

Plan d'exposition  
aux risques naturels  
prévisibles

Rapport  
de présentation

# sommaire

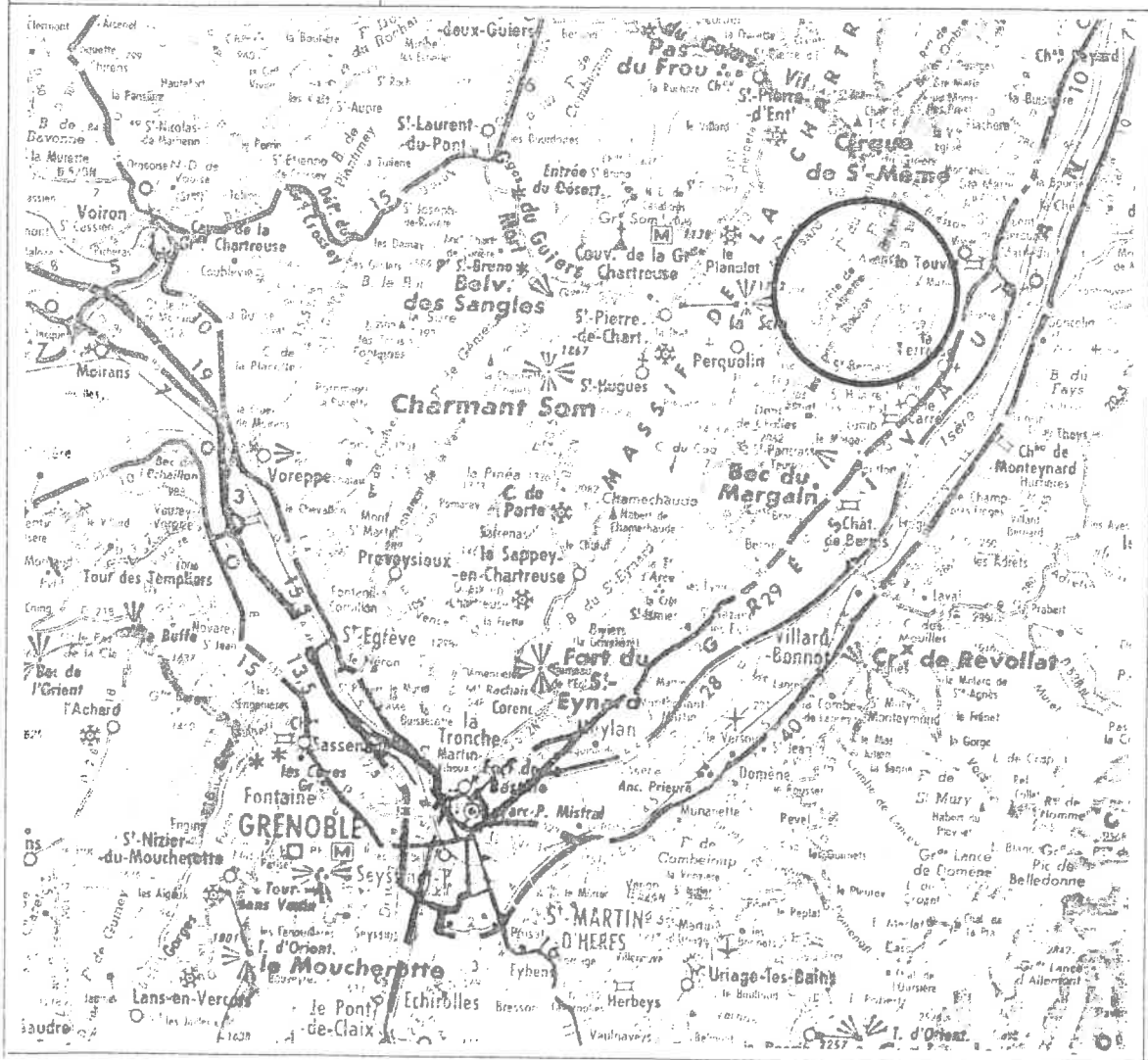
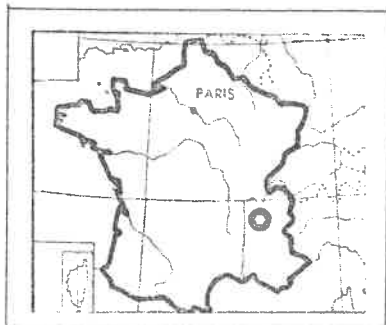
---

1. Cadre géographique .....	3
2. Géologie - Morphologie .....	5
3. Hydrologie .....	7
4. Occupation du sol .....	9
5. La forêt .....	11

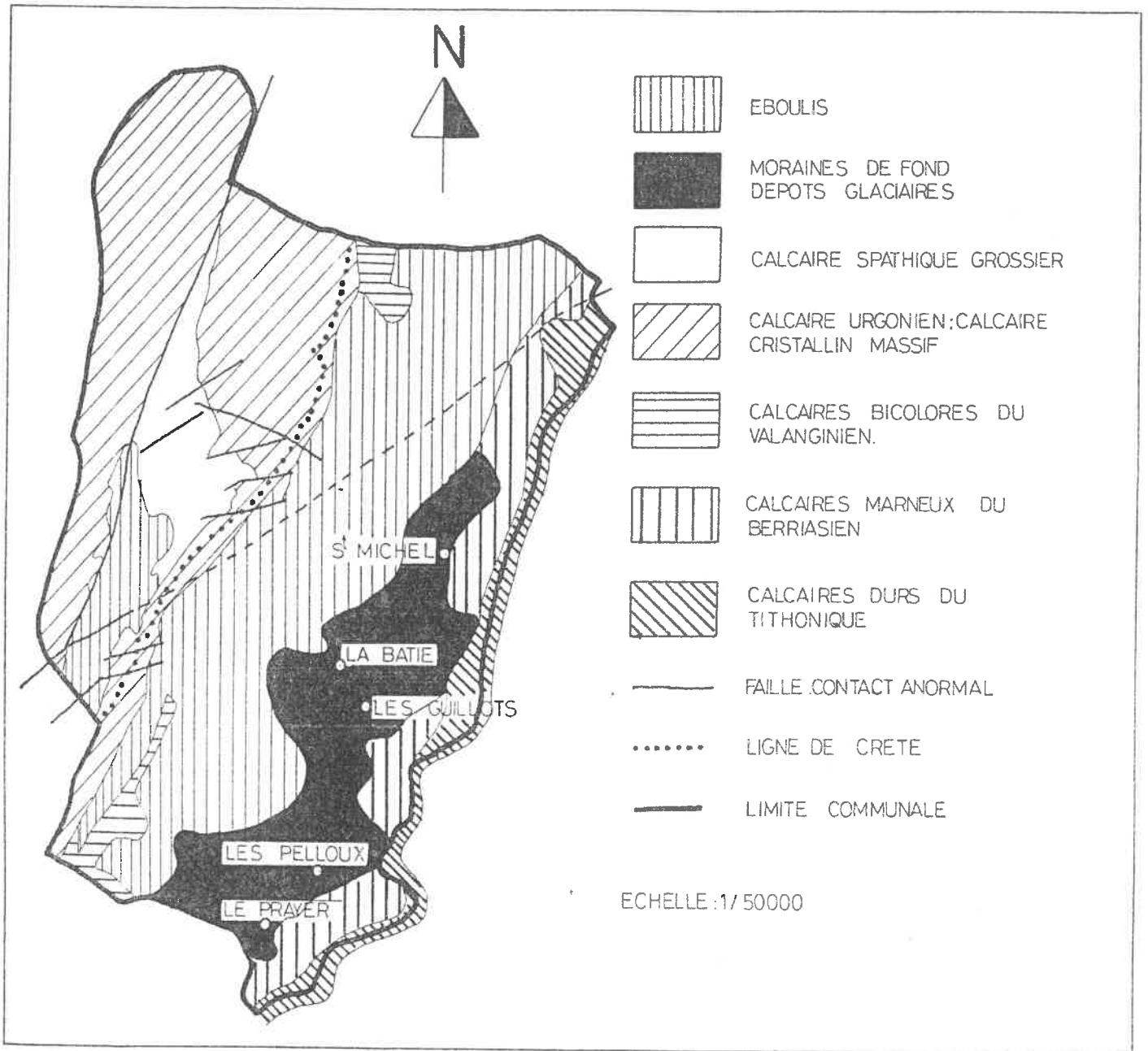
## LES RISQUES NATURELS

1. Les avalanches .....	17
1.1. Sources de renseignement .....	17
1.2. Remarques générales .....	17
1.3. Localisation .....	19
1.4. Les différents régimes d'avalanches .....	21
1.5. Les conditions nivométéo .....	21
1.6. Le rôle de la forêt .....	23
1.7. Le mécanisme de déclenchement .....	23
1.8. Généralités sur les mesures de protection ..	25
1.9. Analyse secteur par secteur .....	31
1.9.1. La Perrière .....	31
1.9.2. Playères .....	33
1.9.3. Cray sud et Cray nord .....	35
1.9.4. Combe Barbose .....	37
1.9.5. Combe des Suifs .....	39
1.9.6. Les couloirs du Petit Tas .....	41
1.9.7. Les couloirs des Charassons .....	41
1.9.8. L'aulp du Seuil .....	41
1.9.9. Le passage de l'Aulp du Seuil .....	43
1.9.10. Grand Essart .....	43
1.9.11. Couloirs nord du Grand Essart .....	45
1.9.12. Bresson .....	45
2. Les chutes de blocs .....	49
2.1. Etat de la paroi rocheuse - fracturation ...	49
2.2. Mécanismes d'instabilité .....	51
2.3. Observations de terrain .....	53
2.4. Le rôle de la forêt .....	55
2.5. Les écroulements connus .....	57
2.5.1. Bloc de 1945 .....	57
2.5.2. Ecroulement du Bresson .....	57
2.5.3. Blocs des Playères .....	57
2.6. Les calculs .....	59
2.7. Action des secousses sismiques .....	61
2.8. Les mesures de protection .....	61
3. Les glissements de terrain .....	63
3.1. Sources de renseignement .....	63
3.2. Etude secteur par secteur .....	63
3.3. Techniques de prévention .....	67
4. Les crues torrentielles .....	71
4.1. Orientation .....	71
4.2. Altitudes .....	71
4.3. Géologie - Géomorphologie .....	71
4.4. Végétation .....	73
4.5. Hydrologie .....	73
4.6. Activité du torrent .....	75
4.7. Les ouvrages de correction torrentielle ...	77

PLANS DE LOCALISATION DE LA COMMUNE DE SAINT BERNARD DU TOUVET



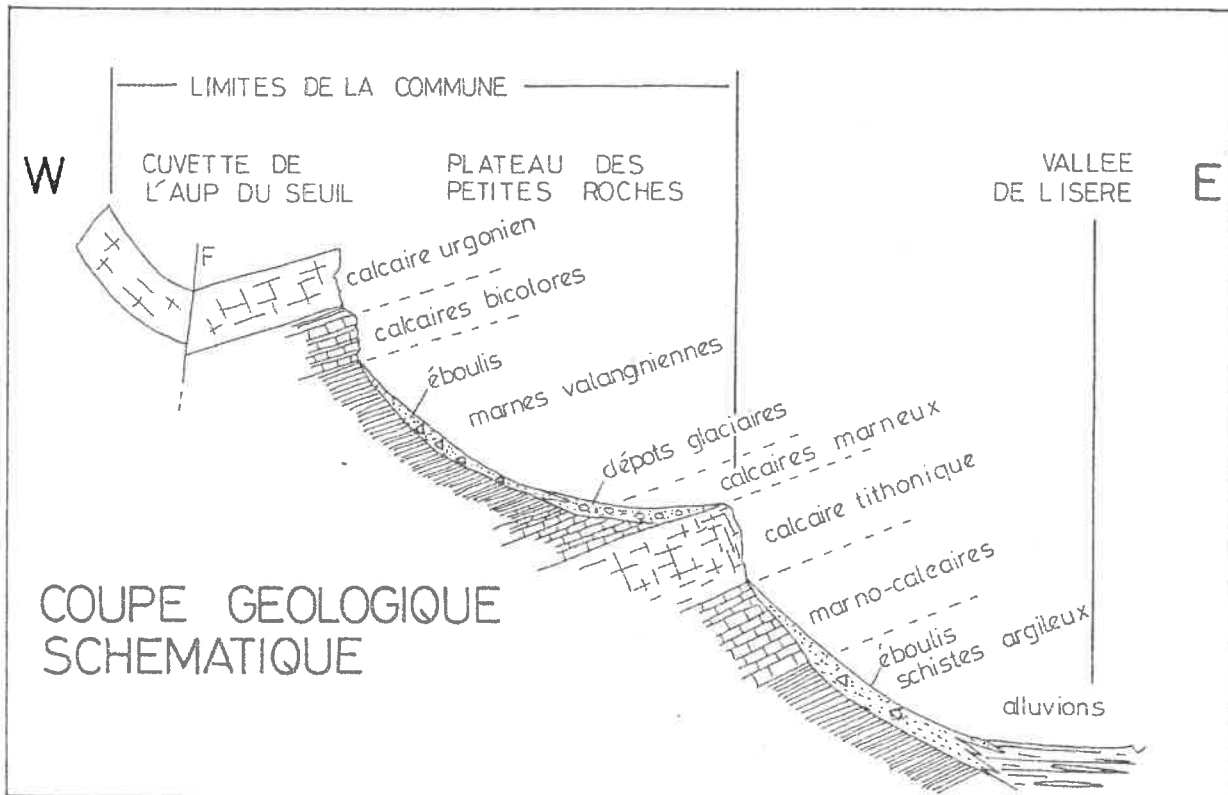




SCHEMA GEOLOGIQUE d'après les cartes géologiques Domène et Montmélian

## 2. GEOLOGIE - MORPHOLOGIE

La commune de Saint Bernard du Touvet comprend le rebord oriental du massif de la Chartreuse orienté est/sud-est appelé plateau des Petites Roches et une partie du plateau de la Chartreuse qui dessine une cuvette allongée nord-sud : l'Aup du Seuil.



Les calcaires urgoniens et tithoniques forment l'ossature et les traits morphologiques du secteur.

Ils présentent dans la cuvette de l'Aup du Seuil un axe synclinal orienté nord-sud et faillé, qui détermine deux volets : l'un à pendage vers l'est (Lances de Malissard), l'autre à pendage vers l'ouest qui dessine les crêtes dominant le plateau des Petites Roches.

Les pentes dominant Saint Bernard sont constituées de haut en bas par :

- Une falaise de calcaires urgoniens, massifs, blancs ou rosés, de 300 m de puissance entrecoupée de deux vires appelées sangles localement. Si, vue de la vallée du Grésivaudan, la paroi de calcaires apparaît homogène, elle présente en réalité de nombreux cirques et redans. Le plus important de ces cirques et le plus large constitue le passage de l'Aup du Seuil. D'autres sont beaucoup plus fermés à leur extrémité inférieure et constituent des demi-entonnoirs. La superposition de cette topographie en cirques sur la stratification du massif calcaire trace des cheminements qui permettent de franchir la barre calcaire ; ils peuvent être faciles comme le passage de l'Aup du Seuil, ou se révéler moins évidents et plus aériens : Pas de Mont Brun, Petit Tas, Pas de l'Echarasson, Ragris.

- Une vire de marnocalcaires de 20 m de puissance.

- Des calcaires bicolores en petits bancs d'aspect jaunâtre. Ils affleurent dans leur totalité au nord, dans le bassin versant du torrent du Bresson où ils forment des parois de 200 m de hauteur. Plus au sud, ils sont masqués par des terrains de couverture et ne forment que des barres rocheuses de 10 m de puissance (bassin versant du Bruyant au-dessus du Prayer).

- Une puissante formation marneuse avec des alternances de calcaires marneux jaunâtres, qui affleure jusqu'au rebord inférieur du plateau des Petites Roches.

Hormis la falaise de calcaires urgoniens, la quasi-totalité de ces terrains sont recouverts par des formations quaternaires constituées en partie supérieure (jusqu'à 1100 m environ) d'éboulis et d'anciens écroulements et en partie inférieure de dépôts glaciaires constitués par des moraines de nature argileuse.

La réalité est plus complexe que le schéma présenté ci-dessus et on trouve sur le terrain des imbrications des différentes formations quaternaires.

Ainsi, le démantèlement de la barre de calcaires urgoniens a donné lieu à des écroulements ou des chutes de blocs qui ont été véhiculés par les glaciers quaternaires et enchassés dans les moraines latérales. Ce sont les blocs parfois énormes (plusieurs mètres-cubes) que l'on trouve disséminés sur le plateau de Saint Bernard.

En bordure sud du bassin versant du torrent du Bresson affleure une formation constituée de gros blocs (environ 10 m<sup>3</sup>), témoignant d'un ancien écroulement, disposés sur une couche d'éboulis consolidés de 5 à 8 m d'épaisseur reposant sur les marnes valanginiennes.

### 3. HYDROLOGIE

Les calcaires urgoniens sont le siège de circulations karstiques importantes. Dans la cuvette de l'Aup du Seuil, un gouffre, le trou des flammes, est situé à proximité du Grand Curtil. Sa profondeur est de - 153 m et le fond est obstrué.

La cuvette de l'Aup du Seuil est drainée vers le nord et son exutoire constitue la source du Guiers Vif.

Les circulations qui échappent à ce drainage descendent dans les calcaires, émergent au contact des marnes valanginiennes imperméables et ont creusé les différentes combes sur Saint Bernard, du sud au nord :

- torrent du Bruyant capté (captage des Sangliers pour Saint Hilaire du Touvet),

- Combe Barbouse, captage de la Dhuy,

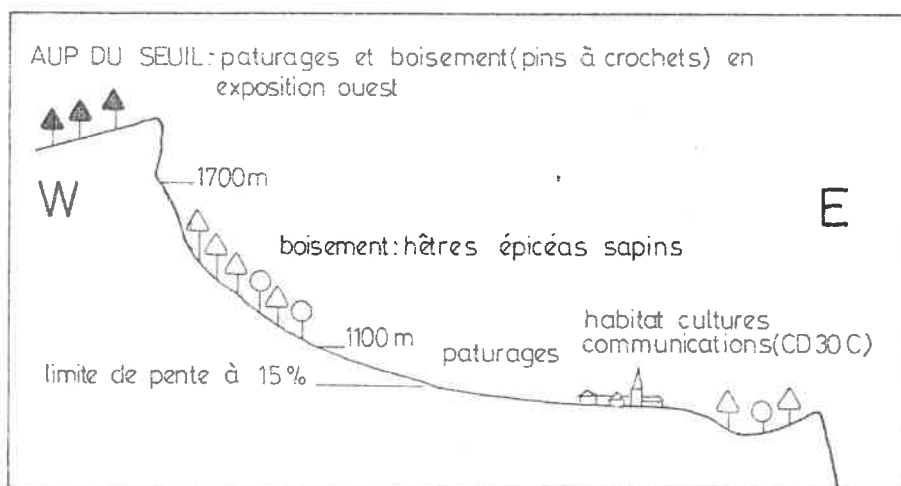
- Combe aux Suifs,
- captage de Chaume, situé au pied des barres calcaires. Un ancien écroulement a comblé un ancien talweg, modifiant ainsi les écoulements superficiels qui sont devenus souterrains.
- ruisseau de la Combe,
- les combes sous la crête du Haut du Seuil,
- le torrent de Bresson (branche Saint Bernard du Touvet).

Le torrent du Gresy qui débute au col Marcieu coule du nord vers le sud et son niveau de base est tel qu'il récolte les ruisseaux de la combe aux Suifs, de la combe des Fourques, de Combet. Ceux-ci, très chargés en carbonates, déposent des tufs parfois abondants. Les circulations souterraines et superficielles réapparaissent également en pied de versant formant parfois des zones mouilleuses (Sous Rajon, notamment) et se joignent au ruisseau.

De fait, on trouve de telles circulations d'eau en plein versant :

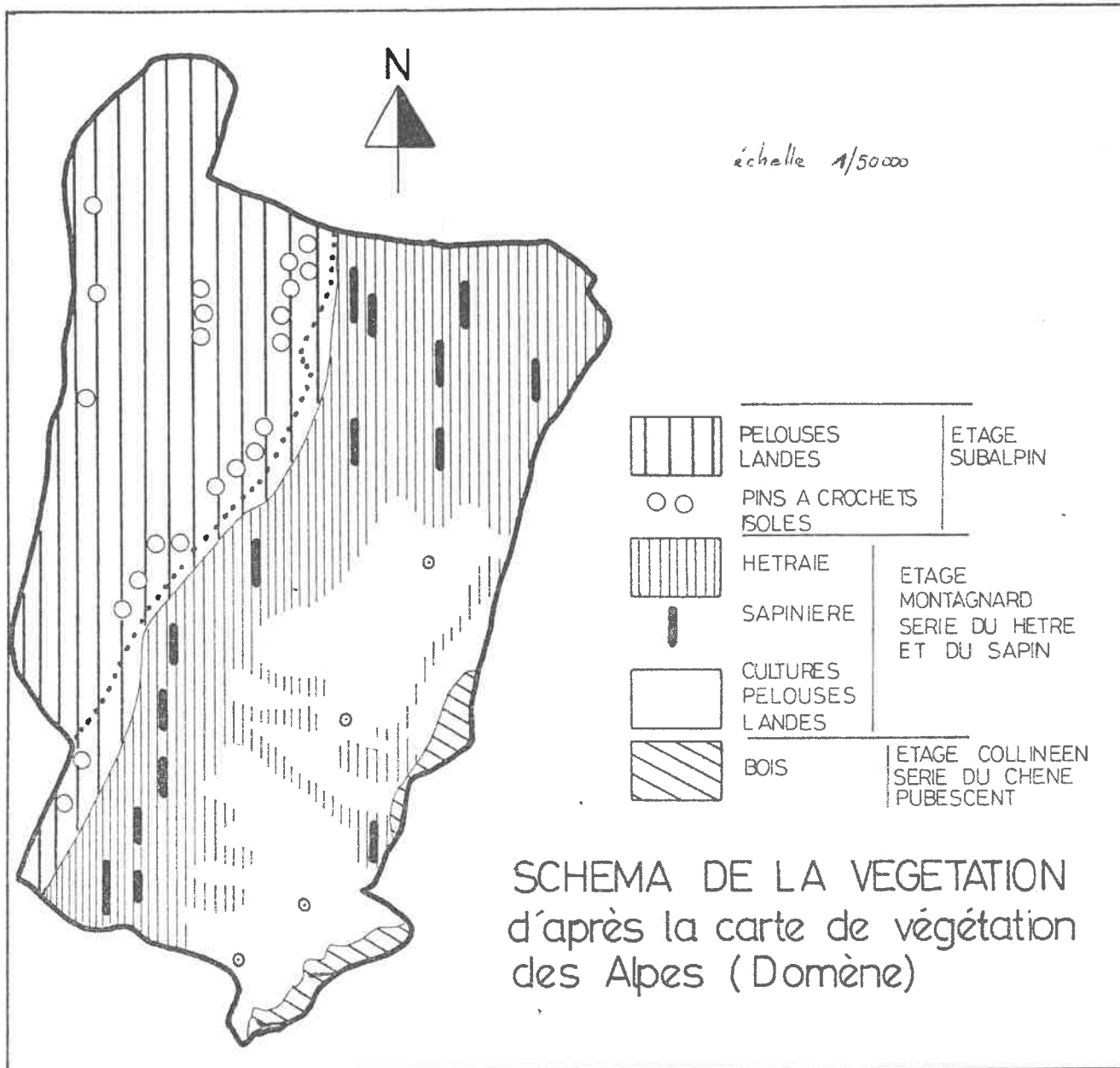
- Sous les Benois où des sources sont captées pour le SIE La Terrasse - Lumbin - Crolles.
- Au nord du col Marcieu : captage du Marquis.

#### 4. OCCUPATION DU SOL



Sur ce versant très bien exposé pour l'ensoleillement, l'occupation du sol se répartit suivant l'altitude et la pente du terrain.

- La cuvette de l'Aup du Seuil est vouée au pâturage. Un peuplement de pins à crochet en occupe le flanc est.



- De 1700 m (base de la falaise) à 1100 m environ, la pente est forte, de 35 à 40° : la forêt domine et monte par endroits jusqu'à la base de la paroi. Les peuplements sont constitués de hêtres, sapins, épicéas.

D'anciens alpages sont encore visibles : l'Alpette, Chaume.

- De 1100 m à 1000 m, les pâturages occupent les versants entre les combes.

- A partir de 1000 m environ, la pente s'adoucit (14° environ) et l'habitat se développe. Autrefois cantonné à plusieurs hameaux bien individualisés et resserrés, il tend à s'étirer le long du CD 30C, principale voie de communication du plateau entre Saint Hilaire et Sainte Marie du Mont. Les cultures s'associent à l'habitat sur les secteurs les moins pentus. Au nord, le col Marcieu (1030 m) s'urbanise en liaison avec une station de ski (un téléski, deux pistes, pistes de ski de fond sur la crête du Sans Bec).

- Plus bas, la pente plonge jusqu'à la falaise inférieure. Elle est occupée par des pâturages sur les zones les moins pentues et par des boisements dans les combes.

## 5. LA FORET

Elle se décompose en 300 ha de forêt communale, 776 ha de forêt particulière et 167 ha de forêt domaniale au nord de la commune.

Elle est composée en majeure partie de hêtres et épicéas avec quelques érables et sapins.

Les principaux risques naturels qui affectent la commune de Saint Bernard du Touvet sont :

1. les avalanches qui constituent la menace la plus importante,
  2. les chutes de blocs, beaucoup moins fréquentes,
  3. les glissements de terrain localisés dans les combes,
  4. les crues torrentielles limitées au torrent de Bresson en limite communale nord.
- } mouvements de terrain

# les risques naturels

---

# 1. les avalanches

---

## 1.1. LES SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Elles se composent de :

- enquête auprès des habitants, auprès de la mairie,
- enquête auprès des ingénieurs et techniciens du service RTM (Restauration des Terrains en Montagne), de l'O.N.F., de la D.D.E., des C.E.N.,
- consultation d'archives,
- consultation du carnet d'avalanche et de l'enquête permanente des avalanches sur huit sites,
- examen par photo-interprétation,
- observations de terrain.

## 1.2. REMARQUES GENERALES

Les avalanches ne sont pas exceptionnelles le long de la falaise. Elles se déclenchent depuis le pied de la paroi rocheuse à 1700 m d'altitude et empruntent soit des combes où elles sont canalisées soit tracent leur trajectoire en plein versant lorsque celui-ci ne présente pas de talweg marqué. Elles sont alors régulièrement arrêtées par la zone forestière qui sert d'écran mais souffre à chaque séquence avalancheuse par les nombreuses brèches qui lacèrent la forêt.

Les premières maisons sont situées à 1000 m d'altitude, ce qui donne pour une avalanche arrivant aux habitations, une dénivelée de 700 m pour une pente moyenne de 20° environ. Le versant présente une forme concave qui fait varier la pente de 47° à 12°.

La consultation du carnet d'avalanche et des archives fait apparaître sur les huit sites observés, vingt avalanches ayant atteint au moins la cote 1200 m depuis 1970.

L'évolution récente des avalanches au cours de l'hiver 1978 et surtout au cours de l'hiver 1981, où l'avalanche des Playères, nouvellement apparue, s'est arrêtée à 250 m en amont des premiers bâtiments, a fait ressortir la nécessité d'établir un P.E.R.

La plus ancienne relation sur les avalanches remonte à 1792, le 22 janvier exactement, où six maisons de la Batie furent détruites par l'avalanche de l'Aulp du Seuil qui fit également deux morts.

Or, les calculs effectués pour les chutes de blocs et les observations de terrain font ressortir le fait suivant : il existe, vers 1000-1100 m d'altitude, des blocs relativement nombreux disséminés au-dessus de la Batie : ils ne semblent pas devoir obéir aux calculs effectués pour les chutes de blocs issus de la falaise, mais peuvent avoir chuté, soit à la faveur d'une avalanche, soit après que la coulée de neige se soit produite, la zone ainsi déboisée n'offrant plus de possibilité d'arrêt.

Cette observation renforce l'hypothèse que de grandes avalanches, identiques à celle des Playères actuelle, ont du se produire historiquement, notamment à l'Aulp du Seuil et peut-être au Grand Essart mais leur fréquence étant faible, la forêt a recolonisé la partie inférieure de leur tracé.

### 1.3. LOCALISATION

Les avalanches se produisant dans la cuvette de l'Aulp du Seuil, inoccupée l'hiver, ne sont traitées que cartographiquement.

Pour les autres, on distingue du sud au nord (les numéros correspondent à la numérotation de l'enquête permanente sur les avalanches) :

- le système avalancheux de la Perrière (n° 3) qui suit le couloir du Bruyant,
- l'avalanche des Playères (n° 7) qui arrive sur le hameau des Pelloux,
- deux couloirs d'avalanches qui atteignent la route forestière : le Cray sud (n° 6) et le Cray nord (n° 8),
- Combe Barbouse (n° 1),
- Combe des Suifs (n° 5), (de Suiffes, le vieux nom régional de l'épicéa),
- les couloirs d'avalanche du Petit Tas,
- les couloirs d'avalanche des Charassons, non répertoriés au carnet d'avalanche,
- l'avalanche de l'Aulp du Seuil (n° 2)
- le système avalancheux du passage de l'Aulp du Seuil,
- l'avalanche du Grand Essart (n° 4),
- l'avalanche du Bresson en limite communale.

#### 1.4. LES DIFFERENTS REGIMES D'AVALANCHES

Elles peuvent revêtir trois formes principales :

- Des avalanches de neige pulvérulente développant soit des coulées de petites dimensions lorsque la vitesse est faible, soit des avalanches à grande vitesse (avalanche de poudreuse proprement dite) qui possèdent une puissance dévastatrice considérable de par la formation d'un nuage turbulent de neige poudreuse. Le front de l'avalanche creuse sa trace dans la neige fraîche qui est ainsi mise en mouvement et "nourrit" l'avalanche.

- Des coulées de neige, plus fréquentes en période de fonte ou de redoux et caractérisées par des écoulements de neige mouillée, très dense, généralement canalisées dans un couloir. Leur vitesse est faible (20 à 40 km/h) et les poussées développées sont considérables.

- Des avalanches mixtes comportant un écoulement de neige dense à la base et surmontées d'un nuage de poudreuse.

#### 1.5. LES CONDITIONS NIVO-METEO

La commune de Saint Bernard du Touvet ne possède pas de station d'observation météorologique. Cependant, la commune voisine, Saint Hilaire du Touvet, dispose de deux stations nivo-météo :

- une station classique, installée à la gendarmerie de Saint Hilaire relevée journallement (altitude : 950 m),

- une station automatique fonctionnant depuis 1981 à 1700 m d'altitude, située au-dessus des établissements de cure. Elle s'intègre dans le projet NIVOSE qui permet de disposer d'informations sur la hauteur de neige au sol, la vitesse du vent, la température de l'air et de la neige, et ceci toutes les six heures. Les informations transmises par le système ARGOS (relais par satellite) sont collectées au C.E.N. (Centre d'Etude de la Neige) de Saint Martin d'Hères.

La similitude des deux communes du point de vue du relief et de l'exposition permet d'estimer que les conditions nivo-météo sont identiques sur les deux communes et en particulier les hauteurs de neige, son épaisseur couvrant le sol, les conditions anémométriques, ainsi que la température de la neige, qui renseigne sur l'évolution thermique du manteau neigeux.

En annexe, un tableau identifie pour 1970, 1978, 1981 et 1984, les situations nivo-météo durant les épisodes avalancheux. De plus, une description de la situation nivo-météo durant l'hiver 1980-1981 et une explication des avalanches du 20 janvier 1981 sont présentes (annexes n° 2 et 3).

## 1.6. LE ROLE DE LA FORET

Elle joue un rôle primordial dans les zones de départ possibles de l'avalanche en fixant le manteau neigeux ; une partie des chutes de neige est interceptée et momentanément stockée dans les branches, en particulier des résineux. Les branches se déchargent ensuite grâce soit au vent soit à une métamorphose de la neige qui s'alourdit, et le manteau neigeux se trouve "cloué" au pied des arbres.

Cependant, lorsque le couvert forestier n'occupe pas la zone de départ de l'avalanche, des coulées se produisent, petites au début, elles deviennent à chaque avalanche plus longues et plus puissantes.

Lorsque l'avalanche peut se propager sous forme de poudreuse, la forêt n'a plus aucun rôle d'arrêt et se trouve détruite sur le parcours de l'avalanche d'autant plus que les troncs arrachés et transportés servent de béliet et augmentent la puissance destructive.

## 1.7. LES MECANISMES DE DECLENCHEMENT DES AVALANCHES

Les avalanches de neige humide sont constituées de neige dense (200 à 600 kg/m<sup>3</sup>) contenant de l'eau qui sert de lubrifiant. Elles apparaissent à la suite d'un fort réchauffement (fonte ou redoux avec pluie) qui humidifie le manteau neigeux.

Les avalanches de poudreuse surviennent pendant ou immédiatement après une importante chute de neige par temps froid, lorsque les cristaux n'ont subi aucune métamorphose. La cohésion et la densité (30 à 100 kg/m<sup>3</sup>) sont faibles. Dès 0,50 m, on considère qu'il y a danger d'avalanche pour des pentes supérieures à 30°.

Il est évident que ces deux schémas classiques peuvent être modifiés par l'action des métamorphoses de la neige qui dépendent de la température de l'air et de la neige, de l'épaisseur du manteau neigeux et du transport par le vent (cf en annexe les conditions nivologiques du 20 janvier 1981).

Ainsi, les vents de neige venant du nord-ouest créent des corniches impressionnantes sur le rebord de la falaise et des surépaisseurs à son pied. De plus, il semble que la neige soit poussée sur des hauteurs considérables dans les entonnoirs que constituent les cirques entaillant la paroi.

Le déclenchement des avalanches peut se produire soit par surépaisseur de neige (cf ci-dessus), soit par chute de corniche, soit par purge du cirque. Les deux derniers cas ont un effet de poinçonnement sur la pente au pied de la paroi et agissent comme un détonateur en provoquant le départ des plaques qui évoluent en poudreuse ou en neige dense suivant la qualité du manteau neigeux.

Un autre facteur favorisant le départ des avalanches est la végétation basse colonisant les éboulis autrefois pâturés : myrtilles, raisin d'ours, genévrier nain, qui par leur port couché et rampant empêchent une bonne fixation du manteau neigeux sur la pente, et favorisent une circulation d'air et d'eau.

Des calculs ont été effectués sur quatre sites d'avalanches (Playères, Combe Barbouse, Aulp du Seuil et Grand Essart) en utilisant le programme AVPDR-BRUGNOT/CEMAGREF qui modélise un écoulement de neige poudreuse à partir des formules pratiques (formule de Beghin-Brugnot).

Les calculs effectués permettent de donner un ordre de grandeur concernant la densité moyenne, les dimensions, la vitesse et les pressions exercées en fonction de la distance parcourue.

Plusieurs hypothèses de départ ont été étudiées (annexe 4) permettant d'une part de se recaler sur des observations de terrain et d'autre part d'imaginer les évolutions possibles des avalanches et les conséquences à l'aval. Les indications concernant les valeurs des pressions développées permettent de définir les limites du zonage et des règles concernant la protection.

#### 1.8. GENERALITES SUR LES MESURES DE PROTECTION

D'une manière générale, les mesures de protection s'articulent de la manière suivante :

- Défense temporaire (après un épisode météorologique entraînant un fort risque d'avalanche)
  - active : déclenchement artificiel
  - passive : fermetures d'itinéraires, évacuation de bâtiments : mesures de police dépendant du Maire (Code Communal article L 131-2)
  
- Défense permanente
  - active : rateliers, claies, filets, ouvrages à vent, à efficacité immédiate ; banquettes associées à du reboisement
  - passive : tourne, digue, dissipateurs d'énergie, étraves, remodelage du couloir

Le choix d'une stratégie de protection repose sur une observation soignée du phénomène et une étude détaillée du site. Les remarques qui précèdent demeurent d'ordre général ; elles ne préjugent en rien des solutions qui pourraient être retenues, cas par cas.

L'application éventuelle de telles mesures de protection à Saint Bernard du Touvet amène à formuler les précisions suivantes :

- La reconstitution d'un couvert forestier jusqu'en pied de paroi reste, là où elle est possible, le moyen le plus durable et le plus économique pour empêcher le départ des avalanches. Cependant, la protection ne sera pleinement efficace qu'à long terme. Le reboisement sur banquette permet d'atteindre ce but. Le coût est, à ce jour, d'environ 100 000 F/ha (y compris regarnis et premiers entretiens).

- Le déclenchement des avalanches se produit par purge d'un cirque et/ou par chute de corniche, et/ou par rupture d'une plaque à vent. Des solutions mettant en oeuvre des rateliers, des claies et des filets peuvent s'envisager. Elles sont efficaces immédiatement mais posent quelques problèmes :

- Elles sont difficiles à implanter a priori ; les vents jouent ici un rôle primordial et varient très localement (à l'échelle de la centaine de mètres). La maîtrise des conditions anémométriques est donc ardue mais nécessaire pour la bonne efficacité du système. L'implantation doit donc être étudiée sur place en détail.

- Elles doivent être associées à des ouvrages à vent situés soit sur la crête de la paroi rocheuse, soit sur les crêtes secondaires, permettant un contrôle des vents qui conditionnent les dépôts de neige.

- Les claies et les rateliers sont des ouvrages rigides qui risquent d'être endommagés par des chutes de blocs.

Le prix des rateliers, claies et filets est, à ce jour, d'environ 4 400 F/m. En général, on place une rangée tous les 25 m, ce qui donne un coût à l'hectare de 1 760 000 F.

- Le déclenchement artificiel peut s'envisager pour des avalanches dont le parcours est connu et canalisé, en particulier la Combe aux Suifs et surtout Combe Barbouse. La pose d'un CATEX peut donc être projetée. Le coût d'un tel appareil est d'environ 1 M F. Son utilisation nécessite de mettre en place un service de gestion, composé d'un personnel sérieux et compétent, agissant sous l'autorité du Maire et dans le cadre d'un plan approuvé (PIDA : Plan d'Intervention pour le déclenchement des avalanches).

Il contient entre autres, les précautions à prendre lors d'une opération de déclenchement et en particulier, il conviendra de s'assurer que la zone à purger est bien isolée et qu'aucune transmission ne peut s'effectuer par le manteau neigeux dans les versants et les combes voisines.

- Les tournes et les digues sont efficaces pour les coulées de neige dense ; par contre, elles n'ont pratiquement pas d'influence sur un écoulement d'avalanche de neige poudreuse.

Il est souhaitable de donner au mur amont une face verticale réalisée en terre armée, le reste de l'ouvrage étant effectué en simple terrassement.

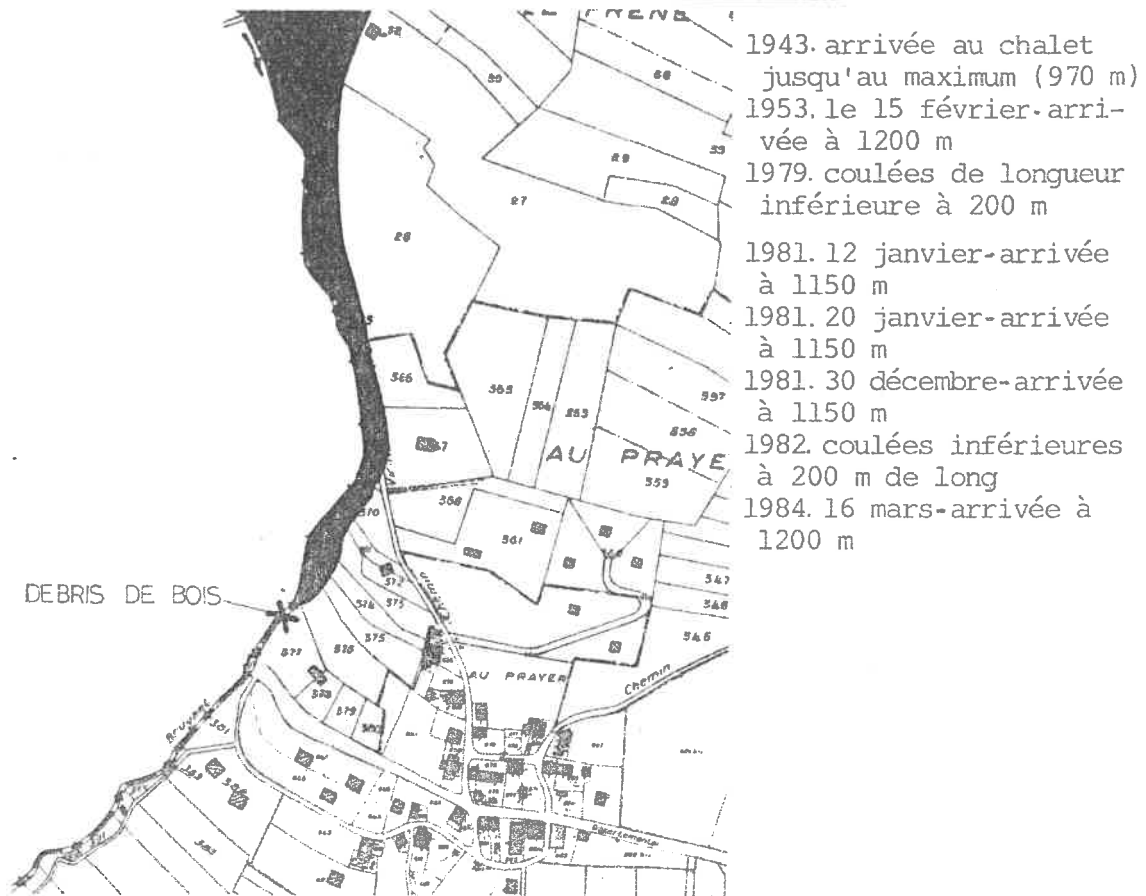
Les coins freineurs, destinés à dissiper l'énergie de l'avalanche relèvent de la même conception. A titre indicatif, un coin freineur de 10 m x 10 m x 10 m revient à 200 000 F environ.

- Les mesures de police dépendant du Maire s'appuient sur les avis de la commission locale de sécurité qui peut utiliser les renseignements nivométriques du C.E.N. (Centre d'Etude de la Neige) de Saint Martin d'Hères et les avis du service R.T.M.

Sur le site de l'Aulp du Seuil, une échelle à neige pourrait être mise en place et les mesures relevées par jumelles depuis l'Alpette à chaque chute de neige importante.

## 1.9. ANALYSE SECTEUR PAR SECTEUR

### 1.9.1. Le système avalancheux de La Perrière (n° 3)



La zone d'alimentation est constituée par trois couloirs qui ne se déclenchent pas en même temps. Ils se rassemblent à la cote 1100 m et sont bien marqués dans la topographie. Au nord, un quatrième couloir est susceptible d'agrandir une trouée dans le bois des Playères et de rejoindre le talweg vers 1000 m d'altitude. Un élargissement est possible à partir de ce couloir à travers la forêt.

Les couloirs sont bien tracés dans la topographie et canalisent l'avalanche.

La zone d'arrêt la plus basse a été signalée au niveau des premières maisons du hameau du Prayer (la fréquence semble centennale). A ce niveau, le talweg est resserré sur sa rive droite et une coulée peut emprunter le début du chemin du Prayer.

La superficie des zones d'alimentation des couloirs est de 7 ha environ avec quatre petits cirques dans la falaise pouvant déclencher une avalanche par leur purge.

Pour corriger l'avalanche, on peut soit fixer le manteau neigeux à partir de la base de la paroi rocheuse par des rateliers ou claies (largeur importante : 300 m en pied de paroi), soit faire intervenir une défense passive en fin de parcours sous forme d'une digue en rive gauche du talweg.

### 1.9.2. L'avalanche des Playères (n° 7)

C'est une avalanche nouvelle inconnue avant 1980. Le terme d'avalanche nouvelle signifie qu'elle est inconnue des habitants, non répertoriée dans l'enquête permanente sur les avalanches et non mentionnée dans les archives. Elle peut cependant s'être produite antérieurement mais la cicatrisation de la forêt en a fait disparaître les traces.

En 1980, le 3 février, elle atteint la cote 1250 m (route forestière) et le couloir faisait une dizaine de mètres de large.

En 1981, le 20 janvier, elle arrive à 1020 m et élargit son couloir à 65 m en créant une saignée importante (5 ha) dans la forêt.

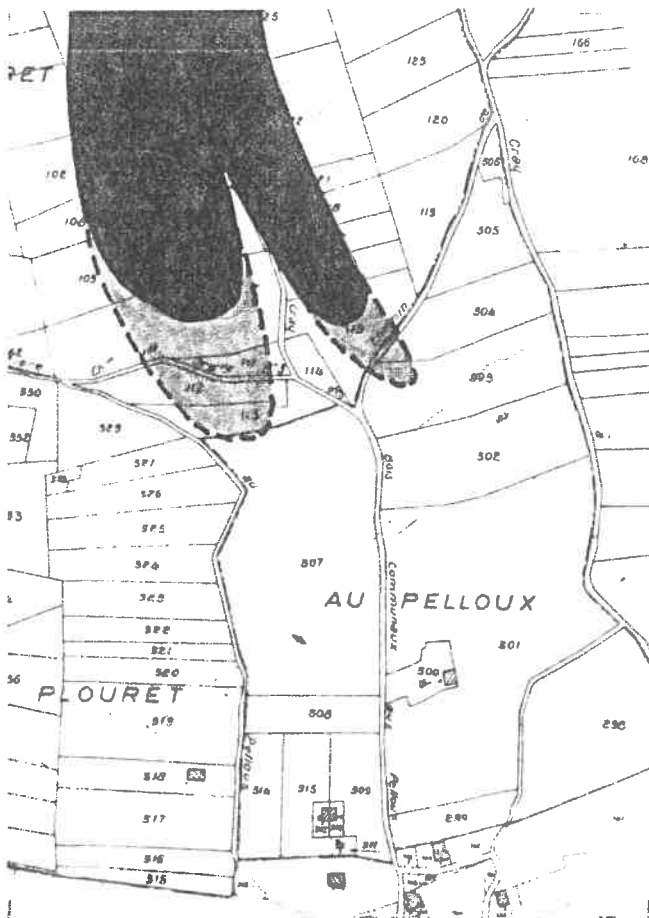
En 1982, petites coulées inférieures à 200 m de long.

En 1983, le 9 mars : elle arrive à 1100 m.

Le profil en long est concave et indique des pentes de 35° dans la zone de départ, un passage à 22°, 20° à l'aval de la route forestière et se termine à 14° au hameau des Pelloux.

Le profil en travers présente sous la route forestière en rive droite un talus de 3 à 4 mètres de hauteur qui se termine au niveau d'un énorme bloc pyramidal (la Pierre du Loup) qui a probablement contribué à la séparation en deux branches de l'avalanche.

Si ce talus semble devoir limiter l'extension vers le sud, au nord rien n'interdit une extension possible en liaison avec les couloirs d'avalanches du Cray.



C'est une avalanche de poudreuse : sur les photos prises en avion le 21 janvier 1981, on voit nettement l'arrêt de la neige dense en amont du rideau d'épicéas qui borde un chemin.

Par contre, le souffle a progressé plus loin car les épicéas ont été déchargés de la neige accumulée dans leurs branches.

L'évolution récente de cette avalanche est caractéristique et donne des indications sur le développement possible des avalanches similaires (notamment le Cray sud et le Cray nord).

Il semble que, dans des conditions de départ identiques à celles du 20 janvier 1981 et malgré l'absence de boisement, l'avalanche ne puisse progresser plus loin, la pente de 14° en amont des Pelloux favorisant le dépôt de la neige. Cependant, si le couloir du Cray sud suit une évolution comparable, la largeur de départ de l'avalanche sera alors de 300 m et sa puissance sera plus importante.

Les calculs effectués par modélisation indique une pression de 1,1 t/m<sup>2</sup> en fin de parcours de l'avalanche avec une largeur de 160 m au moment de la séparation en deux, ce qui correspond effectivement aux observations de terrain. En doublant la largeur de départ, on obtient une pression de 2 t/m<sup>2</sup> en fin de parcours de l'avalanche et 1,2 t/m<sup>2</sup> aux premières maisons des Pelloux. La largeur de la coulée peut atteindre alors 400 m environ.

Les mesures de protection envisageables peuvent être actives sous forme de claies, rateliers, banquettes étroites avec reboisement en épicéa commun et pungens, pin à crochet, sorbier des oiseleurs et/ou passives comme des dissipateurs d'énergie en amont du hameau des Pelloux et ceci en plus des prescriptions architecturales ou urbanistiques indiquées dans le règlement.

### 1.9.3. Les couloirs d'avalanches du Cray : le Cray sud (n° 6)

#### et le Cray nord (n° 8)

Ils présentent des conditions identiques à l'avalanche des Playères d'avant 1981. Ce sont des "Playères en puissance".

Le couloir du Cray sud peut être alimenté par un cirque situé sous le piton de Bellefond.

Le Cray nord présente une zone d'alimentation en pied de falaise.

Un troisième couloir au nord constitue avec les deux précédents un système avalancheux qui peut progresser en lanières dans la forêt et intéresser tout le versant entre le hameau des Pelloux et celui des Guillots.

Le couloir du Cray nord est apparu en 1981, le 20 janvier. Depuis cette date, seules des coulées de 200 m de long ont eu lieu.

Le Cray sud a suivi la même évolution mais il est signalé depuis 1979. Ce dernier couloir peut, en progressant, rejoindre l'avalanche des Playères et constituer ainsi une zone de départ large de 300 m environ.

<u>Cray nord</u>	<u>Cray sud</u>
1981 : 20 janvier	1979 : coulées sur 200 m
1982 : coulées inférieures à 200 m de long	1981 : " " "
	1982 : " " "

Des corrections actives par banquettes et reboisement peuvent s'envisager, ainsi que des protections par claies et rateliers, efficaces plus rapidement. Cependant, la largeur à corriger est importante : 150 m maximum en pied de paroi.

#### 1.9.4. Combe Barbose (n° 1)

Avalanche très fréquente avec des coulées chaque année.

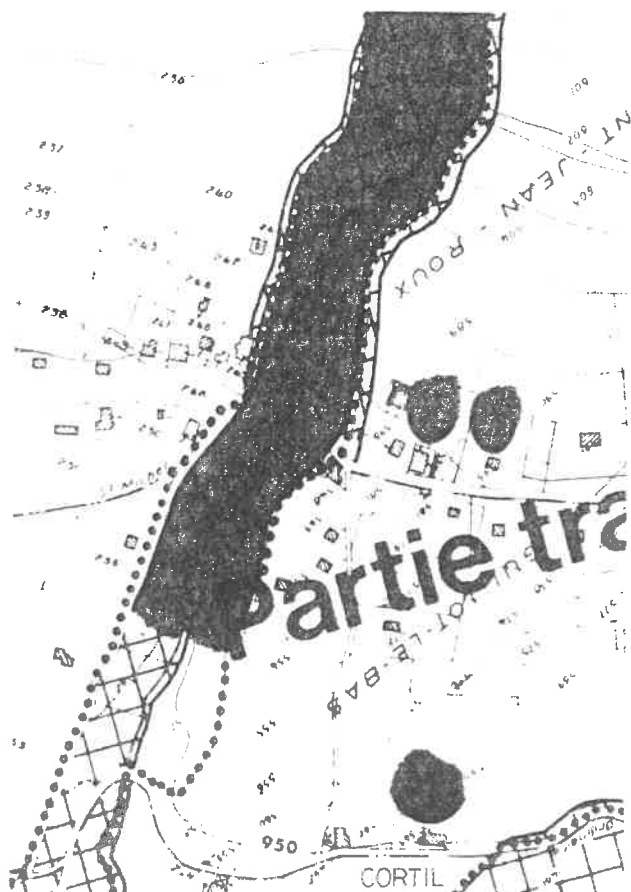
Le bassin versant constitue un véritable entonnoir déboisé de 8 ha avec 250 m de large en pied de paroi qui se resserre en un couloir bien marqué 200 m plus bas. La bordure boisée en rive droite de la zone d'alimentation présente des bois abattus par les coulées indiquant une tendance à progresser en élargissant le bassin de réception. De plus, un cirque sous le dôme de Belleford contribue au déclenchement et à l'alimentation avec des pentes de 47°. L'exposition est est/sud-est.

C'est une avalanche de poudreuse, bien canalisée par le talweg jusqu'au-dessus du hameau des Guillots où elle peut soit continuer à emprunter le couloir, soit se diriger droit jusqu'à la route inférieure où elle arrive historiquement.

La tourne construite en 1976 arrête la neige dense située à la base de l'avalanche mais n'est pas suffisante pour stopper le nuage de neige pulvérulente qui peut progresser en aval.

Les calculs effectués indiquent une pression possible de 5 t/m<sup>2</sup> au niveau de la tourne et de 0,6 à 0,8 t/m<sup>2</sup> au niveau du CD 30C. De plus, si la tourne est remplie, elle ne joue plus son rôle d'arrêt mais au contraire sert de tremplin aux coulées ultérieures.

En 1978, l'avalanche est parvenue jusqu'aux maisons situées au-dessus du CD 30C. C'était le 2 février et les coulées étaient des coulées de fonte avec de la neige lourde.



Il y a 100 ans : jusqu'à chez Cortil (route inférieure)

Il y a 25 ans : coulées contre la fruitière

1953. 12 février-arrivée à 1160 m

1970. 2 mars - arrivée à 1100 m

1972. 6 février-arrivée à 1300 m

1978. 2 février- arrivée à 980 m

1979. coulées inférieures à 200 m de long

1980. Idem

1981. 12 janvier- arrivée à 1200 m

1981. 20 janvier- arrivée à 1100 m (tourne)

1982. coulées inférieures à 200 m de long

1983 : arrivée à 1250 m

1984. 30 janvier-arrivée à 1250 m

1984. 6 mars - arrivée à 1150 m

Une protection active par rateliers, claies ou banquettes ne peut s'envisager car, d'une part la largeur en pied de falaise est de 250 m et, d'autre part, le cirque situé sous le dôme de Bellefond semble jouer un rôle important dans le déclenchement. Il faudrait, pour corriger l'ensemble, associer des filets dans le cirque rocheux et des rateliers ou claies plus bas. Cependant, les amoncellements de neige qui peuvent se produire dans le cirque devraient rapidement submerger les filets paravalanches et les rendre partiellement inefficaces.

Seule une protection passive semble être la plus raisonnable avec notamment un renforcement et un remodelage de la tourne.

#### 1.9.5. Avalanche de la combe des Suifs (n° 5)

La zone d'alimentation se situe en pied de falaise où quatre couloirs découpent la forêt en lanières.

Contigüe à celle de Combe Barbouse, son exposition est est/nord-est et sa largeur n'excède pas 200 m.

En aval, l'avalanche est bien canalisée dans le talweg bien que des débordements latéraux puissent se produire en rive droite vers 1350 - 1250 m.

A la cote 1050 m, au-dessus du CD 30C, une remontée le long de la berge rive gauche du talweg est possible.

Bien que, historiquement, l'avalanche de la combe des Suifs n'ait pas dépassé la cote 1150 m (niveau du chemin de l'Aulp du Seuil), son évolution tendra à la disparition des lanières boisées, ce qui augmentera la zone d'alimentation et la puissance de l'avalanche lui permettant de progresser jusqu'au niveau du CD 30C.

- 1970. 20 mars - arrivée à 1200 m
- 1977. " " "
- 1978. 2 février - arrivée à 1150 m
- 1979. coulées sur 200 m
- 1981. 20 janvier - arrivée à 1200 m
- 1982. coulées sur 200 m
- 1983. 9 mars - arrivée à 1200 m

Avec une largeur de 200 m et l'absence de cirque au-dessus, une défense active (rateliers, claies, banquettes) peut être envisageable.

#### 1.9.6. Les couloirs d'avalanche du Petit Tas

Deux couloirs de 380 m et 600 m de long se distinguent à travers la forêt au lieu-dit Combe Molière. Ils ont une largeur maximale de 100 m chacun et se rejoignent au-dessous de la route forestière, en amont du milieu de la combe des Fourques qui traverse le CD 30C avant La Batie.

Les couloirs sont boisés en hêtres et se différencient des peuplements voisins par une densité plus faible et des individus de section plus faible. Une bande d'épicéas sépare les deux couloirs à la base des falaises.

Aucune coulée de neige n'a été observée dans ces couloirs. Cependant, la différence de boisement semble indiquer un tracé d'avalanche qui a juste dépassé la route forestière.

---

Dans l'hypothèse d'une évolution rapide et importante, on peut concevoir soit un tracé dans la combe des Fourques, soit une jonction avec les coulées des Charassons qui pourrait menacer la Batie.

#### 1.9.7. Les couloirs d'avalanche des Charassons

Egalement non répertoriées dans le carnet d'avalanche, ce sont de petites coulées de 150 m de long se séparant en deux branches de 50 m et 10 m de largeur.

Elles résultent de la purge d'une vire située dans la paroi rocheuse qui dessine un petit cirque.

De part et d'autre des coulées, le boisement de hêtres et épicéas monte jusqu'à la base de la falaise.

La zone d'alimentation est donc très petite. Les purges répétées peuvent agrandir la trouée dans la forêt et créer une zone d'alimentation en pied de paroi.

#### 1.9.8. L'avalanche de l'Aulp du Seuil (n° 2)

Le cirque de l'Aulp du Seuil constitue la zone d'alimentation de cette avalanche, la plus désastreuse historiquement bien que actuellement seules de petites coulées de 200 m de long se produisent chaque hiver.

Le cirque s'ouvre du nord-est au sud. Les différentes vires qui s'observent se rejoignent pour ne former qu'une pente relativement uniforme de 37°. C'est une zone d'accumulation idéale pour la neige. Actuellement, des purges continues permettent de n'obtenir que de petites coulées. Pourtant, une large trouée de 700 m de long et 100 m de large s'observe dans la forêt. Le peuplement de hêtres y est moins dense qu'aux alentours.

Lors de l'avalanche du 22 janvier 1792, il semble que ces purges continuelles n'aient pu avoir lieu et que tout le cirque se soit vidé en bloc suite à une chute de neige importante. Une poudreuse s'est formée anéantissant six maisons à la Batie et tuant deux personnes.

L'ordre de grandeur des pressions donné par la calcul est de  $1 \text{ t/m}^2$  au niveau des premières habitations amont de la Batie.

L'avalanche de l'Aulp du Seuil est donc l'une des plus importantes de Saint Bernard du Touvet. Elle n'inquiète les bâtiments de la Batie qu'avec une fréquence faible et des traces indiquent clairement d'anciennes manifestations (chapître 1.2).

Une défense active peut s'imaginer mais elle doit intéresser le cirque de l'Aulp du Seuil (filets, rateliers, ...) et la partie inférieure (banquettes et reboisement).

1792. 22 janvier - destruction de bâtiments à la Batie -  
Deux morts

1970. "est venue mourir à peu de distance des premières maisons de la Batie" (lettre de Monsieur le Maire à Monsieur le Préfet datée du 29 juin 1972)

1971. Coulées sur 200 m de long

1979. " " "

1980 " " "

1981 " " "

#### 1.9.9. Le système avalancheux du passage de l'Aulp du Seuil

Au nord de l'Aulp du Seuil, deux cirques successifs alimentent des coulées de 150 à 200 m de long qui entaillent la forêt. L'évolution possible de ces coulées est calquée sur l'évolution récente de l'avalanche du Grand Essart. Elles peuvent rejoindre cette dernière et menacer les pentes situées au nord de l'Alpette.

#### 1.9.10. L'avalanche du Grand Essart

C'est une avalanche nouvelle d'après les informations dont on dispose. En 1978, elle a détruit le pylône d'arrivée du télési. La pression développée peut s'estimer à  $7 \text{ t/m}^2$ .

Depuis la construction de la tourne en 1978, aucune avalanche n'est arrivée à ce niveau.

Le bassin d'alimentation peut se séparer en deux :

- un cirque exposé sud-est, très refermé à son exutoire,
- une zone d'alimentation en pied de falaise de 150 m de large environ.

Le tracé de l'avalanche forme un couloir de 40 m de large avec un élargissement en milieu de parcours.

Les calculs indiquent, pour une largeur moyenne de 60 m, une pression de  $7 \text{ t/m}^2$  au niveau du télésiège et  $0,6 \text{ t/m}^2$  au niveau de la première épingle de la route forestière (cote 1080 m).

Une hypothèse d'évolution est l'élargissement du couloir au détriment de la forêt. Dans ce cas, avec une largeur de 120 m, on obtient une pression de  $1,2 \text{ t/m}^2$  au niveau de la première épingle et une largeur de 350 m.

Il est à noter que la tourne semble fonctionner pour des coulées de neige denses mais qu'une poudreuse ne soit pas arrêtée.

De plus, en période avalancheuse, les pistes de ski sont exposées :

- la piste sud est menacée par une poudreuse,
- la piste nord est menacée par le détournement de coulées par la tourne.

La faible largeur de l'avalanche permet d'envisager une correction active par rateliers et claies associés à des banquettes reboisées. Des mesures de police concernant le fonctionnement du domaine skiable seront à prendre en période avalancheuse.

1970. 28 mars - arrivée à 1400 m

1978. 2 février - arrivée à 1200 m - télésiège détruit

1979. Coulées sur 200 m de long

1980. " " "

1981. " " "

#### 1.9.11. Les couloirs au nord du Grand Essart

Des coulées de 200 à 250 m de long provenant de cirques en forme de demi-entonnoirs entourent l'Aiguillette.

Le CD 30 C est la seule activité humaine située en aval et n'est pas menacé actuellement par ces coulées dont le bassin d'alimentation est assez restreint.

#### 1.9.12. L'avalanche du Bresson

La limite communale avec Sainte Marie du Mont passe au milieu du bassin versant du Bresson. La partie située sur Saint Bernard présente des pentes d'éboulis à  $25^\circ$  environ au pied des parois rocheuses. L'exposition est nord-est à nord et certains endroits ne voient pas le soleil de tout l'hiver.

La zone est loin de toute activité humaine et aucune observation n'a été effectuée sur ce secteur sauf en 1978 (février ?) où une avalanche a obstrué le pont et le CD 30 C en détruisant les parapets. Cette avalanche a emprunté les talwegs du Bresson.

Il semble que des coulées se produisent fréquemment mais atteignent rarement la route. Le reboisement effectué dans la série domaniale joue donc son rôle.

Or, la station de ski du col Marcieu attire des skieurs de Sainte Marie du Mont où les gîtes ruraux sont nombreux et le CD 30 C sert de transit à ces personnes. Il risque d'être exposé à des coulées analogues à celles de 1978. Cependant, la mise en place d'un D.R.A.\* semble difficile de par l'absence d'un talweg bien marqué et bien individualisé emprunté par l'avalanche.

\* Détecteur Routier d'Avalanche

## 2. les chutes de blocs

Deux ensembles lithologiques sont générateurs de chutes de pierres et de blocs :

- Les calcaires bicolores qui affleurent essentiellement dans la partie sud-ouest du bassin versant du torrent de Bresson. Ils seront examinés dans le chapitre 2.5.2 concernant l'écroulement du Bresson.

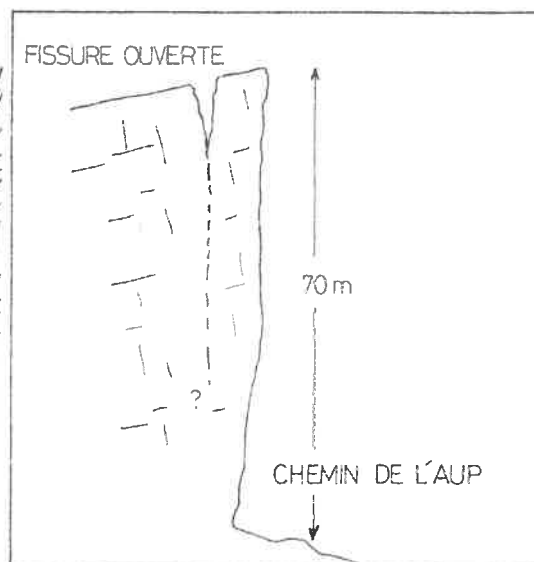
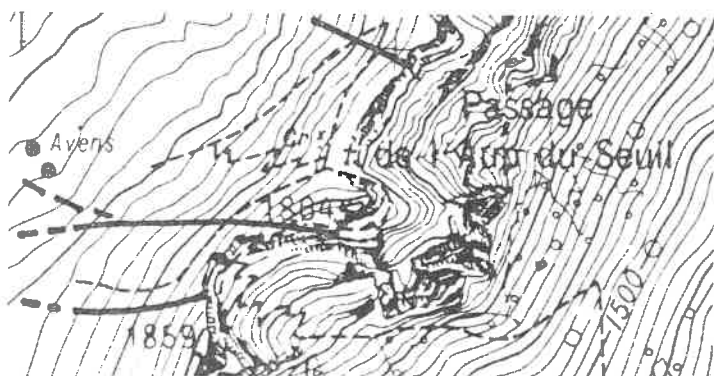
- Les calcaires urgoniens formant les Lances de Malissard et la crête dominant le plateau des Petites Roches. Dans ce secteur, la paroi rocheuse, de 200 m de hauteur, est continue sur 4 km de long et les chutes de pierres peuvent se produire en tout point.

La surface menacée est donc étendue et cette formation sera examinée en détail.

### 2.1. ETAT DE LA PAROI ROCHEUSE - FRACTURATION

Les calcaires urgoniens apparaissent comme très homogènes ; en fait, ils sont massifs mais découpés par de nombreuses discontinuités dont les plus importantes du point de vue de la stabilité des masses rocheuses sont :

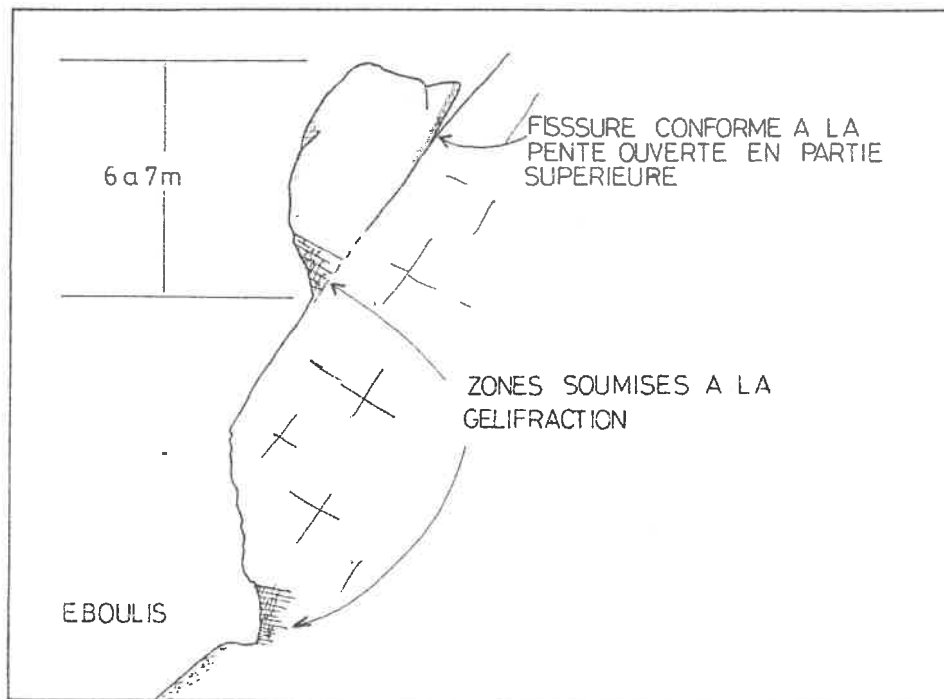
- Des fractures de direction nord 70° à nord 100°, bien visibles en photographie aérienne sur le rebord oriental de la cuvette de l'Aulp du Seuil. Elles sont verticales et peuvent découper, à la faveur d'un changement local de topographie (cirque), des panneaux comme par exemple à l'Aulp du Seuil où une fissure ouverte de 1,50 m se suit sur 10 à 15 m sur le plateau.



Elle est colmatée à 3,50 m de profondeur et semble fermée à sa base. Ce sont probablement des fractures d'origine tectonique évoluant en lapiaz par l'action des eaux de ruissellement.

- Des fractures qui découpent les crêtes séparant les cirques en lames ou colonnes.

- Des fissures conformes à la pente servant de plan de glissement à des masses rocheuses prédécoupées :



- La stratigraphie qui détermine des surplombs impressionnants d'une dizaine de mètres parfois. Sur le rebord occidental de la cuvette de l'Aulp du Seuil, la stratigraphie sert de plan de glissement au rocher qui se découpe en plaques.

Les différents réseaux de fractures ne sont pas indépendants et ils s'entrecroisent en découpant des dièdres et des volumes rocheux qui peuvent atteindre 20 m<sup>3</sup>.

## 2.2. LES MECANISMES D'INSTABILITE

Le mécanisme prépondérant est l'action du gel-dégel sur l'eau contenue dans les fissures du rocher.

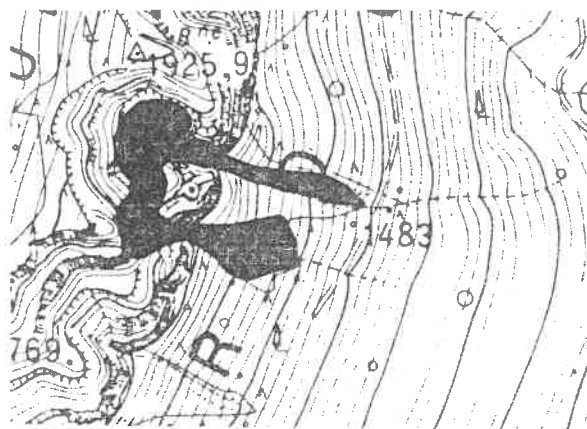
Le massif de calcaires urgoniens n'est pas homogène du point de vue stratigraphique : des passages plus marneux, plus tendres et plus sensibles à la gélifraction s'observent. Cette hétérogénéité au sein du massif rocheux entraîne une action différentielle de la gélifraction : les zones plus sensibles sont érodées plus rapidement et "sapent" les couches susjacentes en créant des surplombs ou en provoquant leur écroulement. Les deux vires qui s'observent dans la paroi rocheuse correspondent à une telle évolution.

En d'autres termes, les éléments issus de l'action de la gélifraction sont de petit volume et alimentent les éboulis. Ce sont des phénomènes actifs avec une influence prépondérante des cycles climatiques annuels.

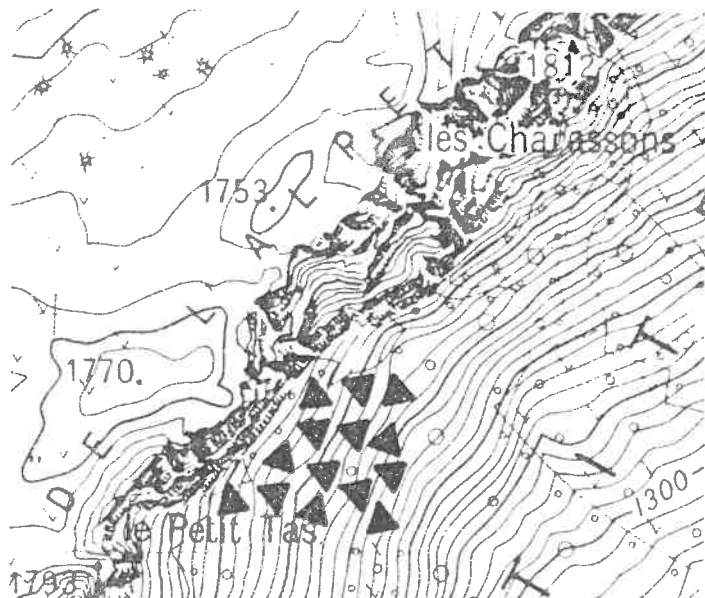
En revanche, les chutes de blocs résultent indirectement de l'action gel-dégel. Ils sont beaucoup plus rares (à l'échelle d'une génération) et intéressent des volumes importants.

### 2.3. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Tout au long du pied de la paroi, on observe des éboulis vifs, alimentés constamment en petits éléments qui constituent le tapis d'éboulis (pente 35°) situé entre le pied de la paroi et la limite supérieure de la forêt.



Certains cirques et en particulier celui de l'Aiguillette, au-dessus du bois du Grand Essart, fournissent en éléments des cônes d'éboulis.



La zone située entre le Petit tas et les Charassons présente une morphologie différente. On observe en effet en pied de paroi, un chaos rocheux sur 4 ha avec des éléments très volumineux (jusqu'à 50 m environ). La forêt occupe le secteur avec un boisement d'épicéas montrant des individus de belle taille. C'est la trace d'un ancien écoulement survenu probablement à la fin des glaciations quaternaires qui ne semble pas s'être développé plus loin.

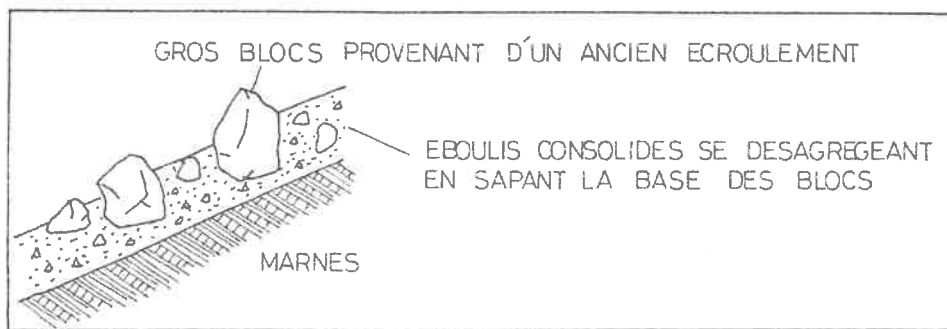
Plus en aval, dans le versant, on observe entre les cotes 1200 et 1100 m des blocs disséminés dans la pente mais groupés en certains endroits : Bois du Grand Essart au nord de l'arrivée du télési, au-dessus de la Batie et du Combet, et vers 1300-1350 m au sud du replat de l'Alpette.

Deux hypothèses permettent d'expliquer la présence de ces blocs :

- L'existence d'anciens écroulements. L'exemple ci-dessus nous rappelle que les écroulements rocheux en masse se fragmentent en pied de paroi et s'arrêtent rapidement, à l'exception de quelques cas rares où des blocs en marge de l'écroulement peuvent se trouver "propulsés" très loin.

- L'apparition de chutes de blocs isolés qui arrivent à progresser assez loin à la faveur de l'existence d'un couvert forestier dégradé soit par un déboisement intensif, soit, et c'est plus probable, par des coulées d'avalanches aujourd'hui boisées (cf. chapitre avalanches).

Au nord de la commune, en bordure sud du bassin versant du Bresson, de très gros blocs sont visibles, reposant sur des couches d'éboulis consolidés et provenant d'anciens écroulements.



Ces éléments sont actuellement repris par l'érosion : les pentes fortes du bassin versant du torrent de Bresson sont ravinées, les blocs déchaussés chutent dans une branche du torrent (cf chapitre sur les crues torrentielles).

Les blocs de calcaires que l'on retrouve disséminés sur tout le replat de Saint Bernard du Touvet, de 900 m à 1100 m, correspondent à des chutes de blocs issus de la falaise urgonienne du rebord de la Chartreuse, mais ils ont été transportés ensuite par les moraines des glaciers quaternaires et déposés au moment de la disparition de ceux-ci.

#### 2.4. LE ROLE DE LA FORET

Lorsqu'on observe les dévastations que peut occasionner une chute de blocs sur un boisement, on peut penser que la forêt n'a aucune incidence sur ce phénomène. En fait, il n'en est rien et les chocs entre le bloc et les troncs permettent une diminution de l'énergie du bloc et un changement de trajectoire. Ainsi, plus les arbres sont serrés et les troncs résistants, et plus le bloc disperse son énergie rapidement.

Or, les premiers boisements situés en pied de paroi sont constitués en majorité par des taillis de hêtres dont les brins de 30 cm de diamètre sont espacés de 4 m environ.

La pente des éboulis est de 37°. L'écaille s'est en partie fragmentée lors de l'impact avec le sol et certains éléments ont parcouru 200 m avant de s'arrêter dans la forêt de hêtres. Le plus gros représente un volume de 12 m<sup>3</sup> (cf annexe).

## 2.6. LES CALCULS (cf annexe)

Des calculs de trajectoire et de vitesse de chutes de blocs ont été effectués sur cinq profils :

- profil Fontenettes : qui emprunte le tracé de l'avalanche du Grand Essart,
- profil Aulp du Seuil : couloir de l'avalanche de l'Aulp
- profil Pelloux : couloir de l'avalanche des Playères
- profil Prayer : correspond aux talwegs du torrent du Bruyant avec une variante consistant en une trajectoire rectiligne allant sur le hameau du Prayer.

Les calculs ont pour objet de définir en terme de probabilités les zones d'arrivée des blocs et leur taille, dans le seul cas de chutes de blocs isolés.

Le principe consiste en une série de 100 calculs de chutes pour une masse de départ de 50 tonnes sur un profil moyen modélisé. A chaque rebond, on introduit des facteurs aléatoires qui sont l'orientation de la facette sur laquelle tombe le bloc, la déformation du bloc et du sol (couverture végétale comprise), l'émission d'énergie dans le sol, et la transformation d'une partie de l'énergie en énergie de rotation du bloc.

De plus, le fractionnement possible du bloc est pris en compte. Les résultats statistiques sur les poids à l'arrêt et sur l'abscisse d'arrêt ont permis de définir un zonage de risque sur les cinq profils.

L'ensemble de la crête étant identique du point de vue départ de chutes de blocs, le zonage a été étendu à l'ensemble du versant.

On distingue :

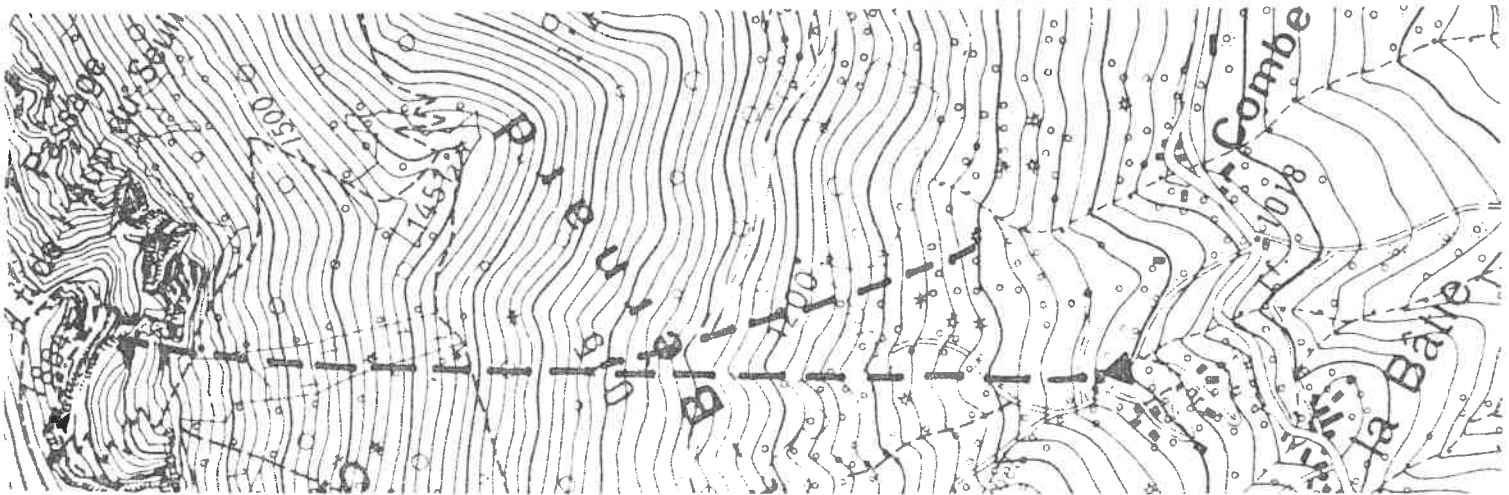
- une zone à fort risque au-dessus de 1300 m,
- une zone à risque moyen entre 1200 et 1300 m,
- une zone à très faible risque en-dessous de 1200 m.

La définition du risque est donnée ici de manière probabiliste, c'est-à-dire que le risque évalué comme fort correspond à une probabilité d'apparition moyenne supérieure à 10<sup>-2</sup>, ce qui signifie que sur 100 essais de chutes de blocs, il y aura au moins un bloc de 11 tonnes qui atteindra la cote 1300 m. La valeur de 11 tonnes est une valeur moyenne des poids des blocs correspondant dans ce cas aux calculs effectués sur le profil Fontenettes. Les résultats statistiques sur le poids des blocs indiquent d'autre part que la valeur maximale que peut atteindre un bloc est de 48 tonnes, ce qui signale la possibilité de trouver des blocs non fractionnés.

## 2.5. LES ECROULEMENTS CONNUS

### 2.5.1. Les blocs de 1945

Une chute de bloc s'est produite à partir de la partie nord du cirque de l'Aulp du Seuil. Un bloc s'est arrêté au-dessus du Combet et un autre de 50 tonnes environ est arrivé à 1060 m au-dessus de la Batié.

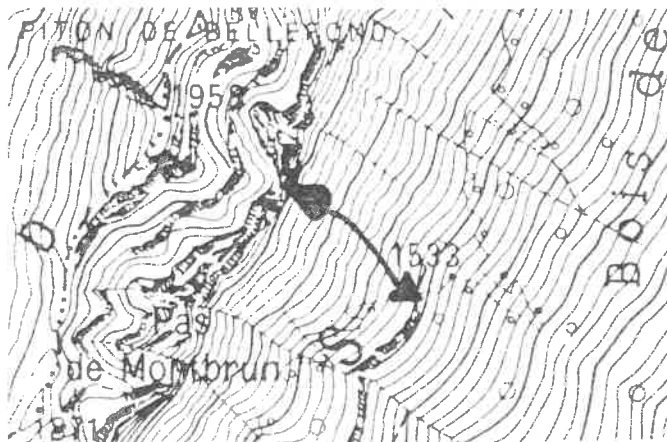


### 2.5.2. L'éroulement du Bresson

En juin 1926, la moitié inférieure de la falaise de la grande Roche s'écroula sur la rive sud du torrent du Bresson. Il s'ensuivit des laves torrentielles importantes qui causèrent de grands dégâts matériels dans la plaine de l'Isère et sur la commune du Touvet (cf. annexe).

Il semble que cet éroulement se soit produit à partir de la paroi de calcaires bicolores de 200 m de haut. Ils sont beaucoup moins massifs que les calcaires urgoniens. Le trait caractéristique est la stratification en bancs de 0,30 m à 1 m de puissance, qui permet un débit en dalles et plaques. De plus, des discontinuités verticales lacèrent la paroi et découpent le massif rocheux en colonnes et aiguilles. Les chutes de pierres sont continues au pied des parois.

### 2.5.3. Les blocs des Playères



Des traces de chutes de blocs ont été observées au-dessus du hameau des Pelloux dans la zone de départ de l'avalanche des Playères. Le phénomène doit dater de un ou deux ans d'après les marques sur les arbres. Les blocs sont partis d'une écaïlle en surplomb située à 10 m au-dessus du pied de paroi.

Les résultats des calculs semblent en contradiction avec le bloc de 1945 de 50 t arrêté à la cote 1060 m : deux hypothèses permettent d'expliquer cette apparente contradiction :

- Lors des calculs, la prise en compte du boisement a été effectuée sur l'état actuel de la forêt. Or, en 1945, la forêt se trouvait très affaiblie par l'exploitation des taillis pour le bois de chauffage et il est possible que les blocs aient pu progresser beaucoup plus loin.

- Mais aussi, et surtout, ce bloc est en fait un élément d'un éboulement. celui-ci, relativement peu important, s'est stabilisé en haut de versant (dissipation d'énergie interne à l'éboulement). Un bloc se serait trouvé "propulsé", phénomène rare mais vérifié parfois.

En l'absence de simulation par le calcul de tels éboulements, on a pu vérifier que, pour un bloc isolé, l'occurrence d'un tel événement est très faible (de l'ordre de  $10^{-6}$  en prenant des hypothèses encore plus pessimistes quant au bloc initial et quant à la nature du terrain en haut de versant).

La chute de 1945 apparaît comme un événement exceptionnel.

## 2.7. ACTION DES SECOUSSES SISMIQUES

Il est possible que des secousses sismiques puissent déclencher des départs de chute de blocs en modifiant momentanément les valeurs du champ de gravité. Les conséquences sur les volumes mis en jeu et les trajectoires possibles sont aléatoires et ne rentrent pas dans le cadre de risques naturels prévisibles.

## 2.8. LES MESURES DE PROTECTION

Aucune mesure de protection ne peut être prise pour empêcher le départ de blocs. La longueur (4 km), la hauteur (200 m) et la multitude de discontinuités font que l'inspection de la paroi mètre par mètre pour déterminer une éventuelle zone de départ est impossible.

Par contre, si des bâtiments ou des constructions sont envisagés dans les zones à risque faible et moyen, il est possible de rechercher ponctuellement un emplacement à l'abri (microrelief, gros blocs servant de protection...) des chutes de blocs. Une étude particulière mettant en oeuvre des calculs spécifiques à l'emplacement ou à l'ouvrage devra alors être menée. Il est également possible de rechercher ponctuellement des solutions type piège à blocs ou filets pare-pierres.

# 3. les glissements de terrain

## 3.1. SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- photointerprétation
- observations de terrain
- enquête auprès des techniciens du service R.T.M.

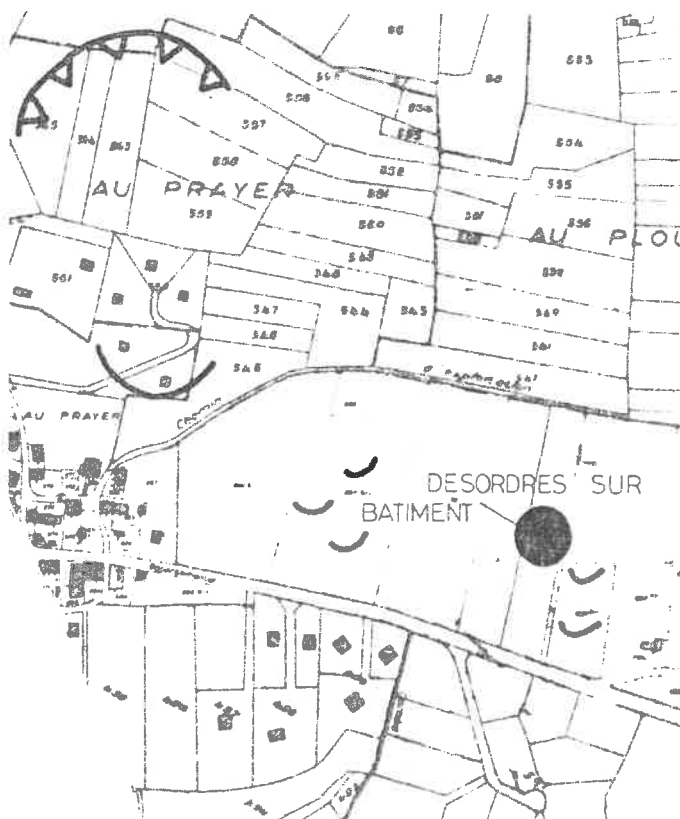
Les glissements de terrains sont peu étendus sur la commune et sont situés pour la plupart dans des terrains à pente forte (45%) qui correspondent aux combes et au bord inférieur du plateau des Petites Roches. Dans ces secteurs, les pentes sont trop fortes pour permettre une utilisation agricole du sol et les terrains sont boisés principalement en hêtres, épicéas, bouleaux et quelques résineux.

Les mouvements intéressent des terrains de couverture : éboulis plus ou moins consolidés par une matrice sablo-argileuse, dépôts morainiques et couches d'altération des marnes.

Toutes les instabilités observées sont liées à des venues d'eau circulant dans les terrains de couverture.

## 3.2. ETUDE SECTEUR PAR SECTEUR

### 3.2.1.



Au-dessus du Prayer, un ancien glissement est visible : rupture de pente à 150 m au-dessus des dernières maisons du lotissement, replat d'où sortent des venues d'eau dans un bosquet de bouleaux et bourrelet terminal sur lequel est établi le lotissement. Les bâtiments du lotissement ne présentent pas de désordres (fissures, déformations...), ce qui tend à prouver que ce mouvement est ancien et actuellement stabilisé.

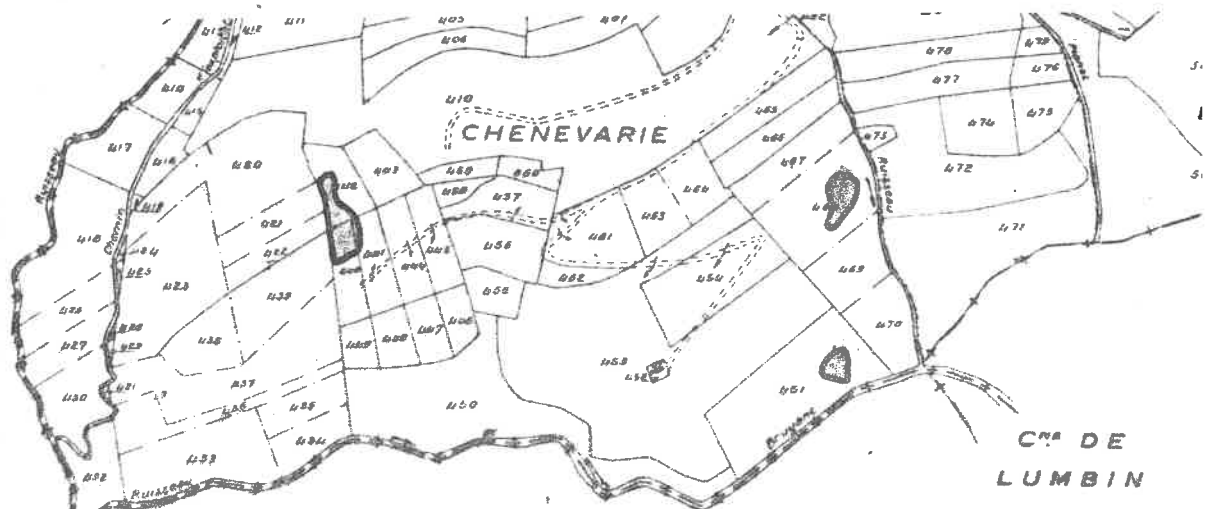
Entre le Prayer et le Pelloux, en amont du CD 30 C, des loupes de solifluxion s'observent (solifluxion = actions des eaux de fonte dues au gel-dégel sur la tranche superficielle, 1 m maximum du sol). Un bâtiment présente des désordres : une fissure horizontale à 1 m au-dessus du sol dans la partie aval indiquant un affaissement d'une partie du bâtiment et des petits glissements du talus amont dus à des circulations d'eau.

Ces observations indiquent que, dans les zones douteuses du point de vue glissement de terrain, toute modification de la pente (terrassements en remblais ou déblais) peut entraîner des changements dans les circulations d'eau et déclencher des mouvements. Les fondations des bâtiments doivent être de plus en plus adaptées à ce type de terrain et supporter sans dommages des contraintes liées à des mouvements. Cependant, la tranche affectée peu épaisse (un à deux mètres) et la pente faible ( $15^\circ$ ) permettent de penser que les mouvements sont de faible importance et peuvent être contrôlables par des mesures préventives appropriées.

### 3.2.2.

Sous le Prayer, au lieu-dit Chenevarie, la pente plonge (70 %) jusqu'au ruisseau du Bruyant et présente des glissements actifs de 15 m de long, 8 m de large, qui affectent 1,50 m de terrains de couverture (moraine).

D'autres petits glissements apparaissent plus au nord, liés à des sources.



### 3.2.3.

Sous le hameau des Guillots Bas, les berges de combe Barbouse présentent des pentes de 60 % et des indices d'instabilité avec un petit glissement (15 m de longueur, 6 m de largeur et 1,50 m d'épaisseur) lié à une venue d'eau située sous un pylône de moyenne tension;

### 3.2.4.

Au lieu-dit l'Olagnier, une pente uniforme et pâturée montre une fissure de 8 m de long, décrochée sur 10 cm et liée à une venue d'eau (0,5 l/s environ en novembre 1984).

### 3.2.5.

La combe aux Suifs, sous le CD 30 C comporte trois glissements actifs en rive droite avec sources et zones humides. Toute la berge montre des indices d'instabilité liés à d'anciens mouvements.

Le glissement actif inférieur remonte dans une zone pâturée sous les Guillots Bas.

Au-dessus du CD 30 C, un ancien mouvement s'observe au-dessus de la maison solaire.

### 3.2.6.

Sous les Benoits, les terrassements effectués pour accéder aux captages du SIE La terrasse - Crolles - Lumbin recoupent des circulations d'eau qui ont favorisé des glissements régressifs du talus amont du chemin. L'eau chemine à 0,50 m ou 1 m de profondeur dans des sortes de chenaux au sein d'un matériau graveleux (éboulis et moraines) emballé dans une matrice sablo-argileuse.

### 3.2.7.

Sous le CD 30 C, entre la Batie et le Combet, un glissement actif s'observe au passage d'un talweg. Un ancien mouvement existe en rive gauche du talweg. Il est réactivé actuellement sous le CD 30 C. Il est lié à des circulations d'eau importantes qui déterminent des suintements et des sources dont le débit peut varier très rapidement de 0 à 0,2 l/s en 24 heures. L'étude géophysique (cf. annexe) indique que l'épaisseur des terrains en mouvement est faible (5m environ) et des techniques de drainage peuvent être mises en place pour assainir le glissement. Le CD 30 C qui traverse l'ancien mouvement ne montre aucune déformation, ce qui semble indiquer que le masque drainant mis en place à l'aval de la plate-forme joue parfaitement son rôle.

### 3.2.8.

Sous Combet et Sous Rajon se produisent des glissements liés à des divagations de ruisseau et des venues d'eau créant des zones mouilleuses.

## 3.3. TECHNIQUES DE PREVENTION

Pour les mouvements décrits ci-dessus, les techniques de prévention comportent entre autres :

- évacuation des eaux superficielles de façon à éviter toute infiltration dans et en amont des zones en mouvement ou des zones douteuses (tranchées à ciel ouvert ou recouvertes) ;

- eaux d'assainissement : mêmes mesures que ci-dessus (fosses septiques étanches, réseau d'égoût, rejet au talweg après épuration, etc...) ;

- drainages des eaux souterraines par tranchées drainantes, drains forés subhorizontaux, éperons drainants, ...

- soutènement des talus en déblais par des soutènements drainants,

- remblais disposés de façon à éviter de couper les circulations d'eaux souterraines.

L'estimation du coût des différentes techniques de prévention ne sera pas effectuée. En effet, les chiffres peuvent varier du simple au triple suivant les conditions de réalisation du chantier (accès, proximité d'une route, proximité d'un approvisionnement en matériaux, etc...).

Cependant, à titre indicatif, pour le glissement de terrain situé sous La Batie et étudié en annexe, on peut estimer à environ 70 000 F les opérations d'assainissement du mouvement.

# 4. les crues torrentielles

---

Elles sont limitées dans le torrent du Bresson, en limite communale avec Sainte Marie du Mont.

Les autres ruisseaux présentent en effet un bassin versant très réduit (petits cirques dans la paroi, sans alimentation en eau) avec des débits, soit insignifiants, soit en partie captés.

D'ailleurs, il n'existe aucun souvenir de dégâts occasionnés par des crues torrentielles dans ces ruisseaux et les ponceaux sous le CD 30 C sont anciens (voutes en pierre sèche) et de petites dimensions (0,70 m x 1,20 m pour le Bruyant), ce qui semble confirmer l'inexistence de crues torrentielles connues.

A l'inverse, le phénomène est fréquent dans le torrent du Bresson et menace surtout les activités humaines situées dans la plaine de l'Isère. Au début du siècle, une série domaniale a été acquise par l'État dans le but de protéger les agglomérations du Touvet et de Saint Vincent de Mercuze menacées directement par les crues. De plus, la route nationale RN 90 et le tramway de Grenoble à Chapareillan, qui traversaient le cône de déjection du torrent, étaient fréquemment engravés.

Les 900 ha de la forêt domaniale du Boutat englobent le périmètre R.T.M. du Bresson qui se décompose en 31,66 ha sur Saint Bernard du Touvet et 99,60 ha sur Sainte Marie du Mont : seul sera étudié ici le périmètre concernant Saint Bernard du Touvet, périmètre levé et borné en 1905.

## 4.1. ORIENTATION

De nord à est.

## 4.2. ALTITUDES

Le bassin versant s'étend de 1840 m, altitude de la crête du grand Manti, à 850 m, au passage du CD 30 C.

Le périmètre R.T.M. s'arrête à la cote 1350 m qui correspond à la base de la paroi rocheuse.

## 4.3. GEOLOGIE - GEOMORPHOLOGIE

Deux ensembles prédominant :

- Les parois rocheuses des calcaires urgoniens qui forment la crête du Grand Manti et les calcaires marneux du Valanginien qui dessinent la paroi inférieure. Ces derniers sont entaillés par des "goulots" très étroits et profonds qui concentrent les eaux de ruissellement. Leur stratification en petits bancs permet un délitage de la paroi continuel. Les chutes de pierres sont constantes et leur origine se situe sur toute la surface de la paroi rocheuse.

- Les marnes hauteriviennes recouvertes par des éboulis et visibles à l'affleurement dans les entailles des ravins.

A la bordure sud du bassin versant, des affleurements d'anciens écroulements avec gros blocs sur éboulis consolidés sont visibles et donnent lieu à des chutes de blocs par désagrégation de la couche d'éboulis consolidés. Ces blocs se retrouvent à la cote 1050 m environ où la pente s'adoucit.

#### 4.4. VEGETATION

La végétation est composée principalement de hêtres répartis comme suit :

- un tiers de taillis de hêtres, volume sur pied : 30 stères/ha,
- un tiers de taillis vieilli de hêtre (80 stères/ha de taillis et 40 m<sup>3</sup> de réserves),
- un tiers vide (éboulis).

Dans les taillis de hêtre, on peut voir quelques frênes, des érables, des sapins, des pins à crochet et des épicéas spontanés.

#### 4.5. HYDROLOGIE

En 1905, lors du bornage des périmètres, cinq branches avaient été relevées, du nord au sud :

- La branche C - longueur : 900 m - jusqu'au pont du CD 30 C - dénivelée : 450 m - pente générale : 37 %. En fait, de la base de la paroi jusqu'à 1150 m environ, la pente est de 50 % avec des passages à 70 %.

- La branche B - longueur : 600 m - jusqu'à sa confluence avec la branche A - pente générale de 25 % avec passages à 70 % dans la partie supérieure.

- La branche A - longueur : 650 m - jusqu'à sa confluence avec la branche B - pente générale : 20 %, passages à 70 % dans le haut. Elles se sépare en deux branches A1 et A2 au-dessus de 1200 m.

- La branche D n'a pas été retrouvée. Il est probable que des éboulements et des dépôts dus à des crues torrentielles et à des avalanches aient comblé le talweg.

- La branche E se suit sur 100 m à partir de sa jonction avec la branche A, puis se perd dans un replat encombré de gros blocs et de dépôts de matériaux. Au-dessus, on retrouve un talweg peu marqué, sec, servant de parcours à des chutes de pierres et à des coulées de neige.

#### 4.6. ACTIVITE DU TORRENT

Les débits observés en décembre 1984 et les informations recueillies permettent d'interpréter le comportement du torrent du Bresson (branches Saint Bernard) comme celui d'un torrent à "clappes" dans sa partie supérieure (plus de 1150 m) et d'un torrent à affouillement dans sa partie inférieure.

- Torrent à clappes : les éboulis, constamment alimentés par l'érosion de la paroi de calcaires marneux, sont mobilisés lors de violents orages. Les eaux de ruissellement sont canalisées dans les goulots creusés dans les calcaires et entraînent les éboulis sur une pente de 50 % à 70 %. Les matériaux entraînés s'observent dans les lits des talwegs et contiennent des éléments anguleux de  $d_{50} = 0,30$  m (50 % des éléments ont une taille supérieure ou égale à  $0,30$  m), avec des blocs atteignant des volumes de l'ordre du  $m^3$ . Au passage de la piste forestière, la pente s'adouçissant, les dépôts de matériaux sont abondants et obstruent le passage.

Dans la branche A, à la base de l'affleurement des marnes (cote 1200m) un cône de déjection récent s'observe probablement du à des laves torrentielles et à des dépôts d'avalanche (celle de 1978 ?). Il s'étend sur une longueur de 220 m environ et le torrent divague sur les dépôts qu'il affouille.

- Lorsque la pente s'adoucit (30 %), les dépôts de matériaux se font plus nombreux et plus abondants. Certains ouvrages sont débordés sur leurs ailes. Les dépôts peuvent atteindre 1,50 m de hauteur.

- A partir de 1000 m, le torrent érode les dépôts antérieurs en s'enfonçant de 2 m par endroits, ou bien divague sur ces dépôts en affouillant les berges.

- Le tronç commun des trois branches est cependant bien canalisé.

Au pont du CD 30 C, des digues en béton prolongent les appuis du tablier. Ce dernier est situé à 5 m environ au-dessus du lit du torrent.

#### 4.7. LES TRAVAUX DE CORRECTION TORRENTIELLE

##### Travaux biologiques

Des travaux visant à l'amélioration de la forêt ont été préconisés et effectués en partie :

- garnissage de vides avec des résineux,
- recépage de feuillus déperissants dans les zones dégradées,
- dégagement des jeunes résineux par enlèvement du couvert.
- l'aménagement de la forêt du Boutat est en cours de programmation et de réalisation.

##### Travaux de correction active

77 barrages en pierres sèches ont été construits entre 1903 et 1911. Certains (8 barrages) ont été refaits en 1911 et en 1978, date de réalisation de la piste.

Actuellement, 16 barrages ont été détruits ou ensevelis :

- le plus haut, dans la branche B,
- 4 barrages dans une branche comblée au sud de A1,
- 6 barrages dans la branche D disparue actuellement,
- 5 barrages dans la partie moyenne de la branche A.

Ce sont des ouvrages en pierre sèche avec un perré aval en pierre sèche et parfois un contre-barrage. Certains ont été refaits avec des pierres jointées au ciment. Sous le pont du CD 30 C, deux barrages en béton évitent l'affouillement des appuis du pont. La plupart des ouvrages sont en bon état.