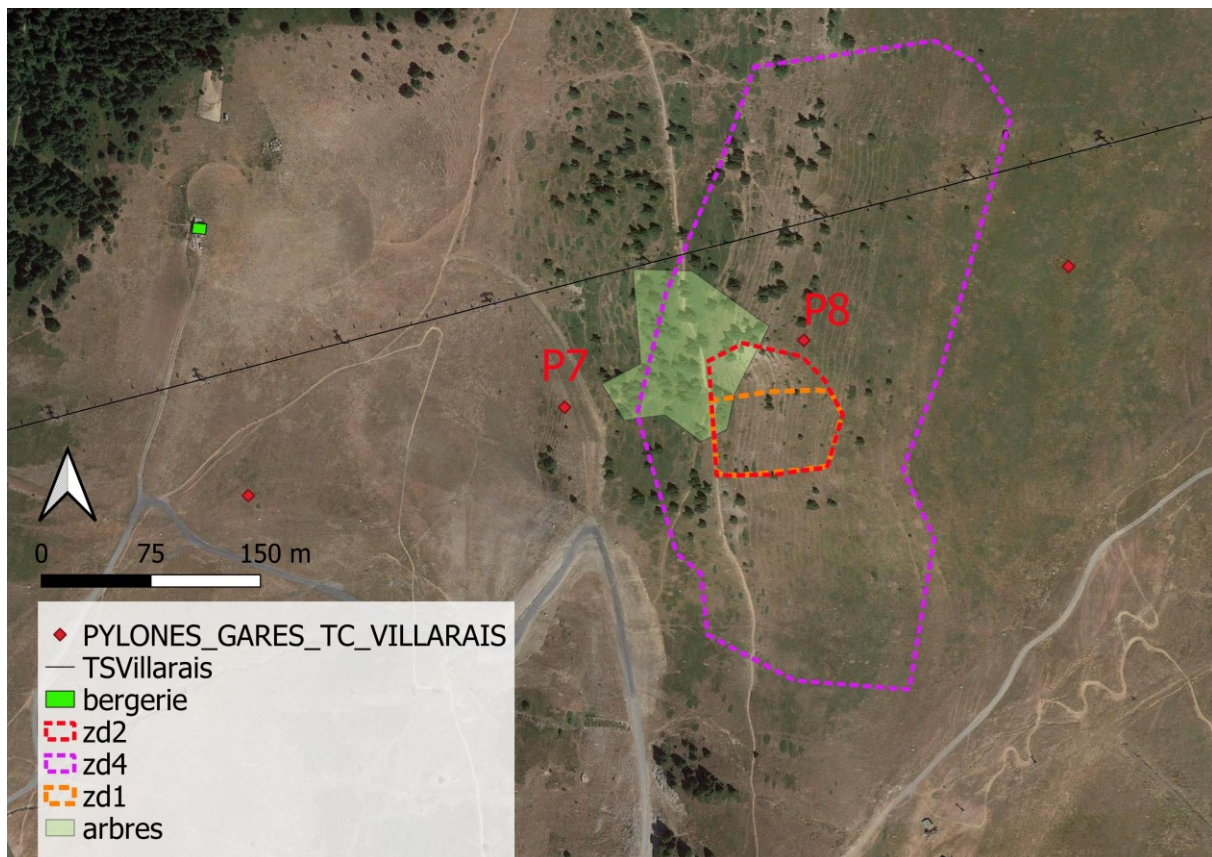


Photo 6 : représentation spatiale des différentes zones de départ considérées dans le cadre de l'étude de risques sur les pylônes P7 et P8.



Carte 9 : implantation des différentes zones de départ selon les scenarii étudiés.

3.3 DEFINITION DES CONDITIONS NIVOLOGIQUES

Les événements de référence de la CLPA étaient liés à des conditions de neige nouvelle et sèche, dont la densité moyenne se situe généralement autour des 150 kg/m³. Aujourd'hui, au vu de l'évolution climatique et de l'alternance d'épisodes neige-pluie, le départ d'avalanche de plaque de neige humide (de densité légèrement supérieure, pouvant atteindre les 200 kg/m³) devient également plus courant.

Comme en témoigne l'étude de l'EPA, la probabilité de plaques de fond est aussi en augmentation dans le secteur. Bien qu'en conditions normales de fonctionnement, cette hypothèse n'est pas la plus probable (secteur fréquemment déclenché au cours du PIDA et largement skié, se retrouvant rapidement « râpé » et en conséquence peu propice à ce type d'avalanche qui nécessite une grosse quantité de neige dense (entre 300 et 400 kg/m³) pour se déclencher), l'éventualité d'une « saison blanche » suite à une fermeture administrative (cf. COVID19) pourrait accentuer ce risque. A noter que, dans ce cas, les tripodes permettraient de diminuer l'ampleur du phénomène en stabilisant une partie du manteau neigeux de la zone de départ.

3.4 SYNTHÈSE DES SIMULATIONS RÉALISÉES

Afin d'affiner la pertinence des résultats de la modélisation, 70 simulations ont été réalisées en faisant varier les différents paramètres (précision du MNT, étendue et hauteur de neige de la zone de départ, densité de la neige, cohésion, paramètres de frottement à travers l'ampleur et l'occurrence



du phénomène de référence et critères d'arrêt du calcul). La comparaison des résultats des différentes simulations par rapport aux observations historiques nous a ainsi permis de privilégier les configurations qui semblent correspondre au mieux à la réalité, afin d'avoir une estimation la plus juste possible des pressions, vitesses et hauteurs maximales d'écoulement aux coordonnées géographiques des futurs pylônes P7 et P8.

3.4.1 Avalanche relative à l'évènement de 1989 : plaque de neige sèche ou humide sur couche fragile

17 simulations ont été réalisées en considérant une épaisseur de manteau neigeux mobilisé de 80 cm sur zd2, en accord avec le témoignage recueilli, et en variant la précision du MNT de 1 à 4 m, avec des valeurs de densité de 150 kg/m³ pour la neige sèche et 200 kg/m³ pour la neige humide. Plusieurs paramètres de frottement et de cohésion ont également été testés, avec différentes valeurs d'arrêt des calculs (cf. Tableau 2).

Tableau 2 : liste des 17 configurations testées à partir de la zone zd2 pour une situation de plaque de neige sèche ou humide (d'épaisseur 80 cm) sur couche fragile, avec les pressions, hauteurs et vitesses maximales d'écoulements calculées au point P7 (seules certaines valeurs ont été reportées).

MNTm-zd2-rhoX-h080-CoX-S30-COMX				P (kPa)	H (m)	V (m/s)
MNT	rho	Co	COM			
1	150	0	0			
		50				
		100		52	1,76	18,6
2	150	100	0			
			1			
3	150	100	0			
			1			
4	150	0	0			
		50				
		100		64	1,7	20,7
		0	1			
		50				
		100		64	1,7	20,7
4	200	100	0	88,6	1,7	21,0
		200		79	1,59	19,9
		100	1	88,6	1,7	21,0
		200		79	1,6	20,0

Le cas le plus courant en conditions normales de déclenchement lors des PIDA correspond à une petite avalanche de plaque de neige sèche ou humide sur couche fragile sur zd2 (classé T10). Les 6 simulations correspondant à cette configuration sont listées dans le Tableau 3 ci-dessous.



Tableau 3 : liste des 6 configurations testées à partir de la zone zd2 pour une situation de plaque de neige sèche ou humide (d'épaisseur 20 cm) sur couche fragile, avec les pressions, hauteurs et vitesses maximales d'écoulements calculées au point P7 (seules certaines valeurs ont été reportées).

MNTm-zd2-rho150-h020-Co100-T10-COMX		P (kPa)	H (m)	V (m/s)
MNT	COM			
1	0	2,7	0,24	4,2
	1	2,7	0,24	4,2
2	0			
3	0	0,9	0,18	2,5
4	0	1,2	0,16	2,8
	1			

3.4.2 Avalanche relative à l'évènement de 1981 : plaque de neige sèche ou humide sur couche fragile

L'évènement exceptionnel de janvier 1981 sera également traité par conditions de neige sèche (150 kg/m³) et de neige humide (200 kg/m³). Différentes épaisseurs de plaque ont été passées en revue dans le but d'être au plus proche de la réalité. Son amplitude modeste malgré sa grande étendue nous la fait considérer comme Small et choisir la classe S100 car d'occurrence rare. Au total, ce sont 21 simulations qui ont été réalisées (cf. Tableau 4).

Tableau 4 : liste des 21 configurations testées à partir de la zone zd4 pour une situation de plaque de neige sèche ou humide (de grande étendue) sur couche fragile, avec les pressions, hauteurs et vitesses maximales d'écoulements calculées aux points P7 et P8 (seules certaines valeurs ont été reportées).

MNTm-zd4-rhoX-hX-CoXXX-S100-COMX					P (kPa)		H (m)		V (m/s)	
MNT	rho	h	COM	Co	P7	P8	P7	P8	P7	P8
1	150	60	0	100						
			1		44	23				
	200	60	0							
			1							
2	200	60	0	100						
3	200	60	0	100						
4	150	40	0	100						
		50								
		60			53	21				
		70								
		80	1	100						
		40								
		50								
		60			54	22				



		70								
		80			66	28	2,0	0,96	20,9	13,6
4	200	60	0	100						
		80								
		60	1	100						
		80			91	40	2,0	0,96	21,3	14,2
		80	1	200	81	31	2,08	0,96	20,1	12,4

3.4.3 Plaque de fond

D'après les données d'enneigement que l'on a sur le secteur (cf. station de mesure de type Flowcapt), dans l'hypothèse d'un secteur non sécurisé et non skié, une épaisseur de 150 cm de neige à 400 kg/m³, sèche ou humide, pourrait être envisagée sur zd1. Si l'on considère également une potentielle accumulation liée à l'effet du vent dominant, cette épaisseur pourrait même être ré-évaluée à 200 cm dans la configuration la plus défavorable. Restant cependant sur un volume global qui peut être considéré comme limité, cette avalanche sera classée S30. Au total, 26 simulations ont été réalisées (cf. Tableau 5).

Tableau 5 : liste des 26 configurations testées à partir de la zone zd1 pour une situation de plaque de fond, avec les pressions, hauteurs et vitesses maximales d'écoulements calculées au point P7 (seules certaines valeurs ont été reportées).

MNTm-zd1-rhoX-hX-CoX-S30-COMX					P (kPa)	H (m)	V (m/s)
MNT	rho	h	Co	COM			
1	400	150	100	0	142	1,93	18,9
				1	142	1,93	18,9
			200	0	141	1,95	18,8
				1	141	1,95	18,8
	400	200	100	0	155	2,15	19,7
				1			
			200	0	152	2,21	19,5
				1			
2	400	150	100	0			
				1			
	300		100	0			
				1			
3	400	150	100	0			
				1			
	300	150	100	0			
				1			
4	400	150	100	0	200	1,72	22,4



			200	1	201	1,72	22,4
				0	194	1,74	22,0
				1	194	1,74	22,0
	300		100	0			
				1			
	400	200	100	0			
				1	222	2,01	23,5
			200	0	216	2,03	23,2
				1	216	2,03	23,2

3.5 INTERPRETATION DES RESULTATS

3.5.1 Préambule

On a pu relever que la précision du MNT influence fortement le résultat de la modélisation. Pour la plupart des simulations, le MNT nécessite d'être dégradé afin de correspondre à la réalité du terrain hivernal qui est « lissé » par la neige et éviter ainsi un « freinage » abusif des écoulements. A noter qu'il a parfois été nécessaire de rehausser le COM (de 0 à 1 m/s) afin de limiter le phénomène de diffusion numérique, sans que cela n'affecte toutefois les valeurs de pressions, hauteurs et vitesses d'écoulement au niveau de P7 et P8.

Concernant le facteur de cohésion Co, il a été choisi de se baser sur Co=100 Pa pour tous les scenarii, pour 2 raisons : c'est la valeur standard conseillée, aussi bien pour des neiges sèches que pour des neiges humides, et c'est également la valeur qui s'est avérée la plus contraignante.

3.5.2 Cas défavorables les plus représentatifs

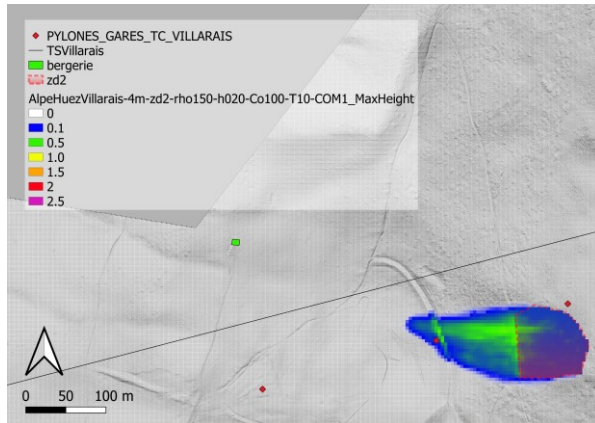
Après avoir examiné leur cohérence, nous avons donc choisi de retenir les solutions les plus défavorables de chaque scenario, répertoriés ci-dessous (cf. Tableau 6).

Tableau 6 : simulations retenues pour les différentes zones de départ (zd) ainsi que les pressions, hauteurs de neige et vitesses maximales d'écoulement associées aux pylônes P7 et P8.

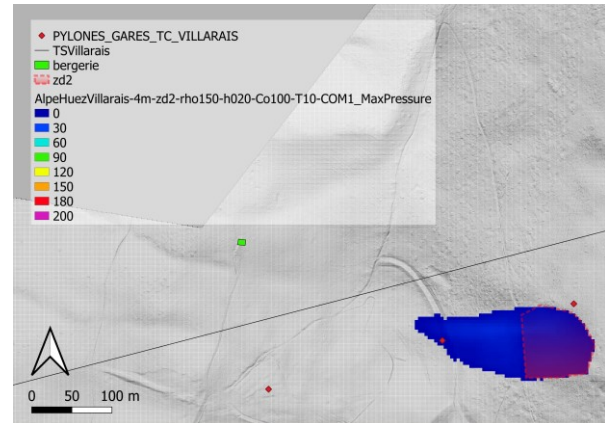
4m-zdX-rhoX-hX-CoX-S/TX-COMX						P (kPa)		H (m)		V (m/s)	
						P7	P8	P7	P8	P7	P8
zd	rho	h	Co	S,T	COM						
2	150	20	100	T10	1	1,2	-	0,16	-	2,8	-
4	150	80	100	S100	1	66	28	2,0	0,96	20,9	13,6
	200		100		1	91	40	2,0	0,96	21,3	14,2
2	150	80	100	S30	0	64	-	1,7	-	20,7	-
	200		100		0	89	-	1,7	-	21,0	-
1	400	150	100	S30	1	201	-	1,72	-	22,4	-
		200	100		1	222	-	2,01	-	23,5	-

- Zone de départ zd2

Conformément aux témoignages recueillis, le déclenchement d'une plaque de 20 cm ne dépasse guère le bas de la pente. Son impact sur P7 est négligeable, le front de l'écoulement l'atteignant tout juste (cf. Carte 10 et Carte 11).

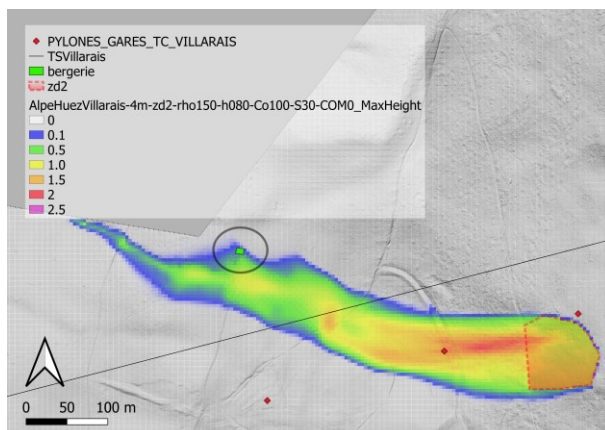


Carte 10 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de neige sèche sur couche fragile, de 20 cm d'épaisseur, au départ de zd2.

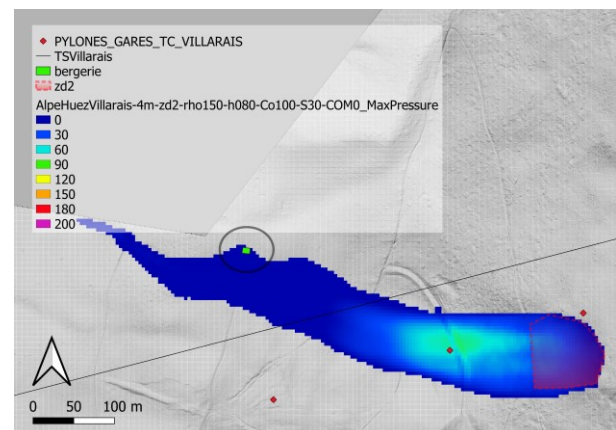


Carte 11 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de neige sèche sur couche fragile, de 20 cm d'épaisseur, au départ de zd2.

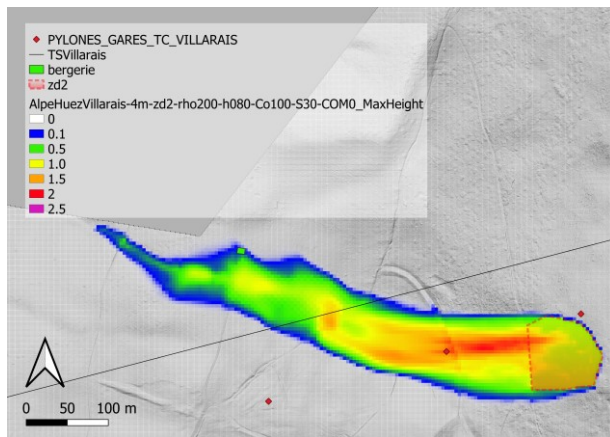
Le déclenchement d'une plaque de 80 cm, similairement à l'évènement de 1989, sera quant à lui plus impactant (volume plus important). A noter également des pressions supérieures pour la neige humide (densité plus élevée, pressions passant de 64 à 89 kPa pour une hauteur d'écoulement atteignant au maximum 1,70 m. Cf. Tableau 6 et Carte 12 à Carte 15).



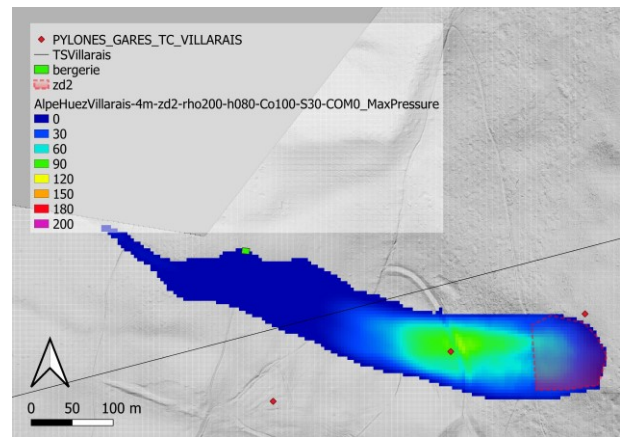
Carte 12 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de neige sèche sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd2. Entouré en noir, la bergerie.



Carte 13 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de neige sèche sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd2. Entouré en noir, la bergerie.



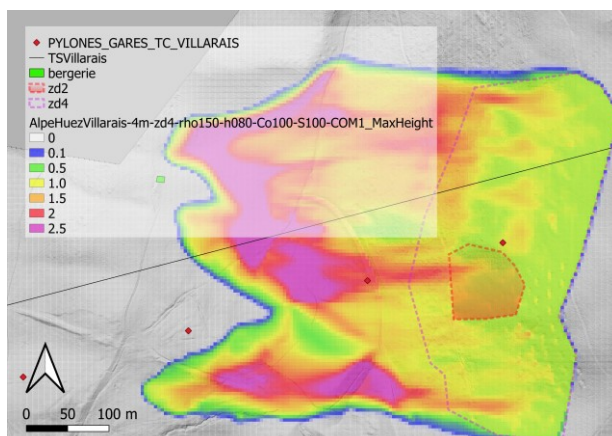
Carte 14 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de neige humide sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd2.



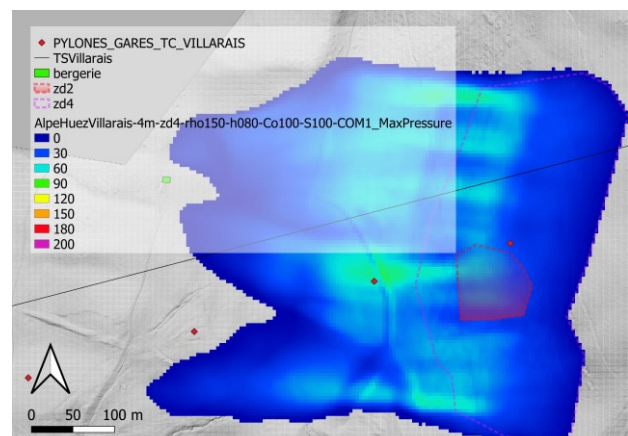
Carte 15 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de neige humide sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd2.

- Zone de départ zd4

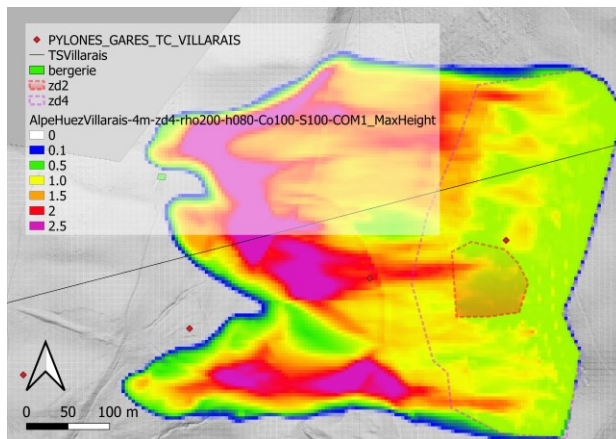
Ne disposant que des vagues informations de la CLPA, le calibrage de zd4 n'est pas simple. Bien qu'on puisse supposer un volume mobilisé plus faible de par l'emprise de l'enveloppe de la CLPA, les nombreuses simulations réalisées ont montré que cela n'est évidemment pas le seul paramètre pouvant intervenir dans l'ampleur de la propagation de l'écoulement. Néanmoins, comme la potentielle surestimation de la hauteur de neige n'entraîne pas de répercussions notables sur P7 par rapport aux scénarii basés sur zd2, et que les pressions exercées demeurent raisonnables sur P8 quels que soient les cas de figure, nous avons finalement retenu le scénario extrême avec l'hypothèse d'une plaque de 80 cm d'épaisseur (cf. Carte 16 à Carte 19). Les valeurs de pressions s'exerçant sur P7 et P8 seraient alors respectivement 66 et 28 kPa pour une avalanche de neige sèche (respectivement 91 et 40 kPa pour une avalanche de neige humide), atteignant une hauteur maximale d'écoulement de 2,0 m pour P7 et 0,96 m pour P8 (cf. Tableau 6).



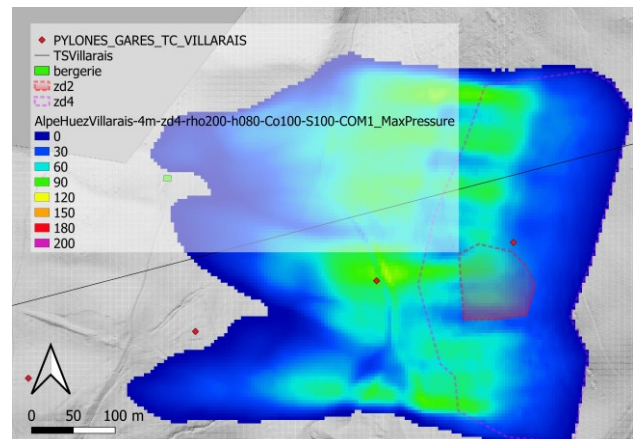
Carte 16 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de neige sèche sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd4.



Carte 17 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de neige sèche sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd4.



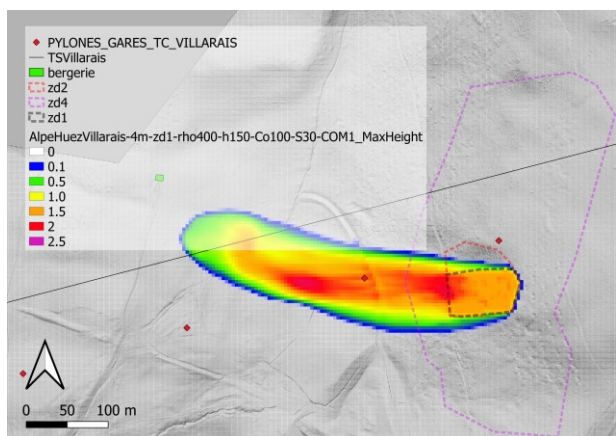
Carte 18 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de neige humide sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd4.



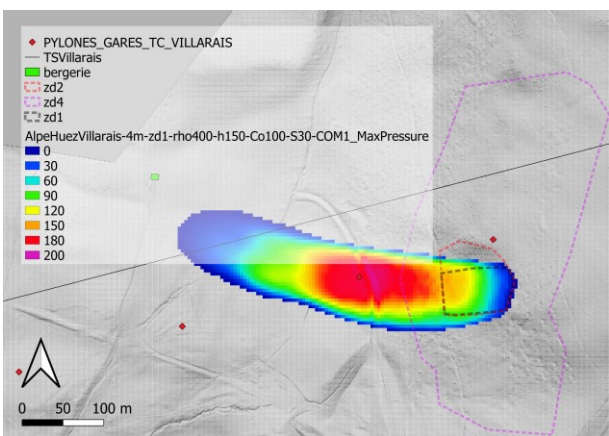
Carte 19 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de neige humide sur couche fragile, de 80 cm d'épaisseur, au départ de zd4.

- Zone de départ zd1

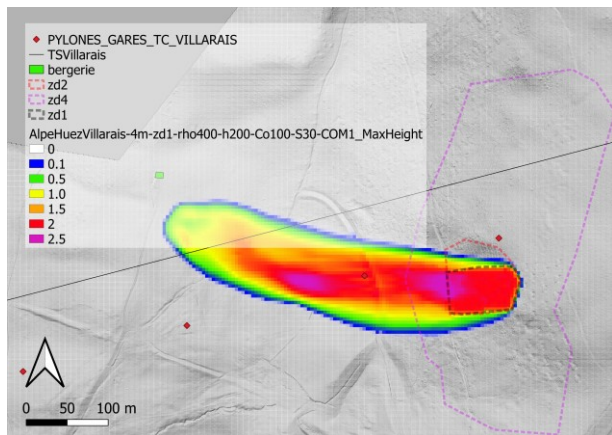
L'avalanche de plaque de fond apparaît clairement comme le cas le plus défavorable, avec un important volume de neige lourde mobilisé (cf. Carte 20 à Carte 23) et des pressions exercées atteignant 201 kPa pour une hauteur maximale d'écoulement de 1,72 m dans le cas d'une plaque de fond de 150 cm d'épaisseur, et 222 kPa pour une hauteur maximale de 2,01 m pour une épaisseur de plaque de 200 cm (cf. Tableau 6).



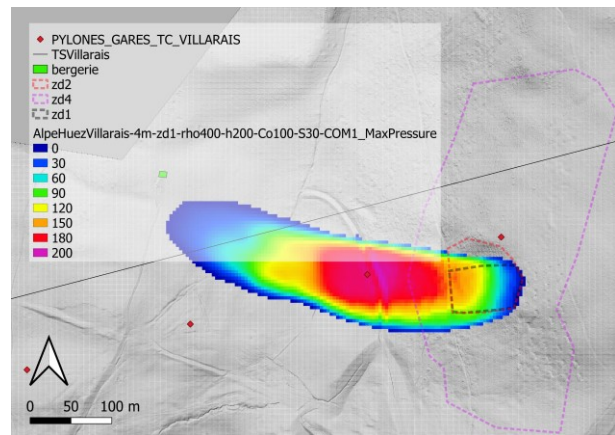
Carte 20 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de fond de 150 cm d'épaisseur au départ de zd1.



Carte 21 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de fond de 150 cm d'épaisseur au départ de zd1.



Carte 22 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de fond de 200 cm d'épaisseur au départ de zd1.



Carte 23 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de fond de 200 cm d'épaisseur au départ de zd1.

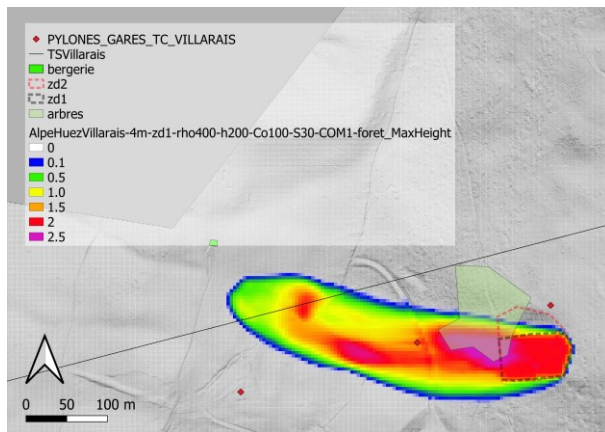
3.5.3 Prise en compte de l'effet des arbres dans la zone d'écoulement

Les arbres situés dans la trajectoire des avalanches auront un impact certain sur l'écoulement. Cependant, l'opportunité de les intégrer explicitement dans les résultats de l'étude est discutable : leur prise en compte est difficile à quantifier dans le cadre de la simulation (la densité de boisement n'est pas considérée, seul l'emprise est évaluée) et le couvert boisé demeure sujet à certains aléas pouvant le décimer (maladies sylvicoles, sécheresse, ...). Ils sont donc plutôt présentés à titre informatif afin de nourrir la réflexion quant à l'opportunité des choix et solutions techniques futures (cf. Tableau 7).

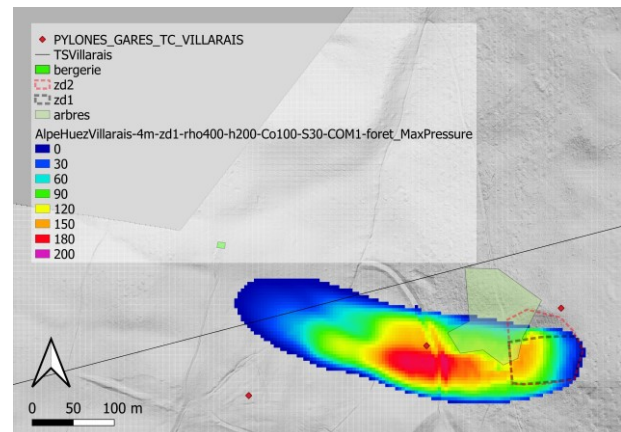
Tableau 7 : effet des arbres présents dans la zone d'écoulement, appliqué aux simulations qualifiées comme les plus défavorables sur zd2 et zd1 (pressions, hauteurs de neige et vitesses maximales d'écoulement associées au pylône P7).

4m-zdX-rhoXXX-hXXX-CoXXX-S30-COMX-arbres					P (kPa)	H (m)	V (m/s)
zd	rho	h	Co	COM			
2	150	80	100	0	40	1,27	16,3
	200	80	200	0	49	1,23	15,5
1	400	150	100	1	134	1,38	18,3
			200	1	129	1,38	17,9
		200	100	1	152	1,73	19,5
			200	1	147	1,72	19,2

L'analyse des pressions estimées sur P7 indique clairement l'effet bénéfique des arbres : ils jouent le rôle de masque et dévient l'écoulement vers la gauche orographique du pylône, réduisant, dans le cas le plus défavorable (plaque de fond de 200 cm d'épaisseur, scénario 4m-zd1-rho400-h200-Co100-COM1), d'environ 70 kPa la pression exercée sur P7 (cf. Carte 24 et Carte 25).



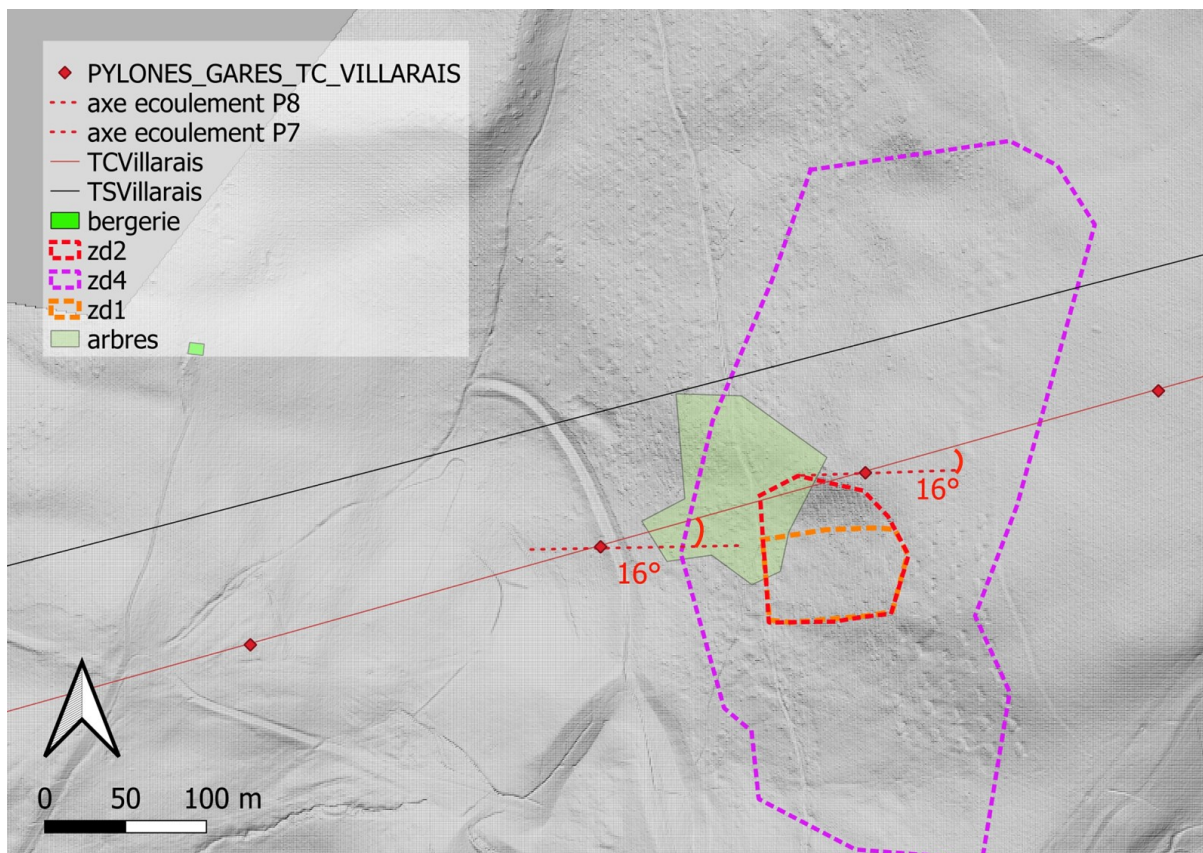
Carte 24 : hauteurs maximales (en m) pour l'écoulement d'une plaque de fond de 200 cm d'épaisseur au départ de zd1, avec la prise en compte des arbres.



Carte 25 : pressions maximales (en kPa) pour l'écoulement d'une plaque de fond de 200 cm d'épaisseur au départ de zd1, avec la prise en compte des arbres.

3.5.4 Direction de l'application des efforts

Les pressions exercées sur un objet s'opposant à un écoulement gravitaire sont dirigées dans le sens de l'écoulement, c'est-à-dire parallèle à la ligne de pente. Dans notre cas, l'angle d'incidence des écoulements sur P7 et P8 par rapport à l'axe de la télécabine, mesuré à partir du MNT de la zone, est de $16 \pm 3^\circ$ (cf. Carte 26).



Carte 26 : angle d'incidence de l'application des efforts exercés sur les pylônes P7 et P8 soumis à l'écoulement d'une avalanche.



4 CONCLUSION

Cette étude du remplacement du télésiège du Villarais par une télécabine sur un tracé légèrement modifié fait suite à la commande de SATA Group – L'Alpe d'Huez du 09/10/2024. Elle s'est basée sur les documents à disposition (PIDA, CLPA, EPA), sur les témoignages des acteurs locaux (directeur et directeur adjoint aux pistes) couplés aux mesures nivo-météorologiques du secteur, sur les éléments recueillis lors de la visite sur site du 15/11/2024 ainsi que sur les résultats de la modélisation d'écoulements avalanches menée à l'aide du logiciel Ramms.

Seulement deux pylônes sont concernés par le risque nivologique. Alors que les contraintes exercées sur le pylône P8 restent raisonnables (<40 kPa dans la configuration la plus défavorable avec une incidence par rapport à l'axe de la ligne de $16\pm3^\circ$), le pylône P7 devra faire l'objet de plus d'attention : si l'on envisage le cas le plus défavorable (plaque de fond épaisse, pas observée jusqu'à présent), la pression subie pourrait atteindre 220 kPa avec une incidence par rapport à l'axe de la ligne de $16\pm3^\circ$ sur une hauteur d'environ 2 m pour une vitesse d'écoulement maximale de l'ordre de 23 m/s. A noter que ces valeurs sont à nuancer en fonction de l'importance accordée aux scénarii et hypothèses de départ (épaisseur de rupture principalement), ainsi que de la présence d'arbres dans la zone d'écoulement : le cas échéant, la contrainte exercée sur P7 pourrait alors diminuer d'environ 70 kPa (soit une valeur à retenir de 150 kPa).

A Aussois, le 30 novembre 2024

Réalisation : C. Périllat

Supervision : A. Duclos



5 ANNEXES

MEDDE - ONF - Irstea

Fiches CLPA

Feuilles de la carte :

Commune

VILLARD-RECULAS 38550

Enquête

Oisans - Grandes Rousses

N° Emprise

4

Zone d'étude

Oisans - Grandes Rousses 2002

Date d'ouverture

01/01/2002

Appellation

Mur de Villard Rive Droite

Type d'enquête

Inconnu

Date de clôture

31/12/2002

Stations de ski

VILLARD-RECULAS

Historique-Fonctionnement

[Extension max connue en 01/1981 (plaque neige froide). Est descendue par un couloir étroit en forêt (jusque 1450m). 1 document en annexe. PIDA de 1998. Ces 3 panneaux correspondent à des avalanches déclenchées. Dans l'article d'Allix, on peut comprendre que tout le versant (depuis le bras du Sud) de la Grande Sure s'est décrochée vers 1800m (sur 1000 à 1500m!). Cette archive non confirmée se traduit par une extension en pointillés.]

Sites EPA

Dispositifs de protection

Documentation

Fiches relatives à une enquête précédente

[Numérotation inchangée] Emprise n°4, VILLARD-RECULAS 38550, enquête Oisans - Grandes Rousses 01/01/1991

Fiches relatives à une enquête suivante

[Numérotation inchangée] Emprise n°4, VILLARD-RECULAS 38550, enquête Villard-Reculas 01/01/2010

Remarque

Rq Obs.

Photos

Extrait 1 de la fiche CLPA 38550 de Villard Reculas.



MEDDE - ONF - Irstea

Fiches CLPA

Feuilles de la carte :

Commune

VILLARD-RECULAS 38550

Enquête

Villard-Reculas

N° Emprise

4

Zone d'étude

Villard-Reculas 2010

Date d'ouverture

01/01/2010

Appellation

Mur de Villard Rive Droite

Type d'enquête

Mise à jour décennale

Date de clôture

31/12/2010

Stations de ski

VILLARD-RECULAS

Historique-Fonctionnement

[Fin des années 1980 - début des années 1990, l'avalanche est passée devant la bergerie et s'est arrêtée dans la forêt. Le site est intégralement skié à ce jour, ce qui ne permet pas l'accumulation de l'époque. Déclenchée dans le cadre du PIDA.]

Sites EPA

Dispositifs de protection

Documentation

Fiches relatives à une enquête précédente

[Numérotation inchangée] Emprise n°4, VILLARD-RECULAS 38550, enquête Oisans - Grandes Rousses
01/01/2002

Fiches relatives à une enquête suivante

Aucune enquête suivante

Remarque

Photos

Extrait 2 de la fiche CLPA 38550 de Villard Reculas.

MEDDE-ONF-INRAE

EPA

Liste des événements d'après la base de données - Diffusable

Commune : 38550 - VILLARD-RECULAS

N° site : 200 Nom actuel du site COMBE CROZE

Nombre total d'événements : 4

Historique :		Filiations entre les sites définies lors du toilettage du 04/02/2005 : Site 38550 200 (id 2672) --> site 38550 200 (id 9591) Site 38550 200 (id 2670) --> site 38550 200 (id 9591)																																				
Site	Dates		Altitudes			Dépôt			Caractéristiques					Météo 3 jours précédents		Météo 4h précédentes			Causes		Vic-times		Dégâts ou lieux atteints			Obs												
numéro id	date1	date2	altitude départ	altitude arrivée	versant opposé	zone plane	longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	A - type départ	B - sol visible ?	C - humidité départ	D - couloir / versant	E - aérosol ?	F - neige dépôt	hauteur de neige	direction vent	redoux	pluie	neige	pluie	ciel clair	brouillard	nues	involontaire naturelle	artificielle	inconnue	néant	morts blessés	construction	poteries	forêt	routes	cours d'eau	visibilité	alerte pd event		
n°003_B id 2672	09/03/2000 00:00	09/03/2000 00:00	1600	1400						2	4	2	2	2	2	er	?	X				X		X			X		X									
n°003_B id 2672	22/02/1999 00:00	22/02/1999 00:00	1600	1300						2	2	5	2	2	2	21-50	X	?		X				X			X		X									
Remarque : Coupe la D44b.																																						
n°003_B id 2672	09/02/1999 00:00	09/02/1999 00:00	1600	?						2	2	2	2	2	5	51-100	?			X				X			X		X									
Remarque : D44b coupée.																																						
n°003 id 2670	30/11/1996 00:00	30/11/1996 00:00	1600	?						5	5	5	2	2	5	51-100	?			X			X	X			X		X									
Remarque : L'avalanche s'est arrêtée sur la route.																																						

Extrait 3 de la liste d'évènements EPA de la fiche 38550 de Villard Reculas.



MEDDE-ONF-INRAE

EPA

Liste des événements d'après la base de données - Diffusable

Commune : 38550 - VILLARD-RECLAS

N° site : 201

Nom actuel du site POISOT

Nombre total d'événements : 28

Historique :			Filiations entre les sites définies lors du toilettage du 04/02/2005 : Site 38550 201 (id 2307) --> site 38550 201 (id 9590) Site 38550 201 (id 2670) --> site 38550 201 (id 9590) Site 38550 201 (id 2671) --> site 38550 201 (id 9590)																																						
Site	Dates		Altitudes			Dépôt			Caractéristiques					Météo 3 jours précédents			Météo 4h précédentes			Causes		Vic-times		Dégâts ou lieux atteints			Obs														
numéro id	date1	date2	altitude départ	altitude arrivée	versant opposé	zone plane	longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	A - type départ	B - sol visible ?	C - humidité départ	D - couloir / versant	E - aérosoil ?	F - neige dépôt	hauteur de neige	redoux	direction vent	vent fort	pluie	neige	pluie	vent fort	ciel clair	nuages	brouillard	naturelle	involontaire	artificielle	inconnue	neant	blessés	morts	construction	poteaux	routes	cours d'eau	alerte bd event			
n°201 id 9590	01/02/2019 08:00	02/02/2019 16:00	1750	1390			60.0	10.0	2.0	9	9	9	2	2	2	51-100	?	?	?	?	X	?	?	?	?	?	?	X			X		X							B	N
Date du constat : 04/02/2019.																																									
n°201 id 9590	02/01/2018 10:07	03/01/2018 14:00	1700	1370			60.0	4.0	2.0	4	4	2	2	5	2	?	X	NO			?	?	?	?	?	?	X				X		X							B	N
Date du constat : 03/01/2018.																																									
Remarque : arrivée au bord de la RD 44b																																									
n°201 id 9590	01/03/2015 00:00	02/03/2015 00:00	?	1390			150.0	10.0	1.0	4	4	2	2	2	2	0	X	?	X	X	?	X	?	?	?	?	X				X		X							B	N
Date du constat : 02/03/2015.																																									
n°201 id 9590	08/03/2013 00:00	08/03/2013 00:00	1700	1390			100.0	10.0	1.0	4	4	2	2	2	2	0	X	?	X	X	?	X	?	?	?	?	X				X		X							B	N
Date du constat : 08/03/2013.																																									
n°201 id 9590	14/02/2010 00:00	22/02/2010 00:00	1580	1400			60.0	5.0	1.5	8	1	9	2	2	2	?	X	?	X	X	?	?	?	?	?	?	X				X		X							B	N
Date du constat : 22/02/2010.																																									
Remarque : Dépôt sous forme de boules de neige.																																									
n°201 id 9590	16/03/2009 00:00	19/03/2009 00:00	1550	1410			50.0	10.0	1.5	4	5	2	2	2	2	er	X	?	X	X	?	?	?	?	?	?	X				X		X							B	N
Date du constat : 19/03/2009.																																									

Mise à jour du 18/10/2023

38550 - 201

Page 7

Extrait 4 de la liste d'évènements EPA de la fiche 38550 de Villard Reculas

MEDDE-ONF-INRAE

EPA

Liste des événements d'après la base de données - Diffusable

[illegible]

Extrait 5 de la liste d'évènements EPA de la fiche 38550 de Villard Reculas (suite de l'extrait 4).



A – Le départ de l'avalanche est ponctuel

A LE DEPART DE L'AVALANCHE EST PONCTUEL	OUI : Départ en poire, en cône	A4
	NON : Départ en cassure linéaire	A8
	INCONNU	A9

B – Le sol est visible dans la zone de départ

B LE SOL EST VISIBLE (OU EN PARTIE VISIBLE) DANS LA ZONE DE DEPART	OUI : Toute la couche de neige		B4
	NON : Couche superficielle	Rupture de neige récente	B2
		Rupture de neige évoluée	B3
		Incertitude	B1
	EN PARTIE		B5
	INCONNU		B9

C – La neige est humide dans la zone de départ

C LA NEIGE EST HUMIDE DANS LA ZONE DE DEPART	OUI : Avalanche de neige humide	C2
	NON : Avalanche de neige sèche	C1
	INCONNU	C9

D – Le cours de l'avalanche est limité à un couloir

D LE COURS DE L'AVALANCHE EST LIMITE A UN COULOIR	OUI	EN MAJORITE : Avalanche de couloir	D2
		EN MINORITE : Trajet mixte	D5
	NON : Avalanche de versant		D1
	INCONNU		D9

E – Il y a des indices de passage d'un aérosol

E IL Y A DES INDICES DE PASSAGE D'UN AEROSOL	OUI (dégâts visibles ou témoignage)	Sans traces de dépôt d'écoulement dense	E1
		Avec traces de dépôt d'écoulement dense	E5
	NON : Avalanche coulante (sans développement aérien)		E2
	INCONNU		E9

F – Il y a de la neige mouillée dans le dépôt

F IL Y A DE LA NEIGE MOUILLEE DANS LE DEPOT	OUI : Dépôt mouillé	F2
	NON : Dépôt sec	F1
	INCONNU	F9

Extrait 6 des caractéristiques de description des avalanches issues du manuel à l'attention des observateurs du réseau EPA.