



HAL
open science

La commune des Deux-Alpes (38), entre enjeux de développement urbains et adaptation aux phénomènes d'avalanches : la cartographie de l'aléa

Vianney Gadiolet

► To cite this version:

Vianney Gadiolet. La commune des Deux-Alpes (38), entre enjeux de développement urbains et adaptation aux phénomènes d'avalanches : la cartographie de l'aléa. Géographie. 2023. dumas-04216891

HAL Id: dumas-04216891

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04216891>

Submitted on 25 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MASTER Domaine : **SHS**

Mention : **GAED (Géographie, Aménagement, Environnement, Développement)**

Parcours **GÉOÏDES (Géographie, Information, Interface, Durabilité, Environnements)**

La commune des Deux-Alpes (38). Entre enjeux de développement urbains et adaptation aux phénomènes d'avalanches : la cartographie de l'aléa.

Réalisé au : service de la Restauration des Terrains de Montagne (RTM) Isère.

Mémoire soutenu le

Par : **Vianney GADIOLET**

devant un jury constitué de :

Directeur de mémoire : Madame Elise BECK (Maître de conférences)

Examineurs: Monsieur Franck GIAZZI (Maître de conférences)

Monsieur Yannick ROBERT (Responsable du Pôle Expertise, Service RTM de l'Isère)

Résumé

Le hameau de la Faurie est un archétype de l'habitat traditionnel en montagne. Situé sur un éperon topographique, il est protégé de deux avalanches qui confluent à son pied.

Le plateau des Deux-Alpes est une dépression topographique héritée d'un interfluve glaciaire. La partie urbaine de la station de ski des Deux-Alpes s'y développe, avec une mise en place d'un ensemble de parades plus ou moins lourdes pour se garantir des avalanches.

Ces deux exemples sont mis en perspectives dans le présent travail afin d'interroger les différents questionnements qui conduisent l'expert à réaliser le zonage d'une cartographie des aléas.

Fort d'une analyse bibliographique variée, complétée par des modélisations numériques et encadrée par la mise en œuvre d'un cahier des charges précis, une proposition de cartographie des aléas avalancheux est proposée.

Celle-ci est questionnée au regard des évolutions climatiques constatées et attendues ainsi qu'au regard de la notion de responsabilisation qui régit la gestion des risques naturels en France.

Remerciements

Je remercie vivement M. Yannick Robert, responsable du Pôle Expertise du service RTM de l'Isère pour son accueil et sa confiance dans l'élaboration de la cartographie des aléas de la commune des Deux-Alpes. Les six mois passés au sein de l'équipe RTM ont été riches en apprentissages et très formateurs.

Mes pensées vont aussi à toute l'équipe des stagiaires du service (géomaticiens, informaticiens, polytechniciens, environnementalistes), sans qui le quotidien n'aurait pas été aussi doux. Leur bonne humeur et leur profond respect me manqueront.

Je remercie également tous les membres du RTM38 et de l'ONF, avec qui j'ai pris un immense plaisir de travailler et d'échanger. Leurs conseils et leur bienveillance ont toujours été d'un précieux recours.

Je remercie enfin Mme Elise Beck, directrice de ce présent mémoire. Pour sa patience devant le retard accumulé durant sa rédaction et pour ses remarques pertinentes à la relecture.

Table des matières

Introduction.....	1
I – Espace et contexte de l'étude	3
1.1. Présentation des sujets étudiés.....	3
1.2. Les avalanches aux Deux-Alpes : vivre avec la récurrence des événements	8
1.3. Cartographie des aléas	11
II – Matériel et méthodes.....	13
2.1. Le Cahier des Clauses Techniques Particulières 2022 de l'Isère	13
2.2. Connaissance du risque et réglementation : état des lieux	14
2.3. Inventaire bibliographique	16
2.4. Compléments informationnels.....	18
III – Résultats et discussions.....	20
3.1. Résultats	20
3.2. Discussions.....	25
Conclusion	28
Bibliographie	30
Webographie.....	33
Liste des tables	34
Table des matières	36
Tables des annexes.....	1
Annexes	2

Sigles et acronymes

AER : Analyse Enjeux Risques

ANENA : Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches

ARC : Aléa de Référence Centennal (avalanche)

ARE : Aléa de Référence Exceptionnelle (avalanche)

BD-RTM : Base de Données du service RTM

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

CLPA : Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches

DDE : Direction Départementale de l'Équipement

DDT : Direction Départementale des Territoires

DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques

EPA : Enquête Permanente pour les Avalanches

INRAE : Institut National de la Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

MIG : Mission d'Intérêt Général

MNS : Modèle Numérique de Surface

ONF : Office National des Forêts

PAC : Porter A Connaissance

PC : Permis de Construire

PCS : Plan Communal de Sauvegarde

PIDA : Plan d'Intervention et de Déclenchement préventif des Avalanches

PNN : Parc Naturel National

PLU : Plan Local d'Urbanisme

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturels

PZEA : Plan des Zones Exposées aux Avalanches

RTM : Restauration des Terrains de Montagne

SIG : Système d'Informations Géographiques

Introduction

La commune nouvelle des Deux-Alpes est issue de la réunification des deux communes de Mont-de-Lans et Venosc en 2017. Ancrée dans un vaste territoire de montagne à cheval entre deux torrents structurants, la Romanche et le Vénéon, cette municipalité est confrontée à l'ensemble des aléas naturels inféodés aux territoires alpins (avalanches, chutes de blocs, crues torrentielles) mais aussi aux aléas plus globaux que peuvent être les ruissellements ou encore les glissements de terrains. La commune des Deux-Alpes n'est pas caractérisée seulement par l'ampleur de son territoire, elle est aussi hétérogène dans son occupation de l'espace, à la fois issue d'une construction géo-sociale séculaire mais aussi profondément structurée autour du tourisme « neige » et d'une ville à la montagne : la station des Deux-Alpes. Un Plan de Prévention des Risques Naturels probables Porter A Connaissance, daté de 1999, est le document réglementaire sur lequel les services d'urbanismes s'appuient. Il est toutefois ancien, non approuvé et la carte des aléas naturels sur laquelle il s'appuie pour délimiter les risques présente de nombreux inconvénients telle son échelle trop petite et peu compatible avec les autres documents réglementaires. Par ailleurs, depuis 1999, l'approche des intensités et emprises des aléas a profondément évoluée et se trouve réglementée par un Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) départemental (octobre 2016 puis avril 2023). C'est dans ce cadre que le service de la Restauration des Terrains de Montagne de l'Office National des Forêts est missionné afin de réaliser la cartographie des aléas naturels prévisibles selon le dernier cadre départemental en vigueur.

Le service ONF-RTM est instauré dès 1860 dans le cadre d'un plan de reboisement massif français de près d'1,3 millions d'hectares (Besson, 2005). Ces mesures, issues d'une politique nationale très nettement régaliennne, résultent de la prise de conscience massive des fortes interactions qui régissent l'exploitation des sols des têtes de bassins versants et les risques d'inondation ou de glissement de terrain. La loi du 4 avril 1882 intitulée « Restauration et conservation des terrains de montagne » entérine la création du service et pose les bases de l'action publique qui sont toujours objets des missions actuelles du RTM. Cette politique se traduit primitivement par l'acquisition ou l'expropriation de terrains identifiés comme stratégiques dans la gestion des aléas et nommés « Périmètres RTM ». Le rassemblement de ces parcelles en territoires domaniaux fait l'objet de travaux de très grande importance tels que le reboisement, la construction d'ouvrages de génie civil de lutte contre les risques torrentiels ou avalancheux ou encore la réalisation de dessertes. Plus que simples périmètres de sécurité et de travaux, le service y expérimente très tôt des outils et méthodes de gestion tels que l'usage de la photographie dans le suivi des événements, la conception des ouvrages en ingénierie ou encore y teste les essences préférentielles forestières à utiliser. Alors que l'exode rural, les changements démographiques des Guerres mondiales et la fin du Petit Age Glaciaire participent à une certaine stabilité événementielle en vallée, le service RTM voit dans les années 1950 derrière lui l'époque des grands travaux. Toutefois, l'investissement des moyennes et hautes montagnes pour le loisir génère de nouveaux des besoins de protection. Suite aux nombreuses avalanches des années 1970 et à des aménagements lourds favorisés par les « Plans Neiges », une politique publique

d'affichage du risque est conduite dans les années 1980, créant les prémices de la cartographie des aléas des Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN).

Le service ONF-RTM est implanté de nos jours dans onze départements de montagne, six dans les Alpes et cinq dans les Pyrénées. Il met en œuvre les Missions d'Intérêts Général (MIG) qui lui sont confiées par l'Etat dans des conventions cadres quinquennales soumises par le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire et le Ministère de la Transition écologique. Les MIG représentent l'essentiel de l'activité du RTM et correspondent notamment au suivi permanent des terrains domaniaux hérités des politiques du XIX^{ème} siècle, à l'expertise et au suivi des aléas naturels sur les départements où il est implanté ou encore à l'appui technique auprès des services de l'Etat et aux collectivités territoriales. Le Pôle Expertise du service ONF-RTM rassemble des spécialistes des phénomènes naturels de montagne (hydrologues, géologues, géomorphologues) qui appuient leurs travaux notamment sur un corpus documentaire important hérité de l'histoire du service (BD-RTM) ou des outils modernes de modélisation informatique.

Dans le cadre de la MIG confiée par le Ministère de la Transition Ecologique, le Pôle Expertise du service RTM est missionné par la commune des Deux-Alpes pour mettre à jour la cartographie des aléas naturels de 1999 avec plusieurs objectifs identifiés comme l'actualisation de la connaissance des aléas, l'homogénéisation de la cartographie sur l'ensemble de la commune nouvelle ainsi que de faire correspondre l'affichage du risque aux nouvelles exigences départementales. Le travail induit par cette mission demande particulièrement de s'intéresser à l'aléa avalancheux au travers des événements historiques connus et des modélisations possibles. Toutefois, les impacts du réchauffement climatique sur les altitudes, les régimes ou encore les volumes de ces avalanches sont très récemment mis en lumière et trahissent une disparition nette sous les altitudes de 2 000m qui correspondent à l'essentiel de l'implantation humaine aux Deux-Alpes. Les divers témoignages oraux ou morphologiques recueillis tendent à confirmer ces changements. Cependant, entre notions de responsabilité, incertitudes sur le climat à venir ou encore préceptes réglementaires, l'expert « zoneur » est confronté à effectuer des incessants aller-retours entre susceptibilité de l'aléa et emprises probables.

De quelles manières le zoneur doit-il établir avec fiabilité les contours du phénomène et peut-il s'affranchir de chroniques événementielles biaisées par une évolution permanente d'un climat qui sans transition évolue du Petit Age Glaciaire à un réchauffement historique ?

Le zonage de l'aléa avalanche répond aux directives présentées par le Cahier des Clauses Techniques Particulières de l'Isère émit par les services de l'Etat dont la dernière version est datée d'avril 2023. C'est dans ce cadre, très normatif, qu'est réalisée la cartographie des aléas de la commune des Deux-Alpes. En raison de l'importance de l'urbanisme de la station de sports d'hiver, les enjeux attachés au zonage des avalanches sont forts. Pour autant, cette cartographie soulève un certain nombre de questionnements qui sont particulièrement prégnants lorsque le zoneur compare des zones d'occupation ancienne et peu attractives de nos jours à l'espace occupé par l'effervescence d'une station de ski. C'est dans cette vision, que sont appliquées les méthodes conventionnelles de la

réalisation de la cartographie des aléas : compilation bibliographique, recueils de témoignages, enquête de terrain, modélisations, analyses de documents cartographiques.

Le présent travail propose dans un premier temps d'exposer les spécificités qui opposent deux exemples d'implantation en moyenne montagne : le hameau de la Faurie et le plateau des Deux-Alpes. Le cadre réglementaire de la conception de la cartographie des aléas naturels prévisibles y sera abordé. Dans un second temps, la démarche de réalisation de cette cartographie sera approchée après la présentation du CCTP et de son application au sujet de l'aléa avalancheux. Dans un dernier temps, la cartographie de cet aléa pour les deux sites étudiés sera présentée. Les réflexions et interrogations soulevées lors de sa réalisation y seront discutées.

I – Espace et contexte de l'étude

1.1. Présentation des sujets étudiés

111 – La commune des Deux-Alpes

La commune des Deux-Alpes se situe dans l'Oisans (figure n°1), territoire correspondant au bassin versant de la Romanche de ses sources à la commune de Livet-et-Gavet. Les Deux-Alpes occupe la terminaison nord du massif des Ecrins entre les communes de Bourg-d'Oisans à l'ouest et St-Christophe-en-Oisans à l'est.

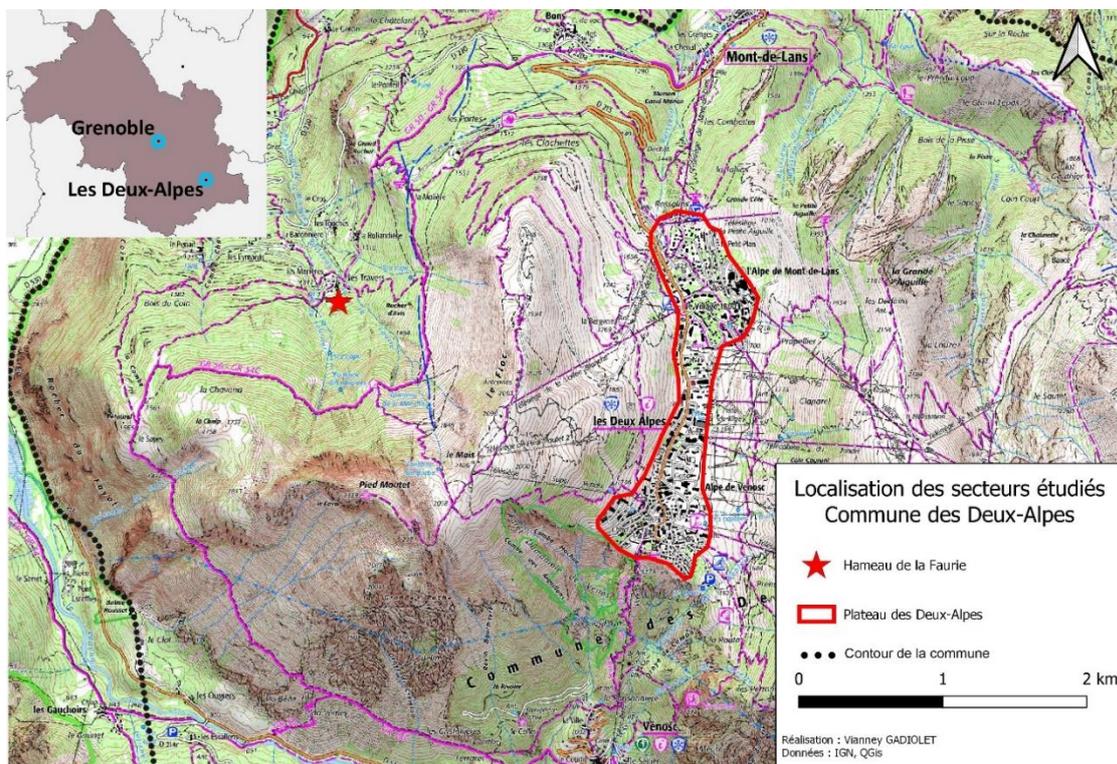


Figure 1 : localisation de la commune des Deux-Alpes et des deux secteurs étudiés.

La commune des Deux-Alpes est issue de la fusion des deux anciennes communes de Venosc et de Mont-de-Lans. Pour cela, le territoire communal est très imposant (82 km²) et s'étale sur les vallées de la Romanche et du Vénéon. Toutefois la moitié sud de ce territoire,

située en rive gauche du Vénéon, se trouve dans le Parc Naturel National des Ecrins et ne présente pas d'occupations pérennes humaines. Ses pentes sont très fortes et les sommets culminent à près de 3 500m d'altitude (Roche de la Muzelle : 3 465m). En fait, l'essentiel des zones bâties de la commune se situe sur la terminaison ouest d'un étroit massif montagneux encadré au nord par la Romanche et au sud par le Vénéon. Deux points culminants dominent cette entité : le Jandri avec 3 288m et Pied-Moutet avec 2 389m. Ce massif est caractérisé par un versant très abrupte et inhospitalier en adret et un versant plus doux, perché en terrasses au-dessus des gorges de la Romanche en ubac. L'échine dorsale rocheuse qui traverse d'est en ouest cet espace est momentanément interrompu par un plateau perché à 1 600m d'altitude. Auge témoin d'une ancienne transfluence glaciaire, ce replat de près de 3 km de long et 500m de large est le siège de l'essentiel de l'urbanisme et des activités économiques de la commune. La géologie est très variée et explique en partie ces caractéristiques (Gidon, 2023). Elle comporte une épaisse série sédimentaire bouleversée, soulevée et fragmentée (allant du Carbonifère au Jurassique supérieur) enchâssée dans des roches métamorphiques en hémigrabens (gneiss, amphiboles, leypinites). Les dépôts morainiques du Würm (Barbier et al, 1973) sont encore très imposants aux marges de retrait du glacier perché de la Romanche (versants nord de Pied-Moutet et plateau des Deux-Alpes). La commune est arrosée principalement par des flux provenant du nord-ouest et s'assèchent sur les versants de même orientation. Pour cela, le secteur nord de Pied-Moutet est plus arrosé que le secteur sud du Bourg-d'Arud.

L'occupation humaine est ancienne en Oisans et répartie préférentiellement le long de la route du col du Lautaret sur l'ancienne commune de Mont-de-Lans. Cet axe majeur vers l'Italie est très largement fréquenté dès le Néolithique et l'Age du Bronze. Durant l'antiquité, une voie romaine d'importance y est construite, elle figure notamment sur la table de Peutinger où Mellosedo (Mont-de-Lans) est nommé. Une porte monumentale est taillée dans le rocher des falaises qui se trouvent en contrebas du village de Bons sur la commune. Les pentes plus faibles ainsi que la proximité avec cet axe sont certainement les principales raisons de l'implantation des très nombreux hameaux sur le versant de Mont-de-Lans (16 historiquement contre seulement 9 du côté de Venosc). La fin du XIX^{ème} siècle voit l'optimum démographique de l'occupation rurale en montagne. L'ensemble des hameaux sont peuplés y compris l'hiver (Allix, 1929). Le mode de vie est profondément attaché à l'agropastoralisme et sa saisonnalité typiquement alpine en dualité zones d'estives en alpages et zones de repli hivernal. A partir du début du XX^{ème} siècle, l'exode rural dépeuple profondément les hauts versants au profit des zones urbaines ou de la proximité d'avec les usines hydro-électriques (houille blanche – Gout, 1993), électro-chimiques ou encore métallurgiques du couloir de Livet-Vizille (François, 2016). Il faudra attendre l'entre-deux-guerres et plus particulièrement les années 1950 et l'essor du ski de loisir pour que la moyenne montagne soit réinvestie par les populations (Cribier, 1961). Il en résulte sur la commune des Deux-Alpes une profonde hétérogénéité géographique avec une zone axée sur l'industrie du ski et centrée sur le plateau. Ses succursales de Venosc et Mont-de-Lans, reliées par transports par câbles font offices de cités dortoirs dans un cadre resté montagnard et rural. Le reste des hameaux est marginalisé.

112 – Le hameau de la Faurie : un archétype de l’habitat traditionnel uissan en montagne

Le hameau de la Faurie est situé sur le versant nord de Pied-Moutet. Il s’agit de l’implantation permanente la plus haute en altitude sur ce secteur (environ 1 350m). Il est positionné sur un éperon formé de dépôts morainiques et encadré par deux thalwegs (figure n°2). Le rif du Fournel s’écoule à l’ouest du hameau et le ruisseau de la Faurie à l’est. L’habitat est groupé, traditionnellement, autour d’une ruelle centrale très raide, d’une chapelle et d’un four. Ce type de répartition de l’espace correspond à l’archétype de l’habitat traditionnel uissan (*tenant de l’Oisans*) (Allix, 1929). Les maisons anciennes, construites à partir de matériaux directement choisis sur place (cagneules, galets, argiles) sont ouvertes sur une étroite ruelle centrale. Les murs tournés vers l’extérieurs sont borgnes, certainement pour se garantir du vent et de la neige. De grands greniers permettaient de stocker l’important fourrage produit en alpage durant la période estivale pour nourrir le troupeau pendant la saison creuse. Il est frappant d’observer, au travers de cet exemple d’implantation humaine, l’organisation absolue de l’espace qui en est fait. Les zones planes et fertiles autour du hameau ne sont investies que depuis quelques décennies par de l’habitat récent ; autrefois lieux de culture vivrière. Les thalwegs, centres d’écoulement de grandes avalanches récurrentes sont délaissés. Enfin, le bâti est resserré au paroxysme avec une forte imbrication des maisons pour ne pas empiéter sur la surface agricole qui remontait jusqu’à près de 1 700m (Crihier, 1961) et se garantir suffisamment des avalanches. A. Allix décrit joliment cet état de fait, hérité de savoirs et d’instincts anciens :

« Les hameaux de l’Oisans, accrochés sur le tournant d’un versant, tout à côté d’un ravin, assez près pour avoir de l’eau à portée de main mais assez à l’écart pour regarder avec indifférence l’écoulement des avalanches. » (Allix, 1929)

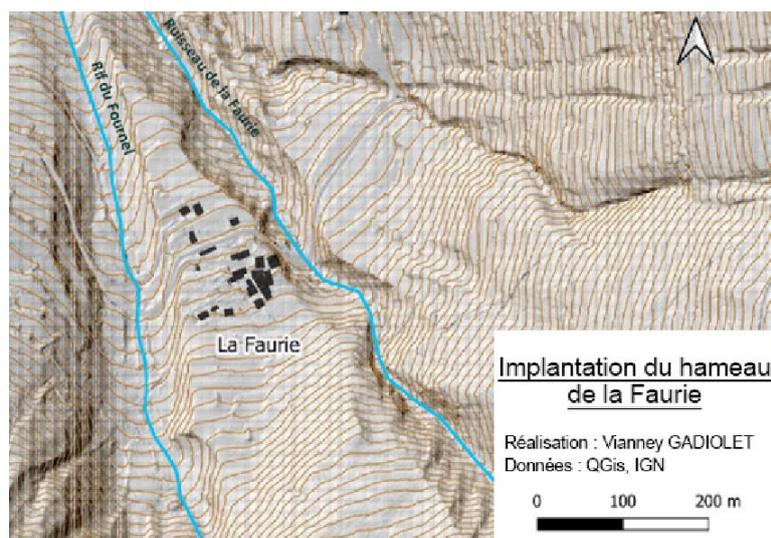


Figure 2 : implantation du hameau de la Faurie entre le ruisseau de la Faurie et le rif du Fournel. Fond ombrage LiDAR IGN, 2023.

113 – Le plateau des Deux-Alpes : la colonisation de l’altitude pour l’industrie du loisir

Le plateau des Deux-Alpes est originellement une étendue étroite et longue de près de 3km enchâssée entre deux versants sédimentaires, pentus de près de 500m de dénivelées (figure n°3). Historiquement, ces alpages sont plutôt des marais et des tourbières qui profitent de la très faible déclivité de ce fond de cuvette, recouverte d’une épaisse couverture morainique (figure n°4). Idéalement situé avec deux expositions différentes et un accès jusqu’à plus de 3 000m d’altitude, le plateau est investi relativement tôt pour les excursions d’alpinistes puis, durant l’Entre-deux-guerres, pour le ski. Les deux estives de l’Alpe-de-Mont-de-Lans et de l’Alpe-de-Venosc voient dès 1932 (Cribier, 1961) les hôtels se multiplier. Le premier d’une longue série de remonte-pente est créé en 1938, il est accompagné d’une route carrossable sur le versant de Mont-de-Lans. Les 15 familles qui montaient à l’été sur le plateau à la fin des années 1930 (Allix, 1929) sont rapidement remplacées par plusieurs centaines de touristes deux décennies plus tard (Cribier, 1961).

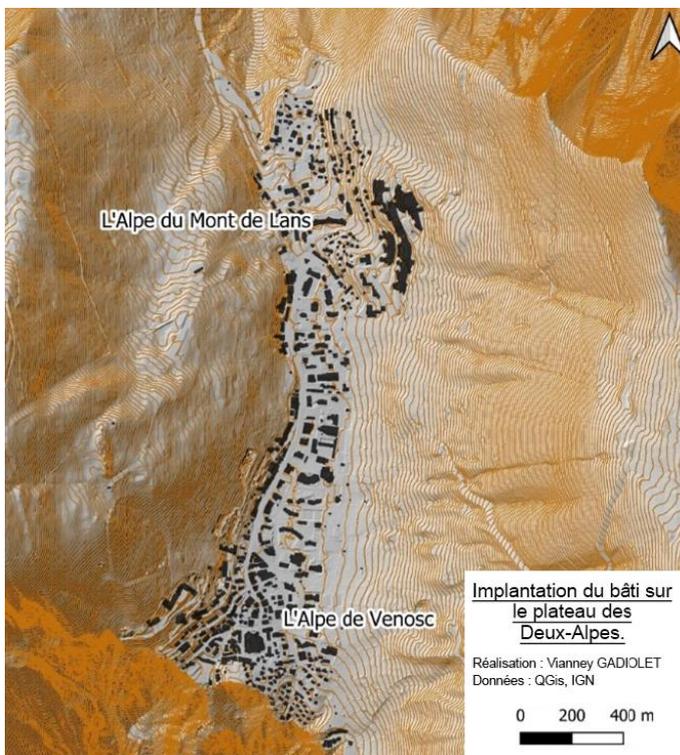


Figure 3 : implantation de la station des Deux-Alpes sur le plateau homonyme. Le bâti occupe l’ensemble de l’espace plat et tend à gagner les versants.



Figure 4 : aperçu sur l’Alpe du Mont-de-Lans en 1921. Archives ONF-RTM – 7235W1106.

L’essor du tourisme et du loisir ski, dans les années 1940 et surtout 1950 va conduire à la fusion des deux hameaux en une unité urbaine. Elle prend alors le nom des Deux-Alpes. L’Etat s’investit pleinement dans l’aménagement de ce territoire par un régime centralisé fort. Les Deux-Alpes est classé alors Station Nationale en 1956 puis est sujette aux différents Plan Neige des années 1960 et 1970 (annexe n°2). La construction et l’exploitation y suivent une doctrine d’aménagement touristique de masse dite « *station intégrée* » (François et Billet, 2010). Ce modèle vise à transférer les schémas de grands ensembles urbanistiques en

vogue de l'époque pour les incorporer aux territoires de montagne (Gilbert et Viguier, 2018). Ceci se traduit sur le plateau des Deux-Alpes par la création de très nombreux hôtels en place des refuges et gîtes, à la mécanisation des remontes pentes artisanaux ou encore à la mise en place d'un axe routier de grand gabarit.

Cette véritable « industrialisation » de l'aménagement (François et Billet, 2010) est réalisée en occultation totale des processus géomorphologiques spécifiques de la montagne qui sont gérés comme des problèmes techniques urbains. Les réseaux hydrographiques du ruisseau de l'Alpe et du Sellier sont canalisés et enfouis. Les glissements de terrains liés aux dépôts morainiques sont décaissés, remblayés, drainés. Les cônes d'épanchement des avalanches sont urbanisés. Ces façons de procéder, qui peuvent sembler d'un autre temps au XXI^{ème} siècle, sont pourtant encore d'actualité que ce soit dans la recherche d'espaces constructibles (figures n°5 et 6) ou encore dans l'exploitation du domaine skiable.



Figure 5 : localisation des secteurs constructibles (hachure verte) ouverts par l'élaboration du PLU de Mont-de-Lans. Les flancs exposés est du Fioc sont gagnés par l'urbanisation (Alpicité, 2013).



Figure 6 : aperçu sur les Deux-Alpes depuis le versant ouest. Sont nettement visibles les parcelles rendues libres à la construction sous le Fioc (archives ONF-RTM, 2018).

Les deux sites étudiés, bien que foncièrement opposés dans leur logique d'occupation de l'espace, sont soumis aux avalanches. Les parades réalisées dans le but de s'en garantir sont très différentes.

1.2. Les avalanches aux Deux-Alpes : vivre avec la récurrence des événements

1.2.1 – Avalanches marquantes sur les secteurs étudiés

Les avalanches qui encadrent le hameau de la Faurie ont un caractère annuel (ONF-RTM, 2011). Les enquêtes terrain menées au printemps 2023 dans le cadre de la réalisation de la cartographie des aléas confirment cette spécificité avec des témoignages tels que : « *l'avalanche passait deux fois l'an sur la route de la Faurie* ».

Les chroniques (inventaires des événements), bien que lacunaires, attribuées aux événements du secteur de la Faurie – Les Travers (Annexe n°5), rassemblent un nombre d'avalanche important et très instructif qui renseignent sur la typologie d'activation de ces couloirs. En dehors des trois très grandes avalanches qui descendent jusqu'au hameau de la Rivoire (altitude 950m) en 1923, 1962 et 1971, des récurrences intra-annuelles sont observées. C'est par exemple le cas des événements de 1930 qui ont lieu avec cinq jours d'écart seulement (13 et 18 mars 1930). Les avalanches franchissent la route de la Faurie et se rejoignent dans le thalweg du ruisseau de la Rivoire. En fait, ces avalanches sont le symptôme de la complexité des événements du versant. Elles font systématiquement suite à de grandes chutes de neiges (de l'ordre de 50 à 100cm) suivies d'un fort redoux. Les différentes « bouffées » ne sont pas simultanées et gagnent d'autant plus en vitesse qu'elles transitent sur des dépôts plus anciens d'avalanches qui gomment la rugosité du terrain. Ainsi, la deuxième avalanche de 1930, parvient à descendre de 100m de dénivelées supplémentaires que sa précédente. Cet empilement des dépôts peut avoir lieu durant une saison mais aussi durant un seul événement avec des départs alternés du versant. Quoi qu'il en soit, les témoignages sont unanimes : le déclenchement se fait au niveau des vires de Pied-Moutet avec mise en mouvement de grandes plaques sous le Fioc. Le hameau de la Faurie, n'est jamais atteint par les écoulements de ces avalanches. Les deux routes d'accès sont, quant-à-elles, systématiquement coupées.

Les aménagements urbains du plateau des Deux-Alpes, situés plus haut en altitude que le hameau de la Faurie, sont encadrés par deux versants abruptes. Les besoins de l'industrie du ski ont gagné le « front de neige » et créé une vulnérabilité aux événements avalancheux locaux.

Les avalanches qui impactent le plateau font suite à de fortes chutes de neige, à l'instar du versant de Pied-Moutet. Toutefois, elles concernent plutôt des neiges sèches avec départ en plaque au niveau des crêtes (phénomènes ventés). Le dépôt se fait peu après la rupture de pente du plateau, avec étalement sur le cône de déjection. Les aérosols sont violents et traversent l'espace qui sépare les deux versants. Compte tenu des activités hivernales localement importantes, les accidents tragiques avec des skieurs sont fréquents (1959, 1962 – Annexe n°6). Par ailleurs, les installations de montagne (pylônes, cabanes, remontes pentes) sont aussi touchées fréquemment (1953, 1962, 1967). Le 17 février 1962,

les avalanches arrivent à seulement 150m des premiers chalets. Il semblerait que la récurrence de ces grandes avalanches de versant se soit nettement réduite. De fait, aucun événement d'ampleur n'est à relever depuis la fin des années 1970. Seules des combes individualisées sont activées et les dépôts problématiques se situent sur la route d'accès de la station. Les extensions historiques maximales des avalanches des coteaux n'ont donc jamais été observées contre le bâti de la station.

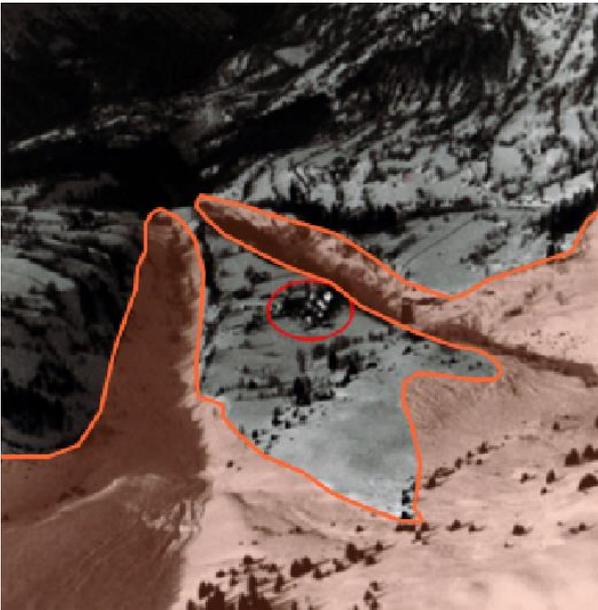


Figure 7 : photographie habillée. Les avalanches (orange) de 1971 encadrent le hameau de la Faurie (entouré en rouge). Archives ONF-RTM, 1971.



Figure 8 : dépôts de l'avalanche de mars 2010 sur la route communale. A l'arrière-plan le hameau de la Faurie (première habitation au niveau de la flèche rouge). Epaisseur estimée à 5 ou 6m. Photographie habillée, archives ONF-RTM, 2010.

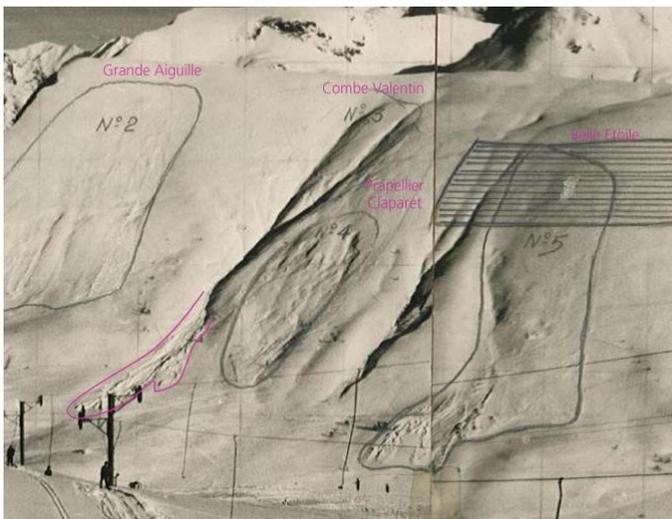


Figure 9 : avalanches de janvier 1963. (Barnéoud, 1963).

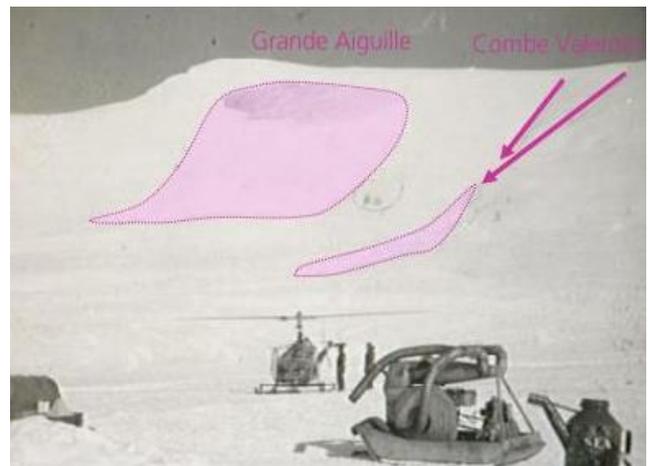


Figure 10 : avalanches de janvier 1955, les zones d'arrivées de ces avalanches sont aujourd'hui urbanisées (Barnéoud, 1963).

1.22 – L’adaptation aux avalanches : d’une stratégie d’évitement ancienne à des aménagements lourds contemporains

Le hameau de la Faurie, comme vu précédemment, est construit sur un épaulement lui permettant de ne pas être sujet aux avalanches qui parcourent annuellement les thalwegs du rif du Fournel et du ruisseau de la Faurie. Ce positionnement, éloigné du danger mais toutefois relativement à proximité de celui-ci, répond aux exigences opposées que sont l’économie de place vis-à-vis de l’espace agricole et la faible résistance intrinsèque des bâtiments face à des pressions d’écoulements avalancheux extérieures. Situés en altitude et sur le parcours des grandes avalanches, les bâtiments sont donc groupés avec des faces borgnes du côté des aérosols (figure n°11), parfois imbriqués les uns dans les autres avec une très étroite ruelle principale permettant de transiter en extérieur très rapidement. Il s’agit en fait d’une structuration collective de l’habitat qui se constitue en recul des altérités extérieures avec pour objectif de vivre en espace clos la saison creuse hivernale (Roubault, 1970). De nos jours les avalanches occupent toujours les thalwegs qui encadrent le hameau mais ne franchissent qu’exceptionnellement la route des Travers. Les quelques maisons neuves sortent alors de la sécurité relative de l’habitat traditionnel pour gagner les anciens espaces agricoles (à l’ouest et au nord du hameau).



Figure 11 : habitat typiquement uissan au hameau de la Faurie : faces borgnes, grand grenier, ouvertures sur la rue centrale (2023).

La conception même de la station de ski des Deux-Alpes est en rupture avec la crainte populaire des phénomènes avalancheux (Thénoz, 1982). De fait le loisir ski profite du cœur de l’hiver et des plus hautes altitudes possibles (Marty, 1985). Le plateau des Deux-Alpes réunit ses deux fonctions et permet un accès dès le « front de neige » entre l’habitat et les activités de loisir. Pour cela, l’aménagement, cantonné à l’espace des hameaux historiques, va gagner peu à peu l’ensemble du plateau et même les versants. Les avalanches ne sont dès lors plus perçues comme une fatalité mais un processus techniquement surmontable par l’architecture et l’ingénierie. Les concepts de station intégrée comme extension des prouesses architecturales urbaines vont exacerber cette vision. Dès lors, le bâti est intrinsèquement conçu pour résister aux écoulements de neige (figure n°12) et les versants sont lourdement « colonisés » par des aménagements dont la vocation est uniquement de

prévenir les départs d'avalanches. Le dispositif est enfin complété par des déclenchements artificiels (PIDA) dans les secteurs dont l'aménagement n'est pas possible. De nos jours, malgré la raréfaction des événements, l'aménagement des deux versants qui surplombent le plateau est toujours mené.



Figure 12 : de gauche à droite et de haut en bas : barrière à neige sur la montagne du Rachas (archives ONF-RTM, 1976), filets paravalanches, combe du Diable (archives ONF-RTM, 1976), conceptions intrinsèques paravalanches dans la station (archives ONF-RTM, 2018).

Dès le début de l'urbanisation sur le plateau des Deux-Alpes la connaissance des aléas naturels a été un enjeu fort. C'est dans cet objectif qu'ont été réalisées les premières cartes de délimitation des phénomènes. Aujourd'hui, la cartographie des aléas est homogénéisée à l'échelle du département.

1.3. Cartographie des aléas

La cartographie des aléas est un document graphique présentant l'état de la connaissance des aléas naturels passés et supposés sur un territoire donné. Elle est le résultat de la compilation de données historiques ou récentes, études (récentes ou complémentaires) ainsi que de l'analyse experte du terrain (Irma, 2021). Elle est donc à la fois interprétative et prospective (Besson, 2005). Chaque aléa est classé en trois ou quatre niveaux généralement qui résultent du croisement de l'intensité du phénomène et de la probabilité d'atteinte d'un enjeux/objet. Le principal intérêt de la cartographie des aléas est de proposer un document technique de médiation avec des règles sémiologiques lisibles et compréhensibles et ce, afin d'alerter l'aménageur ou le propriétaire de phénomènes qui ne sont pas spécifiquement visibles du public non averti (événements météorologiques rares, processus géologiques complexes, etc.).

En France, la cartographie des aléas naturels peut s'intéresser à un seul aléa (inondation ou avalanche) lorsqu'elle couvre un territoire intercommunal (Besson, 2005). En montagne, elle est plus généralement multi-aléa, inféodée à un territoire communal, et comporte l'ensemble des aléas que le Cahier des Clauses Techniques Particulières demande d'étudier. Les règles sémiologiques de représentation des aléas sont régies par ce document qui attribue une couleur par aléa et une nuance liée au niveau (claire correspondant à un aléa faible et foncée à un aléa fort).

L'intensité des événements est appréciée, pour les aléas gravitaires et hydro-gravitaires, selon l'impact supposé exercé par un phénomène contre du bâti standard. La probabilité d'atteinte est extrapolée de l'aléa de référence. Celui-ci est étudié selon une occurrence centennale (quand cela est possible) et se base sur le plus important événement réalisé ou supposé depuis le milieu du XIX^{ème} siècle. Les ouvrages de protection sont référencés et cartographiés mais ne sont, sauf exception justifiée, pas pris en compte dans l'appréciation des aléas. Cela présuppose qu'une défaillance est possible, que la maîtrise de l'ouvrage est faillible ou encore que celui-ci n'est pas conçu pour résister à l'aléa de référence.

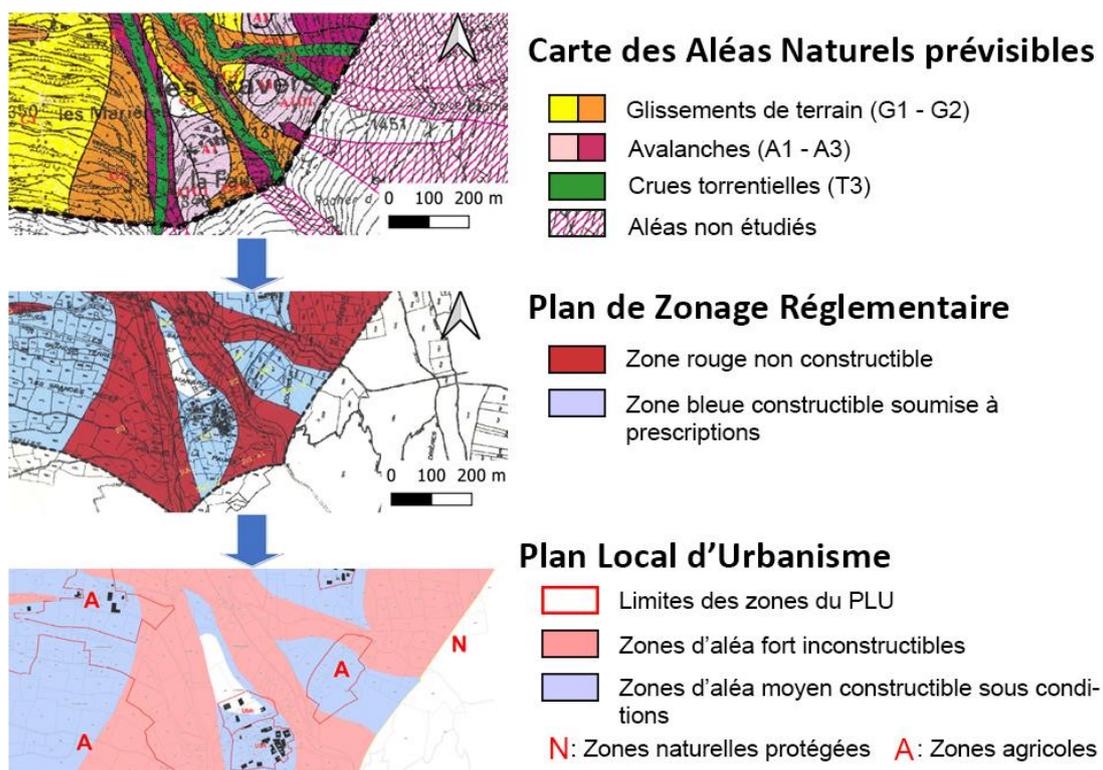


Figure 13 : processus réglementaire type de l'instruction du Plan Local d'Urbanisme de Mont-de-Lans en 2016. Exemple du secteur du hameau de la Faurie.

La carte des aléas naturels prévisibles n'a pas de valeur réglementaire. Elle est établie pour une vocation informationnelle et demandera d'être liée à une cartographie des enjeux pour établir le Plan de Zonage Réglementaire. Celui-ci signale par trois couleurs (rouge, bleu, blanc) le croisement aléas – enjeux pour lequel les interdictions et préceptes urbanistiques

seront appliqués. Le Plan Local d'Urbanisme est la traduction finale du zonage réglementaire et du projet d'aménagement politique communal (figure n°13).

II – Matériel et méthodes

L'élaboration de la carte des aléas de la commune des Deux-Alpes répond au cahier des charges imposé par les services de l'Etat (DDT/Préfecture de l'Isère) en octobre 2016 et mis à jour entre décembre 2021 et avril 2023. La prise en compte des limites de l'aléa avalancheux y est décrite.

2.1. Le Cahier des Clauses Techniques Particulières 2022 de l'Isère

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) rassemble les règles d'étude, de représentation et de diffusion pour la réalisation de la cartographie des aléas. Il s'agit d'un document interne au département de l'Isère produit par les services de l'Etat (Service Risques de la Direction Départementale des Territoires (DDT) avec l'appui du service RTM et des principaux bureaux d'études risques et hydrauliques œuvrant dans la cartographie des aléas naturels en montagne. En Isère, il s'agit d'une stratégie ancienne d'encadrement de l'affichage du risque qui remonte aux années 1970 notamment hérité de la représentation des aléas avalancheux dans les stations de ski. La version 2 du nouveau CCTP est finalisée début 2023 et mise à disposition par la DDT depuis le mois d'avril. Son application est immédiate dans les PLU en cours de réalisation dans le département.

Le CCTP de l'Isère rassemble huit aléas sous trois classes (Inondations, Mouvements de terrain et Avalanches) – Annexe n°2. L'aléa avalancheux est qualifié sur la base du guide méthodologique PPRN avalanches (ONF-RTM, 2015) et sur la note méthodologique de prise en compte des avalanches de référence exceptionnelles (DGPR, 2022). A l'instar des aléas Chute de blocs et Crue torrentielle, l'aléa avalancheux est doublement qualifié. Un Aléa de Référence Centennal (ARC) est traité sur tous les couloirs connus et supposés de la commune d'étude. Il est basé sur la plus grande extension connue depuis le milieu du XIX^{ème} siècle ou pour une récurrence centennale. Il intègre trois niveaux (faible [A1] – moyen [A2] – fort [A3]) qui sont discriminés selon la pression d'impact de l'avalanche sur un obstacle (1 à 3 kPa, 3 à 30 kPa et supérieur à 30 kPa) Cette notion de valeur de pression est cependant très complexe à mettre en œuvre et l'expertise peut s'appuyer sur un tableau de correspondance intitulé « grille d'intensité des avalanches » (annexe n°4). L'aléa de Référence Exceptionnel (ARE) est appliqué sur certains couloirs ou versants identifiés. Son zonage prend en compte des événements plus forts que l'ARC. Ce niveau a pour vocation d'informer les habitants, de réglementer les établissements recevant du public et de disposer d'informations de connaissances utiles pour l'élaboration du PCS (CCTP, 2023).

Les ouvrages de protection, sauf exception, ne sont pas pris en compte dans le zonage des aléas. Ils sont toutefois recensés dans l'annexe 10 du document réglementaire. Les effets défavorables tels que le sur-aléa ou les extensions anormales de l'événements sont cependant pris en compte. Les seuls ouvrages pouvant être intégrés dans la caractérisation des phénomènes sont les tourtes avalanches et les digues de limitation de

l'extension terminale de l'avalanche. Cette prise en compte doit répondre à un cahier des charges comportant notamment un maître d'ouvrage public et financièrement pérenne.

De même, la forêt ne peut être retenue dans le zonage de l'aléa. Deux cas de figures font exception. Premièrement, une forêt ancienne, située dans une zone supposée avalancheuse si le peuplement ne s'y était pas développé, sera affichée comme boisement à protéger (AB). Secondement, une forêt de protection artificiellement implantée pourra être assimilée au cas précédent pour garantir sa conservation.

L'élaboration de la carte des aléas, normée par le CCTP, reprend néanmoins dans son élaboration les informations délivrées par les documents réglementaires antérieurs.

2.2. Connaissance du risque et réglementation : état des lieux

2.2.1 La cartographie de l'aléa avalanche sur la commune des Deux-Alpes : une histoire ancienne

Les aménagements du plateau des Deux-Alpes, qui atteignent leurs paroxysmes durant les années 1960 et 1970, sont concomitants à un certain nombre d'avalanches importantes des versants (Annexe n°6). Celles-ci sont reportées sur les différentes cartographies régissant l'urbanisation à conduire et conduisent aux prémices du zonages sur le plateau (figure n°14). La reprise de ces délimitations puis l'ajout de nouveaux aléas (figure n°15) dans les documents ultérieurs fournissent des apports informationnels non négligeables pour le zoneur. Ils tracent le contour des avalanches historiques mais permettent aussi d'aborder des notions d'intensité avec le zonage réglementaire de l'urbanisme (interdiction absolue, autorisation avec prescription) ou encore avec les premières cartographies multi-aléa (l'intensité est exprimée en « degrés »).

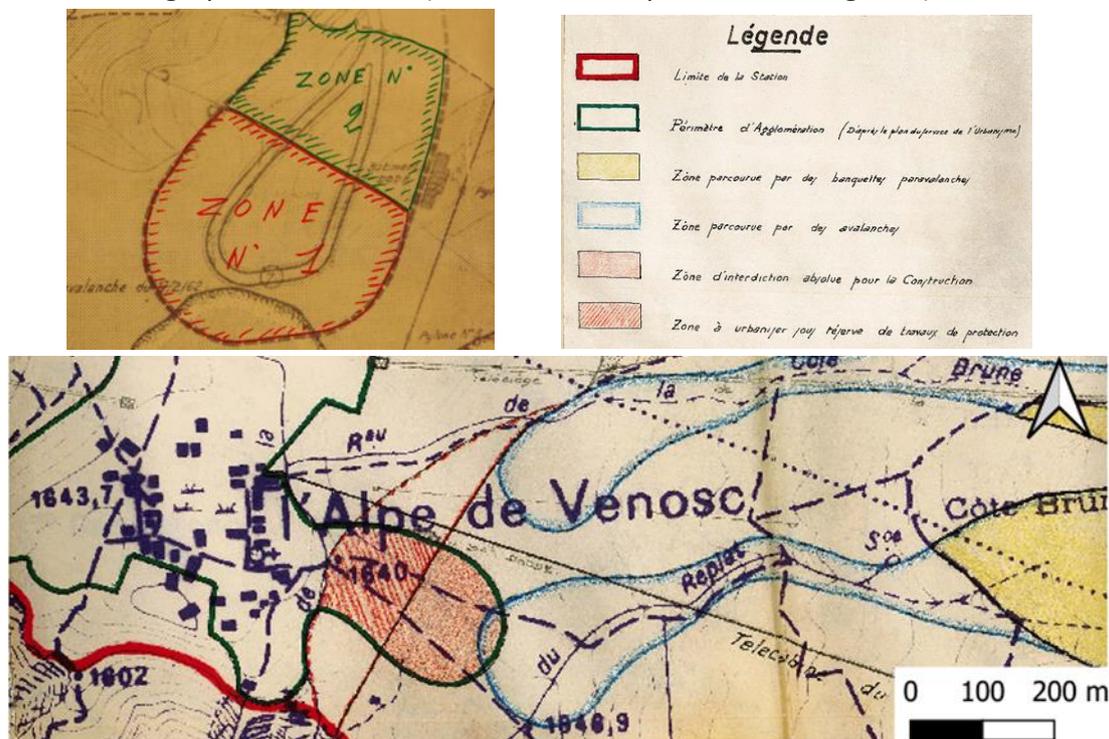
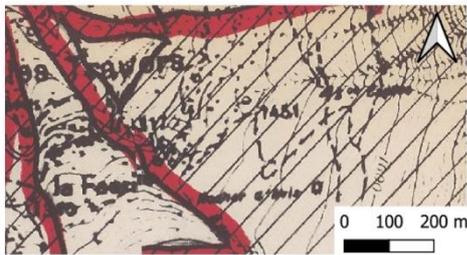
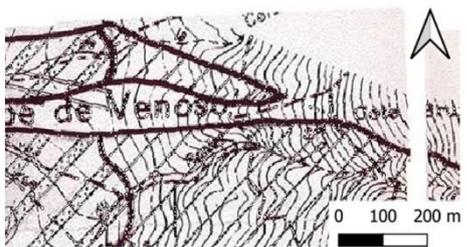


Figure 14 : en bas : carte de localisation des emprises des avalanches du Replat et de Côte Brune et sa légende (en haut à droite). En haut, zonage associé régissant l'urbanisme. Archives ONF-RTM, 1967.



Carte des risques naturels sur la commune de Mont-de-Lans (1971)

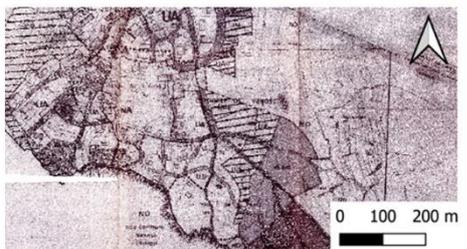
 Zones dangereuses (avalanches)



Plan des risques naturels de la commune de Venosc, annexé au POS (1971)

 Couloirs d'avalanches

 Zones de construction avec protection

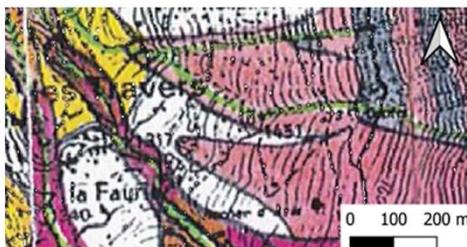


Plan des Zones Exposées au Risque d'Avalanche. Commune de Venosc (1985).

 Zone constructible soumise à des mesures de police et des prescriptions architecturales

 Zone constructible après la mise en place de paravalanches

 Zone inconstructible

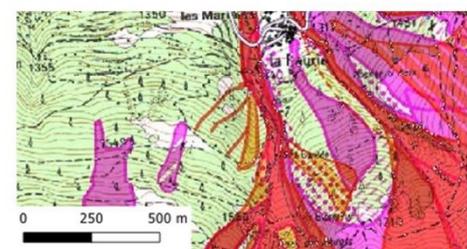


Carte de localisation des phénomènes naturels (AER) - (Alp'Géorisques, 1991)

 Avalanches (degrés d'activité 1 - 2 -3)

 Glissements de terrain (degrés d'activité 1 - 2 -3)

 Crues torrentielles (degrés d'activité 1 - 2 -3)



Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches, planche n°AZ62 (INRAE, 2015).

 Délimitation des avalanches (photo-interprétation - certaine - témoignage)

 Zones de dégâts significatifs dus au souffle d'un aérosol

Figure 15 : les limites de l'aléa avalancheux cartographiés entre 1971 et 2015¹. Archives ONF-RTM.

¹ La Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA) est un inventaire de la délimitation des événements d'avalanches observés ou historiques. Elle est produite par l'INRAE et révisée tous les 10 ans.

2.22 Le PPRN Porter A Connaissance de 1999

Le PPRN Porter A Connaissance de 1999 comporte la cartographie multi-aléa réglementaire encore en vigueur. Il est établi sur les deux communes de Mont-de-Lans et Venosc. La carte des aléas (figure n°13) comporte 5 classes d'aléas (inondations, crue des torrents et des rivières torrentielles, ruissellement sur versant, mouvements de terrain et avalanches). Son échelle est de 1/10 000^{ème}. Les avalanches y sont figurées avec trois niveaux d'intensité (faible – moyen – fort) et les couloirs d'avalanche CLPA sont figurés en contours rouges.

L'échelle de la carte présente le principal défaut d'être petite. Les délimitations des aléas possèdent donc des variations plus ou moins prononcées. A ceci s'ajoute la différence avec le cadastre (1/5 000^{ème}), ce qui complique la mutualisation des deux éléments et demande des actualisations au cas par cas des projets urbanistiques à proximité des délimitations. L'appréciation de l'intensité des phénomènes est affranchit de son effet sur l'enjeux. Ceci permet d'élaborer des classes homogènes correspondant à la perte de vélocité cinétique du phénomène d'avalanche.

Malgré ces défauts, la carte des aléas du PAC de 1999 reste le premier document sur lequel le zoneur peut s'appuyer.

2.23 Avis ONF-RTM

Au titre de la Mission d'Intérêt Général confiée par le Ministère de la Transition Ecologique, la commune peut solliciter le service RTM sur des questions réglementaires. Elle demande aussi des avis au cas par cas sur des Permis de Construire. Les avis émis en retour par le service, dans le cas de modification de la cartographie des aléas de 1999, sont considérés comme des mises à jour réglementaires et sont appliqués en tant que tel. Un certain nombre de cartes sur des zones de dimensions variées représentent un apport informationnel de premier plan pour la réalisation de la nouvelle carte des aléas. Elles sont toutefois réalisées selon les CCTP en vigueur lors de l'émission de l'avis et il convient de les actualiser.

2.3. Inventaire bibliographique

L'élaboration d'une cartographie des aléas, associée de sa Note de Présentation, exige de rassembler une chronique événementielle la plus complète possible. Celle-ci permet de dimensionner l'événement de référence, d'approcher la récurrence, de justifier des choix de zonages... Ce travail s'appuie sur une recherche bibliographique dont les fonds peuvent être bigarrés.

2.31 Fonds cartographiques

L'étude des éléments cartographiques plus ou moins anciens, à disposition du chargé d'études, tel que vu ci-dessus, est une source d'informations non négligeable. Elle permet de dresser une première esquisse de zonage. Elle est utilement complétée par des bases de données. C'est notamment le cas pour la Base de Données RTM. Celle-ci rassemble avec un

objectif d'exhaustivité des données cartographiques sous le format vectoriel (point, ligne, polygone). Elle est multi-aléa. Elle présente toutefois l'inconvénient d'être assez riche en informations textuelles mais plutôt lacunaire en informations géomatiques.

La commune des Deux-Alpes possède, de plus, plusieurs fonds LiDAR (format raster) dont les plus intéressants sont la couverture communale de 2016 (résolution 1m) et le fonds IGN LiDAR HD délivré au printemps 2023 (résolution d'1m également). Ces données, d'une grande précision permettent de créer plusieurs fonds cartographiques d'étude tels que l'ombrage, la carte des pentes ou encore une matrice d'écoulement des flux (écoulements superficiels de l'eau). Ces données LiDAR sont aussi la donnée d'entrée de base sur laquelle seront modélisés les écoulements des avalanches (voir ci-dessous 2.42 Modélisations).

Enfin, et au cas par cas, des fonds graphiques géoréférencés tels que les photographies aériennes ou satellites peuvent-être utilisés. Ils permettent particulièrement d'observer les dégâts laissés par un événement, si toutefois ceux-ci sont visibles à la résolution de l'image.

2.32 Fonds textuels

Les fonds textuels étudiés durant la phase de bibliographie peuvent être extrêmement variés. Les rassembler est extrêmement chronophage et relève plutôt de la recherche. Le zoneur, en fonction du temps qui lui est imparti, devra prioriser les fonds les plus riches ou, du moins, ceux qui sont les plus synthétiques.

Premièrement, la BD RTM est un fonds de choix. Chaque événement est localisé plus ou moins formellement et associé à une fiche qui rassemble les événements connus (date, heure, zones de départ/arrivée, dégâts...). Le service ONF-RTM rassemble aussi un grand volume d'archives papiers ou numérisées qui n'ont pas été compilées. Ces documents peuvent être :

- études RTM ;
- études prestataires extérieurs ;
- correspondances ;
- photographies ;
- avis ;
- rapports de travaux ;
- rapports d'événements ;
- notes et croquis...

Pour l'essentiel, les principaux événements sont connus et référencés dans la base de données. Toutefois, un certain nombre d'événements plus discrets ou encore des informations complémentaires peuvent ressortir de l'analyse de cette importante somme bibliographique.

L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) est un réseau de sites d'observation appliqué sur des couloirs avalancheux « problématiques » qui impactent des zones de bâti ou des axes de circulation structurants. Chaque événement qui franchit des limites préétablies fait l'objet d'un avis. Les chroniques de ces sites représentent une somme

d'informations majeur dans l'étude des avalanches. Pour la commune des Deux-Alpes, 19 sites sont suivis par les agents de l'ONF. Ces informations demandent cependant d'être recoupées si possible avec d'autres listes. Elles sont en effet biaisées par l'hétérogénéité de rigueur des agents. Dans certains cahiers par exemple, des avalanches peuvent présenter des erreurs d'altitude, ne pas avoir été renseignées car trop proches des limites supérieures EPA ou encore ne pas avoir fait l'objet de fiche par manque de temps de l'opérateur. Il convient donc de prendre avec le bon recul les informations de cette source de données.

Le Pôle Risque du Service des Voiries du Département de l'Isère possède enfin un très imposant fonds papier hérité de l'ancienne Direction Départementale de l'Équipement (DDE). Celui-ci regroupe essentiellement les études de projet routier (géotechniques, études de positionnement, enquêtes publiques, marchés...). Une petite base de données recense des événements récents ayant impactés les voiries. Ces fonds, très peu consistants, permettent cependant d'ajouter des informations sur des secteurs qui peuvent avoir été oubliés dans les analyses précédentes.

2.4. Compléments informationnels

La compilation bibliographique correspond à la phase d'apprentissage du secteur d'étude pour le zoneur. Elle lui permet d'inventorier les événements et ouvrages existants ainsi que de « défricher » le zonage. A l'issue de cette première étape, il lui manque cependant à affiner l'enveloppe des phénomènes. L'analyse des documents SIG lui a permis aussi d'identifier de potentielles zones actives ou susceptibles de l'être qui doivent être confirmée. Par ailleurs, un certain nombre de zones d'ombres apparaissent. Elles résultent de l'absence d'événements recueillis ou encore de lacunes cartographiques. Elles doivent faire l'objet obligatoirement d'une visite. La cartographie des aléas demande enfin une phase de traitements informatiques. Celle-ci correspond au zonage en tant que tel et est utilement complétée par des modélisations sur certains couloirs d'avalanches.

2.41 L'enquête terrain

La phase d'enquête terrain est réalisée préférentiellement en hiver pour les avalanches ou si cela n'est pas possible au début du printemps car cela permet d'optimiser la possibilité de constater sur le terrain des traces d'écoulements avalancheux. En fonction du calendrier du zoneur et des variations interannuelles de l'enneigement, cela n'est pas toujours réalisable.

La rencontre avec des habitants (de préférence anciens et permanents) et acteurs du territoire (bergers, pisteurs, artificiers, élus...) est privilégiée dans le but de collecter des informations qui auraient pu avoir échapper aux inventaires connus. L'aléa avalancheux possède l'avantage, dans ses plus grandes manifestations, de marquer les esprits. Contrairement aux autres aléas, les retranscriptions orales sont donc majoritairement plus précises et permettent par exemple d'affiner des enveloppes, d'ajouter des impacts, de préciser des dates ou encore d'estimer des récurrences. D'intéressants retours permettent aussi l'apport de nouveaux événements qui sont atypiques et passés inaperçus.

L'enquête de terrain est complétée par la recherche de signes directes ou indirectes d'événements avalancheux. La prospection dans les peuplements ligneux situés sur le

parcours des avalanches permet d'apprécier les événements récents, les récurrences voire leur disparition. Celle-ci est basée sur l'observation des séquelles sur les individus ou dans l'organisation des peuplements.

2.42 Modélisations

L'estimation des niveaux d'intensité du zonage de l'aléa est un processus très complexe qui s'avère impossible en l'absence d'études conduites spécifiquement. Le zoneur s'appuie donc pour l'essentiel sur les grilles proposées dans le CCTP. La majorité des espaces impactés par les avalanches sont en zones naturelles et agricoles et cette appréciation « experte » ne pose donc pas de problèmes. Quelques cas peuvent cependant être problématiques. Il s'agit généralement des espaces complexes où aléas et urbanisme sont imbriqués. Pour ces zones, des modélisations peuvent être conduites pour aider à l'expertise. Dans le cas où un ouvrage paravalanche serait retenu dans le zonage, une modélisation est aussi demandée.

Le logiciel RAMMS avalanches est utilisé. Le LiDAR HD IGN est utilisé comme fond des écoulements (Modèle Numérique de Surface). Les paramètres de neige correspondent à un événement centennal (étude ONF-RTM, 2011). Les zones de départ sont individualisées par interprétation (carte des pentes issue du LiDAR, pentes comprises entre 30 et 55°). La donnée de sortie qui est utilisée est celle qui correspond aux zones de dépôts (en mètre).

Cette utilisation de la modélisation ne peut qu'être une aide à l'expertise et ne peut en aucun cas être retenue comme telle. De fait, le logiciel RAMMS ne sait pas modéliser les écoulements de neige sèche et les aérosols. De plus, la compacité de la neige n'est pas modélisée et les phénomènes complexes demandent une étude à part entière. Enfin, les paramètres de retours centennaux intégrés dans le logiciel peuvent varier très fortement d'un versant à l'autre et ne sont donc que des interprétations d'épisodes météorologiques extrêmes.

La démarche conduisant à l'expertise puis au zonage d'un aléa est donc une démarche complexe mêlant à la fois une part d'informations objectives mais aussi la subjectivité du chargé d'études. Elle est fortement contrainte par le temps alloué à l'étude des phénomènes et peut donc être hétérogène d'une commune à l'autre (figure n°16).

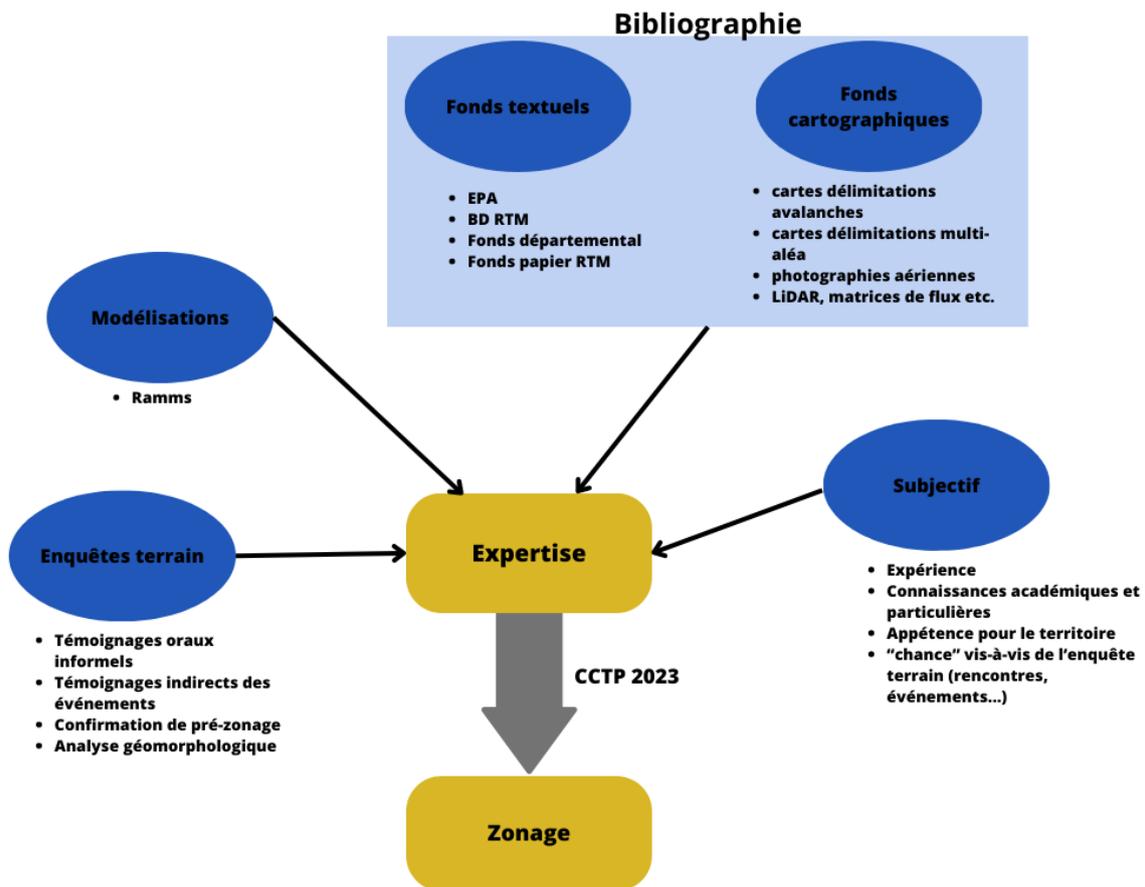


Figure 16 : schéma théorique des processus mobilisés par le chargé d'études dans l'élaboration d'une cartographie des aléas.

III – Résultats et discussions

3.1. Résultats

L'analyse des documents bibliographiques et des cartographies disponibles a permis d'identifier quelques nouveaux éléments de description des avalanches sur la commune des Deux-Alpes. L'enquête terrain, pour le seul aléa avalancheux, a été assez peu productive. Enfin, la modélisation présente des résultats hétérogènes.

3.1.1 Bibliographie

L'inventaire bibliographique exécuté durant l'élaboration de la carte des aléas des Deux-Alpes a fait systématiquement l'objet d'ajout à la BD-RTM (délimitations des événements, ajouts textuels à la fiche dédiée, compléments sur les éventuels dégâts). Deux mois ont été mobilisés pour réaliser ce travail (et construire en parallèle le projet SIG de réalisation de la carte). Une estimation empirique du volume des fonds (en mètres linéaires) existants à propos des aléas et événements qui touchent l'emprise de la commune permettent de supposer qu'environ 50% du total a été compulsé (figure n°17). En absolu, 22

nouveaux événements avalancheux ont été ajoutés à la base de données (figure n°18). Il s'agit principalement de petits événements passés inaperçus qui ont été découverts par analyse de photographies. Une grossière première estimation pourrait permettre d'affirmer que plus de 90% de l'information pertinente a été compulsée durant cette phase de recueil de données.

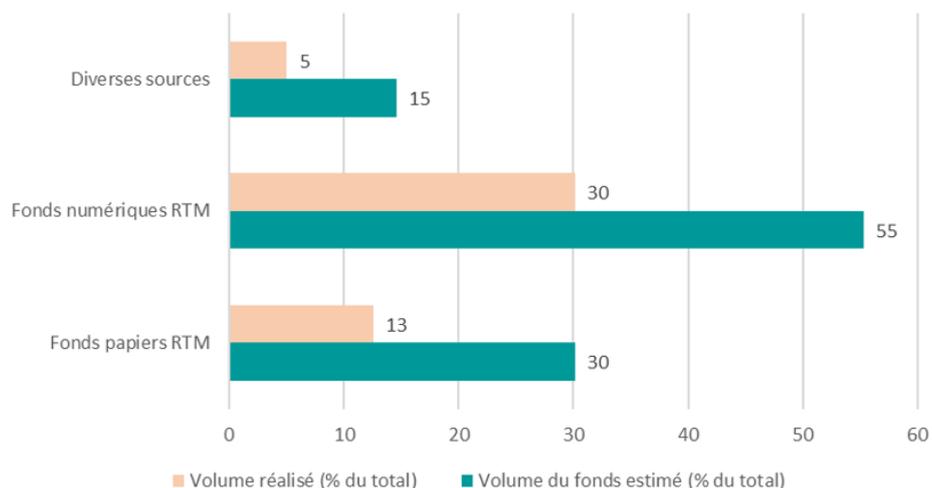


Figure 17 : estimation du volume bibliographique par fonds en fraction du total et comparaison avec le volume étudié.

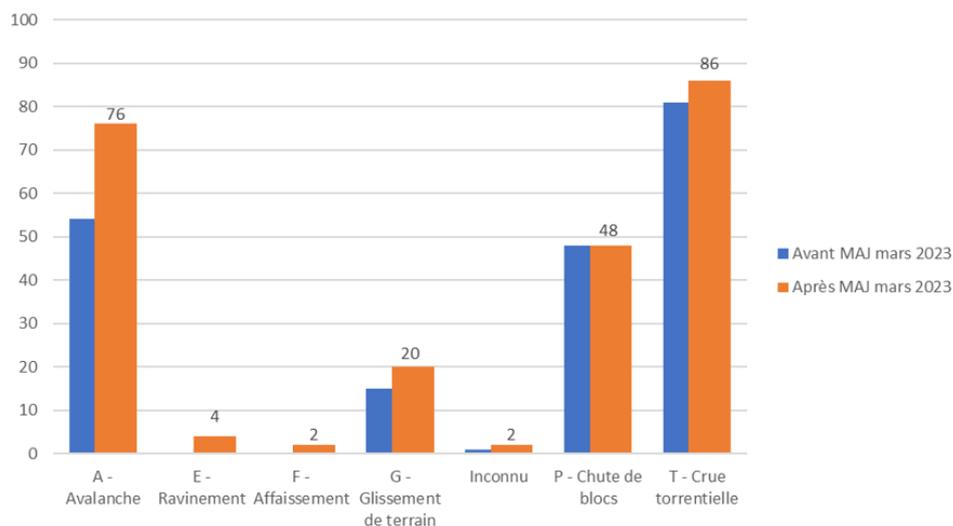


Figure 18 : apports de nouveaux événements dans la BD-RTM par la compulsion de la bibliographie (en nombre d'événements).

L'analyse des documents photographiques a permis de dessiner les emprises des événements sous forme vectorielle dans la base de données. Par comparaison avec les produits SIG tels que le LiDAR, la carte des pentes ou encore le géoréférencement de photographies aériennes anciennes, le recalage de ces emprises a pu être conduit avec une relativement bonne fiabilité. La superposition de ces informations avec la carte CLPA est un

apport intéressant pour le zonage. De fait, certaines de ces avalanches sortent légèrement des emprises CLPA (figure n°20).

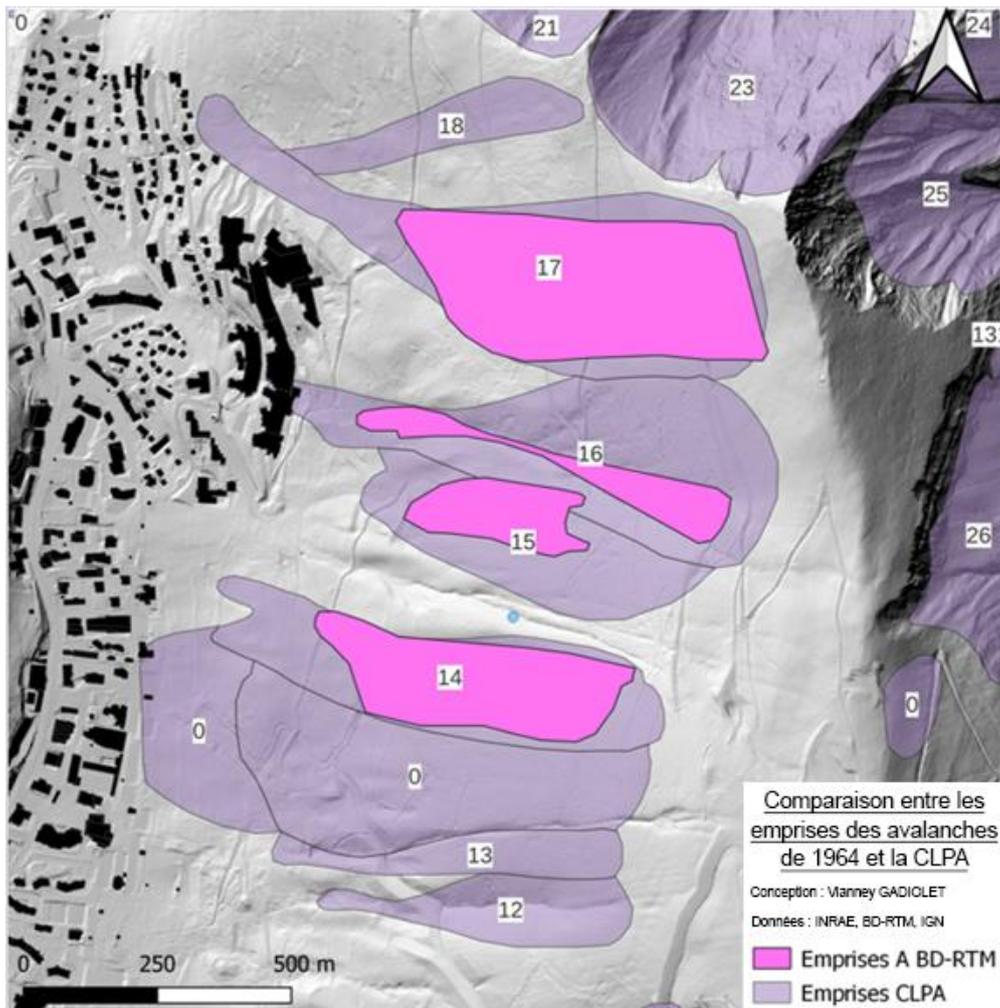


Figure 19 : comparaison entre les emprises CLPA et les analyses photographiques des événements de 1964 effectuées sur les fonds photographiques. Secteur ouest du plateau.

3.12 Enquête terrain

L'hiver 2022 – 2023 a été un hiver particulièrement chaud et peu neigeux. L'enquête de terrain, conduite durant le printemps 2023, a donc été assez peu productive pour l'identification de témoignages directs d'avalanches. L'analyse des peuplements forestiers sur les anciennes zones de départ ou sur les zones d'écoulements a cependant été riche. Dans l'ensemble, ceux-ci montrent pour les zones de départ une disparition de la reptation du manteau neigeux ; les individus âgés de quelques années ne sont pas blessés et leur croissance est classique comparée à leurs voisins plus âgés (figure n°20). Le couloir d'avalanches de neige humide du thalweg du ruisseau de la Faurie présente cependant encore des stigmates d'avalanches annuelles. Les aulnes, bouleaux et sorbiers sont couchés, tous les individus présentent des blessures et défauts de croissance (figure n°20).



Figure 20 : a gauche : la disparition des avalanches / de reptation du manteau neigeux est flagrante en face nord du Fioc sur le peuplement forestier (printemps 2023). A droite : thalweg du ruisseau de la Faurie à l'amont du hameau homonyme. Les stigmates des avalanches annuelles sont toujours d'actualité (printemps 2023).

Des habitants du secteur des Travers ont pu être rencontrés. Les intéressants échanges ont permis notamment d'identifier une avalanche de neige froide en aérosol qui a franchi la forêt pour s'arrêter dans le hameau de la Rollandière. Cet événement n'était pas connu mais malheureusement, aucune date n'a pu être ajoutée. Cet événement dépasse les emprises CLPA connues.

3.13 Modélisations

La modélisation a été conduite sur la station des Deux-Alpes avec les paramètres d'entrée du logiciel RAMMS avalanches en ce qui concerne les coefficients de friction (annexe n°9). Les hauteurs de neige mobilisables ont été choisies via le rapport ONF-RTM sur les avalanches de Côte-Brune² et correspondent à une occurrence centennale pour le plateau des Deux-Alpes. Les résultats obtenus sont instructifs. Ils permettent notamment d'observer des dépôts sur les bases des cônes de déjection pour le versant ouest (figure n°21). Cela conforte le zonage de la carte des aléas de 1999 et donne un peu plus d'étoffe aux couloirs CLPA. Par ailleurs, les profonds aménagements des pistes (décaissements, remblais, modifications de la morphologie) ne semblent pas exercer d'influence significative sur les écoulements. Pour le versant est, le rôle de « piège à avalanches » exercé par la combe de la Vallée Blanche est particulièrement visible.

Les avalanches du versant nord de Pied-Moutet, impactant le hameau de la Faurie, n'ont pas données de résultats concluants. De fait, la hauteur de neige mobilisable en centennale (ONF-RTM, 2011) de 2.1m est très imposante. La taille du bassin versant (2.8 km²) et les très fortes pentes de départ engendrent des volumes considérables qui dépassent trop largement les limites possibles d'une avalanche de cette occurrence (hameaux ensevelis, Romanche traversée...). La modélisation d'une grande avalanche sur ce

² RTM, 2012. *Etude d'incidence des terrassements de la piste de Côte Brune sur le risque d'avalanche – prise en compte d'une surcharge des remblais liée à la neige.*

secteur complexe demanderait notamment d'affiner les zones de départ, de travailler la rugosité du LiDAR et de créer des départs alternés.

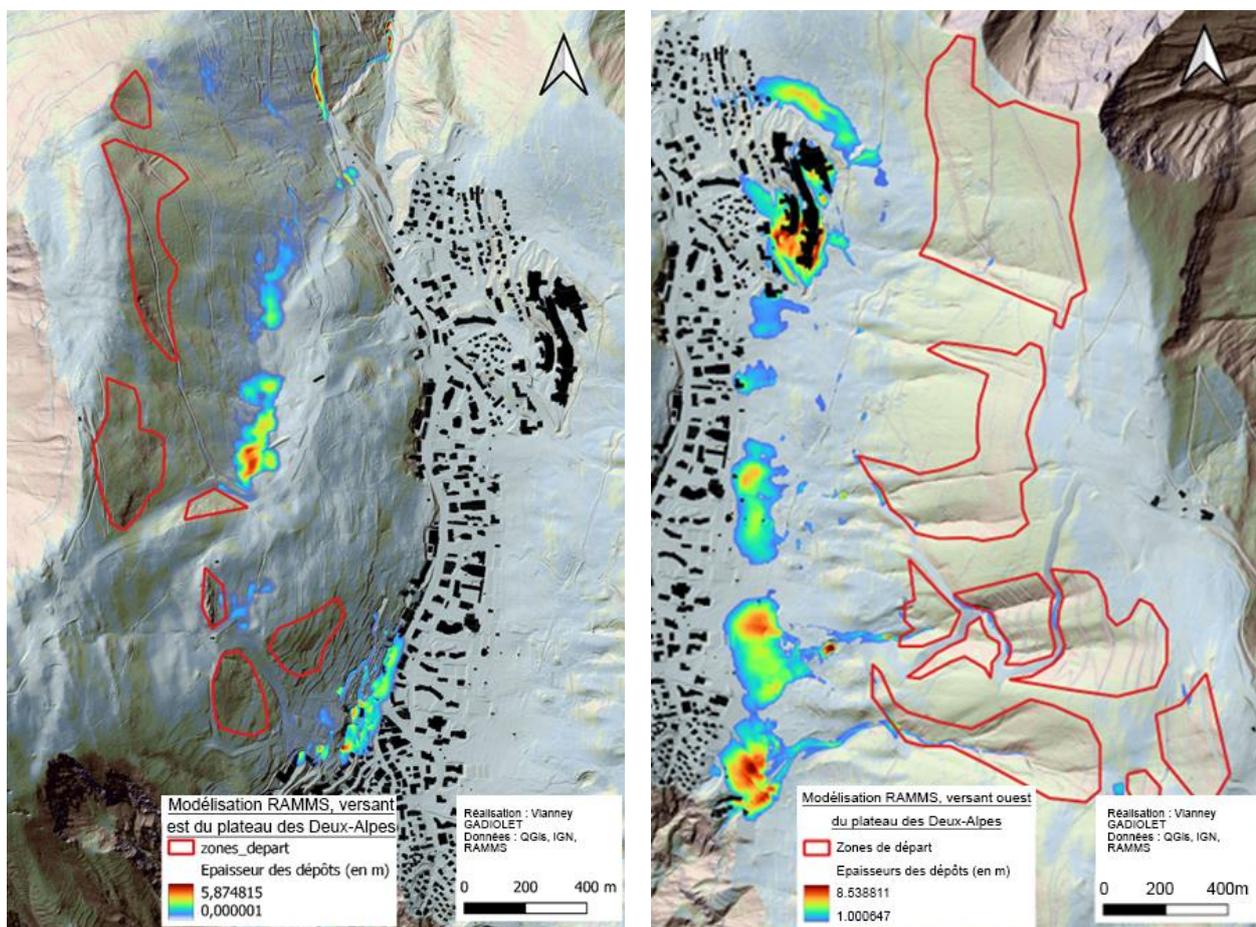


Figure 21 : localisation par modélisation (RAMMS) des dépôts avalancheux pour un phénomène centennal sans prise en compte des ouvrages paravalanches sur fonds LiDAR. A gauche, versant est du plateau des Deux-Alpes, à droite versant ouest.

3.14 Proposition de cartographie

Le zonage dans sa version 1 de l'aléa avalancheux inclue les avalanches connues (CLPA, BD-RTM) en aléa fort et moyen (aérosols puissants). L'aléa faible est réservé à des zones de dispersion d'aérosols historiques peu véloces. Les résultats de modélisation associés à l'analyse experte de la géomorphologie ainsi que les zones présumées avalancheuses identifiées par la CLPA permettent, au cas par cas, de délimiter les contours des zones d'avalanches exceptionnelles. Les planches sont visibles en Annexes 7 et 8.

Le hameau de la Faurie n'est pas impacté par le zonage avalanche. Le plateau, quant à lui, est très impacté par la délimitation des avalanches. Deux secteurs ressortent particulièrement. Il s'agit des extrémités nord et sud qui ont chacune des extensions du bâti sur les versants.

3.2. Discussions

Les avalanches sont des phénomènes cinétiques instantanés qui sont le produit d'événements météorologiques extrêmes. Elles sont donc à la fois de récurrence difficile à aborder et fortement liées à un climat.

3.2.1 Changements climatiques

L'approche de l'évolution des phénomènes avalancheux dans le contexte des changements climatiques a longtemps fait débat. Des résultats récents (Giacona, Eckert et al, 2021 - GIEC, 2019 - Naaim et al, 2016) mettent cependant en lumière des changements forts. L'enneigement aux altitudes basses et moyennes des massifs est en diminution très nette (Giacona, Eckert et al, 2021). Le stock nival s'y retrouve amoindri de 12% comparé à la normale 1981 – 2010 (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2023). La faiblesse voire l'absence du manteau neigeux en basse et moyenne montagne se traduit par la réduction de récurrence des avalanches. Leur nombre à ces altitudes a été divisé par 7 en l'espace d'un siècle (Giacona, Eckert et al, 2021). Il faut aussi ajouter le raccourcissement de la saison des avalanches de près d'un mois et la réduction de leur taille. Pour le zoneur des risques, ces changements se traduisent par la diminution de la probabilité de déclenchement des avalanches à basse altitude (Giec, 2019). Ces changements profonds de régime interrogent sur la pertinence de la méthodologie de zonage qui consiste à définir d'un Aléa de Référence Centennal. De fait, il devient très difficile dans ce contexte de mutation incessantes de s'appuyer sur des événements passés, liés à des variations climatiques correspondant à la fin du Petit Age Glaciaire pour anticiper les avalanches de demain. Bien que l'hypothèse d'un hiver anormal et rigoureux soit permise, il faut bien se rendre à l'évidence, cela ne sera certainement pas du registre centennal. Dans cette perspective, l'ARE prend une place de plus en plus importante comme moyen de substitution. Faut-il l'étendre aux espaces qui n'ont pas connus d'avalanches lors des 30 dernières années ?

Par ailleurs, l'élévation des températures, spécialement durant le printemps, entraîne un changement de nature des avalanches. Les événements mobilisant de la neige humide tendent à prendre le pas sur les événements de neige sèche et d'aérosols (Giec, 2019). Encore faut-il qu'il y ait de la neige à mobiliser. Ces changements sont donc surtout visibles en moyenne et haute altitude. Leur gestion est complexe puisque leurs interactions avec les ouvrages paravalanches peuvent être problématiques (remplissage, déviation, arrachement...).

Les changements climatiques ne se traduisent pas seulement au sujet des phénomènes avalancheux. De fait, les basses en moyennes montagnes sont le siège d'une intense évolution du couvert végétal. Cette dynamique succède aux travaux RTM et à la déprise agricole et vient affirmer la colonisation des versants par les espèces ligneuses. Un changement des aires biogéographiques de plus de 11 espèces forestières est observé dans l'ensemble des massifs français (Labonne et al, 2019). Deux stratégies sont mises en œuvre par les essences les plus sensibles à la chaleur et à la sécheresse : un déplacement vers le nord et en altitude. Cette dernière stratégie représente une élévation de près de 70 mètres

de dénivelées en l'espace d'un siècle (Vignature, 2018). Pour considérer l'évolution des peuplements forestier de basse et moyenne montagne, il faut donc additionner un changement de l'occupation des sols, une élévation naturelle des essences et une diminution des phénomènes d'avalanches (récurrences et volumes). Sur la commune des Deux-Alpes, ces changements sont remarquables dans le bassin versant de la Rivoire, spécialement au-dessus du hameau de la Faurie où les peuplements forestiers gagnent facilement l'altitude 1 800 mètres. Dès lors ces peuplements n'agissent pas avec l'efficacité d'une forêt de protection artificielle mais participent à un ancrage certain du manteau neigeux. Ces forêts ne sont ni anciennes, ni implantées par l'homme. Elles ne sont donc réglementairement parlant pas intégrables à la cartographie des aléas. Elles ne pourront donc être protégées au titre de la gestion des risques d'avalanches. Une coupe à blanc ou la reprise du pâturage seraient deux changements radicaux problématiques à ce titre.

3.22 Doctrine

La doctrine qui transparaît à l'application du CCTP 2023 et du zonage des aléas de manière générale est l'exemple même de l'implication verticale des services de l'Etat français dans la gestion locale des risques. Elle participe à une volonté de « sécurité totale » (Marco et Penel, 1992) qui intègre à leurs paroxysmes les notions de responsabilités individuelles, de responsabilités collectives ou encore de potentialité du risque. Ne souhaitant pas se prononcer sur les évolutions climatiques ou encore sur l'importance des équipements créés depuis plus de 70 ans pour se garantir des phénomènes, cette conception choisit de prendre en compte des situations opposées et invraisemblables.

Le cas le plus frappant de cet état de fait peut se voir dans la prise en compte d'un très imposant hôtel au niveau du quartier « Le Village 1800 » du plateau des Deux-Alpes (figure n°22). Celui-ci est visiblement conçu durant les années 1970 avec des normes paravalanches (murs renforcés, voies de circulations couvertes, faces aveugles, volets blindés). Sa gestion est toutefois privative et l'entretien des systèmes n'est pas garanti, pas plus que la prise en compte des normes paravalanches dans l'hypothèse de travaux de réhabilitation. L'application du CCTP induit donc de zoner l'avalanche dans son emprise originelle (avant la création du bâtiment) mais aussi d'appliquer les effets d'un étalement des dépôts le long de sa façade (figure n°22).

Cette situation complexe paraît en surface correspondre à l'application d'un principe de précaution exacerbé. Toutefois, sous-jacent une question demeure, quelle est la relation Etat – collectivité (nécessairement verticale) ? Autrement dit, quel degré de responsabilité / confiance est permis ? Il semblerait dans les faits qu'il y ait une certaine volonté d'auto-contrainte des services (Gout, 1993) pour gommer les volontés politiques locales, variables d'un mandat à l'autre.



Figure 22 : A gauche : hôtel le Belambra (juin 2023). A droite : prise en compte dans la cartographie des aléas de l'hôtel.

Le cas des Deux-Alpes est intéressant aussi au sujet de la doctrine de prise en compte des ouvrages de protection. De fait, aucune tourne avalanche ou digue ne sont référencés sur la commune pour protéger de l'aléa. Aucun des ouvrages ne peut donc être pris en compte. Les deux versants du plateau sont toutefois lourdement équipés (figure n°23), le maître d'ouvrage est connu et public, les visites techniques périodiques sont réalisées par le service RTM pour le compte du maître d'ouvrage. L'équipement de ces versants est toujours en cours et de nouveaux ouvrages / plantations sont prévus. Au regard de l'ampleur de ces aménagements associés aux profonds bouleversements topographiques ainsi qu'aux conséquences du réchauffement climatique, il est possible de s'interroger de la pertinence de ne pas les prendre en compte, au moins au cas par cas.

Emplacement des ouvrages de protection sur fond de la carte des aléas.
Secteur sud du plateau des Deux-Alpes



Figure 23 : emplacement des ouvrages de protection sur fond de la carte des aléas. Secteur sud du plateau des Deux-Alpes.

3.23 Le chargé d'études des risques face aux politiques de la ville en montagne

Dans un contexte de fortes pressions sur le foncier, dans une dynamique très urbaine comme sur le plateau des Deux-Alpes, ou encore d'intenses aménagements sur le domaine skiable, le chargé d'études des risques est confronté à une prise de recul malgré lui de la portée de son travail.

De fait, l'aboutissement de la connaissance des aléas, de leurs délimitations et de leurs ampleurs, a pour substantiel objectif de régir la politique d'aménagement de la collectivité. Les Deux-Alpes, territoire de montagne dans toutes les dimensions du terme, est inscrite dans un espace « naturel » en bordure d'un parc naturel national. Son attractivité touristique repose sur deux communs : le paysage et la neige (Reynard, 2020). Totalement tournée depuis plus de 70 ans sur la seconde ressource, elle n'envisage visiblement pas à court terme de revoir sa politique d'offre du « loisir neige ». Cela se traduit évidemment au niveau de l'exploitation de la station de sports d'hiver mais aussi dans l'urbanisme.

Le chargé d'études des risques, avec son appétence pour les thématiques naturalistes ainsi que ses connaissances de la fragilité du biome alpin, se trouve donc participer à la préservation des zones naturelles vis-à-vis de la convoitise économique. Le produit de son travail, en classant des zones entières comme dangereuses et donc non constructibles permet de sanctuariser des parcelles. Cette maîtrise du paysage est réglementairement plus efficace qu'une convention par exemple.

Conclusion

La mise à jour de la cartographie des aléas datée de 1999 de la commune des Deux-Alpes a été effectuée sur l'ensemble de la commune (hors domaine skiable). Elle étudie l'ensemble des aléas répertoriés dans le CCTP départemental dans la cadre de sa mise à jour d'avril 2023. Ce document, encadrant l'affichage du risque, est la représentation de la doctrine de gestion des risques naturels voulue par l'Etat. Elle est le reflet du positionnement de la politique et son interaction vis-à-vis de la perception d'un risque et des notions de responsabilités. La prise en compte de l'aléa avalancheux, comme spécificité du territoire communal mais en évolution vis-à-vis des changements climatiques, est interrogé.

L'aléa avalancheux est un phénomène inféodé aux territoires de montagne qui est le résultat d'événements météorologiques extrêmes qui sont, eux-mêmes, les reflets d'un climat dans ses variations inter et intra-annuelles. Les chroniques étudiées pour la commune des Deux-Alpes démontrent une tendance qui est récemment mise en évidence par des études scientifiques : l'aléa avalancheux tend à disparaître en basse et moyenne montagne. Les enquêtes terrains conduites auprès des habitants ainsi que les indices observés dans les peuplements sylvestres ajoutent encore à cet état de fait. Deux secteurs de la commune sont particulièrement étudiés pour leur visible opposition dans leur construction vis-à-vis de l'aléa. Il s'agit du hameau de la Faurie, au nord-ouest de la commune, ainsi que du plateau des Deux-Alpes, siège de la station de sports d'hiver. Ces visibles oppositions sont l'expression d'une perception différente des capacités techniques de lutte contre les

phénomènes d'avalanches. Elles sont aussi le reflet d'une démographie et d'une temporalité propre à l'occupation humaine du territoire montagneux.

La réalisation du zonage de l'aléa avalancheux sur ces deux secteurs a mobilisé premièrement une compilation bibliographique et cartographique des événements et ouvrages connus. Ce corpus réuni sous forme d'esquisse a ensuite été confronté à des enquêtes terrains et des modélisations sur des couloirs d'avalanches précis. La cartographie de l'aléa avalancheux, dans sa version finale, est donc le reflet de la connaissance actuelle des phénomènes. Elle est toutefois aussi le témoignage des choix de doctrine et présente de nombreuses interrogations vis-à-vis de celle-ci.

Certains résultats sont présentés et questionnés dans leurs logiques. Par ailleurs, la connaissance des effets du Réchauffement Climatique sur l'aléa avalancheux est approchée afin de tenter de mettre en perspective la diminution des événements (occurrences et volumes), l'importance de l'équipement de parades existantes ou à venir, la colonisation forestière des versants et la représentation politico-sociale du risque.

L'élaboration de la carte des aléas apporte un éclairage supplémentaire sur les difficultés qu'un urbanisme fort, tel le plateau des Deux-Alpes, rencontre sur son territoire. Par ailleurs, la dernière version du CCTP demande l'étude de l'aléa « Inondation de pied de versant ». Celui-ci, associé à l'aléa « Ruissellement » met en évidence une profonde défaillance de la gestion des eaux météoriques sur le plateau. En effet, chaque événement recensé sur la commune provoque de forts dommages et le système de gestion des eaux pluviales est reconnu comme insuffisant depuis 1997 ! L'augmentation des effets de cet aléa, dans le cadre de l'urbanisme et du Réchauffement Climatique, pourrait à moyen terme devenir un enjeu majeur pour la commune contrairement aux avalanches.

Bibliographie

- ALLIX A., (1929). *Un pays de haute montagne : l'Oisans. Etude géographique*. A. Colin, Paris. 915p.
- ALLIX A., (1929). L'habitat en Oisans. **in** *Revue de Géographie Alpine*. Vol. 17-2. pp. 189-287.
- ALLIX A., (1923). La limite supérieure de l'habitat permanent dans les Alpes. **in** *Revue de Géographie Alpine*. Vol. 11-1. pp293-297.
- Alpicité, (2013). *Elaboration du plan local d'urbanisme. Commune de Mont-de-Lans (38860)*. Département de l'Isère. 52p.
- ARNOULD B., DEMOLIS C., DOUARD P. & MEIGNIEN X., (2016). *La restauration des terrains en montagne (RTM) – Mise en œuvre de la politique de prévention des risques par les services RTM*. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. 71p.
- AUDRECHY D., (2001). *Vivre en montagne avec les risques naturels. Comprendre, observer, s'adapter*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 43p.
- BARBIER R. & al, (1973). *Carte géologique de la France à 1/50 000. La Grave. Notice explicative*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 45p.
- BARNEOUD, (1963). *Les Deux-Alpes (avalanches). Documentation photographique*. ONF-RTM.
- BESSON L., (2005). *Les risques naturels. De la connaissance pratique à la gestion administrative*. Dossier d'experts. Techni-cités. 591p.
- BESSON L. & al, (1999). *Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Risques de mouvements de terrain*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement – Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement. 65p.
- CLERC F., (sd). *La montagne, une loi, une politique*. Ministère de l'Agriculture. 78p.
- Collectif, (2023). *Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6). Summary for Policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. 36p.
- CORNELOUP J., (2009). Système culturel localisé et gestion des stations touristiques. **in** *Tourisme et société*. EME Editions. pp122-146.
- CRECY (de) L., (1988). L'histoire de la R.T.M. : quelques réflexions d'un praticien. **in** *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. Tome 59, fasc. 1. pp17-28.
- CRIBIER F., (1961). De Venosc aux Deux-Alpes : Une station à double saison. **in** *Revue de Géographie Alpine*. Vol. 49-2. pp293-318.
- DAGORNE A. & DARS R., (1999). *Les risques naturels. Le point des connaissances actuelles*. Que sais-je ? Presses Universitaires de France. 125p.

Direction Générale de la Prévention des Risques, (2022). *Note méthodologique. Qualification et cartographie des avalanches de référence exceptionnelles dans les plans de prévention des risques naturels (PPRN)*. Ministère de la Transition écologique. 26p.

FOUINAT L., (2016). *Les territoires de montagne face aux changements globaux : une étude rétrospective autour de la station des Deux-Alpes*. Thèse en Sciences de la Terre. Université Grenoble Alpes. 255p.

FRANCOIS B., (2016). *La Romanche : Des ruines de Séchilienne au barrage du Chambon - Mémoire d'un torrent de l'Oisans*. Association coutumes et traditions de l'Oisans. 472p.

FRANCOIS H. & BILLET S., (2010). De la station au territoire : quels contours pour les destinations touristiques ? *in Mondes du tourisme*, 2 / 2010. pp87-98.

GARRY G., GRASZK E. & al, (1999). *Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Risques d'inondation*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement – Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. La documentation Française. 117p.

GARRY G., GRASZK E. & DUPUY J.-L., (1997). *Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Guide général*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement – Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. La documentation Française. 70p.

GIEC, (2019). *L'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique*. Rapport spécial du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat. Résumé à l'intention des décideurs. 39p.

GIVRY M., PERFETTINI P., (2004). *Construire en montagne. La prise en compte du risque d'avalanche*. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable – Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer. 80p.

GOUT J.-P., (1993). *Prévention et gestion des risques majeurs. Les risques d'origine naturelle*. Ecosciences et technologies. 301p.

JOANNE A., (1863). *Itinéraire descriptif et historique du Dauphiné par Adople Joanne. Deuxième partie. La Drôme – Le Pelvoux – Le Viso – Les Vallées vaudoises*. Paris, librairie de L. Hachette et Cie. pp171-173.

LABONNE S., CORDONNIER T., KUNSTLER G. & FUHR M., (2019). Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptations. *in Sciences Eaux et Territoires*. 2019/2, numéro 28. pp38-43.

MARCO O. & PENEL M., (1992). Aspects socio-économiques de la gestion des risques naturels. *Etudes Montagnes*. *in Actes du colloque tenu à l'ENGREF les 1 à 3 octobre 1991*. CEMAGREF. 147p.

MARTY J.-P., (1985). Les avalanches. *in Droit et Ville, tome 20*. XXe anniversaire de l'I.E.J.U.C. Colloque sur les risques naturels et technologiques majeurs : aspects juridiques tenu les 14 et 15 octobre 1985 à Toulouse. pp87-107.

MEEM, (2016). *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN). Guide général*. Ministère de l'Environnement de l'Ecologie et de la Mer. 179p.

MTEES, (2019). *Propositions pour améliorer la qualification et la cartographie des avalanches exceptionnelles. Note méthodologique*. Ministère de la Transition écologique et solidaire. 26p.

NAAIM M. & al, (2016). Impact du réchauffement climatique sur l'activité avalancheuse et multiplication des avalanches humides dans les Alpes françaises. **in** *La Houille Blanche*. 6, 12-20. 9p.

ONF-RTM, (2015). *Guide méthodologique. Plan de prévention des risques naturels. Avalanches*. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. 101p.

ONF-RTM, (2011). *Risque d'avalanche sur les hameaux, routes et projet de piste de ski de fond des secteurs « Les Travers – La Rivoire – La Molière » et propositions de protections complémentaires. Rapport*. Commune de Mont-de-Lans. 40p.

ROUBAULT M., (1970). *Peut-on prévoir les catastrophes naturelles ?* Presses Universitaires de France. 173p.

THENOZ M., (1982). Les paysages humanisés du parc national des Ecrins. **in** *Géocarrefour*. Vol. 57-4. pp391-400.

TRONCHON P., (1991). *Risques majeurs, environnement et collectivités locales*. Berger Levrault. 193p.

Webographie

Collectif, (2023). *Les Deux Alpes (commune)* [en ligne]. Wikipédia.org [consulté le 24/08/2023]. Disponible sur : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Deux_Alpes_\(commune\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Deux_Alpes_(commune))

Collectif, (2023). *Table de Peutinger* [en ligne]. Wikipédia.org [consulté le 24/08/2023]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Table_de_Peutinger

GIDON M., (2023). *Mont-de-Lans : pentes nord des Deux-Alpes* [en ligne]. Geol-Alpes.com [consulté le 26/08/2023]. Disponible sur : http://www.geol-alp.com/h_oisans/_lieux/romanche/deux_alpes.html

INRAE, (sd). *EPA, l'observation actuelle* [en ligne]. avalanches.fr [consulté le 25/08/2023]. Disponible sur : https://www.avalanches.fr/epa_lobservation-actuelle/

IRMa, (2020). *Mémento du maire et des élus locaux. DGa2 – La traduction des aléas en zonage réglementaire* [en ligne]. Mementodumaire.net [consulté le 23.08.2023]. Disponible sur : <https://www.mementodumaire.net/dispositions-generales-2/amenagement-durable-du-territoire/dga2-la-traduction-des-aleas-en-zonage-reglementaire/>

GIACONA F., ECKERT N. & al, (2021). *Upslope migration of snow avalanches in a warming climate* [en ligne]. PNAS, vol. 118 | No. 44 [consulté le 23/08/2023]. Disponible sur : <https://doi.org/10.1073/pnas.2107306118>

GILBERT D. & VIGUIER P., (2018). *Plan Neige* [en ligne]. Géoconfluences [consulté le 23/08/2023]. Disponible sur : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/plan-neige>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, (2023). *Impacts du changement climatique : Montagne et Glaciers* [en ligne]. Ecologie.gouv.fr [Consulté le 23/08/2023]. Disponible sur : <https://www.ecologie.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-montagne-et-glaciers>

Préfecture de l'Isère, (2022). *Affichage des risques* [en ligne]. Isère.gouv.fr [consulté le 10/08/2023]. Disponible sur : <https://www.isere.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Risques-majeurs/Collectivites/Risques-naturels/Prise-en-compte-des-risques-naturels-en-urbanisme>

REYNARD E., (2020). *Tourisme de montagne et gestion de l'eau et de la neige en contexte de changement climatique. in Journal of Alpine Research* [en ligne]. 108-1 /2020 [consulté le 23/08/2023]. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/rga/6814>

VIGIENATURE, (2018). *En moins de dix ans le réchauffement climatique a modifié la flore de France* [en ligne]. Vigienature.fr [consulté le 22/08/2023]. Disponible sur : <https://www.vigienature.fr/fr/actualites/moins-dix-ans-rechauffement-climatique-modifie-flore-france-3319>

Liste des tables

Figure 1 : localisation de la commune des Deux-Alpes et des deux secteurs étudiés.....	3
Figure 2 : implantation du hameau de la Faurie entre le ruisseau de la Faurie et le rif du Fournel. Fond ombrage LiDAR IGN, 2023.	5
Figure 3 : implantation de la station des Deux-Alpes sur le plateau homonyme. Le bâti occupe l'ensemble de l'espace plat et tend à gagner les versants.....	6
Figure 4 : aperçu sur l'Alpe du Mont-de-Lans en 1921. Archives ONF-RTM – 7235W1106.....	6
Figure 5 : localisation des secteurs constructibles (hachure verte) ouverts par l'élaboration du PLU de Mont-de-Lans. Les flancs exposés est du Fioc sont gagnés par l'urbanisation (Alpicité, 2013).	7
Figure 6 : aperçu sur les Deux-Alpes depuis le versant ouest. Sont nettement visibles les parcelles rendues libres à la construction sous le Fioc (archives ONF-RTM, 2018).....	7
Figure 7 : photographie habillée. Les avalanches (orange) de 1971 encadrent le hameau de la Faurie (entouré en rouge). Archives ONF-RTM, 1971.....	9
Figure 8 : dépôts de l'avalanche de mars 2010 sur la route communale. A l'arrière-plan le hameau de la Faurie (première habitation au niveau de la flèche rouge). Epaisseur estimée à 5 ou 6m. Photographie habillée, archives ONF-RTM, 2010.....	9
Figure 9 : avalanches de janvier 1963. (Barnéoud, 1963).....	9
Figure 10 : avalanches de janvier 1955, les zones d'arrivées de ces avalanches sont aujourd'hui urbanisées (Barnéoud, 1963).	9
Figure 11 : habitat typiquement uissan au hameau de la Faurie : faces borgnes, grand grenier, ouvertures sur la rue centrale (2023).....	10
Figure 12 : de gauche à droite et de haut en bas : barrière à neige sur la montagne du Rachas (archives ONF-RTM, 1976), filets paravalanches, combe du Diable (archives ONF-RTM, 1976), conceptions intrinsèques paravalanches dans la station (archives ONF-RTM, 2018).....	11
Figure 13 : processus réglementaire type de l'instruction du Plan Local d'Urbanisme de Mont-de-Lans en 2016. Exemple du secteur du hameau de la Faurie.	12
Figure 14 : en bas : carte de localisation des emprises des avalanches du Replat et de Côte Brune et sa légende (en haut à droite). En haut, zonage associé régissant l'urbanisme. Archives ONF-RTM, 1967.	14
Figure 16 : les limites de l'aléa avalancheux cartographiés entre 1971 et 2015. Archives ONF-RTM.	15
Figure 17 : schéma théorique des processus mobilisés par le chargé d'études dans l'élaboration d'une cartographie des aléas.....	20
Figure 18 : estimation du volume bibliographique par fonds en fraction du total et comparaison avec le volume étudié.	21

Figure 19 : apports de nouveaux événements dans la BD-RTM par la compulsion de la bibliographie (en nombre d'événements).	21
Figure 20 : comparaison entre les emprises CLPA et les analyses photographiques des événements de 1964 effectuées sur les fonds photographiques. Secteur ouest du plateau. 22	22
Figure 21 : a gauche : la disparition des avalanches / de reptation du manteau neigeux est flagrante en face nord du Fioc sur le peuplement forestier (printemps 2023). A droite : thalweg du ruisseau de la Faurie à l'amont du hameau homonyme. Les stigmates des avalanches annuelles sont toujours d'actualité (printemps 2023).....	23
Figure 22 : localisation par modélisation (RAMMS) des dépôts avalancheux pour un phénomène centennal sans prise en compte des ouvrages paravalanches sur fonds LiDAR. A gauche, versant est du plateau des Deux-Alpes, à droite versant ouest.....	24
Figure 23 : A gauche : hôtel le Belambra (juin 2023). A droite : prise en compte dans la cartographie des aléas de l'hôtel.	27
Figure 24 : emplacement des ouvrages de protection sur fond de la carte des aléas. Secteur sud du plateau des Deux-Alpes.	27

Table des matières

Résumé.....	2
Remerciements	3
Sigles et acronymes.....	5
Introduction.....	1
I – Espace et contexte de l’étude	3
1.1. Présentation des sujets étudiés.....	3
111 – La commune des Deux-Alpes	3
112 – Le hameau de la Faurie : un archétype de l’habitat traditionnel uissan en montagne	5
113 – Le plateau des Deux-Alpes : la colonisation de l’altitude pour l’industrie du loisir. 6	
1.2. Les avalanches aux Deux-Alpes : vivre avec la récurrence des événements	8
1.21 – Avalanches marquantes sur les secteurs étudiés	8
1.22 – L’adaptation aux avalanches : d’une stratégie d’évitement ancienne à des aménagements lourds contemporains	10
1.3. Cartographie des aléas	11
II – Matériel et méthodes.....	13
2.1. Le Cahier des Clauses Techniques Particulières 2022 de l’Isère	13
2.2. Connaissance du risque et réglementation : état des lieux	14
2.21 La cartographie de l’aléa avalanche sur la commune des Deux-Alpes : une histoire ancienne	14
2.22 Le PPRN Porter A Connaissance de 1999	16
2.23 Avis ONF-RTM.....	16
2.3. Inventaire bibliographique	16
2.31 Fonds cartographiques.....	16
2.32 Fonds textuels	17
2.4. Compléments informationnels.....	18
2.41 L’enquête terrain.....	18
2.42 Modélisations.....	19
III – Résultats et discussions	20
3.1. Résultats	20

3.11 Bibliographie	20
3.12 Enquête terrain	22
3.13 Modélisations	23
3.14 Proposition de cartographie.....	24
3.2. Discussions.....	25
3.21 Changements climatiques	25
3.22 Doctrine	26
3.23 Le chargé d'études des risques face aux politiques de la ville en montagne	28
Conclusion	28
Bibliographie	30
Webographie.....	33
Liste des tables	34
Table des matières	36
Tables des annexes.....	1
Annexes	2

Tables des annexes

Annexe n°1 : Accessibilité de la donnée	3
Annexe n°2 : Analyse diachronique de l'occupation des sols sur le plateau des Deux Alpes entre 1948 et 1986.....	5
Annexe n°3 : Légende type du CCTP 2022 de l'Isère.....	6
Annexe n°4 : Grille d'intensité des avalanches, CCTP Isère 2022	7
Annexe n°5 : Inventaire des avalanches connues sur la face nord de Pied-Moutet	8
Annexe n°6 : Inventaire des avalanches connues sur les versants surplombant le plateau des Deux-Alpes.....	10
Annexe n°7 : Extraits de la carte des aléas : le plateau des Deux-Alpes.....	12
Annexe n°8 : Extraits de la carte des aléa, secteur de la Faurie	1
Annexe n°9 : Extraits du rapport de présentation de la carte des aléas – aléa avalanche.....	1

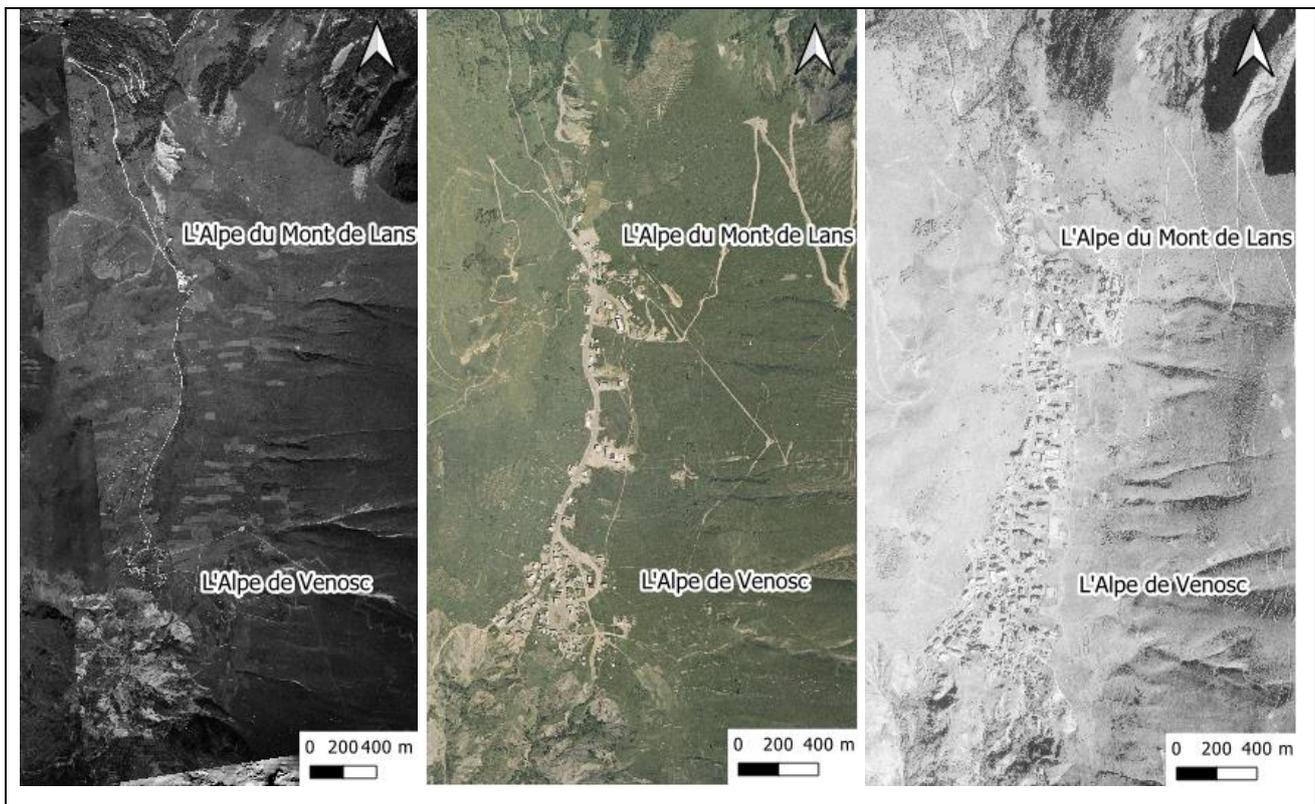
Annexes

Annexe n°1 : Accessibilité de la donnée

Nom de la figure	Dénomination de la donnée	Fournisseur de la donnée	Format de la donnée	Accessibilité	Commentaire
Carton de localisation des Deux-Alpes (figure n°1)	Carte topographie SCAN 25	IGN	Raster	Open Data	-
Carton de localisation des Deux-Alpes (figure n°1)	Contour de commune (BD topo)	IGN	Vecteur	Open data	-
Carte de présentation du hameau de la Faurie (figure n°2)	MNS LiDAR HD (ombrage)	IGN	Raster	Open data	Résolution 1m
Carte de présentation du hameau de la Faurie (figure n°2)	Isolignes 5m	IGN	Raster	Open data	Réalisées à partir du MNS LiDAR
Carte de présentation du hameau de la Faurie (figure n°2)	Bâti cadastre (BD topo)	IGN	Vecteur	Open data	-
Carte de présentation du plateau des Deux-Alpes (figure n°3)	MNS LiDAR HD	IGN	Raster	Open data	Résolution 1m
Carte de présentation du plateau des Deux-Alpes (figure n°3)	Isolignes 5m	IGN	Raster	Open data	Réalisées à partir du MNS LiDAR
Carte de présentation du plateau des Deux-Alpes (figure n°3)	Bâti cadastre (BD topo)	IGN	Vecteur	Open data	-
Carte de comparaison des emprises des avalanches CLPA et analyse documentaire (figure n°20)	MNS LiDAR HD	IGN	Raster	Open data	Résolution 1m
Carte de comparaison des emprises des avalanches CLPA et analyse documentaire (figure n°20)	Bâti cadastre (BD topo)	IGN	Vecteur	Open data	-
Carte de comparaison des emprises des avalanches CLPA et analyse documentaire (figure n°20)	Contour des CLPA	INRAE	Vecteur	Open data	-
Carte de comparaison des emprises des avalanches CLPA et analyse documentaire (figure n°20)	Contour des avalanches BD-RTM	ONF-RTM	Vecteur	Privée	-
Cartes de présentation	Bâti cadastre	IGN	Vecteur	Open data	-

des résultats de modélisation (figure n°22)	(BD topo)				
Cartes de présentation des résultats de modélisation (figure n°22)	MNS LiDAR HD	IGN	Raster	Open data	Résolution 1m
Cartes de présentation des résultats de modélisation (figure n°22)	Carte des pentes	IGN	Raster	Open data	Réalisée via le MNS LiDAR. Classes de 0-25 / 25- 35 / 35- 55 / 55+ (degrés)
Figures n°23 et 24.	Bâti cadastre (BD topo)	IGN	Vecteur	Open data	-
Figures n°23 et 24.	Isolignes 5m	IGN	Raster	Open data	Réalisées à partir du MNS LiDAR

Annexe n°2 : Analyse diachronique de l'occupation des sols sur le plateau des Deux Alpes entre 1948 et 1986



Comparaison diachronique de l'aménagement de la station des Deux-Alpes. De gauche à droite : 1948, 1969 et 1986. Entre les deux premières dates, l'aménagement est polarisé sur les deux anciens hameaux. En 1986, l'impact des politiques « intrusives » de l'Etat sont visibles. L'enveloppe urbaine a déjà atteint peu ou prou les limites actuelles. (campagnes de photographies aériennes. IGN. Remonterletemps.fr).

Annexe n°3 : Légende type du CCTP 2022 de l'Isère

Légende-type des cartes d'aléas naturels en Isère Mars 2023

Inondations

	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort	Exceptionnel
Crue des rivières (1)		C1	C2	C3	C4	
Inondation en pied de versant (1)		F'1	F'2	F'3	F'4	
Crue des torrents et rivières torrentielles (1)		T1	T2	T3	T4	TE
Ruissellement sur versant et ravinement	V1a	V1	V2	V3	V4	

Mouvements de terrain

	Aggravation (2)	Faible	Moyen	Fort (3)	Très fort	Exceptionnel (écroulement)
Glissement de terrain	G0	G1	G2	G3	G4	
Chute de pierres et de blocs	P0	P1	P2	P3 (P3r)	P4	P5
Affaissement/effondrement, suffosion (F)		F1	F2	F3		

Avalanches

Avalanche (5)	ARC Faible A1	ARC Moyen A2	ARC Fort A3	ARE Exceptionnel AE	Forêt de protection historique AB	Forêt de protection ancienne (4) Ab	Zone d'effet de forêt ancienne A2b
---------------	------------------	-----------------	----------------	------------------------	--------------------------------------	--	---------------------------------------

- (1) : Pour les cas d'inondation par remontée de nappe uniquement, l'aléa est indicé « n » (exemple : C1n, C2n, l'1n, l'2n, T1n, T2n, etc.).
 (2) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitation pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveaux.
 (3) : Chutes de blocs : aléa P3r affiché pour les zones de recul prévisibles des falaises et corniches rocheuses.
 (4) : Affiché uniquement en cas de présence dans sa zone d'effet de zone urbanisée en aléa moyen d'avalanche.
 (5) : En fonction du niveau d'avalanche (ARC ou ARE), des indices pourront être ajoutés pour préciser s'il s'agit d'écoulement dense ou aérosol.

Annexe n°4 : Grille d'intensité des avalanches, CCTP Isère 2022

Alea	Indice	Critères
Fort	A3	<p>Zone d'écoulement des avalanches coulantes et mixtes.</p> <p>Zone d'arrêt des avalanches coulantes, avec des dépôts denses et épais de plusieurs mètres.</p> <p>Zone où des bâtiments, même renforcés, ont subi des dommages structurels lourds.</p> <p>Zone de transit de puissants aérosols, avec destruction de boisements entiers.</p> <p>Zone soumise à des pressions d'impact > 30 kPa, en cas de simulations numériques.</p>
Moyen	A2	<p>Fin de zone d'arrêt des avalanches coulantes/mixtes de neige sèche, avec des dépôts peu denses et peu épais.</p> <p>Zone d'écoulement et d'arrêt de coulées de neige diffuses et non canalisées.</p> <p>Zone où des bâtiments renforcés n'ont subi que des dommages mineurs.</p> <p>Zone de transit des aérosols avec dégâts localisés dans le boisement...</p> <p>Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 30 et 3 kPa, en cas de simulations.</p>
Faible	A1	<p>Zone de dispersion des aérosols, avec des dégâts isolés et limités (branches cassées...), purge de petits talus < 20 m.</p> <p>Zone où des bâtiments, même non renforcés, n'ont subi que des dommages mineurs (vitrages cassés, tuiles ou lauzes déplacées, plâtrage...).</p> <p>Zone soumise à des pressions d'impact comprises entre 1 et 3 kPa, en cas de simulations.</p>

Annexe n°5 : Inventaire des avalanches connues sur la face nord de Pied-Moutet

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise CLPA concernée	Description	Sources
02/03/1923	Entre 1900 et 2100 (sous Pied Moutet)	Vers 920	2 à 5	Avalanche de fond déclenchée dans la soirée du 2 au 3. 5 à 6 jours de fortes chutes de neige suivies d'un redoux important par vent de sud-ouest. Elle provoque un effet de souffle sur le hameau de la Faurie. Elle écrase une maison et ses habitants (maison Sebelin, habitants ensevelis mais sans encombre) à la Rivoire et s'arrête quelques mètres au-dessus de la RD1091 (dépôts de 5 à 10 mètres d'épaisseur). Des dépôts emboîtés sont observés. Quatre autres maisons sont frôlées par l'avalanche au hameau de la Rivoire.	EPA, site n°1 de Mt de Lans - RTM (2011) – PPRn de Mt-de-Lans (1999)
02/03/1923	Vers 1200	Vers 950	Sans nom, sous la Grande Roche	Avalanche visible sur les photographies de la langue terminale de l'avalanche de 1923.	CLPA - analyse photographique
13/03/1930		1200	2 et 3	Descend à la hauteur de la RD220 dans le hameau de la Faurie (cône de dépôt de 55m de long, 10m de large et 8m d'épaisseur).	EPA, site n°2 de Mt de Lans - RTM (2011)
18/03/1930		1100	2 et 3	Descend à l'aval de la RD220 dans le ruisseau de la Rivoire (cône de dépôt de 47m de long, 8m de large et 5m d'épaisseur).	EPA, site n°2 de Mt de Lans - RTM (2011)
19/02/1962		905		Elle passe dans le hameau de la Rivoire et enfonce le mur de l'hôtel des 3 Dauphins et soulève le toit de la chapelle. Un effet de souffle est ressenti à la Faurie, venant du Rif du Fournel.	RTM (2011) - PPRn Mt-de-Lans (1999)
Vers le 20 mars 1971	« Toutes les pentes sous Pied Moutet et jusqu'à la combe du Parc »	915	2. 3 et 4, 87	Un très gros départ en plaque de neige froide sous Pied Moutet. La bergerie (alt. 1710m) est endommagée. La branche du rif du Fournel s'arrête vers 1340m. La branche du ruisseau de la Faurie parvient jusqu'à la Rivoire. Le dépôt y comporte une épaisseur homogène de 2 à 4m. Trois maisons sont frôlées. L'emprise CLPA n°87 atteint la route communale entre la Rollandière et la Faurie.	RTM (2011) – PPRn Mt-de-Lans (1999)
Début février 1978		1315	87 et 88	Fortes chutes de neige en janvier et redoux avec neige mouillée début février. Dépôt de 2 à 3m de neige avec des grosses boules. Les deux emprises CLPA traversent la route des Travers.	Témoignage de R. Caix – RTM (2011)
20/01/1981			88	Fort cumul de neige froide et ventée. L'avalanche remplit le lit du ru de la Rollandière et s'arrête quelques dizaines de mètres en contrebas de la route des Travers. Un effet de souffle est perçu dans le hameau. Le dépôt atteint 35m de large.	PPRn Mt-de-Lans (1999) – RTM (2011) - CLPA
Entre le 6 et le 10/02/1984		1310	2 - 3	Chutes de neige modérées -50 cm entre le 5 et le 7 février) avec fort vent de nord-ouest. Route de la Rollandière à la Faurie coupée.	RTM (2011)
15/02/1990	2100	1400	-	Chutes de neige modérées (21-50cm) avec fort vent d'ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
07/03/1991	2100	1300	2 - 3	Fort vent du sud-ouest, redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans - RTM (2011)

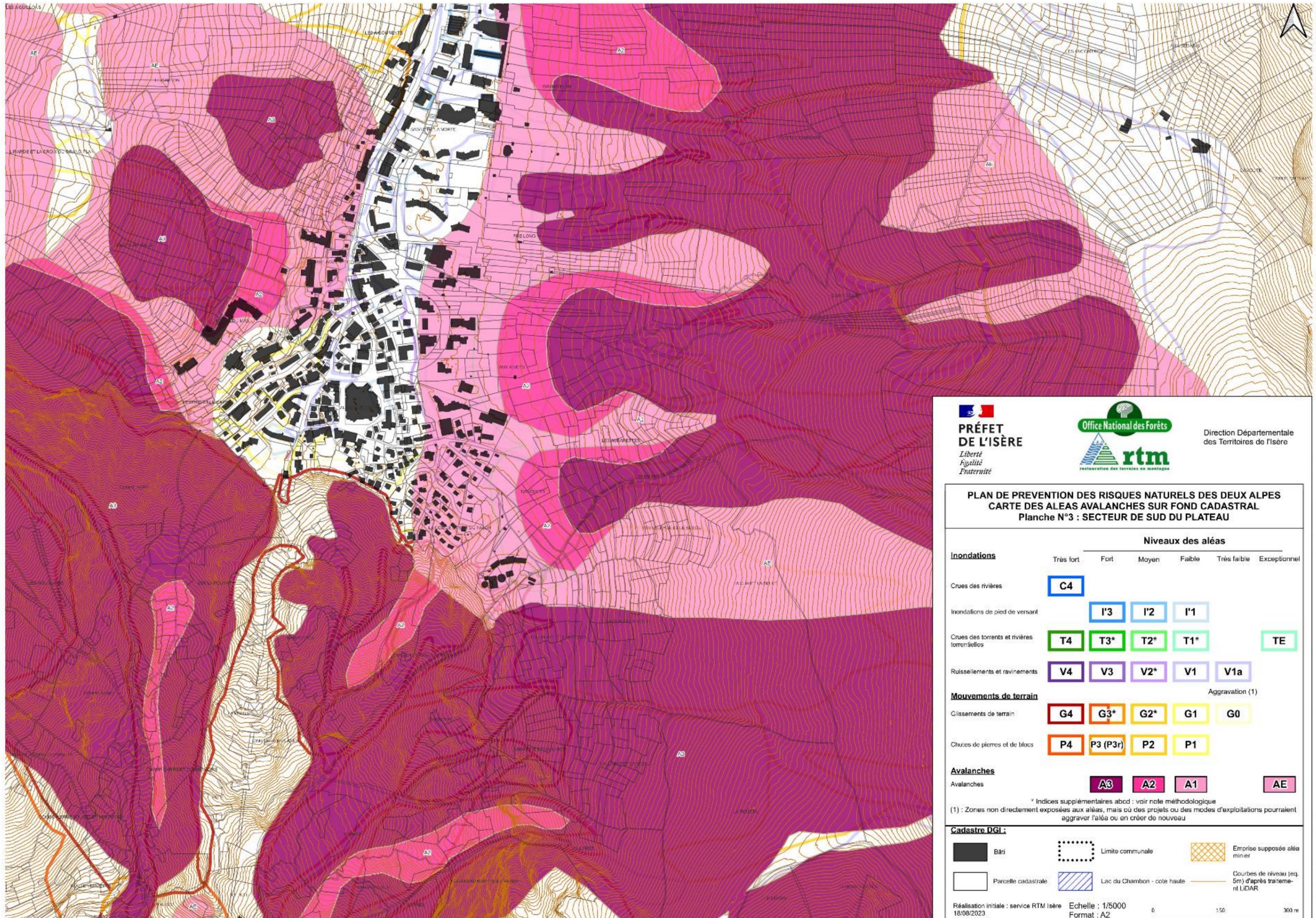
22/12/1991	2100	1500	-	Fortes chutes de neige (50-100cm en 3 jours), Fort vent d'ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
23/01/1995	2100	1500	-	Chutes de neige modérées (20-50cm en 3 jours). Fort vent du sud-ouest, redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
22/12/1996	2050	1450	-	Redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
28/01/1999	1850	1450	-	Faibles chutes de neige (0-20cm en 3 jours) avec fort vent du nord-ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
11/03/1999	2050	1500	-	Pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
22/04/1999	Pied de la paroi nord de Pied-Moutet	1340	4 - 5	Chutes de neige modérées (20 à 50cm en 3 jours).	RTM (2011) – EPA, site n°1
19/01/2006		1500	87	A 14h00, suite à des chutes de neige modérées (30-40cm par fort vent du nord). Déclenchement par le passage de deux skieurs. Dépôts de 100m de long, 40m de large et 2m d'épaisseur ainsi que 100m de long, 50m de large et 2m d'épaisseur. Les deux skieurs décèdent.	EPA site n°2 Mt de Lans – RTM (2011)
06/03/2006	1900	1450	-	Chutes de neige fortes (50-100cm en 3 jours) avec fort vent d'ouest.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
09/03/2006	1980	1330	2 – 3 – 87	Chutes de neige modérées par vent d'ouest (20-50cm en 3 jours). Déclenchement par le service des Pistes des 2 Alpes. L'avalanche s'arrête en amont de la route des Travers.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans – RTM (2011).
27/03/2006	Vers 2000	1300	2 - 3	Départ sous l'arrête du Fioc. Volume déposé de 15 000m ³ . La route des Travers est coupée.	EPA – site n°2 de Mt-de-Lans
23/02/2010		1350	-	Chute de neige faible les trois précédents (0-20cm avec vent fort du sud). Redoux.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
28/02/2010	1900	1317	2 – 87 – 88	Chutes de neige modérées les 25-26 février par vent du sud-ouest. Important redoux en marge de la tempête Xynthia (28 février). Cassure de 1m de haut. Reprise de neige sur 300m de dénivelée. Elles se rejoignent dans le ruisseau de la Faurie. Dépôt de 5 à 6m de neige sur la chaussée.	RTM (2011)
Vers 2010 ?	Vires des Pied-Moutet	Au-dessus de 1350.	4	Puissant aérosol ayant couché de nombreux épicéas sur la rive gauche du Rif du Fournel (vers 1500m).	Témoignages de MM. Guilles et Coing – RTM (2011)
29/12/2011	1900	935	2 - 3	Dépôt longueur 100m, largeur 15m et hauteur 1m. Chutes de neige modérées (21-50cm en 3 jours). Vent fort du nord-ouest, redoux et pluie. Donnée aberrante.	EPA – site n°2 de Mt-de-Lans
05/01/2012		1317	-	Dépôt longueur 100m, largeur 20, hauteur 1m. Chutes de neige fortes (50-100cm en 3 jours). Vent fort, redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
15/04/2013	2000	1360	-	Redoux.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
16/04/2013	2000	1320	-	Redoux.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans
28/01/2021	1950	1400	-	Dépôts sur 200m de long. Redoux et pluie.	EPA site n°2 de Mt-de-Lans

Annexe n°6 : Inventaire des avalanches connues sur les versants surplombant le plateau des Deux-Alpes

Date	Altitude départ (en mètres)	Altitude arrivée (en mètres)	Emprise concernée	Description	Sources
28/03/2006	1800	1640	EPA 5	Dépôt de 100m de long, 40m de large et 2m de haut. Suite à vent fort du sud et chutes de neige faible puis redoux (pluie).	EPA
29/01/1999	1920	Route d'accès aux Deux-Alpes	CLPA 1 - 93 - 94	Avalanche de plaque. Vent fort durant les jours précédents.	BD-RTM
07/03/1991	1900	1620	EPA 5	Redoux avec pluie.	EPA
1984			16	-	BD-RTM
1981		RD 213	CLPA 93	La RD213 est coupée sur 500 mètres de large.	BD-RTM
28/01/1973	Partie sommitale de la combe.		10	-	BD-RTM
1973	Au pied des banquettes boisées.	1750	14 - 15 - 16	Avalanche en départ de plaque.	BD-RTM
05/02/1972			10 - 11	Avalanche en neige poudreuse sur le versant au-dessus de l'Alpe de Vénosc.	BD-RTM
1967			-	Avalanche des Combettes issue du versant « d'en soleil ». Elle atteint le télésiège de Mont de Lans.	BD-RTM
01/1963			14 - 15 - 16 - 17 - 18	Avalanche en départ de plaque.	BD-RTM
1963	2050	1750	14	-	BD-RTM
17/02/1962	2 350	1 650	10	L'avalanche se déclenche sur la crête, s'engouffre dans le ravin et débouche à l'altitude 1 650m ; à 150m des chalets au sud de la station de l'Alpe de Vénosc. 3 skieurs décédés.	BD-RTM
1962			13	Dépôt 50m en aval du 3 ^{ème} pylône du télécabine de Jandri.	BD-RTM
16/01/1961			16	-	BD-RTM
21/01/1959			10	Avalanche à la tête du Diable. Deux skieurs décédés.	BD-RTM
25/02/1956			16	-	BD-RTM
01/1955			16 - 17	-	BD-RTM
1953		Télési de Côte Brune	11	La langue de neige s'arrête vers le départ de l'actuel télécabine du Diable. L'avalanche a emporté sur 50m la cabane amont du télési de Côte Brune.	BD-RTM
1950		1660 - le Petit Plan	17	-	BD-RTM
1945		Aurait atteint le plateau	12 - 13	-	BD-RTM
14/03/1937	1930		CLPA 1 - 93	La RD 213 est coupée. Un car est isolé par les coulées.	BD-RTM

			- 94		
1936			10	Il semblerait que cette avalanche soit de très grande ampleur et soit en partie sur la CLPA 6 puisque l'ardoisière est impactée.	BD-RTM
17/03/1930			15	-	BD-RTM
12/03/1930			16	-	BD-RTM
1927			17 - 18	-	BD-RTM

Annexe n°7 : Extraits de la carte des aléas : le plateau des Deux-Alpes




PRÉFET DE L'ISÈRE
 Liberté
 Égalité
 Fraternité


Office National des Forêts

 rtm
 restauration des terrains de montagne

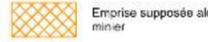
Direction Départementale
 des Territoires de l'Isère

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DES DEUX ALPES
CARTE DES ALEAS AVALANCHES SUR FOND CADASTRAL
Planche N°3 : SECTEUR DE SUD DU PLATEAU

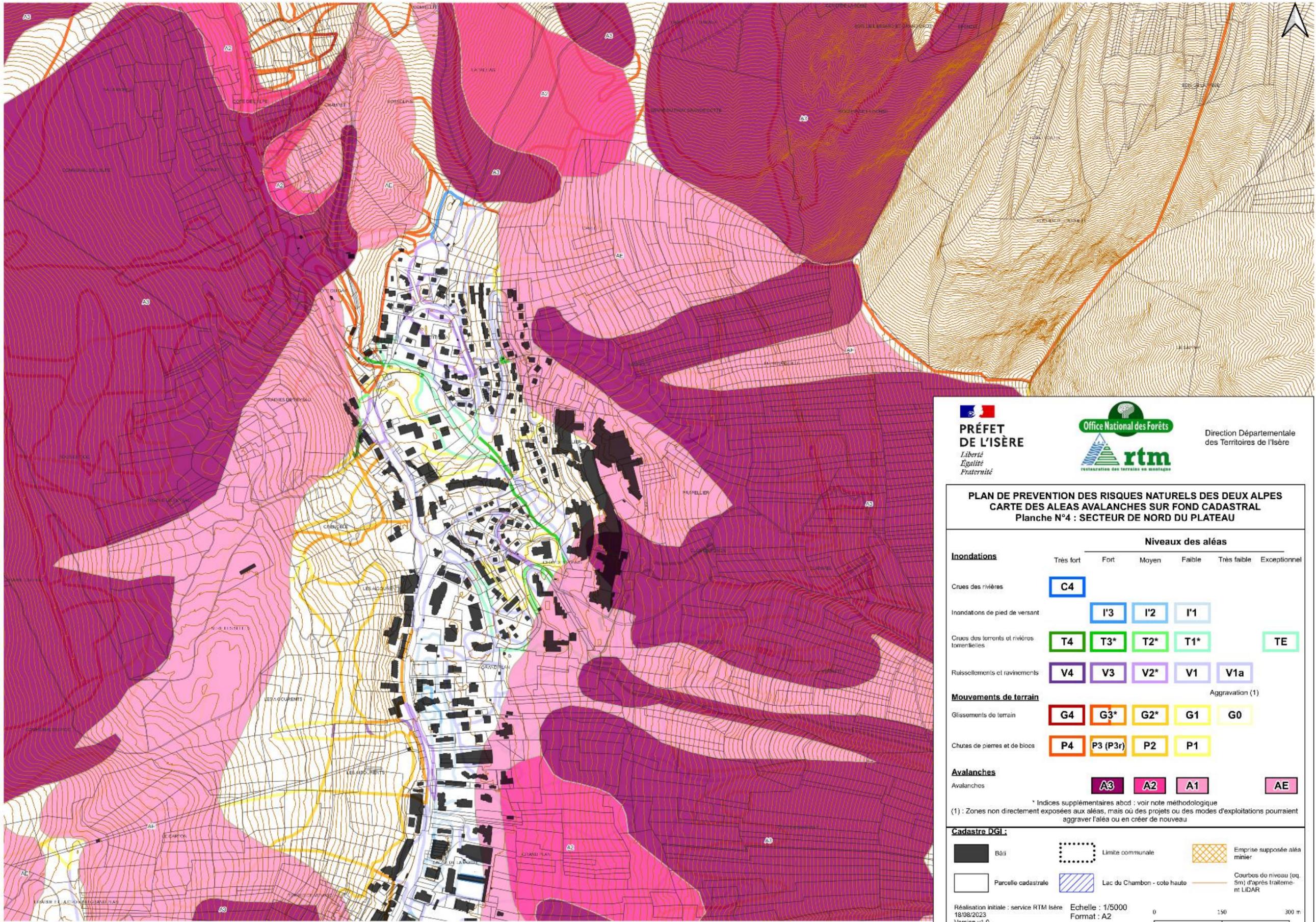
	Niveaux des aléas					
	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible	Exceptionnel
Inondations						
Crues des rivières	C4					
Inondations de pied de versant		I'3	I'2	I'1		
Crues des torrents et rivières torrentielles	T4	T3*	T2*	T1*		TE
Ruissellements et ravinements	V4	V3	V2*	V1	V1a	
Mouvements de terrain						Aggravation (1)
Glissements de terrain	G4	G3*	G2*	G1	G0	
Chutes de pierres et de blocs	P4	P3 (P3r)	P2	P1		
Avalanches						
Avalanches		A3	A2	A1		AE

* Indices supplémentaires abcd : voir note méthodologique
 (1) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitations pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveau

Cadastre DGI :

 Bâti	 Limite communale	 Emprise supposée aléa minier
 Parcelle cadastrale	 Lac du Chambon - cote haute	 Courbes de niveau (eq. 5m) d'après traitement LIDAR

Réalisation initiale : service RTM Isère Echelle : 1/5000
 18/08/2023 Format : A2
 Version v1.0




PRÉFET DE L'ISÈRE
 Liberté
 Égalité
 Fraternité


Office National des Forêts

 rtm
 restauration des territoires en montagne

Direction Départementale des Territoires de l'Isère

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DES DEUX ALPES
CARTE DES ALEAS AVALANCHES SUR FOND CADASTRAL
Planche N°4 : SECTEUR DE NORD DU PLATEAU

	Niveaux des aléas					
	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible	Exceptionnel
Inondations						
Crues des rivières	C4					
Inondations de pied de versant		I'3	I'2	I'1		
Crues des torrents et rivières torrentielles	T4	T3*	T2*	T1*		TE
Ruissellements et ravinements	V4	V3	V2*	V1	V1a	
Mouvements de terrain						Aggravation (1)
Gissements de terrain	G4	G3*	G2*	G1	G0	
Chutes de pierres et de blocs	P4	P3 (P3r)	P2	P1		
Avalanches						
Avalanches		A3	A2	A1		AE

* Indices supplémentaires abcd : voir note méthodologique
 (1) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitations pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveau

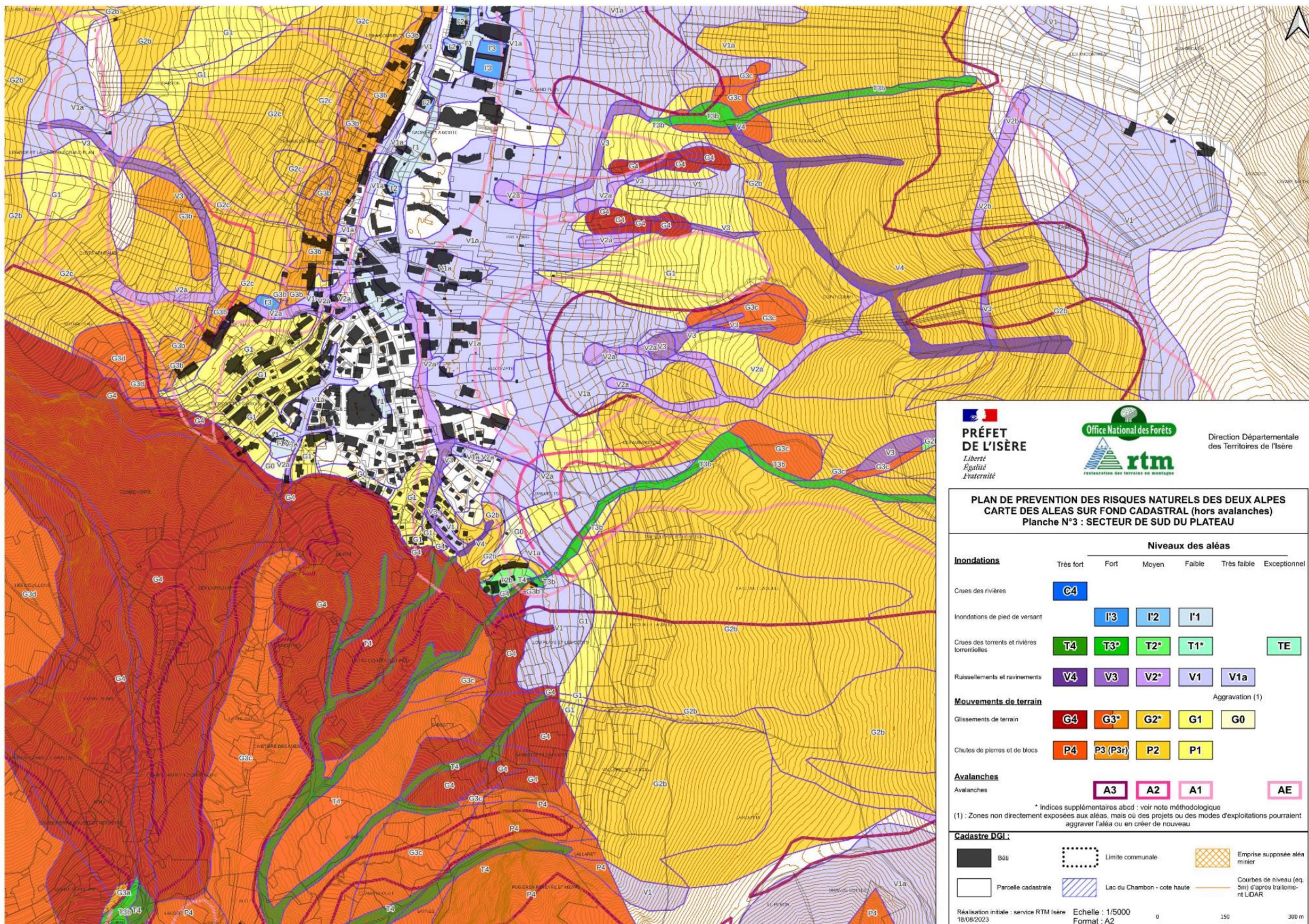
Cadastre DGI :

 Bâti	 Limite communale	 Emprise supposée aléa minier
 Parcelle cadastrale	 Lac du Chambon - cote haute	 Courbes de niveau (eq. 5m) d'après traitement LIDAR

Réalisation initiale : service RTM Isère
 18/08/2023
 Version v1.0

Echelle : 1/5000
 Format : A2

0 150 300 m



PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DES DEUX ALPES
CARTE DES ALEAS SUR FOND CADASTRAL (hors avalanches)
Planche N°3 : SECTEUR DE SUD DU PLATEAU

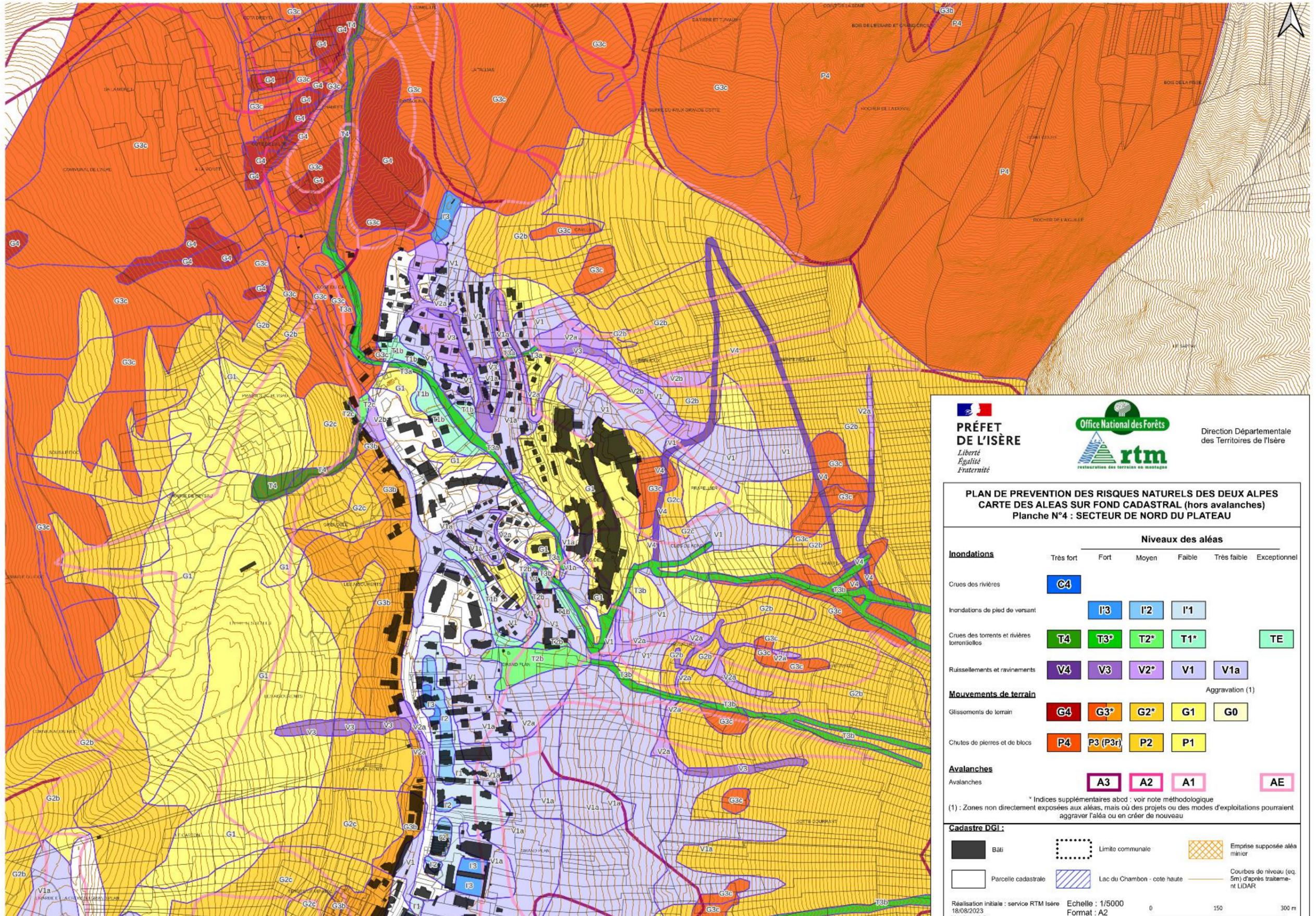
	Niveaux des aléas					
	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible	Exceptionnel
Inondations						
Crues des rivières	C4					
Inondations de pied de versant		I'3	I'2	I'1		
Crues des torrents et rivières torrentielles		T4	T3*	T2*	T1*	TE
Ruissellements et ravinements		V4	V3	V2*	V1	V1a
Mouvements de terrain	Aggravation (1)					
Glissements de terrain	G4	G3*	G2*	G1	G0	
Chutes de pierres et de blocs	P4	P3 (P3r)	P2	P1		
Avalanches						
Avalanches		A3	A2	A1		AE

* Indices supplémentaires abcd : voir note méthodologique
 (1) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitations pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveau

Cadastre DGI :

 Bâti	 Limite communale	 Emprise supposée aléa minier
 Parcelle cadastrale	 Lac du Chambon - cote haute	 Courbes de niveau (eq. 5m) d'après traitement LIDAR

Réalisation initiale : service RTM Isère Echelle : 1/5000
 18/08/2023 Format : A2
 Version v1.0





PRÉFET DE L'ISÈRE
Liberté
Égalité
Fraternité



Office National des Forêts
rtm
Restauration des Terrains de Montagne

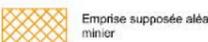
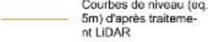
Direction Départementale
des Territoires de l'Isère

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DES DEUX ALPES
CARTE DES ALEAS SUR FOND CADASTRAL (hors avalanches)
Planche N°4 : SECTEUR DE NORD DU PLATEAU

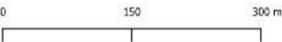
	Niveaux des aléas					
	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible	Exceptionnel
Inondations						
Crues des rivières	G4					
Inondations de pied de versant		I3	I2	I1		
Crues des torrents et rivières torrentielles	T4	T3*	T2*	T1*		TE
Ruissellements et ravinements	V4	V3	V2*	V1	V1a	
Mouvements de terrain	Aggravation (1)					
Glissements de terrain	G4	G3*	G2*	G1	G0	
Chutes de pierres et de blocs	P4	P3 (P3r)	P2	P1		
Avalanches						
Avalanches		A3	A2	A1		AE

* Indices supplémentaires abcd : voir note méthodologique
(1) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitations pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveau

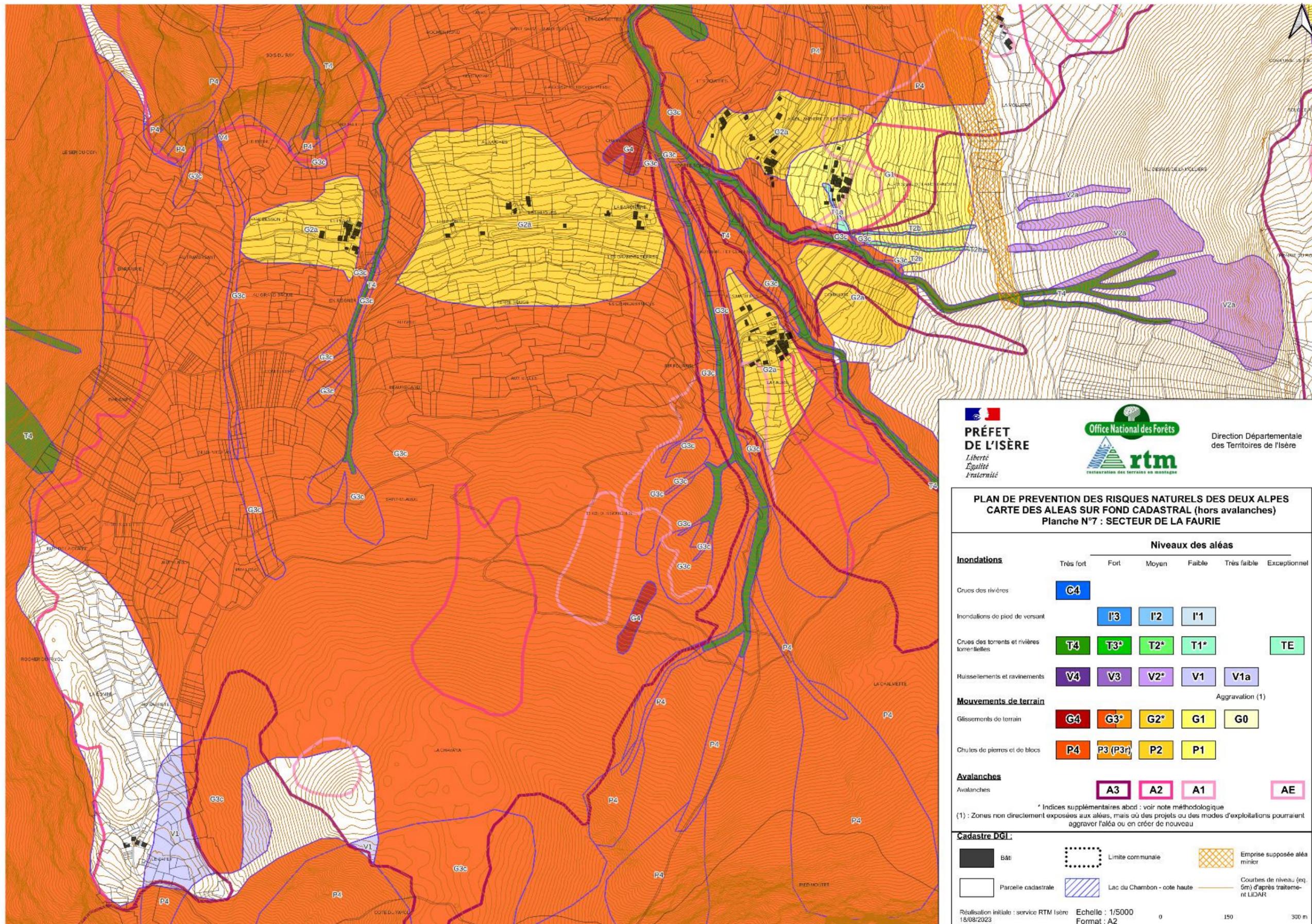
Cadastre DGI :

 Bâti	 Limite communale	 Emprise supposée aléa minior
 Parcelle cadastrale	 Lac du Chambon - cote haute	 Courbes de niveau (eq. 5m) d'après traitement LIDAR

Realisation initiale : service RTM Isère Echelle : 1/5000
18/08/2023 Format : A2



Annexe n°8 : Extraits de la carte
des aléa, secteur de la Faurie




PRÉFET DE L'ISÈRE
 Liberté
 Égalité
 Fraternité


 Office National des Forêts


 rtm
 restauration des terrains de montagne

Direction Départementale des Territoires de l'Isère

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DES DEUX ALPES
CARTE DES ALEAS SUR FOND CADASTRAL (hors avalanches)
Planche N°7 : SECTEUR DE LA FAURIE

		Niveaux des aléas					
		Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible	Exceptionnel
Inondations							
Crues des rivières		C4					
Inondations de pied de versant			I3	I2	I1		
Crues des torrents et rivières torrentielles		T4	T3*	T2*	T1*		TE
Ruissellements et ravinements		V4	V3	V2*	V1	V1a	
Mouvements de terrain							Aggravation (1)
Glissements de terrain		G4	G3*	G2*	G1	G0	
Chutes de pierres et de blocs		P4	P3 (P3r)	P2	P1		
Avalanches							
Avalanches			A3	A2	A1		AE

* Indices supplémentaires abcd : voir note méthodologique

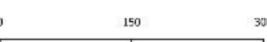
(1) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitations pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveau

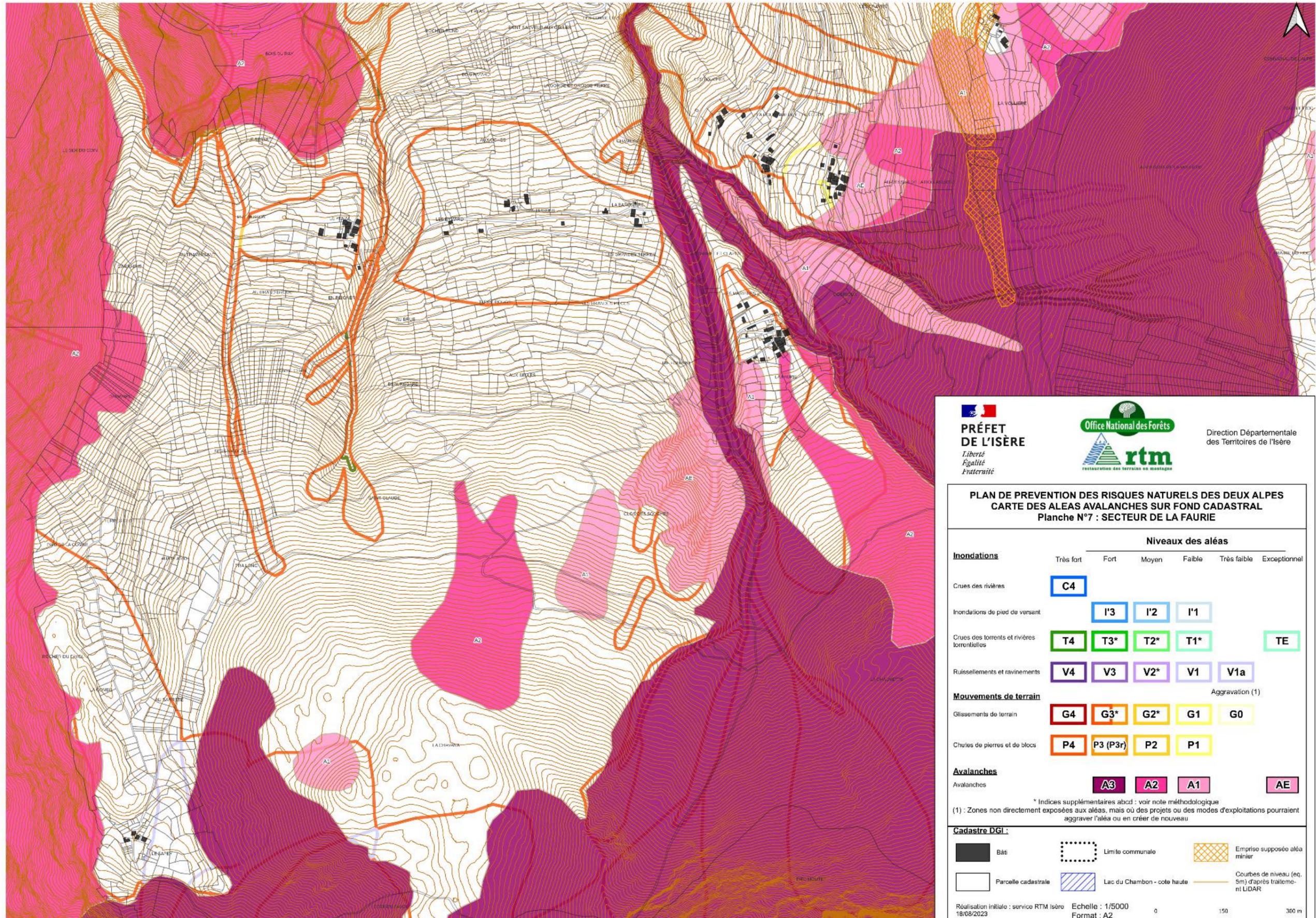
Cadastre DGI :

 Bâti	 Limite communale	 Emprise supposée aléa minier
 Parcelle cadastrale	 Lac du Chambon - cote haute	 Courbes de niveau (en 5m) d'après traitement LIDAR

Rédaction initiale : service RTM Isère
 18/08/2023
 Version v1.0

Echelle : 1/5000
 Format : A2







PRÉFET DE L'ISÈRE
*Liberté
Égalité
Fraternité*



Office National des Forêts
rtm
restauration des territoires de montagne

Direction Départementale
des Territoires de l'Isère

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DES DEUX ALPES
CARTE DES ALEAS AVALANCHES SUR FOND CADASTRAL
Planche N°7 : SECTEUR DE LA FAURIE

		Niveaux des aléas					
		Très fort	Fort	Moyen	Faible	Très faible	Exceptionnel
Inondations							
Crues des rivières		C4					
Inondations de pied de versant			I'3	I'2	I'1		
Crues des torrents et rivières torrentielles			T4	T3*	T2*	T1*	TE
Ruissellements et ravinements			V4	V3	V2*	V1	V1a
							Aggravation (1)
Mouvements de terrain							
Glissements de terrain		G4	G3*	G2*	G1	G0	
Chutes de pierres et de blocs		P4	P3 (P3r)	P2	P1		
Avalanches							
Avalanches			A3	A2	A1		AE

* Indices supplémentaires abcd : voir note méthodologique
(1) : Zones non directement exposées aux aléas, mais où des projets ou des modes d'exploitations pourraient aggraver l'aléa ou en créer de nouveau

Cadastre DGI :

Bâti	Limite communale	Emprise supposée aléa minier
Parcelle cadastrale	Lac du Chambon - cote haute	Courbes de niveau (eq. 5m) d'après traitement LIDAR

Réalisation initiale : service RTM Isère Echelle : 1/5000
18/08/2023 Format : A2
Version v1.0 0 150 300 m

Annexe n°9 : Extraits du rapport
de présentation de la carte des
aléas – aléa avalanche
