



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES-MARITIMES

COMMUNE DE SAINT DALMAS LE SELVAGE

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES RELATIF AUX PHENOMENES AVALANCHEUX, AUX CRUES TORRENTIELLES ET AUX INONDATIONS

RAPPORT DE PRESENTATION

PRESCRIPTION DU PPR conformément à la loi n° 95-101 du 2 février 1995 : **30 AOÛT 2002**

ENQUETE DU 2 mai 2005

AU

27 mai 2005

APPROBATION DU PPR : **16 JAN. 2006**



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT
SERVICE AMENAGEMENT ENVIRONNEMENT



Le Préfet des Alpes-Maritimes

DML-D 1566

Pierre BREUIL

SOMMAIRE

I- OBJET ET LIMITES DE L'ETUDE	4
1.1 REGLEMENTATION	4
1.2 OBJET DES P.P.R.	4
1.3 LIMITES DE L'ETUDE	5
II- PRESENTATION DE LA COMMUNE.....	6
2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE	6
2.2 HISTOIRE ET DEMOGRAPHIE	6
2.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
2.4 CONTEXTE CLIMATIQUE	8
2.4.1 Contexte général	8
2.4.2 Pluviométrie	8
2.4.3 aperçu nivo-météorologique	9
2.5. HYDROLOGIE ET TRANSPORT SOLIDE	10
2.5.1 La Tinée.....	10
2.5.2 Le torrent de Gialorgues	10
2.5.3 Le torrent de Sestrière.....	11
2.5.4 Le Salso Moreno	11
2.5.5. Transport solide	12
Débits solides et capacité de transport du torrent de Gialorgues.....	13
Débits solides et capacité de transport du torrents de Sestrière.....	13
III- PRESENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE	14
3.1 DEFINITION DES PHENOMENES NATURELS PRIS EN COMPTE	14
3.1.1. les inondations par les torrents.....	14
3.1.3. les avalanches	15
3.2 LA CARTE INFORMATIVE SUR LES PHENOMENES NATURELS	18
3.2.1. La carte informative des phénomènes torrentielles.....	18
3.2.1.1. Déroulement de l'étude méthodologie	18
3.2.1.2. Unités géomorphologiques.....	18
3.2.1.3. Points singuliers.	19
3.2.1.4. Historique des crues de la Tinée et de ses affluents	19
3.2.2. La carte informative sur les phénomènes avalancheux	21
3.3 LES CARTES DES ALEAS.....	23
3-3.1 - la carte des aléas de crues torrentielles.....	23
3.3.2 - la carte des aléas avalanches	23
IV- ETUDE PAR SECTEUR DU PHENOMENE DE CRUE TORRENTIELLE : ENJEUX VULNERABLES ET PROTECTIONS REALISEES	25
4.1 LE VILLAGE	25
4.2 LE PRA	29
4.3 BOUSIEYAS	30
4.3.1 la combe Male et le torrent du Rio.....	30
4.3.2 le versant de Rochers Hauts.....	30
4.3.3 Le glissement de Fourchairé.....	30
V - ETUDE PAR SECTEURS DU PHENOMENE AVALANCHEUX	31
5.1. LE VILLAGE	31
5.2. PISTE DE SESTRIERE.....	39
5.3. LA ROUTE DU PRA	42
5.4. LE PRA	45
5.5. BOUSIEYAS	46

VI- LE ZONAGE REGLEMENTAIRE	53
6-1 LE REGLEMENT	53
6-2 LE ZONAGE REGLEMENTAIRE	53
BIBLIOGRAPHIE.....	54
ANNEXE	56

I- Objet et limites de l'étude

Les P.P.R. ont pour objectif une meilleure protection des personnes et des biens, et une limitation du coût pour la collectivité de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes.

1.1 Réglementation

La loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, modifiée par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dispose par son nouvel article 40-1 que « L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones ».

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est régi par la loi n°82-600 du 13 juillet 1982. Les contrats d'assurance garantissent les assurés contre les effets des catastrophes naturelles, cette garantie étant couverte par une cotisation additionnelle à l'ensemble des contrats d'assurance dommage et à leurs extensions couvrant les pertes d'exploitation.

En contrepartie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prescription fixées par les P.P.R., leur non-respect pouvant entraîner une suspension de la garantie-dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les P.P.R. traduisent l'exposition aux risques de la commune dans l'état actuel et sont susceptibles d'être modifiés si cette exposition devait être sensiblement modifiée à la suite de travaux de prévention de grande envergure.

1.2 Objet des P.P.R.

Les P.P.R. ont pour objet en tant que de besoin :

1° - de délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;

2° - de délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou de prescription telles que prévues au 1° du présent article ;

3° - de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2° du présent article, par les collectivités publiques dans le cadre de leur compétence, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4° - de définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2° du présent article, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Après avis du conseil municipal et suivi d'une enquête publique, le plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) est approuvé par arrêté préfectoral. Le P.P.R. vaut servitude d'utilité publique et il est opposable à toute forme d'occupation ou d'utilisation du sol conformément à l'article L. 126-1 du Code de l'urbanisme.

Les zones de risques naturels doivent apparaître dans les documents graphiques du P.L.U. conformément à l'article R. 123-11 du Code de l'urbanisme.

Le décret d'application n° 95-1089 en date du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles précise les modalités d'élaboration des P.P.R.

1.3 Limites de l'étude

La commune de Saint-Dalmas-le-Selvage possède, à ce jour, une carte réglementaire des mouvements de terrain.

La commune de Saint-Dalmas-le-Selvage est susceptible d'être soumise à d'autres phénomènes naturels potentiels. Ils sont :

- les crues des torrents et rivières torrentielles ;
- les avalanches ;
- les séismes ;
- les feux de forêt ;

Cette étude se limite aux **phénomènes de crues torrentielles et d'inondation ainsi qu'aux phénomènes avalancheux.**

Pour les phénomènes de crues torrentielles et d'inondation, nous n'avons pas pris en compte les conséquences que pourrait avoir un glissement de terrain sur l'écoulement torrentiel. Or des phénomènes d'embâcles ne sont pas à exclure.

Le territoire communal n'est pas couvert dans son intégralité. Le vallon de Gialorgues au-delà de la micro centrale et la grande majorité du parc national du Mercantour ne sont pas concernés par ce document.

II- Présentation de la commune

2.1 Situation géographique

Située à près de 100 km de Nice, la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage est à la fois la commune la plus septentrionale et la plus élevée des Alpes-Maritimes. Elle occupe la partie supérieure de la vallée de la Tinée, et partage ses frontières avec les communes de Saint-Etienne-de-Tinée à l'est, d'Entraunes au sud-ouest et avec le département des Alpes de Haute-Provence à l'ouest.

Sa principale caractéristique est son altitude élevée : 54% du territoire communal est situé au-dessus de 2000 m.

Parmi les sommets les plus élevés de la commune, nous citerons : la pointe Côte de l'Âne (2916 m), Fort Carra (2880), la pointe du Trou de l'Âne (2874), la cime de la Bonette (2859 m) et la tête de Sanguinière (2856 m).

D'une superficie de 8000 ha, la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage présente la particularité de posséder les deux tiers de son territoire en zone centrale du Parc National du Mercantour-Argentera.

Trois zones urbanisées constituent des centres d'activités. L'habitat permanent est concentré dans le village de Saint-Dalmas-le-Selvage, à l'extrémité de la route départementale n°63. Ce village est construit sur une terrasse fluvio-glaciaire à 1510 m d'altitude, à la confluence et au-dessus des torrents de Gialorgues et de Sestrière.

Les hameaux de Bousiéyas et du Pra, autrefois habités toute l'année, sont aujourd'hui caractérisés par un habitat saisonnier de deux types :

- pastoral : au Pra, en particulier, quelques bergers viennent s'installer du mois de mai au mois de septembre, malgré un arrêté municipal de 1966 y interdisant toute forme d'habitation en raison d'importants risques de chutes de blocs rocheux provenant de la Côte Morgon et des risques de crues torrentielles du torrent du Salso Moreno ;

- estival : un restaurant ouvre ses portes en été au Pra, tandis que Bousiéyas se dote, durant la même période, d'un hôtel-restaurant et d'un café. Il existe également quelques résidences secondaires dans les deux hameaux, qui sont occupées quelques jours par an.

La route d'accès à ces hameaux (R.D. 64) est fermée chaque année durant l'hiver en raison d'importants risques d'avalanche.

2.2 Histoire et démographie

Le village de Saint-Dalmas-le-Selvage (du latin « *silvis* » signifiant « forêt »), chef-lieu de la commune (altitude 1510 m), fut édifié par les Templiers au XIII^e siècle, qui le vouèrent à Saint Dalmas l'évangéliste. De tout temps, ses habitants ont vécu de l'élevage et de l'agriculture.

Par suite de surpopulation et d'un niveau de vie précaire, deux hameaux furent créés au XVII^e siècle afin d'accueillir une partie de la jeune population du village de Saint-Dalmas. Le Pra, érigé en 1617, est le plus important des deux. Il compta jusqu'à 160

habitants, mais son exposition aux crues torrentielles du Salso Moreno et aux chutes de rochers a rendu son habitation dangereuse dès les origines du hameau. Un arrêté municipal en interdit l'habitation depuis 1966.

Le second hameau, Bousiéyas, est aussi un des plus élevés des Alpes-Maritimes, avec une altitude de 1950 m. Il n'est plus occupé de façon permanente depuis 1963.

La population de la commune augmenta continuellement jusqu'au XIX^{ème} siècle : 700 habitants en 1752, 780 en 1822 (dont 160 au Pra et 100 à Bousiéyas). En 1828, la population est la plus importante jamais atteinte avec 822 habitants.

Mais dès la deuxième moitié du XIX^e siècle, au moment du rattachement du comté de Nice à la France, la population décline : elle passe de 505 habitants en 1860 à 194 en 1930. Les derniers chiffres font état de 180 habitants en 1948. Aujourd'hui, la totalité de la population permanente de la commune est localisée sur le village de Saint-Dalmas-le-Selvage qui comptait, en 1999, 124 habitants.

2.3 Contexte géologique

La commune de Saint-Dalmas-le-Selvage est située sur la bordure ouest du massif cristallin de l'Argentera-Mercantour, dont on retrouve les roches cristallophylliennes dans la partie orientale de la commune.

Ce socle hercynien est constitué de gneiss et migmatites micacés des séries d'Anelle-Iglière et de Rabuons. Ces séries font partie du complexe de la Tinée qui constitue la partie occidentale du massif de l'Argentera-Mercantour.

Par-dessus ce socle apparaît le Trias, principalement représenté à l'affleurement par les cargneules et le gypse du Trias moyen. Ce niveau a constitué la zone préférentielle de décollement de la couverture sédimentaire au moment de l'orogénèse alpine. Les évaporites ont pu s'injecter dans la fracturation de la couverture décollée et former des poches de gypse.

La couverture décollée mésozoïque fait suite au Trias vers l'ouest :

- le Jurassique se repère dans le paysage par d'épaisses barres calcaires (notamment le puissant niveau tithonique) surmontant les marnes du Malm (« Terres Noires » callovo-oxfordiennes).

- le Crétacé, qui constitue également de hautes falaises calcaires, est souvent situé topographiquement au-dessus et en retrait par rapport au Jurassique.

- le Tertiaire est principalement représenté par les grès d'Annot formant une topographie plus « adoucie » (ex : Cime de la Blanche, Bec de Marseille). Ces grès se retrouvent sous forme de blocs arrondis dans les terrains quaternaires, notamment dans la région de Saint-Dalmas-le-Selvage.

- dans le nord-ouest de la commune, quelques-uns des plus hauts sommets sont constitués de reliquats de la nappe du flysch à Helminthoïdes (ex : cimes de l'Alpe, de Voga, de la Bonette) aux formes adoucies par l'érosion.

Les terrains quaternaires sont très présents, sous forme d'éboulis vifs ou anciens, ou encore de terrains argileux contenant de gros blocs gréseux aux formes adoucies par l'érosion. Ces derniers garnissent les flancs de vallées et sont susceptibles de glisser.

La faille de Bousiéyas représente l'accident tectonique le plus remarquable du territoire communal. De direction globale N140, elle passe par le hameau du même nom et à l'Est de Saint-Dalmas-le-Selvage, le long de la limite entre le socle et la couverture autochtone.

Cette faille constitue un drain majeur pour les eaux souterraines qui peuvent dissoudre très facilement les formations triasiques injectées le long de cette fracture et de ses répliques et favoriser ainsi l'apparition de fontis en surface.

2.4 Contexte Climatique

2.4.1 Contexte général

Le Sud-Est de la France est caractérisé par un climat particulier dû à sa position au sud de la chaîne des Alpes et à la proximité de la Méditerranée. Cette situation particulière engendre un climat où les influences méditerranéennes se confrontent aux premiers reliefs, donnant lieu à des précipitations brèves et intenses. Le caractère paroxysmique des précipitations diminue fortement dès lors qu'on s'intéresse aux précipitations longues (plus de 24 h) et à la saison hivernale, et lorsqu'on pénètre plus profondément à l'intérieur des vallées.

Saint-Dalmas-le Selvage occupe une position particulière dans la haute vallée de la Tinée de par sa proximité avec la chaîne frontalière. Les dépressions de nord-ouest n'amènent pas ou peu de neige, mais peuvent être à l'origine d'épisodes prolongés de vent du nord. C'est ainsi qu'en janvier 1981, alors que la Savoie et l'Isère étaient durement touchées par un passage perturbé de nord-ouest (environ 2 m de neige tombée en 6 jours à 2000 m d'altitude), il ne tomba que 22 cm de neige sur Isola 2000.

La situation se renverse quand les Alpes sont majoritairement touchées par des dépressions de sud-ouest à sud-est. Le contraste thermique et la présence d'un relief abrupt provoquent l'arrivée du mauvais temps. Toutefois, dans certaines circonstances, la circulation de ce flux est bloquée sur le golfe de Gênes. L'air venant de Méditerranée rencontre l'air des vallées froides italiennes. Pour la chaîne frontalière c'est la situation dite de *retour d'Est*, génératrice de fortes chutes de neige coté italien tandis qu'à l'intérieur du massif français, seule la Lombarde souffle et est accompagnée par le beau temps.

2.4.2 Pluviométrie

Sur l'ensemble de la commune il existe une station pluviométrique. Les données de la station de **St Dalmas-le-Selvage** sont transmises directement à Météo France.

Les précipitations sont presque toujours supérieures à 1000 mm. Le poste météorologique de Saint Etienne de Tinée donne une moyenne de 907 mm. Par contre St Dalmas-le-Selvage, à 1500 m d'altitude, accuse 1217 mm ; ceci représente un gradient de 84 mm pour 100 m de dénivellation. Ce qui tendrait à prouver que des précipitations de l'ordre de 1750 mm constitueraient la moyenne tombée dans le haut du bassin versant de la Tinée.

Le service R.T.M. a acquis, auprès de Météo France, les données de précipitations maximales en 24 heures de 1961 à 2001 accompagnées des pluies caractéristiques. La pluie décennale correspond à 123.1 mm et la **pluie centennale à 181.8 mm**.

2.4.3 aperçu nivo-météorologique

Saint-Dalmas-le-Selvage s'étend sur environ 8000 ha et à des altitudes élevées. Les conditions nivologiques sont différentes entre le village et les Hameaux du Pra et de Bousiéyas. Sur la commune, nous ne disposons pas de mesures précises de hauteurs de neige. Néanmoins les stations d'Auron et d'Isola 2000 se situent à proximité de cette commune et disposent de mesures régulières effectuées par le service des pistes depuis une trentaine d'années.

Pour la zone du village, nous avons pris en compte les données de la station de Auron entre 1977 et 2001. Ces mesures ont été effectuées alternativement à 1610 m puis vers 1800 m. En 21 hivers de mesures, vers 1800 m, l'épaisseur de neige au sol a atteint ou dépassé 5 fois **2 m**. Le maximum fut de **255 cm** en janvier 1996.

Le cumul maximum des précipitations neigeuses en 72 h n'a dépassé que 4 fois 1 m, avec néanmoins un record de 140 cm au mois de janvier 94. Au même moment, à Saint-Dalmas-le-Selvage, dans la journée du 7 janvier 1994, la commune a connu des chutes de neige anormalement fortes. Si bien qu'entre le 5 et le 7 janvier 1994, elle a accumulé 220 cm de neige lourde (250 kg/m³). De plus, d'après certains documents, elle a connu également des épisodes neigeux exceptionnels durant l'hiver 1959-1960 et en mars 1971 où en trois jours elle a accumulé 200 cm de neige.

Par conséquent, compte tenu des mesures obtenues auprès de la station d'Auron et les mesures effectuées en conditions exceptionnelles sur le village, nous pouvons constater que l'enneigement à Saint-Dalmas-le-Selvage est beaucoup plus important que sur la station d'Auron.

Sur le secteur de Bousiéyas et du Pra, nous avons pris comme référence les données nivologiques de la station d'Isola 2000 entre 1972 et 2001. Ces mesures ont été effectuées à 1910 m.

L'enneigement est intermittent sur Isola 2000. Il a été déficitaire en 1980 et 1993. Les disparités d'une année sur l'autre sont beaucoup plus marquées que pour les Alpes du Nord à altitude égale. Les cumuls sur une journée atteignent des valeurs fortes mais pas exceptionnelles (compte tenu de la pluviométrie de la région) : 75 cm pour $T = 10$ ans, et 106 cm pour $T = 100$ ans. Le cumul maximum des précipitations neigeuses en 48 h a dépassé 1 m en février 1983. Le cumul moyen est de 380 cm à Isola, mais il peut varier entre 700 et 180 cm durant la période d'ouverture de la station (mi-décembre à mi-avril). Les chutes de neige ont des durées assez longues (plus de 5 jours).

Clairement, compte tenu de son exposition, de ces altitudes, de ces conditions plus sévères, les cumuls de neige sur le secteur de Bousiéyas et du Pra peuvent être plus importants qu'à Isola 2000. Les cumuls journaliers peuvent atteindre 1 m pour $T = 10$ ans. Ces épisodes générateurs de neige sont liés au phénomène de retour d'est. Ce secteur peut connaître de longues périodes de mauvais temps. Il est également très exposé au vent qui est un facteur important dans la répartition de la neige.

Dans le cadre de notre étude, nous avons pris en compte des hauteurs de neige différentes entre le village et le secteur des hameaux de Pra et de Bousiéyas. Sur la zone du village nous avons considéré les hauteurs de neige enregistrées en janvier 1994, à savoir 220 cm en 72 h. Par contre sur le secteur de Pra et de Bousiéyas, les hauteurs moyennes sont

supérieures à celles du village. Si on considère un cumul en 24 heures de 106 cm pour $T = 100$ ans, les hauteurs de neige en 72 heures peuvent être approximativement de 3 mètres.

2.5. Hydrologie et transport solide

Le village de Saint Dalmas-le-Selvage s'est implanté en rive gauche du torrent de Sestrière et à la confluence du torrent de Gialorgues. La localisation du village sur une terrasse fluvio-glaciaire le met à l'abri des crues du torrent de Gialorgues et de Sestrière sauf dans sa partie basse.

Les hameaux de Bousiéyas et du Pra sont situés dans le haut bassin de la Tinée. Bousiéyas, construit à flanc de versant, en rive gauche de la Tinée est à l'abri de ses crues dévastatrices. En revanche, le hameau du Pra s'est développé à la confluence du Salso Moréno et de la Tinée et a été à plusieurs reprises très endommagé par les crues du torrent. Un arrêté municipal d'interdiction d'habitation au Pra a été voté le 9 mai 1966.

La commune ne dispose pas de station hydraulique sur ces différents bassins versants exceptés sur le torrent de Gialorgues. Cela ne nous permet pas de disposer de mesures de débits. Nous avons effectué une estimation des débits de pointe à partir des données pluviométriques et des données hydrauliques du torrent de Gialorgues (cf. annexe 1.1). Une synthèse de ces résultats est présentée ci-après sur les bassins de la Tinée en amont du Pont Haut, de Gialorgues, de Sestrière et du Salso Moréno.

2.5.1 La Tinée

La Tinée est un affluent rive gauche du Var. Son bassin versant atteint une surface totale de 700 km². Les sources de cette rivière torrentielle sont localisées sur les pentes des sommets situés au nord et à l'ouest de Bousiéyas (cime de la Bonette, alt. 2860 m ; Crête de Chaufrède, alt. 2685 m).

Sur la partie de la commune concernée par le P.P.R., les principaux affluents de la Tinée sont le Gialorgues et le Salso Moréno.

En amont de la confluence avec le torrent du Gialorgues, elle draine un bassin versant de 37 km². Les débits liquides décennaux et centennaux calculés sont évalués respectivement entre **40 et 70 m³/s** et entre **130 et 210 m³/s**. Le **débit liquide centennal spécifique** est environ : **4,6 m³/s/km²**.

2.5.2 Le torrent de Gialorgues

Le torrent de Gialorgues prend sa source sur les pentes de la cime de Bolofre (alt. 2827 m), à l'extrémité sud de la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage, et s'étend sur près de 15 km jusqu'à sa confluence avec le torrent de Sestrière, au niveau du chef-lieu de la commune.

Ce torrent draine un bassin versant de 26 km². Les versants qui le bordent sont très pentus.

Un débit décennal a été estimé entre **30 et 50 m³/s** et un débit centennal **entre 95 et 160 m³/s**. Le **débit liquide centennal spécifique** est : **5 m³/s/km²**.

Les crues de ce torrent sont régulièrement à l'origine de nombreux désordres, notamment pour la piste de Gialorgues qui le longe en rive gauche sur plus de la moitié de son cours, et ont nécessité de multiples travaux de correction torrentielle depuis des décennies.

Quelques centaines de mètres en amont de la confluence avec le torrent de Sestrière, une micro centrale hydroélectrique a été construite dans le lit mineur du torrent. Elle est particulièrement exposée aux phénomènes torrentiels (divagation torrentielle, dépôt solide...) et aux attaques des berges du torrent.

Affluent rive droite de la Tinée, il se jette dans celle-ci au niveau du Pont Haut, après un parcours de 3500 m en aval de sa confluence avec le torrent de Sestrière. Dans cette zone, le lit s'élargit en forme d'auge et passe entre des versants moins abrupts et des terrasses fluvio-glaciaires, sur une desquelles est bâti le village de Saint-Dalmas-le-Selvage.

2.5.3 Le torrent de Sestrière

Moins long que le torrent de Gialorgues mais doté d'un important bassin versant de 16,5 km², le torrent de Sestrière s'écoule également au sein de versants moins escarpés, dans une vallée plus ouverte dans sa partie supérieure. Affluent rive gauche du torrent de Gialorgues, il se jette dans celui-ci au niveau du bas du village.

Toutefois, son régime torrentiel a conduit le village de Saint-Dalmas-le-Selvage à se prémunir contre ses crues dès 1890, date à laquelle un premier projet de digue est élaboré.

Un débit décennal a été estimé entre **20 et 35 m³/s** et un débit centennal entre **70 et 110 m³/s**. Le **débit liquide centennal spécifique** est : **5.5 m³/s/km²**.

2.5.4 Le Salso Moreno

Affluent rive gauche de la Tinée d'une longueur de 6 km, le torrent du Salso Moreno constitue une partie de la frontière communale avec Saint-Etienne-de-Tinée. Ce torrent doit son nom à sa forte capacité de transport solide. Les matériaux qu'il charrie, issus de la dissolution des cargneules et des évaporites triasiques de son bassin versant (d'une superficie de 12 km²), lui confèrent une teinte brunâtre et un écoulement dense en période de crue, rappelant une "sauce brune".

Le bassin versant du Salso Moreno est formé d'un vallon orienté nord-est / sud-ouest. Le vallon du Salso Moreno montre d'importantes terrasses alluviales remodelées en permanence par le torrent et traduisant une activité intense au cours du temps. Certaines de ces terrasses se situent aujourd'hui à 10 ou 20 mètres au-dessus du lit actuel (cf. photo n°1).



Photo n° 1 : partie supérieure du bassin versant du Salso Moréno

Le hameau du Pra, construit sur le cône de déjection du Salso Moreno, subit particulièrement les effets dévastateurs de ce torrent depuis le XIX^e siècle. Les crues du Salso Moreno ont à plusieurs reprises, endommagé le hameau. Une digue a été érigée en rive gauche du torrent afin de limiter ses divagations sur son cône de déjection. Néanmoins le cône de déjection actif reste très étendu et le volume des matériaux transportés, amplifiés par l'éboulement de la Crête Morgon située en rive gauche, provoque des divagations rapides du torrent.

Un débit décennal a été estimé entre **20 et 30 m³/s** et un débit centennal entre **60 et 90 m³/s**. Le **débit liquide centennal spécifique** est environ : **5,77 m³/s/km²**.

Cours d'eau	Surface (km ²)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)	Q100 retenu m ³ /s	Débit spécifique centennal (m ³ /s/km ²)
Tinée	37	[40<Q10<70]	[130<Q100<210]	170	4,6
Gialorgues	26	[30<Q10<50]	[95<Q100<160]	130	5
Sestrière	16.5	[20<Q10<35]	[70<Q100<110]	90	5.5
Salso Moreno	12	[20<Q10<30]	[60<Q100<90]	75	5,77

Tableau 1 débits caractéristiques des bassins versants des principaux torrents de la commune

D'autres petits bassins sont présents sur la commune : le vallon de la Cluse, le vallon de la Combe, la Combe d'Aunos, la combe Male, le torrent du Rio... Ces torrents sont également sujets aux crues torrentielles et ils sont pris en compte dans la cartographie réglementaire.

2.5.5. Transport solide

Le transport solide par charriage est une **caractéristique essentielle du comportement des torrents** entraînant lors des crues d'**importantes variations du niveau du fond**.

Cette respiration provoque de nombreuses destructions matérielles, par submersion ou par érosion (ruine d'ouvrage).

Sur le torrent du Salso Moreno, une étude réalisée par le service RTM estime le dépôt des laves à 61000 m³ par an.

Des mesures de terrain ont été réalisées en mai 2003, afin d'estimer les apports solides du torrent de Gialorgues et de Sestrière lors de crue centennale.

Pour les torrents du Gialorgues et de Sestrière, les volumes de matériaux charriés peuvent être approchés en utilisant deux formules, celle de Meunier et celle de Lefort. Celles-ci indiquent la capacité maximale de transport du cours d'eau. Les débits solides calculés seront obtenus si les stocks de matériaux mobilisables dans le bassin versant sont suffisants.

- La formule simplifiée de Meunier qui permet de déterminer le débit solide apparent d'une crue centennale en fonction de la pente et du débit liquide.
- La formule de Lefort tient compte des caractéristiques granulométriques des matériaux présents dans le lit du torrent.

L'ensemble des calculs sont présentés en annexe 1.2.

Débits solides et capacité de transport du torrent de Gialorgues

Zone prise en compte	Pente en %	Débit Solide centennal (m ³ /s)		Capacité maximale de transport (m ³)
Micro centrale à la passerelle	6,5%	Formule Meunier : 4.97		83000
Passerelle à la confluence	6%	Formule Meunier : 4	Formule Lefort : 1.41	38000
Amont du pont	8%	Formule Meunier : 7.08		95000

Sur le torrent de Gialorgues la zone de dépôt se situe entre la micro centrale et la confluence avec le torrent de Sestrière.

Débits solides et capacité de transport du torrent de Sestrière

Zone prise en compte	Pente en %	Débit Solide centennal (m ³ /s)		Capacité maximale de transport (m ³)
Amont de la passerelle	10%	Formule Meunier : 7.8		97500
Passerelle à la confluence	7%	Formule Meunier : 3,8	Formule Lefort : 2,93	42500

Au vu des résultats obtenus à l'aide de ces deux méthodes, la capacité maximale de transport des torrents de Gialorgues et de Sestrière lors d'une crue centennale (sur le bief en amont de la confluence) seraient respectivement de l'ordre de **38 000 m³** et de **42 500 m³**. Sachant que le stock de matériaux disponible est inférieur, ces deux torrents ne sont pas à saturation.

En cas de crue décennale ou centennale, le torrent de Gialorgues va avoir tendance à déposer ces matériaux en amont de la confluence. Globalement il n'a pas le potentiel suffisant pour évacuer les matériaux déposés par le torrent de Sestrière à sa confluence, si celui-ci est aussi en crue.

En cas de crue centennale, le torrent de Sestrière devrait déposer une partie de ces matériaux sur le bief entre la passerelle et sa confluence avec le Gialorgues. Le lit de ce torrent va se rehausser sur une grande partie de son cours entre la passerelle et la confluence.

Son potentiel de charriage est supérieur à celui du Gialorgues. Comme il n'est pas à saturation, il va évacuer une partie des matériaux déposés par celui-ci.

En cas de crues centennales simultanées, les apports de Sestrière ne seront pas évacués par le transport solide du Gialorgues. Dans ce cas de figure, il est probable que les matériaux charriés par le torrent de Sestrière auront tendance à combler le lit du Gialorgues et à mettre en place une sorte de « bouchon » à la confluence.

III- Présentation des documents d'expertise

3.1 Définition des phénomènes naturels pris en compte

Dans ce chapitre sont décrits sommairement les phénomènes naturels effectivement pris en compte dans le zonage et leurs conséquences prévisibles sur les constructions.

3.1.1. les inondations par les torrents

Les torrents sont des cours d'eau à pente forte (supérieure à 6%) présentant des débits irréguliers et des écoulements pouvant être très chargés. Ils sont générateurs de crues accompagnées d'érosion et d'accumulation massive de matériaux. Ces crues, à la différence de celles des fleuves et des rivières, sont beaucoup plus brutales et se caractérisent par des vitesses d'écoulement élevées et un transport solide important rendant l'alerte difficile.

Dans un même torrent, on peut rencontrer différentes formes d'écoulement :

- les laves torrentielles,
- les écoulements hyper concentrés,
- les écoulements chargés simples,
- les eaux claires.

Pour la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage, on ne retiendra que les deux premiers types d'écoulements à savoir **les laves torrentielles et les écoulements hyper-concentrés**.

- **Les Laves Torrentielles :**

Des **laves torrentielles** peuvent se déclencher dans les parties hautes des bassins versants sur des pentes très fortes (au-delà de 15 à 20 %). Ce sont des écoulements de grande densité où se confondent eau et matériaux (au moins 50%). Elles peuvent être générées par différents mécanismes : érosion superficielle, ruptures de berges, glissement de terrain, liquéfaction des sols. Leurs écoulements s'effectuent en bouffées avec des fortes vitesses et elles peuvent déplacer facilement des blocs par flottaison.

Sur la commune, ces laves torrentielles concernent les torrents du Salso Moréno, de la Combe Male, du Vallon de la Cluse, du Vallon de la Combe, de la Combe d'Aunos, du Ravin d'Aigue Douce.

- **Les écoulements hyper-concentrés**

Les écoulements hyper-concentrés se caractérisent du charriage fluvial classique par leur hydraulique particulière et le fort transport solide. La très forte charge des écoulements hyper-concentrés génère en outre des chocs violents et multiples sur les obstacles.

Sur la commune ces écoulements hyper-concentrés concernent les torrents de Gialorgues et de Sestrière.

- **Les écoulements chargés simples**

Les écoulements chargés simples suivent les lois de l'hydraulique fluviale classique. Au cours de ces crues, ces eaux peuvent éroder massivement le lit du torrent et devenir à leur tour des écoulements hyper-concentrés.

Ce type d'écoulement concerne la Tinée.

Dans le bassin versant des torrents, on peut observer les phénomènes suivants :

- une érosion importante sur les versants et le bassin de réception
- des affouillements intenses et/ou des apports solides massifs dans le chenal et sur le cône de déjection,
- des crues et des débordements très rapides rendant l'alerte difficile sinon impossible,
- des déplacements brusques du chenal sur le cône de déjection en l'absence de dispositifs de fixation convenables (endiguement et entretien du chenal).

3.1.3. les avalanches

Les avalanches sont des phénomènes naturels complexes et difficiles à comprendre et à prévoir. « L'avalanche est une masse de neige qui se détache et dévale le versant d'une montagne » selon le dictionnaire. On peut aussi décrire le phénomène comme une rupture

d'équilibre dans le manteau neigeux, entraînant le glissement à une certaine vitesse d'une masse de neige plus ou moins importante. Schématiquement, on peut considérer le manteau neigeux comme un corps en équilibre sur un plan incliné. Il peut se mettre à glisser parce que les forces qui l'entraînent vers le bas deviennent trop fortes. L'équilibre peut aussi être rompu parce que les forces de réaction qui le maintiennent en place diminuent, il y a alors diminution des résistances. On distingue, entre autres, des causes de départ spontané liées à l'évolution de la neige et des causes de déclenchement accidentel. La combinaison de ces différentes variables permet de se faire une idée des divers facteurs pouvant être à l'origine d'une avalanche :

- causes de départ liées à l'évolution interne du manteau neigeux :
 - diminution de la cohésion entre les cristaux de neige ;
 - humidification par un réchauffement ou par la pluie ;
 - existence d'une couche de neige sous-jacente fragilisée.
- causes de déclenchement externes au manteau neigeux :
 - fortes chutes de neige ;
 - accumulation due au vent ;
 - chute de corniche ;
 - passage d'un animal ;
 - passage d'un skieur, ou d'un surfeur.

Eléments de classification des avalanches

C'est souvent une entreprise ambitieuse de vouloir classer une avalanche dans telle ou telle catégorie. Il y a en effet de multiples critères à prendre en considération, et entre chaque type, on peut trouver une multitude d'intermédiaires. On peut choisir de les classer selon la qualité de la neige, la forme de la rupture ou encore le comportement de l'écoulement.

Selon la forme de la rupture, les avalanches peuvent se classer en :

- **Avalanches de plaque**

Les avalanches de plaque friable sont les plus surnoises. Les plaques sont masquées et ressemblent bien souvent à une couche de poudreuse relativement stable. Ce type de plaque semble pouvoir aussi bien se former dans des pentes directement exposées au vent que dans des zones plus abritées.

Les avalanches de plaque dure peuvent se former lorsque la cohésion de la neige de départ est suffisamment importante. La formation de ces plaques dures est favorisée par l'effet du vent. La présence de plaques fragiles sous-jacentes semble pouvoir faciliter leur déclenchement. L'effet de la surcharge est alors particulièrement marqué avec ce type de plaque.

- **Avalanches à départ ponctuel**

Elles concernent d'abord une petite quantité de neige et s'étendent ensuite en forme de poire, le phénomène s'amplifiant au fur et à mesure de sa progression.

Les avalanches de neige sèche à départ ponctuel concernent une neige peu cohésive. L'avalanche grossit rapidement en mobilisant de la neige sur son passage. Si elle atteint une vitesse suffisante, il peut se former un aérosol, nuage de particules de neige en suspension dans l'air qui peut atteindre plus de 100 km/h. Les avalanches de neige sèche peuvent poursuivre leur itinéraire dévastateur sur de vastes étendues plates, et même sur le versant opposé à la zone de départ. Ce type d'avalanche est assez rare dans les Alpes-Maritimes. En revanche, le phénomène de souffle, dit « onde de pression », qui accompagne ce type d'écoulement a été observé plusieurs fois dans la zone étudiée. L'effet destructeur dû au

souffle est souvent très violent. Les conditions nivométéorologiques propices à ce type de phénomène sont des précipitations importantes pendant plusieurs jours accompagnées d'un temps froid. Notons également que ce type d'avalanche suit des trajectoires souvent étonnantes.

Les avalanches de neige mouillée se produisent lorsqu'une couche de neige suffisamment importante est imbibée d'eau. D'énormes quantités de neige peuvent alors être mises en mouvement. Ces avalanches sont relativement lentes mais la neige qui les constitue a une densité plus élevée que la neige dite sèche. Leur itinéraire est souvent guidé par le relief. Elles se produisent surtout sur des versants ensoleillés aux heures chaudes.

En réalité, les avalanches sont souvent **mixtes** : la neige d'une avalanche de plaque peut être humide, une avalanche de plaque peut donner lieu à un aérosol, une avalanche de neige sèche peut entraîner de la neige mouillée... Quoi qu'il en soit, ces phénomènes sont très destructeurs, les constructions peuvent être envahies ou ensevelies et les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement liés à la présence, dans le corps de l'avalanche, d'éléments étrangers tels que des troncs de bois ou des blocs rocheux.

Dans le présent plan de prévention des risques naturels prévisibles, nous distinguerons les secteurs où des avalanches mixtes sont susceptibles de se produire, c'est à dire des avalanches accompagnées d'un souffle plus ou moins prononcé, et les secteurs plutôt favorables à la manifestation d'avalanches de neige dense. Notons qu'il ne s'agit là que d'une tendance et que le choix de l'une ou l'autre des prédispositions ainsi décrites ne soit pas exclusive.

Les phénomènes avalancheux sont particulièrement complexes et difficiles à prévoir dans le temps. On constate en revanche dans l'espace, que certains secteurs sont réputés avalancheux, le phénomène y est **répétitif**. Quand il a eu lieu une fois, il a toutes les chances de se reproduire dans des délais plus ou moins proches.

Le présent document veut donc faire vivre les différentes expériences du passé et faire en sorte que le bon sens le plus élémentaire soit respecté. La mémoire des anciens faisait foi dans les hautes vallées alpines. Aujourd'hui, les populations montagnardes changent et cette mémoire semble se diluer peu à peu. Le travail réalisé est donc avant tout rétrospectif, basé sur un recensement des événements passés. L'approche prospective peut en prendre le relais ou la compléter lorsque les données historiques font défaut, non pas parce que le phénomène ne s'est pas manifesté mais parce qu'il n'a pas été possible de recueillir de témoignages sur les secteurs concernés. C'est alors l'expert de terrain qui évalue l'aléa, à partir des photos aériennes, et de l'étude de paramètres tels que le profil de la pente, l'exposition du versant, l'état du sol et de la végétation.

3.2 La carte informative sur les phénomènes naturels

Cette carte est le produit des informations recueillies. Elle est établie à partir de la synthèse de deux approches distinctes et complémentaires :

- l'approche événementielle, qui se veut pragmatique. La description et la localisation des événements survenus sont réalisées à partir des archives publiques, et de la mémoire collective à travers divers témoignages ;
- l'approche naturaliste, qui consiste en l'analyse du terrain et des photos aériennes. Elle transcrit, sous forme cartographique, les traces et les indices de désordres probables ou caractérisés.

Plusieurs études ont été prises en compte pour la cartographie des risques naturels sur la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage. Elles sont citées en bibliographie.

3.2.1. La carte informative des phénomènes torrentiels

Cette carte est à l'échelle 1/10000, elle présente les **caractéristiques hydrogéomorphologiques** de la vallée et des versants ainsi que les **ouvrages présents dans le lit**. Ces éléments permettent de **mettre en évidence la dynamique du cours d'eau** et de connaître les facteurs qui peuvent être aggravants : bras morts ou chenaux de crue qui peuvent être réactivés en cas de crue, zones de divagation ou de rétrécissement du lit, zones de dépôt ou d'érosion, obstacles potentiels à l'écoulement.

3.2.1.1. Déroulement de l'étude méthodologie

L'identification et la délimitation cartographique des différentes unités hydrogéomorphologiques de la Tinée, des torrents de Gialorgues, de Sestrière et du Salso Moréno ont été réalisées en utilisant **des photographies aériennes** (campagnes de 1991 et 1995) et des **orthophotoplans** (photographies aériennes géoréférencées et corrigées datant de 1999). Une **étude de terrain** systématique a permis de préciser et valider l'analyse des photographies.

3.2.1.2. Unités géomorphologiques

Différentes unités sont distinguées classiquement :

- le **lit d'étiage** correspond au lit du cours d'eau en période de basses eaux.
- le **lit mineur** correspond au lit de plein bord, intra-berges et aux secteurs d'alluvionnement immédiat (plages, rupture de bourrelet de berge). Il est généralement emprunté en l'absence d'interventions anthropiques par les crues fréquentes (annuelles à quinquennales).

- le **lit moyen** ou lit d'inondation fréquente présente un modelé où alternent des chenaux de crue parfois branchés directement au lit mineur, et des bancs d'alluvionnement grossier.
- le **lit majeur** ou lit d'inondation rare à exceptionnelle présente un modelé plus plat. Il est situé en contrebas de l'encaissant. Ces différentes unités sont délimitées par des talus plus ou moins marqués.

Cependant ces différentes unités ne sont pas toujours très distinguables particulièrement dans les torrents pour lesquels le lit est beaucoup plus encaissé. Ainsi sur la carte informative des phénomènes torrentiels figurent un lit mineur et un lit majeur.

Les **cônes de déjection** et les **glissements de terrains** sont également représentés car ils sont susceptibles de fournir des matériaux aux cours d'eau.

3.2.1.3. Points singuliers.

Ponts : sur la carte sont également reportés les différents ouvrages présents dans le lit des différents torrents qui constituent des obstacles à l'écoulement.

Aménagements hydroélectriques : dans le lit du torrent de Gialorgues, des aménagements hydroélectriques sont également présents : une micro centrale et plus à l'aval une prise d'eau.

Habitations isolées : Les investigations de terrain ont mis en évidence auprès de la micro centrale un chalet situé dans le lit majeur du torrent de Gialorgues . Celui-ci est exposé ainsi que la micro centrale aux crues du Gialorgues.

3.2.1.4. Historique des crues de la Tinée et de ses affluents

Des recherches sur les différents bassins versants de la commune ont été réalisées aux archives départementales, aux archives municipales et au service R.T.M. Cette recherche systématique a été complétée par une enquête de proximité auprès de certains riverains des cours d'eau concernés.

Une synthèse des données rassemblées sur l'ensemble du bassin versant est présentée dans le paragraphe suivant.

L'ensemble des informations recueillies a permis de reconstituer une **chronologie des différents événements et des dégâts recensés sur l'ensemble de la commune.**

Reconstitution chronologique des crues

L'ensemble des données recueillies pour la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage est récapitulé ci-dessous :

La Tinée :

- le 30 novembre 1926, la Tinée a connu une crue (100 m³/s enregistré à Saint Etienne)
- novembre 1951 : crue de la Tinée.

- En juin 1957 la Tinée enregistre un débit journalier de 73 m³/s au pont de la Belloire à Saint Etienne de Tinée.
- automne 1960 et 1965 : les crues ont endommagé une partie des digues réalisées en rive gauche de la rivière et à proximité de la passerelle.
- Novembre 1991 : crue de 160 m³/s en amont de Saint Etienne, d'après la DDE.

Le torrent de Gialorgues :

- 29 juin et 29 septembre 1965 : la crue a emporté la digue de protection en rive gauche.
- 26 juin 1990 : une crue a occasionné l'affouillement de berges et provoqué des glissements de terrain qui ont engendré la fermeture de la route.

Le torrent de Sestrière :

- 29 juin et 29 septembre 1965 : la crue a emporté les digues de protection.

Le Salso Moreno :

- 1848 : Une crue renverse les murs ouest de l'église et du charnier.
- 1860 : destruction totale du hameau par une crue.
- 27 juillet 1900 : La digue est franchie par une lave.
- 1910 : crue torrentielle
- 23 septembre 1920 : crue torrentielle
- 30 août 1922 : crue torrentielle
- automne 1926 : crue torrentielle
- 1948 : crue torrentielle
- septembre 1956 : crue torrentielle
- 13 et 14 juin 1957 : crue torrentielle, digue endommagée
- 1959 : la crue a provoqué l'endommagement de l'alimentation en eau potable du hameau.
- 21 juin 1961 : la crue torrentielle du Salso Moreno barrée par les éboulis de l'hiver 1960-1961 a endommagé le chantier de déviation de la RD 64 près du Pra et a fait un mort.
- 2 juin 1964 : le Salso Moreno obstrué par les éboulis de la côte Morgon est sorti de son lit.
- 1 octobre 1965 : Crue importante du Salso Moreno qui incite le maire à envisager un déplacement des habitants du Pra vers Saint-Dalmas-le-Selvage. Cette crue est à l'origine de l'arrêté municipal de 1966.

- Octobre 1977 : une crue torrentielle a éventré la digue et a inondé le hameau.
- 1979 : une crue du Salso a emporté la digue.
- 12 juillet, 4 août, 6 septembre, 28 et 29 septembre, 11 et 12 octobre 1991 : Les 5 crues notables du Salso Moreno. La crue d'octobre 1991 fut très importante (1 m d'eau dans l'église).
- 23 et 27 septembre 1992 : crue torrentielle.
- 5 août 2003 : lave torrentielle, apport en matériaux. Réhaussement sensible du lit au droit du hameau

Autres torrents :

- 1980 et 1983 : crues du torrent du Rio et de la Combe Male à Bousiéyas ont endommagé la piste d'Issias et les propriétés riveraines.
- 1986 : crue de la Combe Male, le seuil du passage à gué de la piste pastorale est menacé.
- 28-29-30 novembre 1991 : crue du Vallon de la Combe d'Aunos, route d'Anelle, la piste est endommagée.
- 29 juillet 2002 et juin 2003 : Lave torrentielle du Vallon de la Cluse, la chaussée de la RD 63 a été recouverte par des matériaux de charriage.

3.2.2. La carte informative sur les phénomènes avalancheux

Pour la réalisation de la cartes des phénomènes avalancheux nous avons également utilisé les documents suivants :

- La Carte de localisation probable des avalanches (CLPA) de Auron-Sestrière, Haut Var-Haute Tinée, édition 1979, réalisée par le Cemagref et l'IGN pour le compte du Ministère de l'agriculture et de la pêche ;

La CLPA est un inventaire des avalanches connues, ayant laissé des traces confirmées ou observées soit par photo-interprétation, soit par enquête sur le terrain. Elle n'apporte aucune indication sur la relation entre l'intensité et la fréquence des événements signalés.

Certaines zones de la C.L.P.A. présumées avalancheuses correspondent à des zones pour lesquelles des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou qui ont donné lieu à des renseignements non recoupés ou contradictoires.

Ce document n'a pas été remis à jour depuis 1979, et aux vues des observations effectuées sur le terrain, certaines limites ne correspondent pas à la réalité. De nombreux contours d'avalanche indiqués sur la carte ont été très largement dépassés.

- L'enquête permanente sur les avalanches (EPA)

Ce sont des fichiers d'information sur les avalanches. L'EPA recueille les principaux paramètres de chaque événement (météorologie, dimensions...). Ce suivi très précieux est réalisé par les agents de l'Office National des Forêts. Il donne des indications sur la fréquence de manifestation des différentes avalanches. Malheureusement, toutes les avalanches ne sont pas répertoriées dans ce document.

Cette enquête est ensuite coordonnée par le service RTM qui transmet les données au Cemagref à des fins d'analyses statistiques sur l'activité avalancheuse de ces secteurs. Seuls certains couloirs représentatifs sont couverts par cette enquête.

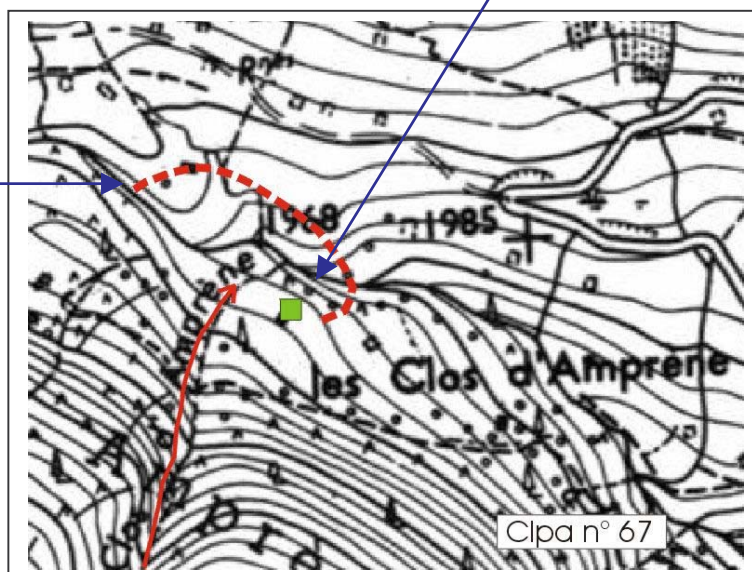
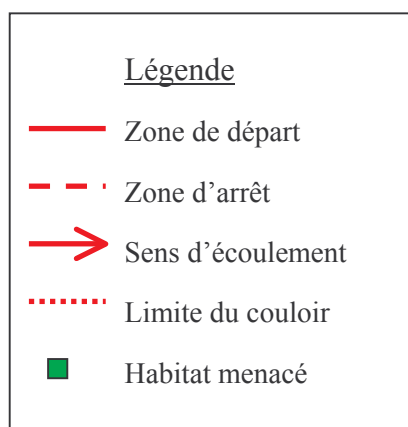
En combinant ces différentes informations, nous avons réalisé un document permettant de localiser les différents couloirs et zones d'avalanches. Nous y avons fait figurer les traces laissées par certaines avalanches : arbres cassés, arbres penchés, chalets en ruine.



Photo n°2 :
Chalet abrité derrière un
rocher dans la zone d'arrêt du
couloir n°67 de la CLPA.

Cliché RTM-06, juillet 2003

Zone d'arrêt du couloir n° 67
de la CLPA



3.3 Les cartes des aléas

L'aléa peut être défini comme la «**probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel**» ou «**phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée**». Sa détermination consiste donc à croiser deux paramètres, **fréquence et intensité**. Cette caractérisation est **ponctuelle**, les caractéristiques des phénomènes naturelles sont définies points par points.

3-3.1 - la carte des aléas de crues torrentielles

L'évaluation des phénomènes liés aux crues des torrents et des rivières torrentielles est basée essentiellement sur une approche hydrogéomorphologique. Lorsque des études particulières existent, elles sont intégrées et permettent de préciser l'intensité des phénomènes.

Ainsi, l'aléa crue des torrents et des rivières torrentielles prend en compte, à la fois le risque de débordement proprement dit du torrent, associé éventuellement à une lave torrentielle, et le risque d'érosion des berges par les écoulements.

En ce qui concerne les crues des torrents, on définit un scénario de référence. Lorsque celui-ci est défini, les classes d'aléa sont basées sur l'intensité du phénomène. Ses caractéristiques peuvent se résumer dans le tableau suivant :

Hauteur de submersion ou d'engravement	Diamètre maximal des matériaux rocheux transportés	Qualification de l'aléa
$H \geq 0.5 \text{ m}$		Aléa fort
$H \leq 0.5 \text{ m}$	$\varnothing > 0.5 \text{ m}$	Aléa fort
	$0.1 \text{ m} < \varnothing < 0.5 \text{ m}$	Aléa moyen
	$0.1 \text{ m} < \varnothing$	Aléa faible

Pour le phénomène des **crues des torrents**, identifié par « **T** », deux niveaux d'aléas sont distingués : fort et moyen.

Ils sont définis à partir du type d'unité géomorphologique, des hauteurs d'eau, des vitesses et de la taille des matériaux charriés déterminant l'importance des dégâts potentiels.

Pour le torrent de Gialorgues et de Sestrière, les différentes recherches n'ont pas mis en évidence une description de phénomènes et de désordres dont les caractéristiques correspondaient à une crue centennale.

Cette carte est présentée en annexe 2.3.

3.3.2 - la carte des aléas avalanches

C'est la représentation graphique de l'étude prospective et interprétative, réalisée à partir de la carte informative et des études techniques qualitatives, combinant les facteurs de prédisposition (morphologie, pente...) à l'apparition de phénomènes ou d'aggravation de phénomènes existants.

Il existe inmanquablement une part de subjectivité dans le choix de ces facteurs et dans leurs poids respectifs.

Les aléas sont hiérarchisés en niveaux ou degrés. Le niveau d'aléa en un site donné résulte de la relation supposée entre l'intensité et la probabilité d'occurrence d'un

phénomène. Pour l'intensité, une pression de 30 kilopascal (kPa) est considérée comme le maximum exigible pour un bâtiment d'habitation renforcé.

Lorsque les pressions exercées par l'avalanche sont inférieures à 30 kPa les bâtiments peuvent résister moyennant des aménagements qui relèvent tant des normes d'urbanisme que des modes constructifs ; dans cette hypothèse les personnes qui sont situées dans le bâtiment se retrouvent protégées.

Par conséquent :

- l'aire couverte par l'avalanche de référence centennale où elle développe des pressions égales ou supérieures à 30 kPa, est classée en degré **d'aléa fort** noté **(A3)**
- l'aire couverte par l'avalanche de référence centennale où elle ne développe que des pressions inférieures à 30 kPa, est classée en degré **d'aléa moyen** noté **(A2)**.
- les secteurs couverts par des avalanches fréquentes mais de faible amplitude, et de très faible intensité (< 1 kPa), du type de celles produites par la purge de talus, sont classés en degré **d'aléa faible** noté **(A1)**.
- l'aire couverte par **l'Aléa Maximal Vraisemblable (AMV)**, événement exceptionnel, qui peut ne pas être concerné par l'événement de référence centennale mais qui le recouvre lorsque ce dernier est identifié, est classé en zone spécifique notée **AMV**.

IV- Etude par secteur du phénomène de crue torrentielle : enjeux vulnérables et protections réalisées

4.1 le village

le torrent de Sestrière

Situation

Le village est situé au débouché d'un bassin torrentiel couvrant une superficie de 16.5 km² et à la confluence de celui-ci avec le torrent de Gialorgues.

Description géologique

Ce torrent possède un bassin versant plus ouvert dans sa partie supérieure, établi pour l'essentiel sur des formations triasiques.

Définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 90m³/s et dont la capacité de transport de matériaux serait d'environ 85000 m³.

Les enjeux

A l'ouest du village de Saint-Dalmas-le-Selvage, la rive gauche du torrent est équipée d'une digue en enrochements bétonnés sur laquelle sont installés une maison d'habitation juste au débouché du cône de déjection, un transformateur EDF, un bâtiment du service technique et un terrain de tennis plus en aval. Situés dans l'extrados du torrent, ces terrains sont exposés aux divagations et aux débordements et ont été endommagés à plusieurs reprises au cours des siècles précédents (cf. photo en annexe 1.3).

La carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire sur son cône de déjection a une intensité élevée. Un rehaussement du lit est très probable en cas de crue centennale. Des débordements sont à prévoir sur les terrains en rive droite et en amont de la passerelle (cf annexe 1.4). En observant la morphologie du terrain, un ancien chenal est encore visible. Les digues ne suffiront pas à canaliser le flux. Des débordements sont également à prévoir

en rive gauche au droit de la passerelle. La maison, le transformateur, le bâtiment des service technique et le terrain de tennis sont en zone d'aléa élevé.

le torrent de Gialorgues

Situation

Le village construit à flanc de versant en rive gauche du torrent de Gialorgues est à l'abri de ses crues.

Description géologique

Ce torrent possède un bassin versant étendu établi pour l'essentiel sur des formations triasiques sensibles à l'érosion. Plusieurs zones d'apports en matériaux sont visibles à l'amont de sa confluence avec le torrent de Sestrière.

Définition de l'événement de référence

L'événement de référence pour le torrent de Gialorgues est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 130 m³/s et dont la capacité de transport de matériaux serait de 75000 m³.

Les enjeux et les protections

En amont de la confluence avec le torrent de Sestrière, et en rive gauche du torrent de Gialorgues, une digue en enrochement bétonné a été édifiée afin de limiter les désordres sur la micro centrale et sur un chalet construit dans le lit du torrent.

Plus à l'aval, au niveau de la passerelle, des enrochements bétonnés ont été édifiés de part et d'autre du lit mineur du torrent afin de ralentir le sapement des berges.

La carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire dans les secteurs cités ci-dessus a une intensité élevée (cf. annexe 2.3)

Des débordements sont à prévoir en rive gauche à partir de la micro centrale (cf annexe 1.4). En observant la morphologie du terrain, d'anciens chenaux sont encore visibles. Les digues ne suffiront pas à canaliser le flux.

Le vallon de la Cluse

Situation

Le vallon de la Cluse se situe rive gauche du torrent de Gialorgues. Il prend naissance sur le versant exposé sud de la crête de Castellaret.

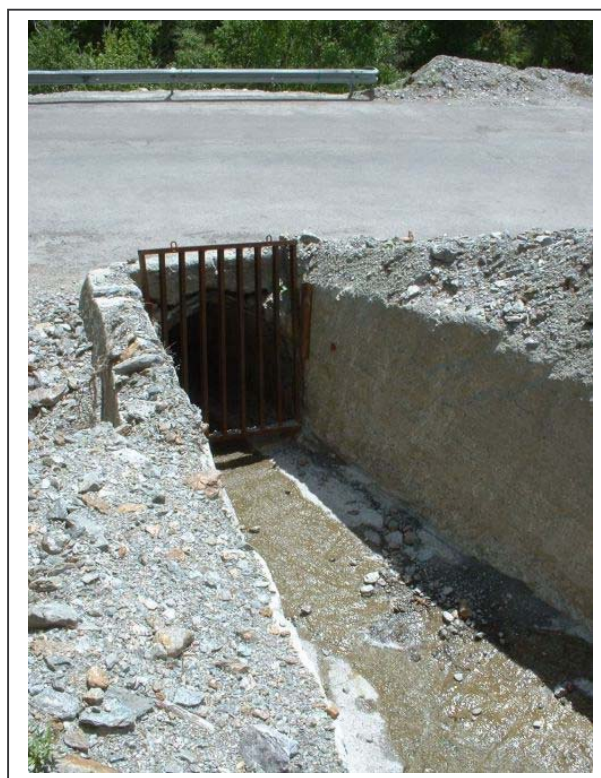
Description géologique

Son bassin versant s'étend sur quelques hectares sur des terrains cristallins sensibles à l'érosion.

Les enjeux et les protections

Une buse édifée sous la route départementale 63, permet son franchissement. En amont de cette buse une grille a été installée afin d'éviter l'obstruction de l'ouvrage. Le fonctionnement torrentiel de ce vallon à écoulements très chargés ou à laves, est incompatible avec cet aménagement. Régulièrement la RD 63 est coupée et provoque l'isolement du village.

Photo n°3 : grille de protection de la buse de franchissement de la RD 63



La carte des aléas

Le vallon de la Cluse est soumis à un aléa élevé de lave torrentielle. Des débordements sont fréquents sur la route.

le vallon de la Combe

Situation

Le vallon de la combe se situe en rive gauche du torrent du Gialorgues. Il prend naissance un peu en aval de la Tête de Vinaigre (2384 m).

Description géologique

Ce torrent possède un bassin versant de 3.3 km² pour l'essentiel sur des formations triasiques sensibles à l'érosion et cristallines.

Les enjeux et les problèmes rencontrés

Le vallon de la Combe est sujet également aux crues torrentielles. Celui-ci est franchit à deux reprises par la RD 63, la première par le pont de l'ancienne route départementale, et depuis quelques années par la nouvelle route située à environ 50 mètres en aval du pont. Cette dernière a été réalisée sur un remblai sous lequel le torrent passe dans une buse de 1.80 m de diamètre sur une quinzaine de mètres. Lors de nos observations sur le terrain, nous avons pu constater que la grille située en amont de l'ancienne RD 63 était obstruée de matériaux sur une grande partie de sa hauteur. En cas de crue, avec transport solide, le torrent risque fortement de déborder au-dessus du pont.



Photo n°4 : grille obstruée par des matériaux issus du torrent sur l'ancienne route départementale.

Deuxièmement, la buse qui permet le franchissement actuel de la RD 63 est sous dimensionnée. D'après les calculs réalisés sur le torrent, nous obtenons un débit liquide décennal de 4 à 7 m³/s (méthode rationnelle) et un débit centennal de 20 à 28 m³/s

(méthode du gradex). La buse permet d'évacuer un débit liquide de 24 m³/s (méthode de Manning Strickler). En cas de crue centennale supérieure à 24 m³/s, la buse ne pourra pas évacuer la totalité des écoulements. La route à environ 15 m au-dessus de la buse va jouer un rôle de digue. Le bassin en amont de la route constitue un volume d'environ 15000 m³. Il ne sera pas suffisant pour contenir une crue de durée moyenne d'une heure. Les écoulements vont franchir la route. Cette retenue d'eau risque de fragiliser le remblai de la route départementale et d'emporter celle-ci.

Troisièmement, ce bassin est comblé par des matériaux issus de déblais divers. Ces matériaux viennent réduire la capacité du bassin. Ce qui représente une aggravation du risque.

En bordure du bassin, et de part et d'autre du pont se trouvent les bâtiments et le matériel d'une entreprise de travaux publics. Ceux-ci pourront être endommagés en cas de crue exceptionnelle.

La carte des aléas

L'aléa torrentiel susceptible de se produire dans les secteurs cités ci-dessus a une intensité élevée.

4.2 Le Pra

le Salso Moreno

Situation

Le hameau du Pra est situé au débouché d'un bassin torrentiel couvrant une superficie de 12 km², dominé par des crêtes dépassant 2700 m d'altitude (Castel de la Tour 2778 m, Rocher des Trois Evêques 2868 m, Tête de Mourres 2790 m).

Description géologique

Ce torrent au nom évocateur « Salso Moreno » signifiant sauce brune, possède un bassin versant étendu établi pour l'essentiel sur des formations triasiques et jurassiques sensibles à l'érosion.

Définition de l'événement de référence

L'événement de référence est pris égal à une crue centennale dont le débit liquide serait d'environ 75 m³/s et un volume de matériaux d'environ 61000 m³.

Les enjeux

Malgré les protections existantes à savoir l'endiguement du Salso Moreno et la réalisation d'un barrage de correction torrentielle, le hameau du Pra est très exposé aux phénomènes de crue torrentielle.

La carte des aléas

Le versant rocheux des Terres Rouges qui domine le hameau du Pra, comporte des indices d'instabilité de type écoulement de versant jusqu'au sommet à 2600 m. Cet écoulement peut venir combler le lit du Salso Moreno, formant ainsi un barrage sur le cours et augmentant fortement le risque de débordement torrentiel en direction du Pra.

L'aléa torrentiel susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité très importante au regard de ses antécédents historiques.

4.3 Bousiéyas

4.3.1 la combe Male et le torrent du Rio

Les crues des torrents du Rio et de Combe Male ont endommagé à plusieurs reprises le seul accès aux montagnes pastorales d'Issias et de l'Alpes. C'est pourquoi la RTM a réalisé des seuils en béton dans le cours du torrent de la Combe Male.

4.3.2 le versant de Rochers Hauts

La majeure partie du versant situé à l'ouest du hameau de Bousiéyas est sujette au phénomène de ravinement. Ces écoulements diffus peuvent être accentués en cas de fortes précipitations et générer des débordements sur la route de la Bonette (RD 63) qui traverse cette zone.

4.3.3 Le glissement de Fourchairé

Le glissement de versant de la Fourchairé atteint 400 m de long pour 250 m de dénivelé. Ce glissement induit un risque d'embâcle de la Tinée qui coule à son pied.

I- V - Etude par secteurs du phénomène avalancheux

Seuls les secteurs exposés de façon significative sont présentés ici. Les secteurs sensibles sont les suivants : le village, la route du Pra, le hameau du Pra, le hameau de Bousiéyas et la piste de Sestrière.

Légende des cartes de situation et des photos

-  Zone de départ
-  Zone d'arrêt
-  Sens d'écoulement
-  Limite du couloir
-  Habitat menacé

5.1. Le Village

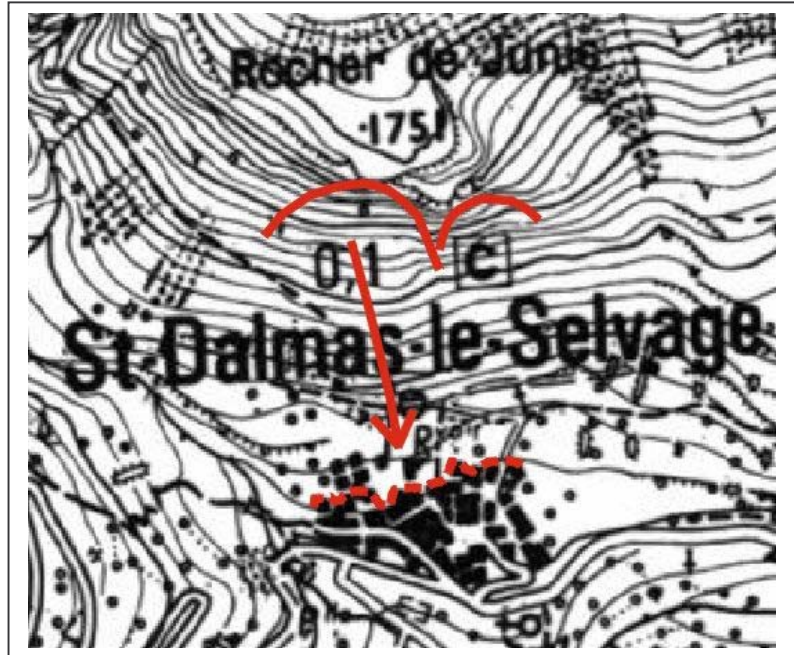
Le village se trouve au bout de la route départementale 63, sur une terrasse fluvio-glaciaire à la confluence et au-dessus des torrents de Gialorgues et de Sestrière. Ce village situé à 1510 mètres d'altitude connaît donc une influence alpine très marquée. Ainsi, de fortes chutes de neige peuvent être observées, même tard dans la saison. De plus, les crêtes sont particulièrement exposées aux vents d'altitude. Le secteur connaît un développement important d'un tourisme multisaisonnier : Saint-Dalmas-le-Selvage est le point de départ de nombreuses randonnées hivernales vers les vallées de Sestrière et de Gialorgues.

Rocher de Junic

Situation

Le village se situe au pied d'un éperon rocheux qui surplombe le village et qui est sujet au phénomène de chutes de blocs, et de coulées neigeuses.

Ce secteur ne fait pas l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches. Néanmoins d'après le témoignage d'un ancien du village, cette avalanche de versant serait descendue jusqu'à la première rangée de maisons situées au nord du village.



Zone avalancheuse du rocher de Junic au nord du village



Photo n°5 :
Zone d'avalanche du Rocher
de Junic

Cliché RTM-06, avril 2003

Altitudes

La zone de départ de cette avalanche au pied de l'éperon rocheux est à une altitude d'environ 1720 m. Son dénivelé est peu important puisque sa zone d'arrêt culmine à 1520 m. En raison de la forte pente, ce secteur présente un risque sur les habitations en aval.

Description du relief

Cette avalanche prend forme sur un versant sujet à de nombreux éboulements qui ont également affecté le village. Ce versant correspond à une zone d'éboulis occupée par une végétation buissonnante.

Orientation

Ce versant est exposé au sud. En conditions nivométéorologiques exceptionnelles des avalanches peuvent s'y déclencher, parcourir toute la longueur du versant et venir s'étaler contre la première rangée de maisons.

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après certains témoignages, nous savons que plusieurs avalanches ont atteint la rangée de maisons en contre bas de ce versant au cours du XX^{ème} siècle, pénétrant même à l'intérieur de celles-ci. Cette avalanche peut se produire dès que l'on a des hauteurs de neige voisines de 1 mètre sur le haut du versant ou même en deçà si des épisodes venteux accompagnent la chute de neige ou la suivent avant la stabilisation du manteau neigeux.

En raison de l'altitude de la zone, le type d'écoulement est plutôt de neige dense et les phénomènes d'avalanche de neige sèche semblent à exclure.

Les enjeux

Cette avalanche menace la première rangée de maisons au nord du village ainsi que le bassin AEP.

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité forte. En effet, ce sont des phénomènes de versant qui se déclarent avec une neige dense. Ils se produisent sur une courte distance mais sur une pente forte. Par conséquent les pressions peuvent atteindre 30 kPa et plus. De plus du fait de sa pente élevée, la fréquence du phénomène de référence est importante. Cette avalanche peut se produire fréquemment avec des hauteurs de neige inférieures à 1 mètre sans pour autant atteindre les habitations. Néanmoins lors d'épisodes neigeux abondants (supérieur à 1 mètre), l'avalanche peut venir finir sa course contre la première rangée de maisons et pénétrer par les ruelles en direction du centre du village.

Avalanche de Piouette

Situation

Ce secteur se situe à l'est du village sur le versant sud de la crête de Caprasse. Ce couloir est mentionné sur la CLPA sans y être numéroté. Ce secteur ne fait pas l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches. D'après le témoignage d'un ancien du village, cette avalanche serait descendue jusqu'au torrent du Gialorgues. Dans les années 1970, une habitation a été construite dans ce couloir.



Cliché RTM-06, avril 2003

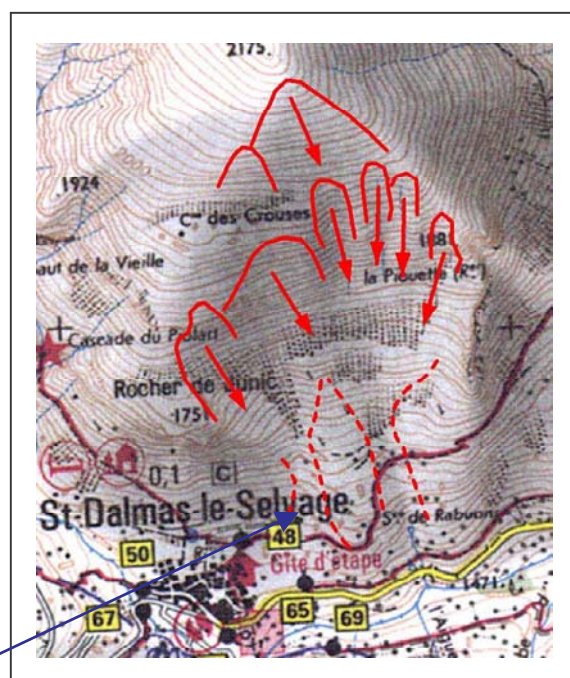


Photo n°6 : Maison menacée par l'avalanche
de Piouette

Altitudes

La zone de départ de cette avalanche est à une altitude d'environ 2130 m alors que le torrent à son pied, est à 1460 m.

Description du relief

La zone de départ de cette avalanche se caractérise par une pente forte, la présence d'éboulis et l'absence de végétation. Autrefois, la zone d'écoulement était cultivée et terrassée. Aujourd'hui elle est semi-exploitée, une végétation arbustive s'y est installée. Enfin la zone d'arrêt est occupée par des jardins, c'est une zone de replats. D'après le témoignage d'un ancien du village, en conditions nivométéorologiques exceptionnelles des avalanches peuvent s'y déclencher.

Orientation

Ce versant est exposé au sud, il est sous le vent dominant de direction nord, des phénomènes de suraccumulation peuvent donc se produire. L'orientation du versant favorise la transformation rapide de la neige.

Les enjeux

Cette avalanche menace un chalet situé dans la zone d'écoulement, ainsi que la route départementale 63.

Historiques des phénomènes

Date	Source	Eléments
< à 1950	Témoignage	Avalanche descendue jusqu'au torrent de Gialorgues
1975< ?<1998	Témoignage	Avalanche descendue en amont de la maison après la construction de celle-ci en 1975.

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après certains témoins, nous savons que plusieurs avalanches ont parcouru toute la longueur du versant et sont venues s'étaler dans les jardins voire même jusqu'au torrent du Gialorgues.

Cette avalanche peut se produire dès que l'on a des hauteurs de neige voisines de 1 mètre sur le haut du versant ou même en deçà si des épisodes venteux accompagnent la chute de neige ou la suivent avant la stabilisation du manteau neigeux.

Afin de déterminer les limites de cette avalanche qui affecte un secteur habité et la seule route d'accès au village, nous avons effectué une modélisation, par les méthodes de **Voellmy et de Saint Venan** (annexe 1.4). Pour qualifier notre événement de référence nous avons pris comme référence le scénario défini au chapitre 2.4.3. Les calculs et les résultats sont présentés en annexe 1.4 de ce rapport.

La carte des aléas

D'après les calculs effectués, l'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante puisqu'elle développe des pressions égales ou supérieures à 30 kPa jusque dans les jardins situés en aval de la maison. En revanche la fréquence du phénomène de référence est peu importante. L'enveloppe maximale correspond à la description faite de l'avalanche ayant atteint le torrent de Gialorgues. Cette avalanche représente un danger pour les occupants de la maison située dans ce couloir.

Avalanche de Bois de Ville

Situation

Ce secteur se situe en face du village sur le versant de Bois de Ville. Cette avalanche correspond à deux couloirs distincts qui se rejoignent. Sur la CLPA, ils sont numérotés 80 et 81. Ce secteur fait l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches. D'après le témoignage du doyen du village, cette avalanche serait descendue jusqu'au torrent du Gialorgues.

Altitudes

La zone de départ de cette avalanche est à une altitude d'environ 2350 m, elle peut atteindre le torrent à son pied, à la côte 1450 m.

Description du relief

La zone de départ de cette avalanche est en partie boisée de part et d'autre d'un petit couloir distinct. Une autre zone à l'aval et à l'ouest de la première peut venir alimenter le couloir n°81. Sa zone d'écoulement (n°1) est aujourd'hui boisée, en majorité par des mélèzes d'une trentaine d'années. A l'issue de cette zone d'écoulement, l'avalanche va se séparer et prendre deux directions. La première va la stopper dans un fossé naturel (n°2) formé par des masses rocheuses au niveau du replat de la Croix des Hommes à la cote 1681. La seconde va la dévier à l'est dans un talweg (n°3) pour rejoindre le GR5. Une autre zone de départ correspondant au couloir n° 80 à la cote 2200 m située un peu plus à l'est du couloir n°81. Sa zone d'écoulement (n°4) est également boisée par de jeunes mélèzes. Elle rejoint le couloir n°81 au niveau de la cote 1600 m. Enfin sa zone d'arrêt (n°5) correspond aux terrasses agricoles.

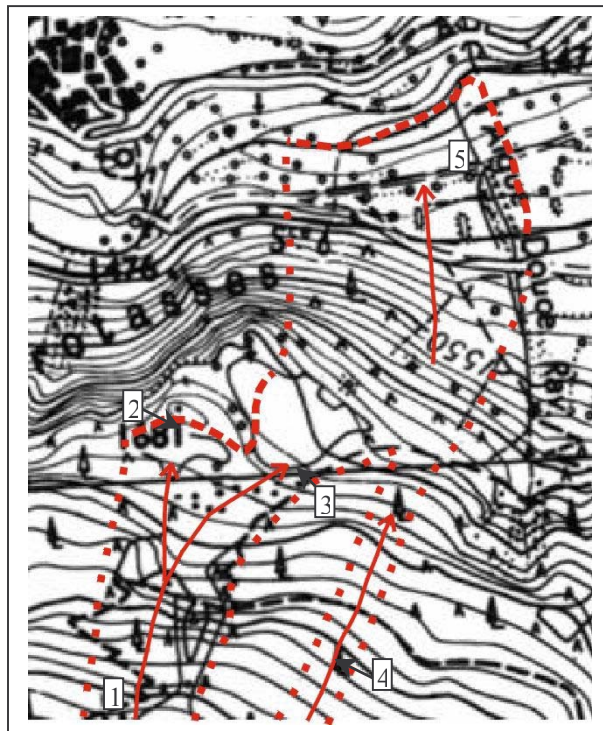
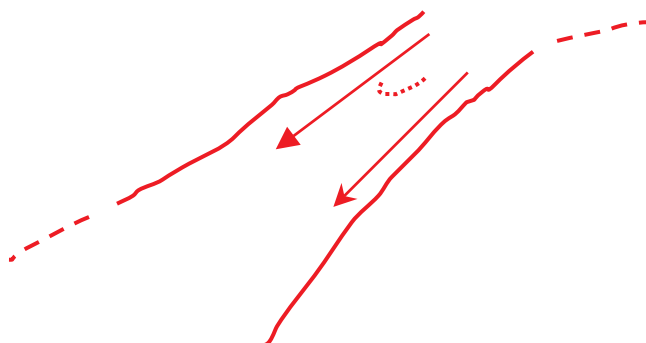


Photo n°7 : Zone d'arrêt de l'avalanche de Bois de Ville au niveau des terrasses agricoles.



Cliché RTM-06 , avril 2003

Orientation

Ce versant est exposé au nord, il est face au vent dominant de direction nord. La lente transformation de la neige est favorable à l'apparition d'avalanches de neige sèche.

Les enjeux

Dans ce secteur il y a ni enjeux humains, ni enjeux sociaux. Néanmoins, la forêt représente un enjeu économique important pour la commune.

Données historiques

Date	Source	Elément
21/03/1971	EPA	L'avalanche atteint la cote 1550
1971	témoignage	Avalanche observée
08/03/91	EPA	L'avalanche atteint la cote 1600

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après le témoignage du maire, cette avalanche a été observée durant l'hiver 1970-71. D'ailleurs, la végétation âgée d'une trentaine d'années confirme cette version. D'après les anciens, une avalanche plus ancienne serait descendue jusqu'au torrent de Gialorgues et son souffle aurait été ressenti au-delà de la route.

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité très importante puisque au regard de sa pente et de son exposition, elle peut développer des pressions supérieures à 30 kPa. Le dernier événement en date de l'année 1971 correspond à une période d'enneigement abondante qui a été observée sur l'ensemble du massif alpin.

Dans la zone de départ, nous avons identifié une zone verte qui correspond actuellement à un secteur non sujet aux avalanches. Toutefois, en raison de la fragilité du boisement (attaque parasitaire, tempête, incendie...) et du rôle joué par la forêt, nous avons imaginé une avalanche qui pourrait se produire en cas de disparition du couvert forestier. Nous l'avons indiqué comme Aléa Maximal Vraisemblable. Celui-ci correspond à une enveloppe qui intègre la zone verte, recouvre l'événement de référence et qui le dépasse dans sa zone d'arrêt.

Combe d'Aunos

Situation

Ce secteur se situe dans le vallon de la Combe d'Aunos. Cette avalanche mentionnée sur la CLPA, est numérotée 79. Ce secteur fait l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches.

Altitudes

La zone de départ de cette avalanche est à une altitude d'environ 2550 m et elle descend jusqu'au torrent à la cote 1400 m.

Description du relief

Cette avalanche prend naissance sur les versants est de Rocher Blanc et nord de l'Alpet. Sa zone d'écoulement se rétrécit jusqu'à emprunter le talweg encaissé du torrent du même nom qui rejoint le torrent de Gialorgues.

Orientation

Ce versant est exposé au nord, il est face au vent dominant de direction nord. La neige se transforme lentement. Par conséquent des phénomènes d'avalanche de neige sèche peuvent s'y produire.

Historique

Date	Source	Eléments
31/03/84	EPA	L'avalanche atteint la cote 1480
08/03/91	EPA	L'avalanche atteint la cote 1400
09/01/94	EPA	L'avalanche atteint la cote 1550

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après le témoignage du maire, cette avalanche est descendue jusqu'au torrent de Gialorgues, traversant ainsi le GR5 et la piste en aval. De plus d'après l'EPA, l'avalanche est descendue régulièrement ces 20 dernières années, et en particulier en mars 1984, en mars 1991 et en janvier 1994.

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité très importante puisque au vu de sa morphologie, de sa pente et de son exposition, elle développe des pressions supérieures à 30 kPa jusqu'au torrent de Gialorgues.

5.2. Piste de Sestrière

Piste de Sestrière

Situation

Ce secteur se situe sur le versant nord de la Croix Carlé. Il concerne trois couloirs numérotés 51, 52 et 53 sur la CLPA. Ce secteur fait l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches, il correspond au couloir numéro 7. Ce secteur traverse la piste de Sestrière qui est très empruntée l'hiver par les skieurs et les randonneurs.

Altitudes

La zone de départ du couloir numéro 53 de la CLPA est à une altitude d'environ 2490 m. C'est le plus important sur ce secteur. La pente y est forte.

Description du relief

Ces avalanches se développent dans des talwegs rocheux très étroits avant de s'étaler sur des éboulis en partie stabilisés, et recouverts de végétation buissonnante.

Orientation

Ce versant est exposé au nord, il est face au vent dominant de direction nord. La neige se transforme peu rapidement et les phénomènes d'avalanche de neige sèche sont prédominants.

Historiques des phénomènes

Dates	Source	Eléments
19/03/70	EPA	L'avalanche atteint la cote 1850
28/01/78	EPA	L'avalanche atteint la cote 1800
26/03/80	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880
01/04/84	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880

18/03/85	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880
12/03/86	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880
13/03/87	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880
30/03/88	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880
08/03/91	EPA	L'avalanche atteint la cote 1800
06/05/96	EPA	L'avalanche atteint la cote 1880
01/01/01	EPA	L'avalanche atteint la cote 1900
01/03/01	EPA	L'avalanche atteint la cote 1900

Définition de l'événement de référence

Quelques coulées ont pu être observées jusqu'à la cote 1890 m durant l'hiver 2002-2003. D'après le témoignage de plusieurs personnes, et d'après l'Enquête Permanente sur les Avalanches, nous savons qu'elles descendent fréquemment jusqu'au torrent de Sestrière. La végétation est arbustive, composée également de jeunes mélèzes très souvent penchés. De nombreuses souches de mélèzes témoignent de l'occupation passée d'une végétation plus âgée, brisée par les avalanches.

Un tel événement aurait donc une période de retour inférieure à 10 ans. Cette avalanche peut se produire dès que l'on a des hauteurs de neige voisines de 1 mètre sur le haut du versant ou même en deçà si des épisodes venteux accompagnent la chute de neige ou la suivent avant la stabilisation du manteau neigeux.

Zone de départ et zone d'arrêt du couloir n° 53 de la CLPA.

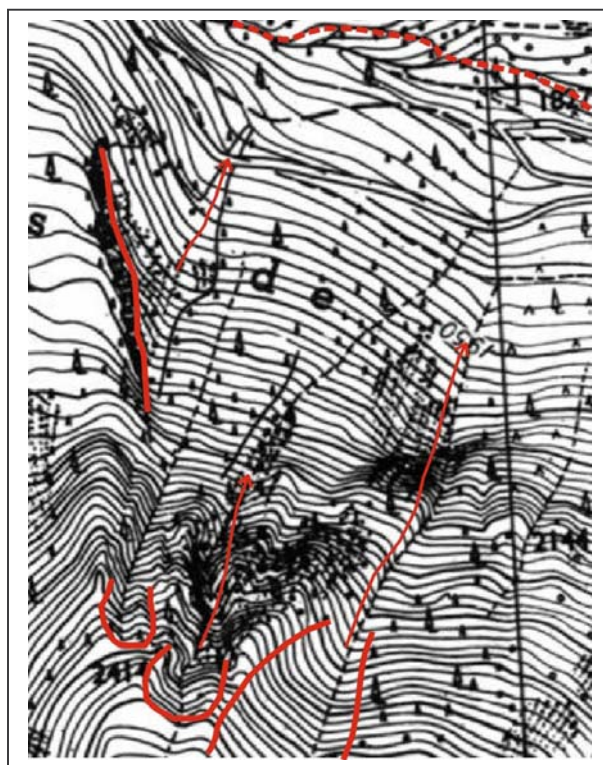


Photo n° 8 : Coulée observée jusqu'à la cote 1890 m durant l'hiver 2002-2003.

Cliché RTM-06, avril 2003

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante puisque au vu de la pente et de son orientation, l'avalanche développe des pressions égales ou supérieures à 30 kPa. La fréquence du phénomène de référence est importante.

Plus à l'est, nous avons pu identifier un secteur avalancheux non référencé sur la CLPA. Toutefois celui-ci se distingue sur le terrain par une trouée dans le sens de la pente dans la végétation. De part et d'autre de cette zone, nous avons mis en évidence une zone verte qui correspond actuellement à un secteur non sujet aux avalanches. Toutefois, en raison de la fragilité du boisement (attaque parasitaire, tempête, incendie...) et du rôle joué par la forêt, nous avons imaginé une avalanche qui pourrait se produire en cas de disparition du couvert forestier. Nous l'avons indiqué comme Aléa Maximal Vraisemblable.

5.3. la route du Pra

Plusieurs couloirs d'avalanche sont susceptibles d'affecter la route du Pra durant la période hivernale. C'est pourquoi celle-ci est fermée à la circulation durant toute cette période.

Ravin de Fouani

Situation

Ce secteur se situe sur le versant est de la cime de Frandière. Cette avalanche mentionnée sur la CLPA, est numérotée 87. Ce secteur fait l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches.

Altitudes

La zone de départ de cette avalanche est à une altitude d'environ 2360 m et descend jusqu'à la Tinée à 1435 m.

Description du relief

Cette avalanche prend naissance sur le versant est de la cime de Frandière. Sa zone de départ correspond à la partie supérieure du bassin versant du torrent du même nom. La zone d'écoulement se rétrécit jusqu'à emprunter le talweg encaissé du torrent qui se jette dans la Tinée.

Orientation

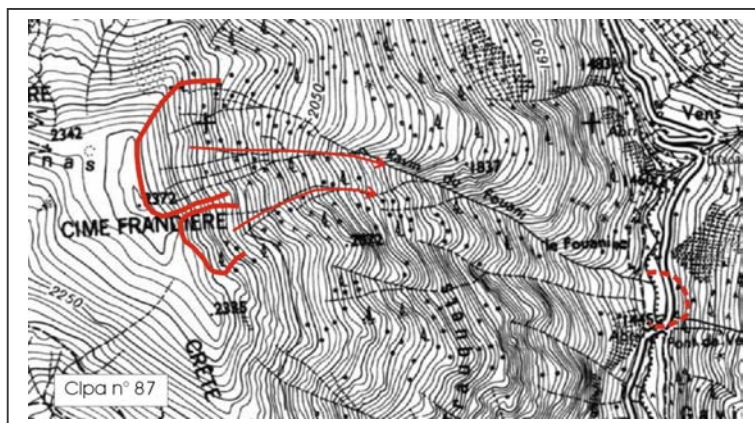
Ce versant est exposé à l'est. La neige s'y transforme lentement. Par conséquent des phénomènes d'avalanche de neige sèche peuvent s'y produire.

Historique des phénomènes

Dates	Source	Eléments
29/01/60	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
06/01/63	EPA	L'avalanche atteint la cote 1500
02/04/64	EPA	L'avalanche atteint la cote 1500
30/01/65	EPA	L'avalanche atteint la cote 1500
16/03/68	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
14/01/69	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
20/02/70	EPA	L'avalanche atteint la cote 1500
20/03/71	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
11/02/72	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
13/04/73	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
01/02/74	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
06/04/75	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
15/11/76	EPA	
02/01/77	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
29/01/77	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
09/12/77	EPA	L'avalanche atteint la cote 1430
11/02/78	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
07/03/78	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
10/02/79	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
27/03/79	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
01/04/80	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
03/01/82	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
22/03/83	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
05/01/84	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
31/03/84	EPA	L'avalanche atteint la cote 1430
23/01/85	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
10/03/86	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
09/04/86	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
25/04/86	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
27/02/87	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
16/01/88	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
25/01/88	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
08/03/91	EPA	L'avalanche atteint la cote 1350
01/09/90	EPA	L'avalanche atteint la cote 1430
01/09/91	EPA	L'avalanche atteint la cote 1450
07/01/94	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
01/09/95	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
01/01/01	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440
01/03/01	EPA	L'avalanche atteint la cote 1440

Définition de l'événement de référence

D'après le témoignage de plusieurs locaux et au vu de l'Enquête Permanente sur les Avalanches, cette avalanche de neige poudreuse ou de neige dense, descend très fréquemment jusqu'à la Tinée. Celle-ci aurait une puissance telle qu'elle remonterait sur le versant d'en face au-delà de la RD 64. D'après l'EPA, entre 1960 et 2001 l'avalanche est descendue 39 fois. Dans une même année celle-ci peut descendre deux voir même trois fois. C'est le cas durant l'hiver 1976-1977, 1977-1978 et 1985-1986. Un tel événement a donc une fréquence annuelle.



Zone de départ et zone d'arrêt de l'avalanche n° 87 de la CLPA.



Photo n°9 : avalanche observée en avril 2003 puisqu'elle est descendue avec les dernières chutes de neige de la semaine du 7 au 13 avril.

Cliché RTM-06, avril 2003

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité très importante puisque au vu de sa morphologie, de sa pente et de son exposition, elle développe des pressions supérieures à 30 kPa jusqu'à la Tinée et même au-delà.

5.4. le Pra

Terres Rouges

Situation

Ce secteur se situe au nord du hameau du Pra sur le versant de Terres Rouges. Ce versant n'est pas situé sur le territoire communal de Saint-Dalmas-le-Selvage. Mais la zone d'arrêt de cette avalanche concerne le hameau du Pra. Sur la CLPA, ils sont numérotés 36 et 49. D'après le témoignage d'un ancien du village, cette avalanche serait descendue jusqu'aux premières maisons du hameau.

Altitudes

La zone de départ de cette avalanche est à une altitude d'environ 2300 m. La pente est forte.

Description du relief

Le couloir numéro 36 concerne le glissement de terrain de Terres Rouges. La zone de départ et d'écoulement de cette avalanche se caractérise par une pente forte, la présence d'éboulis et l'absence de végétation. Pour le couloir numéro 36, la zone d'écoulement correspond à un talweg. Enfin dans la zone d'arrêt, un merlon pare blocs a été édifié afin de protéger la route départementale 64 et le hameau contre les chutes de blocs. Ce merlon permet de stopper les petites coulées et de ralentir les avalanches. En revanche, lorsque cet ouvrage est saturé en matériaux issus des éboulements ou remplis de neige par une avalanche précédente, il agit comme un tremplin qui propulse les écoulements plus loin dans le hameau.

Orientation

Ce versant est exposé au sud, il est sous le vent dominant de direction nord, des phénomènes de suraccumulation peuvent donc se produire.

Historique des phénomènes

Date	Source	Eléments
<1998	témoignage	Avalanche descendue jusqu'aux maisons.

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après un témoin, nous savons que des avalanches sont déjà descendues jusqu'au hameau.

Cette avalanche peut se produire dès que l'on a des hauteurs de neige voisines de 1 mètre sur le haut du versant ou même en deçà si des épisodes venteux accompagnent la chute de neige ou la suivent avant la stabilisation du manteau neigeux.

Cette avalanche peut se charger de blocs rocheux pouvant agir comme des béliers et augmenter ponctuellement les dégâts aux infrastructures.

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante puisque au vu de la pente, elle développe des pressions égales ou supérieures à 30 kPa. En revanche la fréquence du phénomène de référence est peu importante. L'enveloppe maximale correspond à l'événement le plus fort connu. Cette avalanche représente un danger pour le hameau.

5.5. Bousiéyas

Le Devens

Situation

Ce secteur se situe à l'est du torrent de la Morade sur le versant sud du Mont des Fourches. Sur la CLPA, les principaux couloirs sont numérotés 73, 74 et 75. Ce secteur ne fait pas l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches. Néanmoins tout le versant est concerné par les avalanches et certaines peuvent venir endommager l'Hôtel de Bousiéyas.

Zone de départ et zone d'arrêt de l'avalanche de Devens à Bousiéyas.

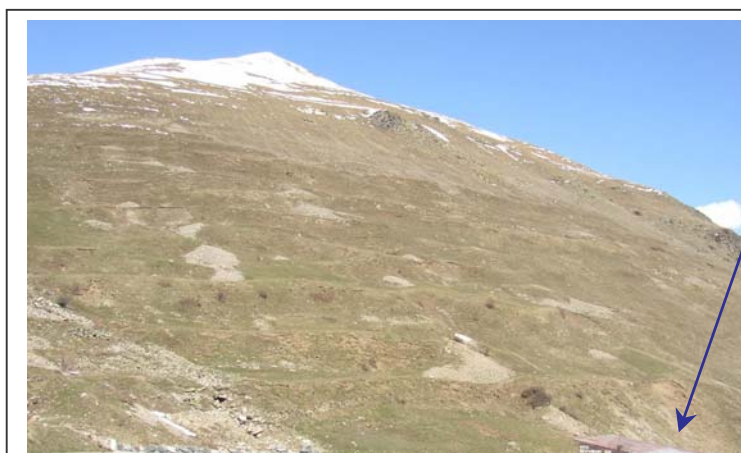
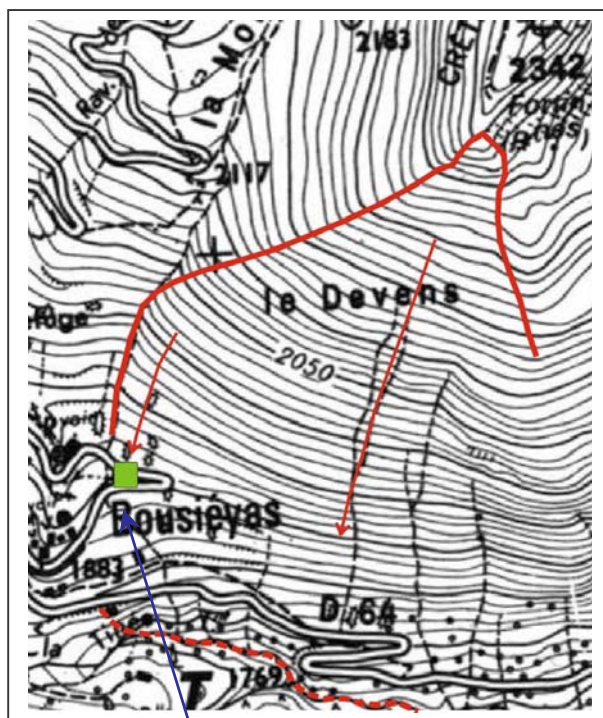


Photo n°10 : Hôtel menacé par l'avalanche de Devens.

Cliché RTM-06, mai 2003

Altitudes

La zone de départ de ces avalanches correspond à une altitude d'environ 2300 m. Elle peut atteindre le torrent de la Tinée à la cote 1820 m.

Description du relief

La zone de départ de ces avalanches se caractérise par une pente forte, la présence d'éboulis et d'une pelouse alpine. La zone d'écoulement correspond à d'anciennes terrasses agricoles qui permettaient autrefois de stabiliser le manteau neigeux. Néanmoins aujourd'hui ces terrasses ne sont plus entretenues et le risque d'avalanches s'est accru.

Orientation

Ce versant est exposé au sud, il est sous le vent dominant de direction nord, des phénomènes de suraccumulation peuvent donc se produire.

Historique des phénomènes

Date	Source	Eléments
<1998	Témoignage	Avalanche descendue à l'est de l'hôtel jusque dans les jardins.
> 1999	Témoignage	Traces d'instabilité de plaques, cassures dans la zone de départ.

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après le témoignage de plusieurs personnes, nous savons que des avalanches sont déjà descendues à l'est de l'Hôtel. De plus des traces d'instabilité et de cassures sont visibles l'hiver dans la zone de départ.

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante puisque au vu de la pente, elle développe des pressions égales ou supérieures à 30 kPa. En revanche la fréquence du phénomène de référence est peu importante. Cette avalanche représente un danger pour l'hôtel.

Les Rochers Hauts

Situation

Ce secteur se situe à l'ouest du hameau de Bousiéyas, sur le versant de Rochers Hauts. Il concerne plusieurs couloirs qui sont mentionnés sur la CLPA sans y être numérotés. Ce secteur ne fait pas l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches.

Altitudes

La zone de départ de ces avalanches est à une altitude d'environ 2590 m. Ces avalanches peuvent atteindre le torrent de la Tinée à la cote 1890 m.

Description du relief

La zone de départ de ces avalanches se caractérise par une pente forte, la présence d'éboulis et l'absence de végétation. La zone d'écoulement correspond à d'anciennes terrasses agricoles qui permettaient autrefois de stabiliser le manteau neigeux. Néanmoins aujourd'hui ces terrasses ne sont plus entretenues, et le risque d'avalanche s'est accru.

Orientation

Ce versant est exposé au sud, il est sous le vent dominant de direction nord, des phénomènes de suraccumulation peuvent donc se produire.

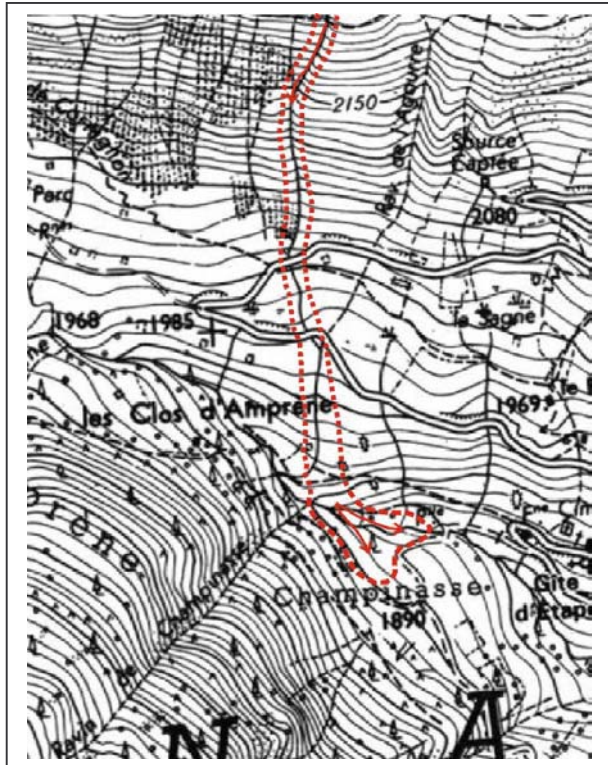
Historiques des phénomènes

Date	Source	Eléments
2001	Témoignage	Avalanche jusqu'à la Tinée

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après le témoignage de plusieurs personnes, nous savons que des avalanches sont déjà descendues jusqu'au torrent de la Tinée et qu'elles sont fréquentes. Le dernier événement observé date de l'hiver 2000-2001.

De plus par notre observation, nous avons pu remarquer la présence de nombreux troncs de mélèzes dans le lit du torrent ainsi que sur le versant d'en face.



Zone d'écoulement et zone d'arrivée sur
le versant opposé de l'avalanche de
Rochers Hauts à Bousièyas.



Photo n°11 : Arbres
arrachés par
l'avalanche de
Rochers Hauts en
rive droite de la
Tinée.

Cliché RTM-06, juin 2003

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante puisque au vu de la pente, elle développe des pressions égales ou supérieures à 30 kPa. De plus les traces laissées par les avalanches passées sur la zone de replat de Champinasse au niveau du coude de la piste d'Issias, montrent que celles-ci ont des vitesses importantes qui leurs permettent de remonter sur le versant d'en face et de déraciner au passage des mélèzes . La fréquence du phénomène est importante. L'enveloppe maximale correspond au phénomène de référence qui s'est produit en 2001.

Les Clos de Bousiéyas

Situation

Ce secteur se situe à l'ouest du hameau de Bousiéyas, sur le versant ouest de la Cime de Pelousette. Sur la CLPA, les principaux couloirs sont numérotés 63, 65, 66 et 69. Ce secteur ne fait pas l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches.

Altitudes

La zone de départ de ces avalanches correspond à des altitudes comprises entre 2750 m et 2600 m.

Description du relief

Les avalanches numéro 63 et 65 correspondent au versant de Cougnes. Il se caractérise par une pente forte, la présence d'éboulis et l'absence de végétation. Ces deux avalanches viennent alimenter le couloir numéro 66 dont la zone d'écoulement correspond au ravin des Clos. Enfin l'avalanche vient s'étaler sur le cône de déjection du torrent. Elle traverse la Tinée et s'arrête en rive droite de celle-ci.

Orientation

Ce versant est exposé au sud ouest.

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après le témoignage de plusieurs personnes, nous savons que des avalanches sont déjà descendues jusqu'au torrent de la Tinée et qu'elles sont fréquentes. Lors de notre observation, nous avons pu remarquer la présence de nombreux troncs de mélèzes en rive droite de la Tinée. Sur le cône de déjection du torrent de nombreuses granges sont en ruine, soufflées ou écroulées sous le poids de la neige. De nombreuses traces de construction abandonnée en pierres avec des étraves en amont témoignent de la violence et de la fréquence des avalanches.



Photo n°12 : Chalet détruit par une avalanche au Clos de Bousiéyas.

Cliché RTM-06, juin 2003

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante puisque au vu de la pente, elle développe des pressions supérieures à 30 kPa. De plus les traces laissées par les avalanches dans leur zone d'arrêt démontrent la puissance du phénomène. Enfin, la fréquence du phénomène semble importante. L'enveloppe maximale correspond au phénomène de référence.

La Combe Male

Situation

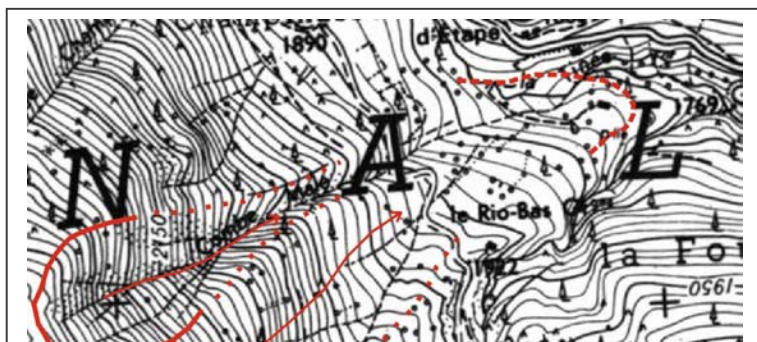
Ce secteur se situe sur le versant nord est de la Crête de l'Alpe. Il concerne deux couloirs qui se rejoignent au niveau de la Tinée. Sur la CLPA, l'un des couloirs est numéroté 71. Ce secteur ne fait pas l'objet de l'enquête permanente sur les avalanches. Néanmoins il traverse une piste empruntée l'hiver par les skieurs et promeneurs. Une grange située un peu en amont de la confluence entre la Tinée et le torrent de Rio, se trouve exposée à cette avalanche et plus particulièrement au souffle de celle-ci.

Altitudes

L'avalanche n°71 naît à une altitude d'environ 2330 m. La zone d'arrêt correspond au lit de la Tinée à la côte 1800 m.

Description du relief

L'avalanche numéro 71 emprunte le bassin versant et le talweg très marqué du torrent de Combe Male (n°1). Juste en amont de la piste d'Issias, l'avalanche saute une barre rocheuse avant de reprendre le lit du torrent. En ce qui concerne l'autre couloir au sud (n°2), il se caractérise par l'absence de végétation dans sa zone de départ exposée au sud est. Dans sa zone d'écoulement, la coulée est déviée par une digue naturelle. Il prend ainsi une direction nord est avant de rejoindre la Tinée.





Orientation

Les couloirs sont exposés au nord est. Ils sont donc exposés aux vents dominants de direction nord. La neige se transforme lentement et des phénomènes d'avalanche de neige sèche peuvent s'y produire.

Définition de l'événement de référence

Aucun événement n'est décrit précisément. Néanmoins, d'après le témoignage de plusieurs personnes, nous savons que les avalanches sont fréquentes jusqu'à la Tinée. De nombreux troncs de mélèzes sont présents sur le cône de déjection de la Combe Male. De plus, dans la partie inférieure du couloir, la végétation est cassée, penchée ou arrachée. Elle témoigne du passage des avalanches.

Photo n° 13 : Ici de nombreux mélèzes sont cassés, penchés ou arrachés. Ils témoignent du passage des avalanches.



Cliché RTM-06, mai 2003

Etablissement des documents graphiques explicatifs

La carte informative des phénomènes naturels

L'enveloppe représentée correspond à l'emprise au sol de l'avalanche. Son tracé est établi grâce à la géomorphologie du terrain et aux traces laissées par les avalanches.

La carte des aléas

L'aléa avalancheux susceptible de se produire dans ce secteur a une intensité importante. Au vu de la pente et des traces laissées par les avalanches dans sa zone d'écoulement et sa zone d'arrêt, elle développe des vitesses élevées et des pressions supérieures à 30 kPa jusqu'au lit de la Tinée. Sur le secteur de la grange, l'aléa est moyen puisque celle-ci peut être atteinte par des phénomènes de souffle dont les pressions demeurent inférieures à 30 kPa.

VI- Le zonage réglementaire

6-1 Le règlement

Le règlement précise en tant que de besoin (3° de l'article 3 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995) :

- *"les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune des zones du P.P.R., délimitées en vertu du 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 ;*
- *les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987, et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date d'approbation du plan, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en œuvre".*

D'une manière générale, les prescriptions du règlement portent sur des mesures simples de protection vis-à-vis du bâti existant ou futur et sur une meilleure gestion du milieu naturel.

6-2 Le zonage réglementaire

Le zonage réglementaire transcrit les études techniques (carte des aléas) en terme d'interdictions, de prescriptions et de recommandations. Il définit :

- une zone inconstructible, appelée **zone de danger (zone rouge)**. Toutefois des dérogations à la règle générale sont possibles notamment pour les ouvrages nécessaires au fonctionnement des missions de services publics, pour les travaux permettant de réduire la vulnérabilité ou simplement pour entretenir les bâtiments existants. Par ailleurs, un aménagement existant peut se voir refuser une extension mais recevoir une autorisation de fonctionner sous certaines réserves.
- une zone constructible sous conditions appelée **zone de précaution (bleue)**. Certains bâtiments peuvent être construits moyennant des protections adaptées et uniquement lorsque la parcelle est déjà entourée de constructions, et ceci avec un coefficient d'emprise au sol (CES) limitatif. De plus les bâtiments existants peuvent être étendus.

- Dans les **zones blanches** (zones d'aléa négligeable), les projets doivent être réalisés dans le respect des règles de l'art.

Les enveloppes limites des zones réglementaires s'appuient sur les limites des zones d'aléas.

➤ Pour la carte réglementaire des avalanches deux zonages supplémentaires sont pris en compte :

- L'emprise de l'**Avalanche Maximale Vraisemblable** est appelée **zone jaune**. Il peut y avoir des prescriptions urbanistiques visant les équipements nécessaires à l'organisation de l'éventuelle évacuation et plus généralement à la gestion des situations dangereuses.
- Des **zones vertes** notées **V** ont été identifiées et intégrées à la carte réglementaire.

Le rôle protecteur de la forêt est pris en compte dans la réalisation des PPR. Les travaux de recherche menés par le Cemagref ont montré que la présence de la végétation forestière est susceptible de masquer des zones de départ d'avalanches.

Une mauvaise gestion forestière ou une déforestation accidentelle (maladie, chablis) peut rendre actives certaines zones de départ actuellement inactives grâce au rôle protecteur de la forêt.

La loi d'orientation sur la forêt du 9 juillet 2001 a modifié le code forestier pour permettre de réglementer la sylviculture des forêts à fonction de protection dans le cadre des PPR.

Article L.425-1 – chapitre V, titre II – livre IV du code forestier : *Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles établis en application des articles L.562-1 à L.562-7 du code de l'environnement, dont l'objet est de prévenir les inondations, les mouvements de terrains ou les avalanches, peuvent prévoir des règles de gestion et d'exploitation forestière dans les zones de risques qu'ils déterminent. Le règlement approuvé s'impose aux propriétaires et exploitants forestiers ainsi qu'aux autorités chargées de l'approbation des documents de gestion forestière établis en application des livres Ier, II et IV du présent code ou de l'instruction des autorisations des coupes prévues par le présent code ou par le code de l'urbanisme. Dans ce cas, les propriétaires forestiers et les usagers bénéficient des garanties prévues par l'article L413-1 et les textes pris pour son application.*

Bibliographie

- ASI, avril 2002. Etude des moyens de déclenchement du secteur N.E. de Las Donnas, station de ski d'Auron, SMSM, SEMSEA, 25 p.
- ISL, octobre 2002. Etude du fonctionnement torrentiel de l'Ardon. Communauté de communes des stations du Mercantour, 52 p.
- Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Equipeement des Transports et du Logement, 1999. Plans de prévention des risques naturels (PPR) Risques d'inondation Guide méthodologique. Paris, La documentation française, Coll. Guides, 123 p.
- Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Equipeement des Transports et du Logement, 2002. Plans de prévention des risques naturels (PPR) Risques d'inondation Mesures de prévention. Paris, La documentation française, Coll. Guides, 123 p.
- Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Equipeement des Transports et du Logement, 2002. Plans de prévention des risques naturels (PPR) Risques d'avalanche Guide méthodologique. Paris, La documentation française, Coll. Guides, 133 p. (document provisoire)
- SOL ESSAI, novembre 1990, Etude des risques naturels sur le secteur du Hameau du Pra, 11p.
- TORAVALL, mai 2003. Etude du risque d'avalanche sur le secteur de Combe Grosse, commune d'Isola, 46 p.

ANNEXE

ANNEXE 1.1 : calculs de débits caractéristiques.

L'étude hydrologique menée sur la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage est basée à la fois sur les résultats obtenus par le bureau d'étude ISL – Cemagref lors de son étude sur le torrent de l'Ardon et sur nos propres calculs réalisés à partir des données pluviométriques et des données hydrométriques sur le bassin du Gialorgues.

D'après les données obtenues auprès de Météo France, la température moyenne annuelle est de 14°C, les pluies moyennes annuelles sont de l'ordre de 1217 mm et les pluies journalières de fréquences décennale et centennale sont respectivement de 123 mm et 180 mm.

D'après une étude réalisée par EDF et le Cemagref sur les intensités-durée-fréquence des précipitations de 1 h à 24 h dans les Alpes, l'intensité des pluies mesurée est de 23 mm/h à Saint-Etienne-de-Tinée.

Les données hydrométriques de la station de Gialorgues permettent de calculer des ratios, débit de pointe sur débit moyen journalier. Globalement un ratio Q_p/Q_j de l'ordre de 3 paraît être représentatif des crues les plus fortes.

La forme de l'averse est donnée par le coefficient de Montana. A Saint-Dalmas-le-Selvage, le coefficient de Montana, déterminé par une synthèse des pluviographes régionaux par le Cemagref, est égal à 0.67. Ce coefficient correspond à des pluies à caractère orageux, avec de fortes intensités.

Afin de calculer les durées de crue pour les différents bassins versant, nous avons utilisé la méthode de Socose excepté pour le torrent du Salso Moréno qui a un bassin versant d'une superficie inférieure à 15km². Pour ce dernier nous avons préféré la méthode SCS.

Pour le calcul des débits plusieurs formules peuvent être utilisées. Compte tenu des spécificités des quatre bassins versants étudiés ci-dessus, avec des pentes très fortes, les méthodes génériques (par exemple Crupédix) s'appliquent mal.

Dans le cas qui nous concerne, nous avons préféré utiliser la méthode rationnelle pour le calcul du débit décennale. Cette formule prend en compte le coefficient d'écoulement que nous avons estimé entre 0,25 et 0,3 pour une pluie décennale, compte tenu de la morphologie des bassins versants.

Pour les crues centennales, nous avons effectué des calculs par les méthodes rationnels et du gradex. Les valeurs des pluies décennales et centennales sur la commune permettent de déterminer un gradex global des pluies journalières, en utilisant la formule $P_{100} - P_{10} = g(u_{100} - u_{10})$, avec g le gradex et u la variable de Gumbel. On obtient $g = 24$ mm. Le résultat obtenu par la méthode du gradex brutal est utilisé comme borne supérieure et le résultat obtenu par la méthode du gradex progressif comme borne inférieure de l'estimation du débit de pointe centennal reporté dans le tableau page suivante.

Synthèse des différents résultats obtenus

BV	Résultats	Q10 m ³ /s	Q100 m ³ /s
Ardon	ISL	50<Q10<150	130<Q100<300
Ardon	Lefort	30<Q10<60	100<Q100<150

En considérant les valeurs des débits obtenus sur le torrent de Gialorgues par l'étude ISL, les débits des autres bassins versants ont été calculés en utilisant la formulation crupédix. La formulation crupédix pour les bassins non jaugés du sud-est de la France, indique que les

débites de pointe des crues décennales sont globalement proportionnels à la superficie du bassin versant, élevée à la puissance 0.8 ($S^{0.8}$).

Gialorgues	ISL	19,2<Q10<38	83<Q100<112
Gialorgues	RTM	40<Q10<50	110<Q100<210
Sestrière	RTM(méthode proportionnelle données ISL)	13<Q10<26	58<Q100<80
Sestrière	RTM	25<Q10<35	75<Q100<150
Salso Moreno	RTM(méthode proportionnelle, données ISL)	10<Q10<20	45<Q100<60
Salso Moreno	RTM	20<Q10<30	70<Q100<90
Tinée	RTM(méthode proportionnelle, données ISL)	25<Q10<50	110<Q100<150
Tinée	RTM	60<Q10<70	150<Q100<240

A la lecture du tableau précédent, nous constatons que :

D'une manière générale, les résultats obtenus par la méthode proportionnelle à partir des données ISL sur le torrent de Gialorgues, semblent sous estimés pour l'ensemble des bassins versants.

Pour Q10 :

La méthode rationnelle paraît la plus adaptée sur ces bassins versants. Les données utilisées sont uniquement pluviométriques et physiques. Cette dernière méthode est également celle qui donne les débits décennaux les plus élevés. Il est proposé de retenir, pour le diagnostic, les valeurs hautes qui en sont issues.

Pour Q100 :

La méthode du gradex repose à la fois sur les données de pluie et de débit. Sa validité repose sur l'incertitude des données de débits décennales que nous avons calculées.

Compte tenu de la morphologie des bassins versants sur la commune, le rapport Q100/Q10 est estimé entre 2 et 3 sur ce secteur. Par conséquent l'estimation de la plus juste correspondrait au résultat de ce rapport Q100/Q10.

Le bassin versant de la Tinée à une superficie équivalente à celle du torrent de l'Ardon. Les débits sur ces deux bassins versants peuvent être assez semblables.

En conclusion l'évaluation la plus raisonnable des débits décennal et centennal sur les différents bassins de la commune de Saint-Dalmas-le-Selvage, est la suivante :

Bassins Versants	Q10 m³/s	Q100 m³/s	Q100 retenu m³/s	Débit spécifique centennal (m³/s/km²)
Tinée	40<Q10<70	130<Q100<210	170	4.6
Gialorgues	30<Q10<50	95<Q100<160	130	5
Sestrière	20<Q10<35	70<Q100<110	90	5.5
Salso Moreno	20<Q10<30	60<Q100<90	75	5.77

II- le torrent de la Tinée

Les données disponibles sur le Torrent de la Tinée

S =	37 km²	Surface au niveau du Pont Haut
L =	11,3000 km	longueur du chemin hydraulique le plus long
Ph =	2859,00 m	altitude du point haut du bassin versant
Pb =	1300,00 m	altitude du point bas du bassin versant (exutoire)

Calcul de la Durée de Crue : méthode de SOCOSE

D = 10.12h

1.Calcul du Débit Décennal

Méthode Rationnel

$$Q_{10} = k \cdot Cr \cdot i_{D10} \cdot S$$

$$(k = 1/3.6)$$

Pour Cr = 0.25

$$Q_{10} = 59,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour Cr = 0.3

$$Q_{10} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit décennal du torrent de la Tinée est compris entre **60 et 70 m³/s** à la confluence avec le torrent du Gialorgues.

2.Calcul du Débit Centennal

méthode du gradex brutal		méthode du gradex progressif
S = 37,00 km²	surface du BV	S = 37,00 km²
D = 10,12 h	durée caractéristique de crue du BV	D = 10,12 h
GpD = 24,0 mm/ug	gradex des pluies de durée D centrées	GpD = 24,0 mm/ug
Qi10 = 70,9 m³/s	débit de pointe décennal (débit seuil)	Gqi = 9,9 m³/s 19,4 m³/s
K = 3	rapport Q _{pointe} / Q _{moyen} sur la durée D	Qi10 = 59,1 m³/s
(K _{Fuller} = 1,89)	coefficient de forme indicatif	K = 3
GQD = 24,4 m³/s	gradex des débits moyens sur la durée D	Qi20 = 76,3 m³/s
Qi20 = 116,2 m³/s	débit de pointe vicennal	Qi50 = 112,0 m³/s
Qi50 = 184,2 m³/s	débit de pointe cinquantennal	Qi100 = 148,3 m³/s
Qi100 = 242,7 m³/s	débit de pointe centennal	

méthode rationnelle	
S = 37,00 km²	surface du BV
Cr = 0,60	coefficient de ruissellement de pointe
i _{D20} = 27,0 mm/h	intensité de la pluie vicennale de durée D
i _{D50} = 32,0 mm/h	intensité de la pluie cinquantennale de durée D
i _{D100} = 36,0 mm/h	intensité de la pluie centennale de durée D
Qi20 = 166,5 m³/s	débit de pointe vicennal
Qi50 = 197,3 m³/s	débit de pointe cinquantennal
Qi100 = 222,0 m³/s	débit de pointe centennal

Le débit centennal du Torrent de la Tinée est compris entre 150 et 240 m³/s.

III- le torrent de Gialorgues

Les données disponibles sur le Torrent de Gialorgues

S =	26,00 km²	surface
L =	15,000 km	longueur du chemin hydraulique le plus long
Ip =	0,060 m/m	pente pondérée
Ph =	2880,00 m	altitude du point haut du bassin versant
Pb =	1300,00 m	altitude du point bas du bassin versant (exutoire)

Calcul de la Durée de Crue : méthode de SOCOSE (Bassin Versant à Forte Pente)

D = 7.58 h

1 - Calcul du Débit Décennal

Méthode Rationnel

$$Q_{10} = k \cdot Cr \cdot iD^{10} \cdot S \quad (k = 1/3.6)$$

Pour Cr = 0.25

$$Q_{10} = 41,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour Cr = 0.3

$$Q_{10} = 49,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit décennal du torrent du Gialorgues est compris entre 40 et 50 m³/s à la confluence avec la Tinée.

2 - Calcul du Débit Centennal

méthode du gradex brutal	
S = 26,00 km²	surface du BV
D = 7,58 h	durée caractéristique de crue du BV
GpD = 24,0 mm/ug	gradex des pluies de durée D centrées
Qi10 = 49,8 m³/s	débit de pointe décennal (débit seuil)
K = 3	rapport Q _{pointe} / Q _{moyen} sur la durée D
(K _{Fuller} = 2,00)	coefficient de forme indicatif
GQD = 22,9 m ³ /s	gradex des débits moyens sur la durée D
Qi20 = 92,3 m³/s	débit de pointe vicennal
Qi50 = 156,1 m³/s	débit de pointe cinquantennal
Qi100 = 211,0 m³/s	débit de pointe centennal

méthode du gradex progressif
S = 26,00 km²
D = 7,58 h
GpD = 24,0 mm/ug
Gqi = 14,4 m³/s
Qi10 = 41,5 m³/s
K = 3
Qi20 = 54,6 m³/s
Qi50 = 83,3 m³/s
Qi100 = 114,3 m³/s

Le débit centennal du torrent du Gialorgues est compris entre **110 et 210 m³/s** à la confluence avec la Tinée.

IV- le torrent de Sestrière

Les données disponibles sur le Torrent de Sestrière

S =	16.5 km²	Surface																		
L =	8 km	longueur du chemin hydraulique le plus long																		
Ip =	0,070 m/m	pente pondérée																		
Ph =	2859,00 m	altitude du point haut du bassin versant																		
<table><tr><th colspan="2">méthode rationnelle</th></tr><tr><td>S = 26,00 km²</td><td>surface du BV</td></tr><tr><td>Cr = 0,60</td><td>coefficient de ruissellement de pointe</td></tr><tr><td>i_{D 20} = 27,0 mm/h</td><td>intensité de la pluie vicennale de durée D</td></tr><tr><td>i_{D 50} = 32,0 mm/h</td><td>intensité de la pluie cinquantennale de durée D</td></tr><tr><td>i_{D 100} = 36,0 mm/h</td><td>intensité de la pluie centennale de durée D</td></tr><tr><td>Qi20 = 117,0 m3/s</td><td>débit de pointe vicennal</td></tr><tr><td>Qi50 = 138,7 m3/s</td><td>débit de pointe cinquantennal</td></tr><tr><td>Qi100 = 156,0 m3/s</td><td>débit de pointe centennal</td></tr></table>			méthode rationnelle		S = 26,00 km²	surface du BV	Cr = 0,60	coefficient de ruissellement de pointe	i _{D 20} = 27,0 mm/h	intensité de la pluie vicennale de durée D	i _{D 50} = 32,0 mm/h	intensité de la pluie cinquantennale de durée D	i _{D 100} = 36,0 mm/h	intensité de la pluie centennale de durée D	Qi20 = 117,0 m3/s	débit de pointe vicennal	Qi50 = 138,7 m3/s	débit de pointe cinquantennal	Qi100 = 156,0 m3/s	débit de pointe centennal
méthode rationnelle																				
S = 26,00 km²	surface du BV																			
Cr = 0,60	coefficient de ruissellement de pointe																			
i _{D 20} = 27,0 mm/h	intensité de la pluie vicennale de durée D																			
i _{D 50} = 32,0 mm/h	intensité de la pluie cinquantennale de durée D																			
i _{D 100} = 36,0 mm/h	intensité de la pluie centennale de durée D																			
Qi20 = 117,0 m3/s	débit de pointe vicennal																			
Qi50 = 138,7 m3/s	débit de pointe cinquantennal																			
Qi100 = 156,0 m3/s	débit de pointe centennal																			
Pb =	1480,00 m	altitude du point bas du bassin versant (exutoire)																		

Calcul de la Durée de Crue : méthode de SOCOSE (Bassin Versant à Forte Pente)

$$D = 6.77 \text{ h}$$

1.Calcul du Débit Décennal

Méthode Rationnel

$$Q_{10} = k \cdot Cr \cdot i_{D10} \cdot S \quad (k = 1/3.6)$$

Pour Cr = 0.25

$$Q_{10} = 26,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour Cr = 0.3

$$Q_{10} = 32 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit décennal du torrent de Sestrière est compris entre **25 et 35 m³/s** à la confluence avec le torrent du Gialorgues.

2.Calcul du Débit Centennal

méthode du gradex brutal		méthode du gradex progressif
S = 16,50 km²	surface du BV	S = 16,50 km²
D = 6,77 h	durée caractéristique de crue du BV	D = 6,77 h
GpD = 24,0 mm/ug	gradex des pluies de durée D centrées	GpD = 24,0 mm/ug
Qi10 = 32,0 m3/s	débit de pointe décennal (débit seuil)	Gqi = 9,9 m3/s
K = 3	rapport Q _{pointe} / Q _{moyen} sur la durée D	Qi10 = 26,4 m3/s
(K _{Fuller} = 2,16)	coefficient de forme indicatif	K = 3
GQD = 16,2 m3/s	gradex des débits moyens sur la durée D	Qi20 = 35,4 m3/s
Qi20 = 62,2 m3/s	débit de pointe vicennal	Qi50 = 55,4 m3/s
Qi50 = 107,6 m3/s	débit de pointe cinquantennal	Qi100 = 77,1 m3/s
Qi100 = 146,5 m3/s	débit de pointe centennal	

Le débit centennal du torrent de Sestrière est compris entre 75 et 150 m³/s à la confluence avec le torrent de Gialorgues.

V- le torrent du Salso Moreno

Les données disponibles sur le Torrent du Salso Moreno

S =	12 km²	Surface
L =	6.2 km	longueur du chemin hydraulique le plus long
Ip =	0,060 m/m	pente pondérée
Ph =	2868,00 m	altitude du point haut du bassin versant
Pb =	1637,00 m	altitude du point bas du bassin versant (exutoire)

Calcul de la Durée de Crue : méthode de SCS Bassin Versant rapide

D = 1.76 h

1.Calcul du Débit Décennal

Méthode Rationnel

$$Q_{10} = k \cdot C_r \cdot i_D \cdot 10 \cdot S$$

$$(k = 1/3.6)$$

Pour $C_r = 0.25$

$$Q_{10} = 19.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour $C_r = 0.3$

$$Q_{10} = 30.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit décennal du torrent Salso Moreno est compris entre 20 et 30 m³/s

2.Calcul du Débit Centennal

méthode du gradex progressif	
S = 13,00 km ²	surface du BV
D = 1,76 h	durée caractéristique de crue du BV
GpD = 24,0 mm/ug	gradex des pluies de durée D centrées
Gqi = 7,6 m3/s	gradex des débits de pointe : T<10 ans
Qi10 = 30,7 m3/s	débit de pointe décennal (débit seuil)
K = 3	rapport $Q_{\text{pointe}} / Q_{\text{moyen}}$ sur la durée D
(K _{Fuller} = 2,26)	coefficient de forme indicatif
GQD = 49,2 m3/s	gradex des débits moyens sur D : T>10 ans
GQi = 147,7 m3/s	gradex des débits de pointe : T>10 ans
Qi20 = 38,1 m3/s	débit de pointe vicennal
Qi50 = 58,3 m3/s	débit de pointe cinquantennal
Qi100 = 86,9 m3/s	débit de pointe centennal

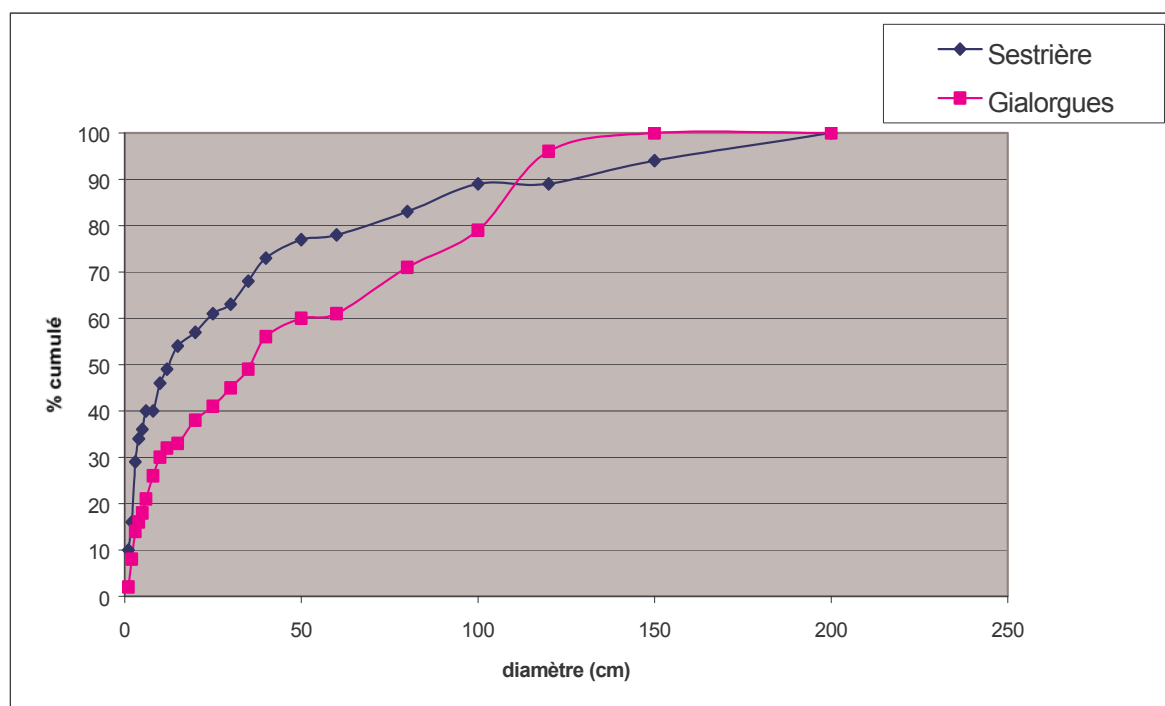
Le débit décennal du torrent du Salso Moréno est compris entre 70 et 90 m³/s.

ANNEXE 1.2 : transport solide**Granulométrie, méthode et résultats.**

L'analyse granulométrique en rivière ou en torrent s'effectue de la manière suivante : Il s'agit d'une granulométrie de surface (non pas volumique) qui se réalise grâce à un décimètre. Sur le terrain l'échantillonnage est linéique, il peut se réaliser le long d'une ligne brisée, en zig-zag. Le pas d'espace entre les mesures correspond au d_{90} , c'est à dire approximativement « un peu plus que la moitié du d_{max} ». Ainsi en considérant un $d_{90} = 30$ cm, et qu'il faut 100 mesures pour que l'analyse soit représentative, il faudra réaliser 100 mesures sur 30 m (une tous les 30 cm). A l'aplomb d'une graduation, il faut mesurer le diamètre du galet ou du bloc, sachant que ceux dont le diamètre est inférieur à 1 cm sont considérés comme des fines. Un galet de 4.2 cm de diamètre sera compté une fois dans la classe 4 – 5. Remarque, un bloc d'un mètre de diamètre se trouvera sous plusieurs graduations et sera donc compté plusieurs fois (il aura donc un poids plus important et se rapproche de la méthode par tamis).

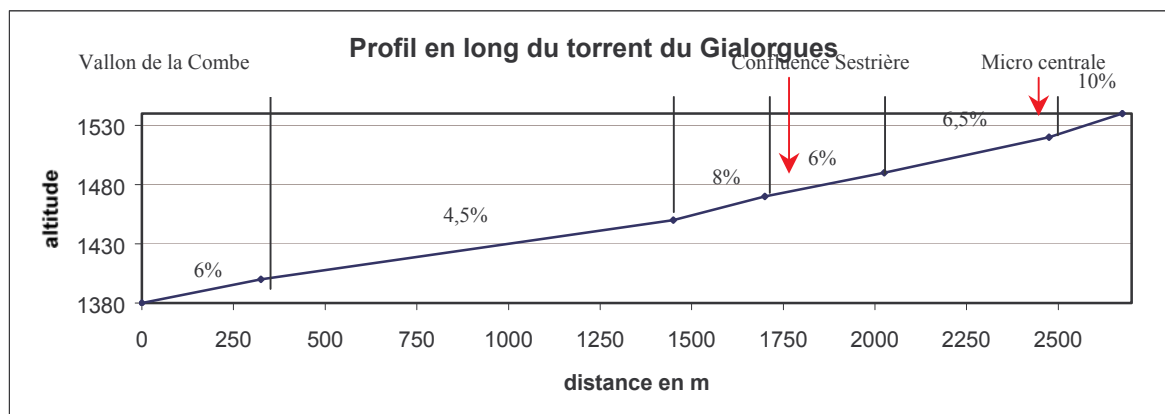
La fréquence sera ensuite déterminée en comptant le nombre d'individu par classe

Enfin on tracera le graphique du % passant cumulé en fonction du diamètre (en cm). A partir de celui-ci pourront être déterminées les valeurs caractéristiques de d_{30} , d_{50} , d_{90} et d_{moy} .



Localisation	d ₃₀ (cm)	d ₅₀	d _{moy}	d ₉₀	Pente
Gialorgues	10	35	54.02	126	6% (bief amont de la confluence)
Sestrière	3	13	40.91	114	7% (bief amont de la confluence)

1. Capacité de transport du torrent de Gialorgues



- Détermination des capacités maximales de transport du Gialorgues à l'aide de la **formule simplifiée de Meunier** :

Au niveau de la confluence avec le torrent de Sestrière : en considérant une pente (I) de 6 % sur le bief précédent la confluence, le débit solide centennal apparent peut être estimé à :

$$\begin{aligned} Q_{s\ 100} &= Q_{L\ 100} \times 8,2 \times I^2 \\ &= 135 \times 8,2 \times 0,06^2 \\ &= 4 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

En considérant une durée de crue moyenne de 7.5 heures, pour une forme d'hydrogramme triangulaire, la capacité maximale de matériaux pouvant être transportés lors d'une crue centennale du torrent de Gialorgues est de l'ordre de **55 000 m³**.

- Détermination dans une feuille de calcul des capacités maximales de transport du torrent de Gialorgues à l'aide de la **formule de Lefort** :

Formule de Lefort (1991)	
I = 6,00%	
d ₃₀ = 0,100 m	
d ₉₀ = 1,260 m	
d _m = 0,540 m	
Q = 135,00 m ³ /s	
s = ρ _s / ρ = 2,65	
g = 9,81 m/s ²	
Q ₀ = 72,0175 m ³ /s	
Q _s /Q = 0,01381	
Q _s = 1,41 m ³ /s	

pente (%)

30% en poids des particules ont un diamètre inférieur à d₃₀

90% en poids des particules ont un diamètre inférieur à d₉₀

diamètre moyen des particules (m)

débit liquide (m³/s)

densité du sédiment

débit liquide critique (m³/s)

$$Q_0 = 0,0776 \cdot (s-1)^{8/3} \cdot g^{1/2} \cdot d_m^{2,5} \cdot I^{-13/6} \cdot (1-1,2 \cdot I)^{8/3}$$

$$Q_s/Q = 4,45 \cdot (d_{90}/d_{30})^{0,2} \cdot I^{1,5} / (s-1 \cdot [1 - (Q_0/Q)^{0,375}])$$

Conditions

expérimentales :

Essais de Sogreah + Essais de Smart et Jaeggi +

dont essais non contraints latéralement

3,0% < I < 9,0%

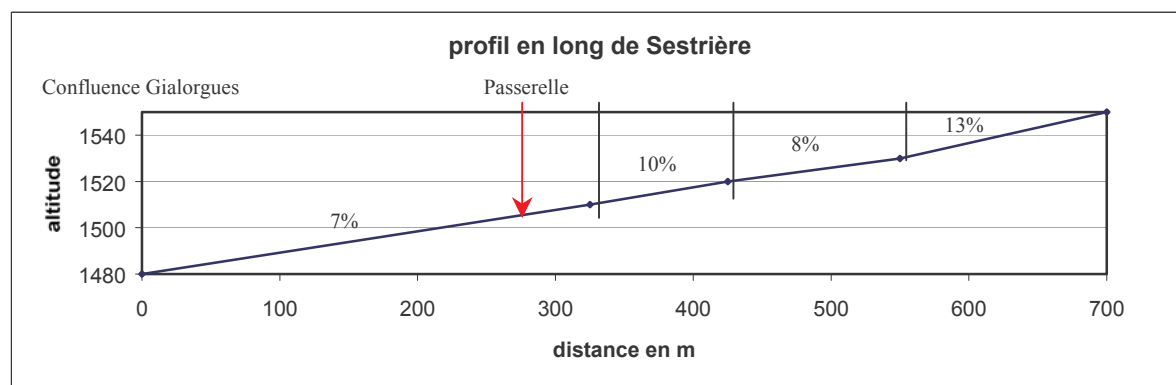
90% des données de calage entre 1/2 et 2 fois la valeur calculée

|

Soit un volume de matériaux en crue centennale de **20 000 m³**.

Au vu des résultats obtenus à l'aide de ces deux méthodes la capacité maximale de matériaux pouvant être transportés par le torrent de Gialorgues lors d'une crue centennale serait de l'ordre de **38 000 m³** sachant que les stocks disponibles dans ce bassin versant sont importants.

2. Capacité de transport du torrent de Sestrière



- Détermination des capacités maximales de transport du torrent de Sestrière à l'aide de **la formule simplifiée de Meunier** :

Au niveau de la confluence avec le torrent de Sestrière : en considérant une pente de 7 %, le débit solide centennal apparent peut être estimé à :

$$\begin{aligned}
 Q_{S\ 100} &= Q_{L\ 100} \times 8,2 \times I^2 \\
 &= 95 \times 8,2 \times 0,07^2 \\
 &= \mathbf{3.8\ m^3/s}
 \end{aligned}$$

En considérant une durée de crue moyenne de 7 heures, pour une forme d'hydrogramme triangulaire, la capacité maximale de matériaux pouvant être transportés lors d'une crue centennale du torrent de Sestrière est de l'ordre de **47 500 m³**.

- Détermination dans une feuille de calcul des capacités maximales de transport du torrent de Sestrière à l'aide de la **formule de Lefort** :

Formule de Lefort (1991)	
$I = 7,00\%$	
$d_{30} = 0,030 \text{ m}$	
$d_{90} = 1,140 \text{ m}$	
$d_m = 0,409 \text{ m}$	
$Q = 95,00 \text{ m}^3/\text{s}$	
$s = \rho_s / \rho = 2,65$	
$g = 9,81 \text{ m/s}^2$	
$Q_0 = 24,8678 \text{ m}^3/\text{s}$	
$Q_s/Q = 0,04084$	
$Q_s = 2,93 \text{ m}^3/\text{s}$	

pende (%)

30% en poids des particules ont un diamètre inférieur à d_{30}

90% en poids des particules ont un diamètre inférieur à d_{90}

diamètre moyen des particules (m)

débit liquide (m^3/s)

densité du sédiment

débit liquide critique (m^3/s)

$$Q_0 = 0,0776 \cdot (s-1)^{8/3} \cdot g^{1/2} \cdot d_m^{2,5} \cdot I^{-13/6} \cdot (1-1,2 \cdot I)^{8/3}$$

$$Q_s/Q = 4,45 \cdot (d_{90}/d_{30})^{0,2} \cdot I^{1,5} / (s-1) \cdot [1 - (Q_0/Q)^{0,375}]$$

Conditions

expérimentales :

Essais de Sogreah + Essais de Smart et Jaeggi +

dont essais non contraints latéralement

$$3,0\% < I < 9,0\%$$

90% des données de calage entre 1/2 et 2 fois la valeur calculée

Soit un volume de matériaux en crue centennale de **37 500 m³**.

Au vu des résultats obtenus à l'aide de ces deux méthodes le volume de matériaux maximal fourni par le torrent de Sestrière lors d'une crue centennale serait de l'ordre de **42 500 m³**.

ANNEXE 1.3



Torrent de Sestrière
au niveau du Village
- Cliché RTM ,
septembre 1906

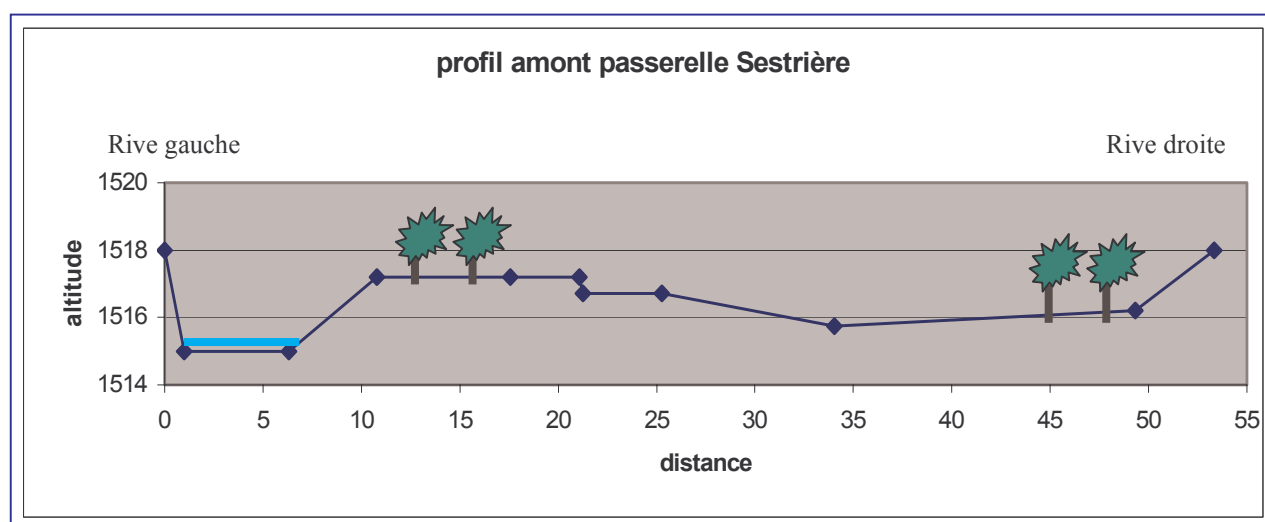
ANNEXE 1.4 : Profil en travers et hauteur d'eau maximum

Plusieurs profils ont été réalisés en mai 2003 par le service RTM-06 sur le torrent de Gialorgues entre la micro centrale et le village, et sur le torrent de Sestrière à la hauteur du village. Des dimensions sur les ouvrages de franchissement ont également été prises. A partir de ces données, des calculs de modélisation hydraulique ont été effectués à l'aide du logiciel CANAL9. Ces calculs ont pour but d'estimer des capacités d'écoulement de sections du lit des deux torrents concernés et d'appréhender les hauteurs d'eau maximales en cas de crue centennale. Il convient néanmoins de préciser que ces calculs se font en eaux claires et par conséquent ils ne prennent pas en compte le transport solide.

Torrent de Sestrière

EN AMONT DE LA PASSERELLE

La largeur du lit mineur est de 5,30 m. Des débordements en rive gauche sont à prévoir en cas de crue.



↳ **Calcul du débit maximum que le chenal peut laisser passer avant débordement en rive droite.**

Pour une hauteur de 2.25 m correspondant à la hauteur entre le fond du lit mineur et le haut du talus, on obtient un débit de 70m³/s.

En cas de crue centennale, le torrent va emprunter le chenal en rive droite. Sachant que le chenal du lit mineur ne peut contenir qu'un débit de 70 m³/s environ, des débordements pourront survenir avant d'atteindre celui-ci en cas d'érosion de berge.

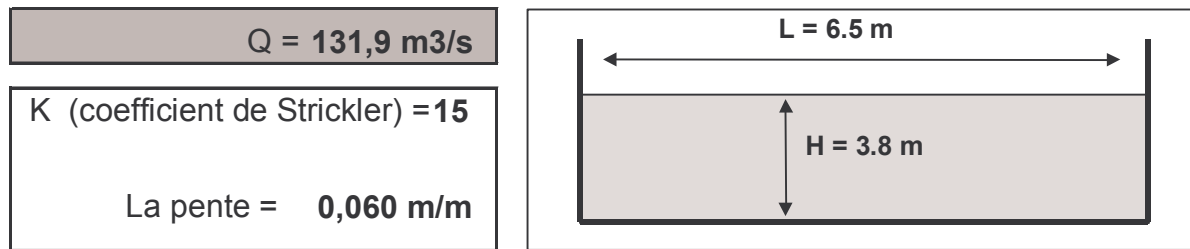
LA PASSERELLE

- Les données disponibles :

Largeur du lit sous la passerelle : 6,50 m

Hauteur entre le lit et le tablier : 3.8 m de chaque côté et 4 m au centre.

Pente de 6 % environ sous la passerelle.



D'après les calculs réalisés par la formule de Manning Strickler, la passerelle a été conçue pour résister à des crues en eau claire inférieures à **$130 \text{ m}^3/\text{s}$** . En prenant en compte le transport solide, le lit du torrent va se rehausser. Elle ne résistera pas à des crues centennales

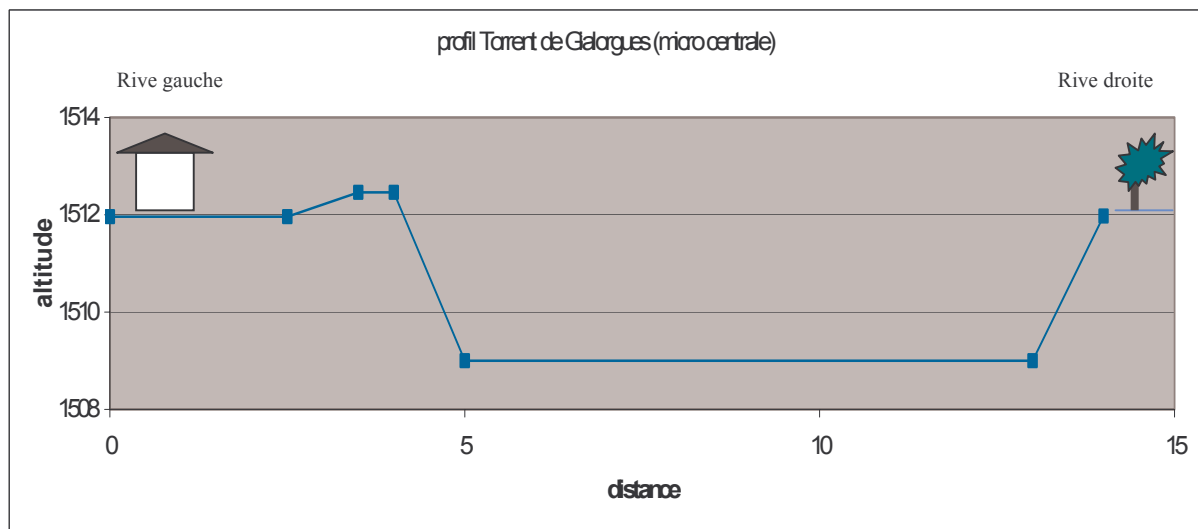
Torrent de Gialorgues

AU NIVEAU DE LA MICRO CENTRALE

- Données disponibles :

Largeur du chenal : 8 m

Hauteur de la digue 3,50 m



↳ Calcul du débit maximum que le chenal peut laisser passer avant débordement en rive droite.

Pour une hauteur de 2.8 m correspondant à la hauteur entre le fond du lit mineur et le haut du talus en rive droite, on obtient un débit de $140 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si on considère le transport solide et l'érosion des berges, des débordements peuvent avoir lieu en rive droite, avant d'atteindre $140 \text{ m}^3/\text{s}$.

↳ **Calcul du débit maximum que le chenal peut laisser passer avant débordement en rive gauche.**

Pour une hauteur de 3,40 m correspondant à la hauteur entre le fond du lit mineur et le haut de la digue en rive gauche, on obtient un débit de 185 m³/s environ.

Si on considère le transport solide et l'érosion de berge, des débordements peuvent avoir lieu en rive gauche, avant d'atteindre 185 m³/s. Ainsi, le torrent déborde sur les terrains en rive gauche et inonde la micro centrale et le chalet.

Modélisation des écoulements avalancheux sur le versant de Piouette

Calculs par la Méthode de Saint Venan

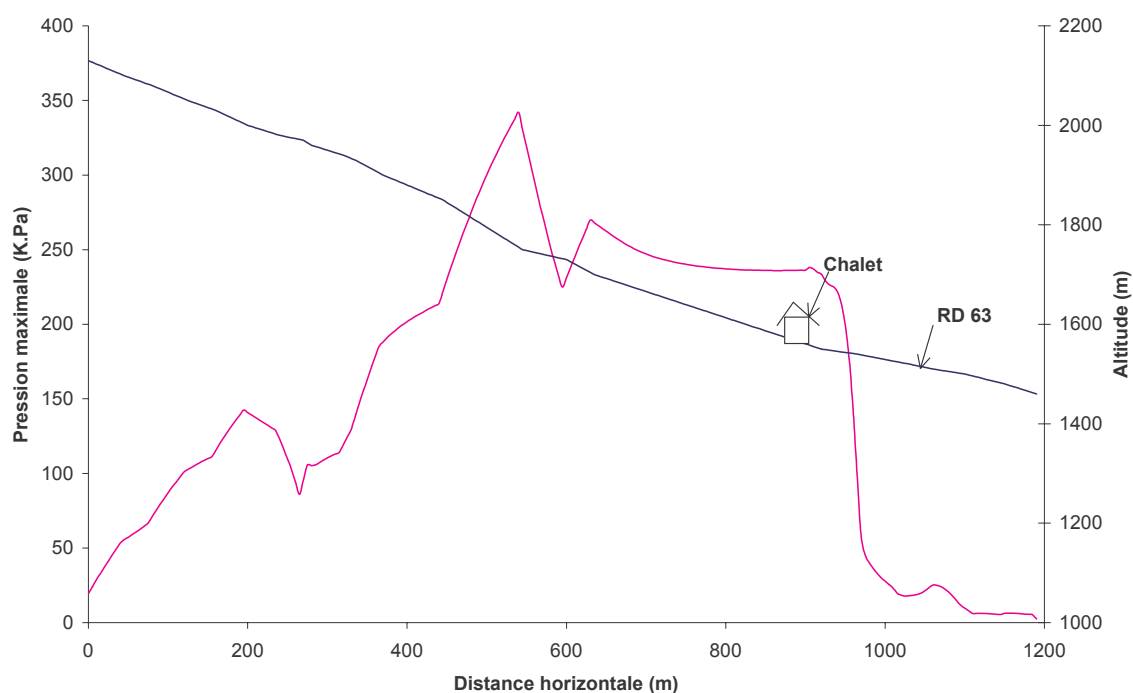
Cette méthode permet le calcul de la hauteur, des vitesses et de la pression des avalanches sur un profil en deux dimensions.

Plusieurs simulations ont été réalisées en faisant varier les différents paramètres. Le résultat le plus représentatif est présenté ci-dessous.

Les conclusions de cette modélisation indiquent que quelle que soit la hauteur de neige dans la zone de départ, les différences de pression ne sont pas significatives dans la zone d'arrêt. Par ailleurs, le seul coefficient influençant fortement les résultats correspond au coefficient de frottement sec turbulent (μ). Les essais de variations de ce coefficient sur une plage de valeurs comprise à $\pm 30\%$ de la valeur retenue indiquent que la pression de l'avalanche reste très élevée à l'aval de la route (la pression indiquée dans le graphique est la pression sur le front d'écoulement ; elle reste inférieure de moitié à la pression d'impact).

500	Durée maximale estimée de l'avalanche en (s)
0	Position du début de la zone de départ par rapport à l'origine en (m)
100	Longueur horizontale de la zone de départ en (m)
300	Masse volumique de la neige mobilisée en (kg/m ³) généralement comprise entre 100 et 500.
2	Hauteur de neige dans la zone de départ (en m)
0,8	Hauteur de neige mobilisable (reprise) le long du couloir (en m)
0,3	Coefficient de frottement sec μ généralement compris entre 0.1 et 0.6
1000	Coefficient de frottement turbulent ξ généralement compris entre 500 et 2000
0,01	Pas de temps de simulation en (s) généralement de l'ordre de 0.01 s
20	Nombre d'enregistrements intermédiaires (entre 1 et 20)

Tableau : Valeurs retenues pour le modèle



Graphique : Valeur de pression sur le front de l'avalanche (en rose) ; profil en long du versant (en bleu)

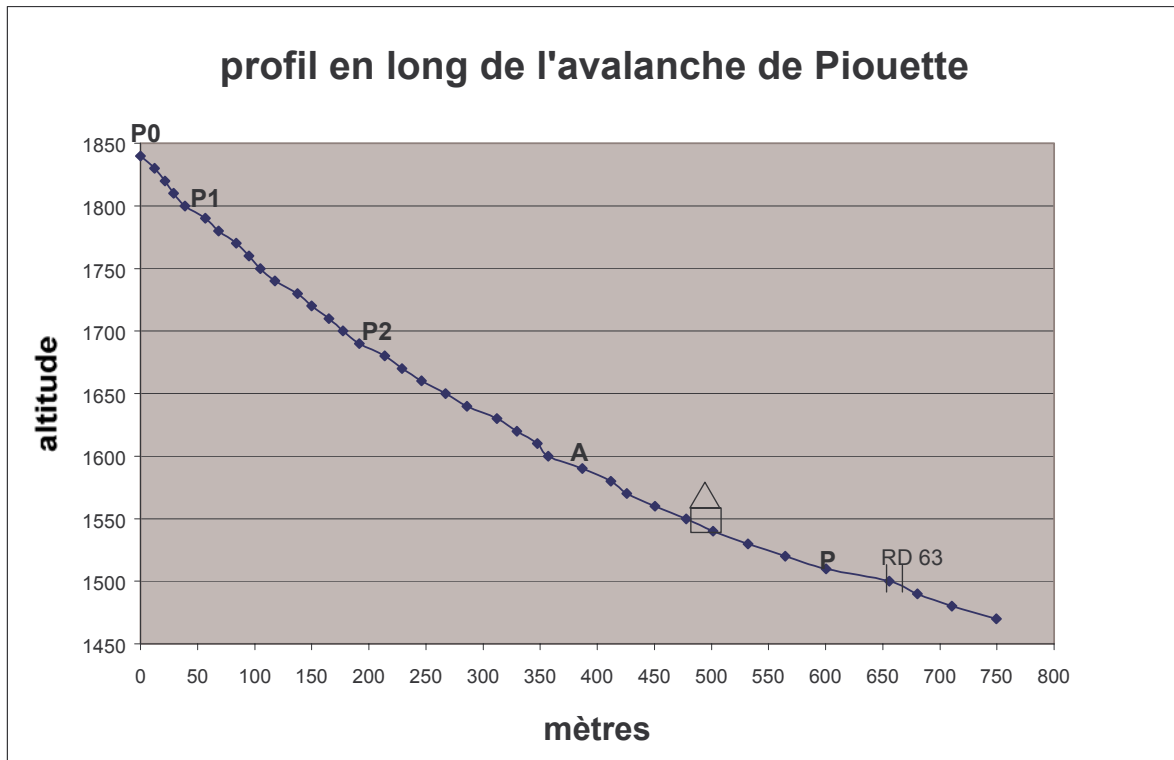
Calculs par la Méthode Voellmy (directives suisses)

La méthode suisse présentée ci-dessous est une aide à l'élaboration des cartes de localisation du risque avalanche.

Différents paramètres ont été utilisés :

- valeur pour $\xi = 1000$: pente uniforme, faible rugosité, faible canalisation (la largeur est supérieure à dix fois la hauteur)
- valeur pour $\mu = 0.30$: avalanche de neige mouillée de toute grandeur et à toute altitude.

Epaisseur moyenne de neige en mouvement = 1.5 et 2.2 m (correspond aux chutes de neige exceptionnelles de janvier 1994)



Calcul Voellmy selon directive Suisse de 1990

Avalanche de **versant + chenalisation**

Auteur **N. Caudard**

Piouette (Saint Dalmas le Sauvage)

Date : #####

Données :

Zone de départ

surface du BV(en ha)	4,5
Epaisseur h1	1,5
moyenne de h2	2,2
neige mise en mouvement (m)	

Volume de neige h1	6750
h2	9900

paramètre μ 0,30

ξ 1000

Zone d'écoulement

L	100	I	30	ξ	1 000
d1		d2	2,78		3,59

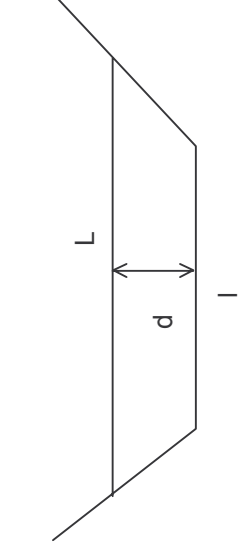
F1 section mouillée 180,7 F2 section mouillée 233,4

U1 100,22 U2 100,37
R1=F1/U1 R2=F2/U2 2,32

vitesse (m/s) 18,43 vitesse (m/s) 20,92

Q1 (m3/s) 3 330 Q2 (m3/s) 4 883
(à contrôler avec Q zone départ) (à contrôler avec Q zone départ)

profil en travers du chenal



Zone d'arrêt

ξ 1 000

Zone	Point du profil	Altitude (m)	Distance horizontale du tronçon	Longueur curviligne cumulée	Longueur tronçon	Pente (°)	Pente (%)	Vitesse (m/s)	Epaiss. (m)	Débit m3/s	Vitesse (m/s)	Epaiss. (m)	Débit m3/s
Zone de départ	P0	1840	0	0	0				1,5			2,2	
	P1	1800	39	39	56	45,7	102,6	27,6	1,5	3331	33,4	2,2	4885
	P2	1690	153	192	188	35,8	72,1						
Zone d'arrêt	A	1590	196	387	220	27,1	51,2	18,4	2,8		20,9	3,6	
	point Paval	1510	214	601	228	20,5	37,5	13,2	2,5		15,0	3,2	
		1470	149	750	154	15,0	26,8						
Dépôt	L'avalanche est considérée de versant à l'aval du point P, sans diffusion latérale		Longueur d'arrêt brute maximale (Xu en m)		Longueur d'arrêt max. corrigée (Xu en m)		Hauteur de neige moyenne (en m)		Distance théorique de la limite 30kPa (en m) à partir du point P		Distance théorique de la limite 30kPa (en m) à partir du point P		
	Largeur de l'avalanche		h1		h2		h1		h2		h1		106
			h1		h2		h1		h2		h1		97

Conclusion: Modélisation basée sur les conditions d'enneigement de janvier 1994. Les calculs montrent que cet écoulement atteint le torrent de Gialorgues, par conséquent la maison sera endommagée, et les jardins subiront des pressions supérieures a 30 Kpa.