

Préfecture de la Haute –Savoie



Direction Départementale des
Territoires

P.P.R

**REVISION DU PLAN DE PREVENTION
DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES**

COMMUNE : LES HOUCHES

Rapport de présentation

Service RTM de l'ONF

SOMMAIRE

<i>PREAMBULE</i>	5
OBJET DU PPR	6
PRESCRIPTION DU P.P.R	7
CONTENU DU P.P.R	8
APPROBATION ET REVISION DU P.P.R	9
<i>NOTE DE PRESENTATION</i>	11
LE CONTEXTE GENERAL	13
1- LA SITUATION GEOGRAPHIQUE	13
2- L'ACCESSIBILITE	13
3- OCCUPATION DU TERRITOIRE	14
<u>3.1. Le secteur urbanisé</u>	14
<u>3.2. Le secteur naturel</u>	18
<u>3.3. Le secteur agricole</u>	19
<u>3.4. L'activité touristique</u>	19
<u>3.5.- Rôle de la forêt</u>	19
4- LE MILIEU NATUREL	21
<u>4.1. les données climatiques</u>	21
<u>4.1.1. en Haute-Savoie (source : Météo France)</u>	21
<u>4.1.2. Sur la commune des Houches</u>	22
<u>4.1.2.1. Les vents</u>	
<u>4.1.2.2. Les précipitations</u>	

<u>4.1.2.3. Les Températures</u>	
<u>4.1.2.4. Des conditions climatiques locales favorisant les instabilités de terrain</u>	
<u>4.2.- Le contexte géologique</u>	28
<u>4.2.1. Contexte géologique régional</u>	28
<u>4.2.2. Géologie de la commune des Houches</u>	29
<u>4.3.- Le phénomène glaciaire</u>	30
<u>4.4. Le contexte hydrogéologique</u>	32
<u>4.5.- Le réseau hydrographique</u>	33
<u>4.5.1.- Caractéristiques générales de l'Arve</u>	33
<u>4.5.2.- L'Hydrologie de l'Arve aux Houches</u>	33
<u>4.5.2.1. Caractéristiques hydrologiques</u>	
<u>4.5.2.2. Régime hydraulique</u>	
<u>4.5.3.- Aménagement de l'Arve</u>	40
<u>4.5.3.1. Objectifs de l'étude</u>	
<u>4.5.3.2. Aménagements proposés en amont des gorges de l'Arve</u>	
<u>4.5.3.3. Aménagements proposés à l'aval des gorges de l'Arve</u>	
<u>LES PHÉNOMÈNES NATURELS</u>	42
1 - Identification des phénomènes naturels existants sur la commune des Houches	42
2. Sources de renseignements	42
3. Définition et présentation des phénomènes majeurs affectant la commune	44
<u>3.1. Les Mouvements de terrain</u>	44
<u>3.2. Les zones humides</u>	59
<u>3.3. Les phénomènes torrentiels</u>	60
<u>3.4. Les séismes</u>	73
<u>3.5. Les Avalanches</u>	75
<u>DEFINITION DES ALÉAS NATURELS</u>	82
1- Évaluation du niveau d'aléa	

<u>1.1. L'aléa avalanche</u>	84
<u>1.2. L'aléa glissement de terrain</u>	87
<u>1.3. L'aléa chute de pierres et de blocs</u>	87
<u>1.4. L'aléa torrentiel</u>	88
<u>1.5. L'aléa zone humide</u>	89
2 - La carte des aléas	90
3 - Description des zones d'aléas autres que les avalanches	91
4 - Description des zones d'aléas avalanches	112
Les principes de passage de l'expertise de l'aléa au zonage réglementaire	116

PREAMBULE

Le 5 décembre 1992, un Plan d'Exposition aux Risques naturels prévisibles (P.E.R.), valant aujourd'hui Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.), a été approuvé par Monsieur le Préfet de la Haute Savoie.

- ☞ Le 26 décembre 1993 une avalanche exceptionnelle a produit des effets dommageables dans le couloir du Bourgeat au-delà de l'emprise décrite dans le PER.
- ☞ Durant toute la dernière décennie d'importants progrès ont été réalisés dans l'utilisation des systèmes d'informations géographiques, qui permettent de superposer parfaitement différentes couches d'informations (photographies aériennes, données topographiques, relevés évènementiels, etc.) et donc d'affiner l'emprise des aléas.
- ☞ Enfin des études hydrologiques, géotechniques et nivologiques de détail réalisées pour le compte de différents maîtres d'ouvrages sont venues compléter la connaissance des aléas naturels sur cette commune.

Ce sont ces raisons qui ont conduit Monsieur le Préfet de la Haute-Savoie à prescrire une révision de ce PER valant Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) le 23 septembre 2003.

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.) de la commune des HOUCHES est établi en application de 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 et du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles.

OBJET DU PPR

Les objectifs des P.P.R. sont définis par la loi n°87-565 du 22 juillet 1987, et notamment par son article 40-1 :

« Art. 40-1. – L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les débordements torrentiels, les inondations, les mouvements de terrain, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

« Ces plans 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 des prescriptions 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 leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

« 4° de définir dans les zones mentionnées au 1° et 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.

PRESCRIPTION DU P.P.R.

Le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles définit les modalités de prescription des P.P.R :

Art. 1er. - L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles 40-1 à 40-7 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée est prescrit par arrêté du préfet. Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.

Art. 2. - L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte ; il désigne le service déconcentré de l'Etat qui sera chargé d'instruire le projet. L'arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre ; il est publié au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles des Houches a été prescrit par l'arrêté préfectoral D.D.A.F. - R.T.M. 2003-2039 du 23 septembre 2003. Les risques naturels induits par les **avalanches**, les **mouvements de terrain**, les **inondations** et les **débordements torrentiels** sont pris en compte par ce plan de prévention.

L'étude de ces phénomènes est réalisée sur l'ensemble du territoire communal ainsi que sur les parties de la commune de Saint-Gervais dominant ce territoire. Toutefois le versant Nord de l'Aiguillette des Houches sera exclu de ce périmètre.

CONTENU DU P.P.R.

L'article 3 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 définit le contenu des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles :

Art. 3. - Le projet de plan comprend :

- Une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances ;
- Un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;
- Un règlement précisant en tant que de besoin :
 - les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu du 1° et du 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée ;
 - les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 susvisée 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 de l'approbation du plan, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles des mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en œuvre.

Conformément à ce texte, le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles des Houches comporte, outre le présent rapport de présentation, des documents graphiques et un règlement. Ce rapport présente succinctement la commune des Houches et les phénomènes naturels qui la concernent. Deux documents graphiques y sont annexés : une carte de localisation des phénomènes et une carte des aléas. Ces documents sont présentés et commentés. Le règlement et le plan de zonage réglementaire constituent le second livret du plan de prévention des risques naturels prévisibles. Le périmètre des secteurs susceptibles d'être réglementés, hors règlement de sylviculture, couvrira l'ensemble des zones accessibles par des voies normalement carrossables.

APPROBATION ET REVISION DU P.P.R.

Les articles 7 et 8 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 définissent les modalités d'approbation et de révision des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles :

Art. 7. - Le projet de Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseillers municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.

Si le projet de plan contient des dispositions de prévention des incendies de forêts ou de leurs effets, ces dispositions sont aussi soumises à l'avis des conseillers généraux et régionaux concernés.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé dans le cadre des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 11-4 à R. 11-14 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

A l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le plan est applicable pendant un mois au minimum.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus aux deux alinéas précédents.

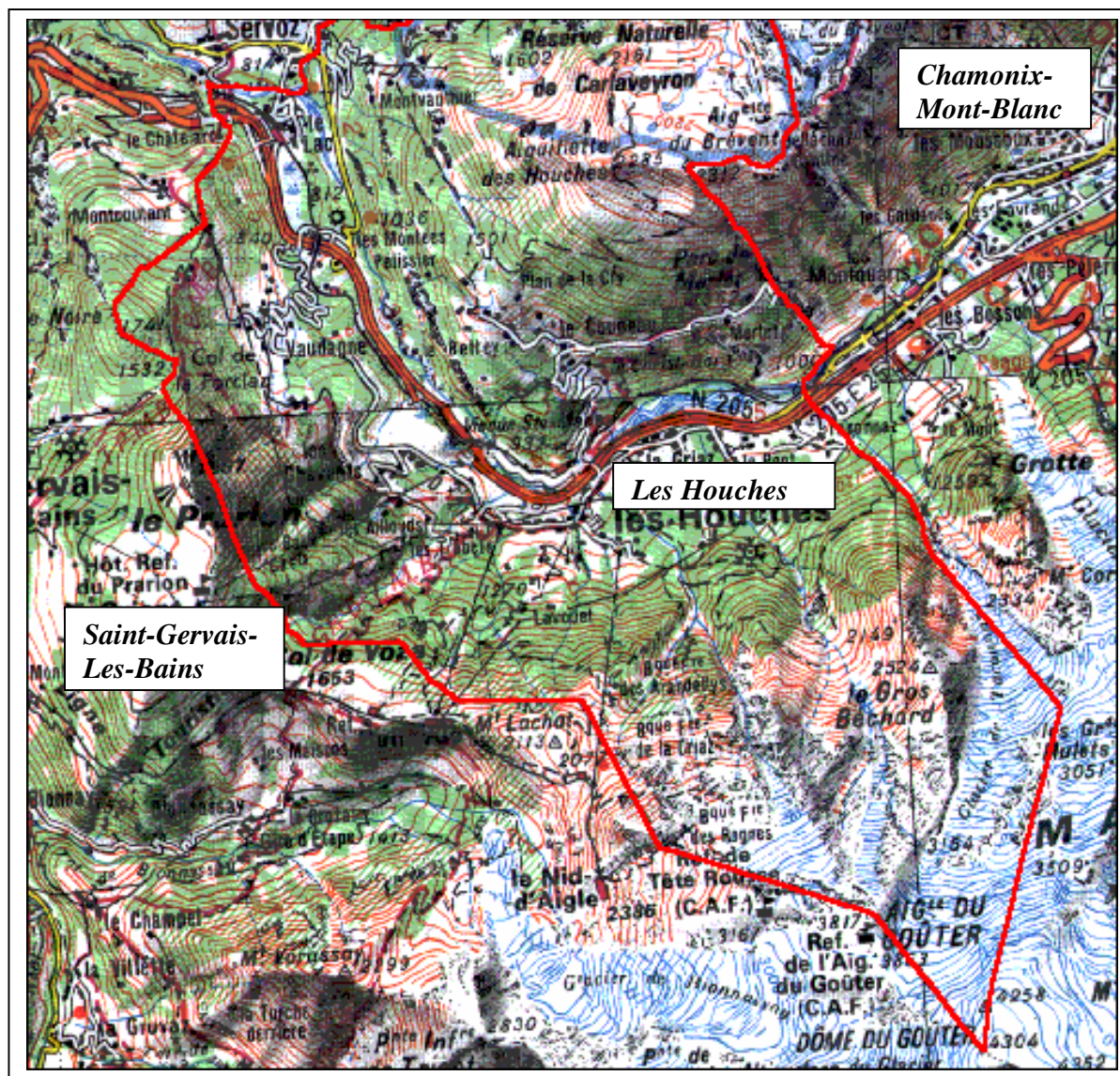
Art. 8 - Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrite aux articles 1 à 7 ci-dessus. Toutefois, lorsque la modification n'est que partielle, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article 7 ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables.

Les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent alors :

- Une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;
- Un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

L'approbation du nouveau plan emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

NOTE DE PRESENTATION



LE CONTEXTE GENERAL

1- LA SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune des HOUCHES se situe au Sud-Est du département de la Haute-Savoie, dans la haute vallée de l'Arve entre les massifs pré-alpins des Aiguilles Rouges au nord (dont l'altitude ne dépasse pas les 2313 m sur la commune) et du Mont-Blanc au sud, qui culmine à 4810 m.

D'une superficie de 4635 hectares, avec des altitudes s'étagant entre 804 m (torrent de l'Arve sous le hameau du Lac) et 4304 m (Dôme du Goûter), la commune des Houches est entourée par les communes suivantes :

- SERVOZ au nord,
- CHAMONIX-MONT-BLANC à l'est,
- SAINT GERVAIS LES BAINS au sud-ouest,
- PASSY au nord-ouest.

Le territoire de la commune des Houches occupe le fond et les versants de la vallée de l'Arve de direction Sud-Ouest Nord-Est depuis le torrent de Tacconnaz, limite des communes des Houches et de Chamonix, puis de direction méridienne jusqu'à Servoz.

2- L'ACCESSIBILITE

La commune des Houches se situe à quelques kilomètres du réseau autoroutier de l'AREA et est desservie par la Route Blanche accédant au tunnel du Mont-Blanc. Ainsi, cette commune est accessible soit par l'Italie par le tunnel du Mont-Blanc, soit par la Suisse par Vallorcine et enfin par la France en empruntant la vallée de l'Arve via l'Autoroute du Mont-Blanc (Lyon est situé à 220 km, et Annecy, le chef lieu de département est distant de 90 km).

La commune des Houches représente un point de passage obligé de la plus haute importance dans la liaison autoroutière trans-européenne France-Suisse-Italie

3- OCCUPATION DU TERRITOIRE

L'altitude moyenne est forte et une part importante de cette surface est en fait stérile (comme les hauts bassins des torrents de la Griaz, du Bourgeat, et du glacier de Taconnaz).

En définitive si le territoire communale des Houches est essentiellement forestier et pastoral, l'activité de cette commune est très majoritairement tournée vers le tourisme.

3.1. Le secteur urbanisé

La population totale suit la courbe classique des communes rurales reconverties aux activités du tourisme.

Ainsi sur la période 1850 – 1950 : on constate une diminution de moitié de la population passant de 1628 à 880 habitants, en raison de l'exode rural. Puis la période 1954 – 1990 : est une période de croissance démographique importante (1947 habitants en 1990)

Le **fond de vallée**, plat et relativement peu large (200 à 500 m), est occupé par la rivière d'Arve, et les emprises routières. Il est compris entre **deux versants**.

Versant en rive gauche de l'Arve

Les principaux hameaux et lieux-dits de ce versant sont :

Taconnaz, Le Pont, Saint Antoine, Le Bourgeat, La Griaz, le Chef-Lieu, Les Chavants, Vaudagne, Le lac.

Les premières habitations restent cantonnées dans la partie inférieure du versant mais à l'abri des inondations de l'Arve selon une disposition linéaire grossièrement calquée sur la courbe de niveau de 1000m. L'urbanisation moderne s'est installée entre 1000 et 1200 m.

Par ailleurs, dans le versant Nord du Col de Voza-Prarion, la zone forestière aménagée et la zone pastorale (au-dessous de 1800 m) sont largement utilisées par le domaine skiable.

Versant en rive droite de l'Arve

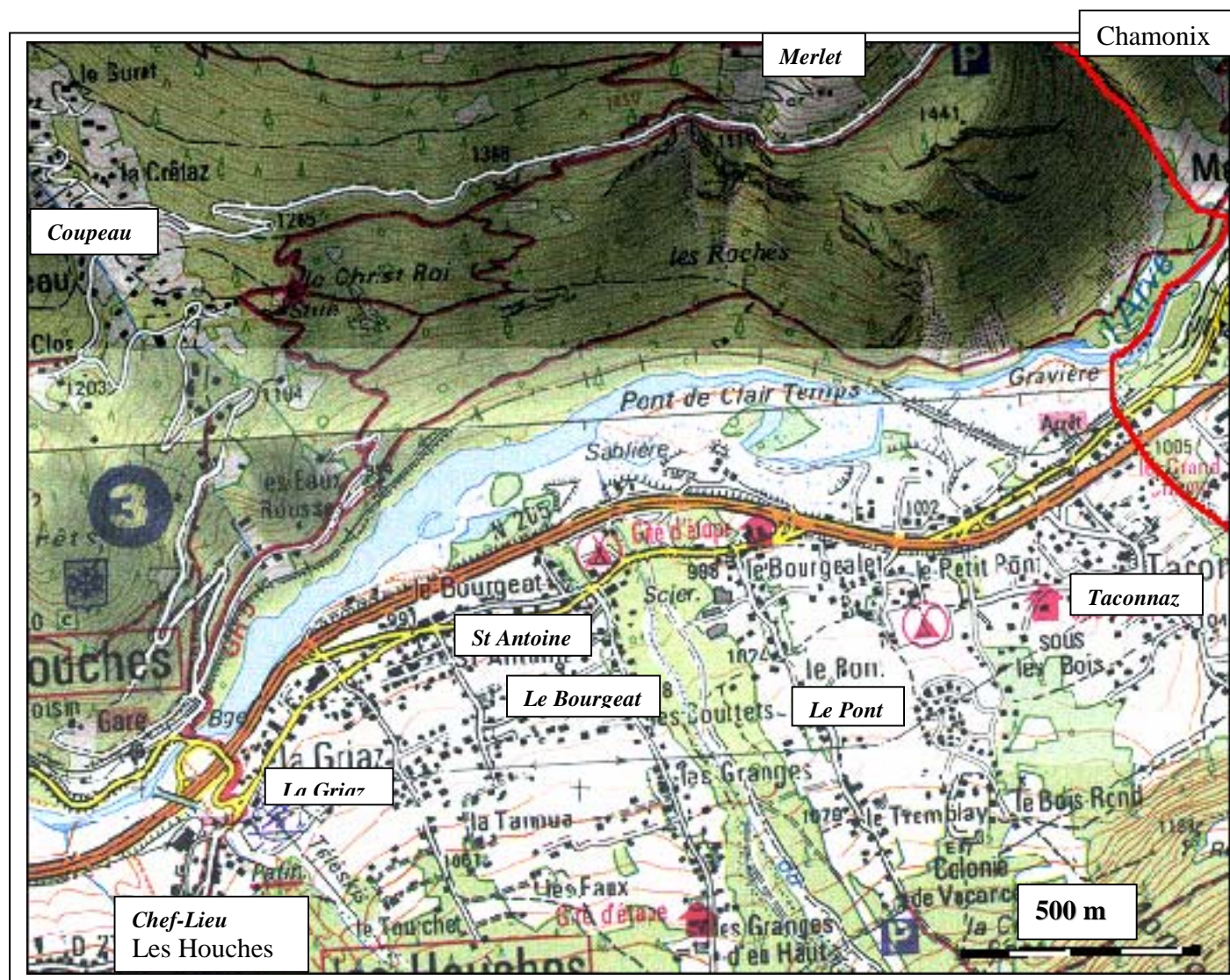
Bien que mieux exposé ce versant est plus accidenté et plus sauvage que le versant opposé. Le couvert forestier y occupe la plus grande place.

Les principaux hameaux de ce versant sont : Merlet, Coupeau, Montvauthier.

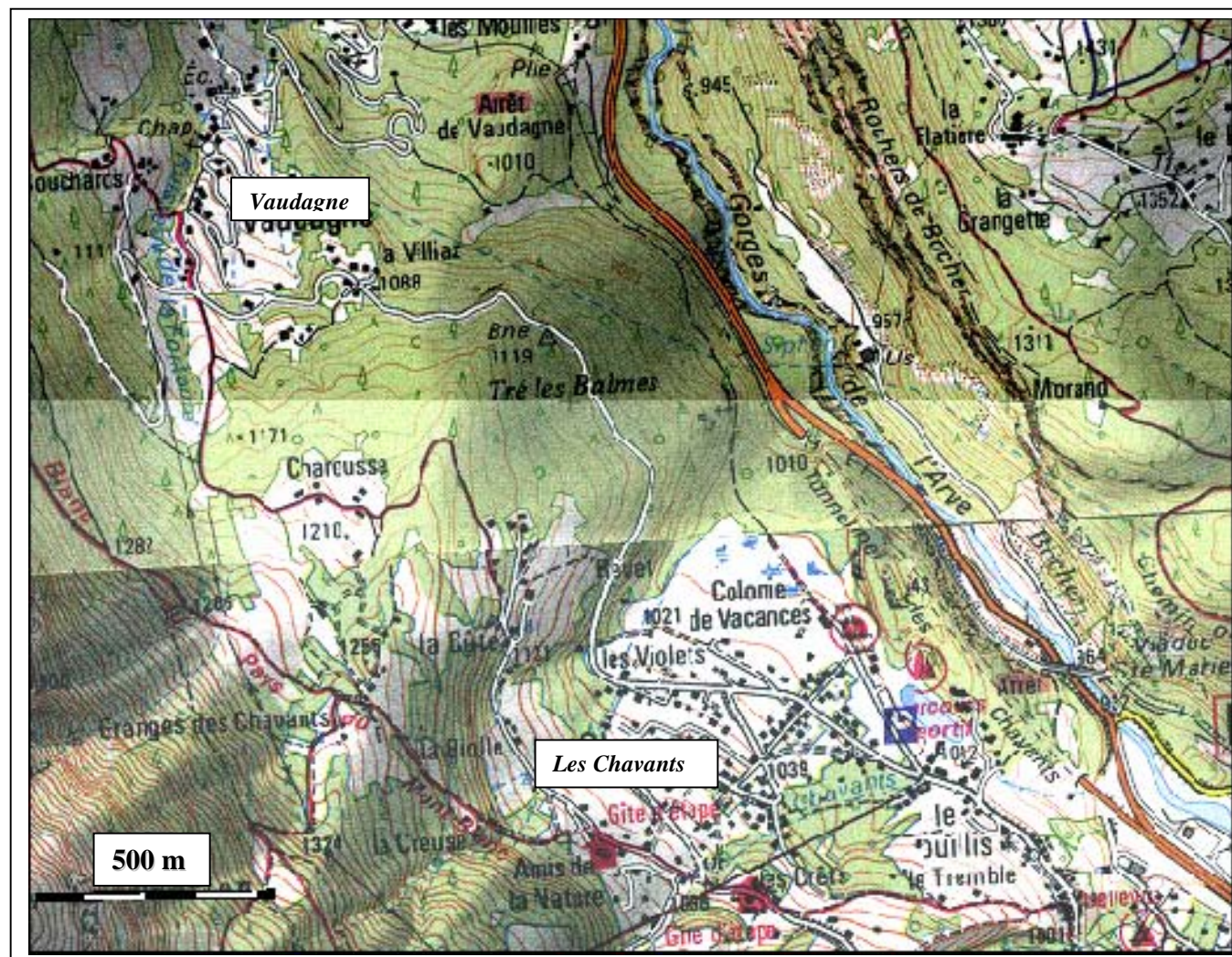
Ainsi, sur la commune des Houches l'habitat est réparti en hameau. Trois hameaux possèdent une population supérieure à celle du chef-lieu (les Chavants, Coupeau, Vaudagne). Ce sont ceux qui bénéficient des meilleures conditions naturelles (faible pente, ensoleillement).

L'emprise du bâti a évolué au cours des siècles. Le bâti a colonisé une tranche altitudinale comprise entre 1000 et 1200 m, autrefois réservé à l'agriculture.

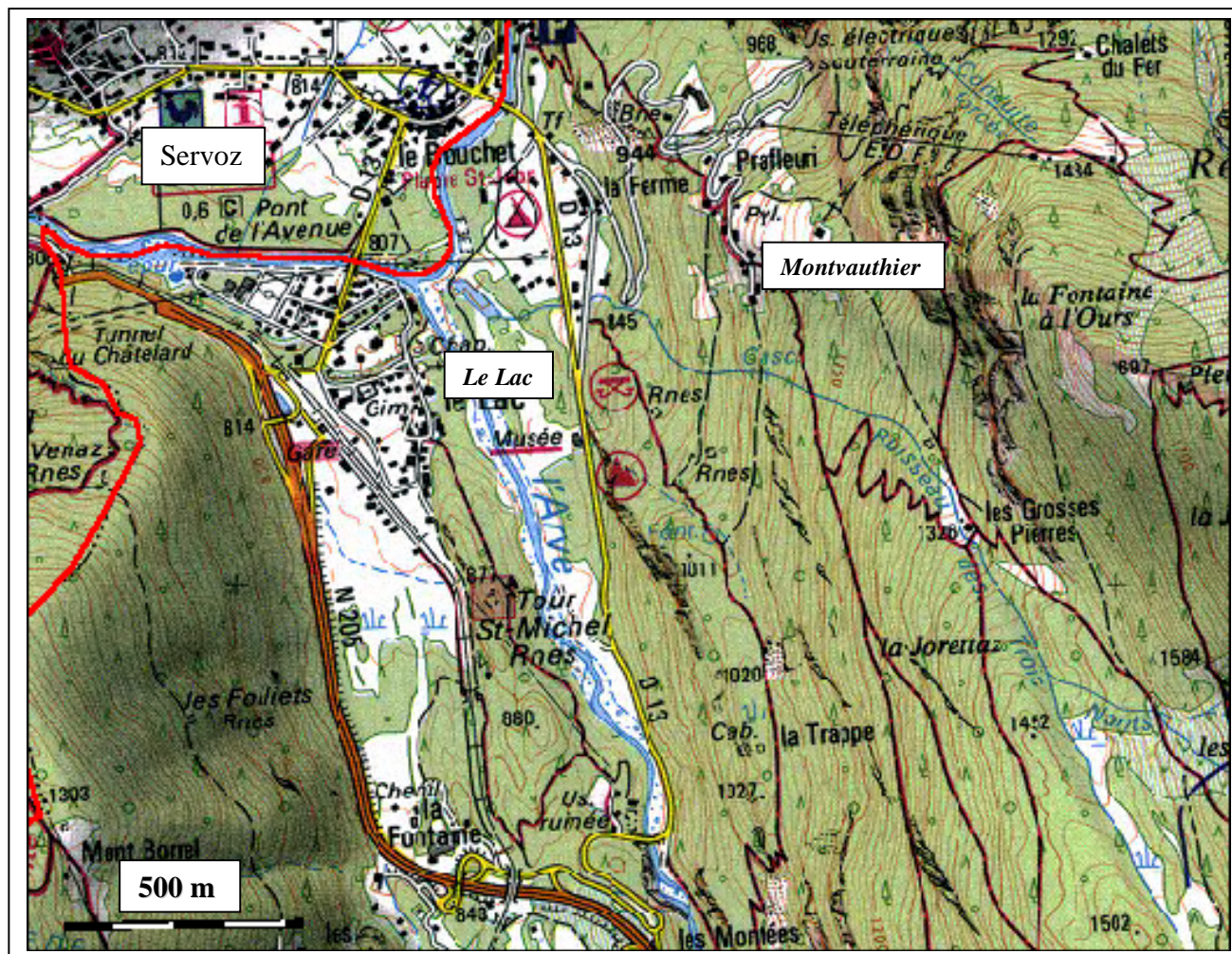
Le territoire de la commune, qui présente une grande variété de contextes géomorphologiques, est concerné par un certain nombre de risques naturels (crues de laves torrentielles, inondations, éboulements, mouvements de terrains, avalanches) qui limitent l'extension du bâti. La construction des paravalanches de Taconnaz et du Bourgeat a accompagné une propagation du bâti sur les vastes cônes de déjection des torrents.



- Localisation des principaux hameaux situés à l'amont du Pont Sainte Marie -



- Localisation des principaux hameaux situés dans la partie médiane de la vallée -



- Localisation des principaux hameaux situés à l'aval des gorges de l'Arve -

3.2. Le secteur naturel

L'étagement altitudinal de la végétation et le relief particulièrement accidenté permettent l'existence d'une grande variété de paysages naturels et humains.

Les bois et forêts, les alpages, et les zones de haute altitude représentent une superficie (cadastrale) d'environ 3800 ha, soit environ 80% du territoire communal.

Le fond de vallée est constitué par la plaine alluviale de l'Arve. Sur le territoire communal, l'Arve forme une plaine à l'amont du barrage de la Griez et une autre (le bassin de Servoz) à l'aval du Pont Pélissier. Constituées d'alluvions torrentielles, ces deux zones sont très occupées et ne présentent guère de surfaces qui soient encore naturelles.

L'étage montagnard : l'extension altitudinale de cet étage va de la limite inférieure de la commune, soit 800 m, à 1300-1600 m selon l'exposition, il est marqué par la prédominance de l'Épicéa et du mélèze en forêt.

L'étage subalpin : les formations arborées qui caractérisent cet étage s'élèvent jusqu'à 1900 m environ. Dans l'étage subalpin, l'homme a favorisé l'extension des herbages. Ces pâturages parfois abandonnés, sont conquis à nouveau par la lande et la forêt.

L'étage alpin réalise le trait d'union avec le monde sans végétation.

Les formations alpines occupent d'assez grandes surfaces aux Houches, tant sur la chaîne des Aiguilles Rouges que côté Mont-Blanc. L'étage alpin se distingue par des pelouses, des parois rocheuses, des éboulis, des marécages et, des lacs.

L'étage nival correspond au domaine du minéral et de la glace.

La Réserve Naturelle de Carlaveyron

Cette réserve a été créée par le décret n° 91-258 du 5 mars 1991.

Cette zone de moyenne et haute montagne, appartenant au massif des Aiguilles Rouges comprend 3 ensembles spécifiques sur 598 ha :

- dans la partie supérieure, un vaste cirque glaciaire où l'on rencontre une multitude de zones humides et de petits lacs.
- sur les versants, une forêt montagnarde, et
- dans la partie basse, les Gorges de la Diosaz.

Cette réserve permet de contribuer à la protection et à la gestion du patrimoine biologique, écologique et paysager du département de la Haute-Savoie par la maîtrise d'usage de milieux sensibles.

3.3. Le secteur agricole

Le mot « **Olca** » d'origine celtique, désigne une parcelle défrichée. Le « H » n'est introduit qu'au 19^{ème} siècle. La diversité des produits (élevage bovin, céréales, fruits, d'après les comptes du Prieuré en 1398) témoigne d'une économie de subsistance.

La toponymie locale évoque souvent cette vocation première :

- les Esserts : terres défrichées par le feu.
- le Nais : endroit où l'on faisait rouir le lin

Le paysage restera agricole au fil des siècles, dans un cadre haut montagnard et touristique.

L'altitude moyenne de la commune étant forte, une part importante du territoire est en fait stérile (hauts bassins des torrents de la Griez, du Bourgeat, de Taconnaz).

La commune des Houches est essentiellement une commune forestière et pastorale, aujourd'hui tournée presque exclusivement vers le tourisme.

3.4. L'activité touristique

Le contexte attrayant de la Haute-Savoie, appuyé sur un réseau autoroutier en expansion, en fait l'un des départements les plus touristiques de l'hexagone.

Ainsi, le secteur naturel de la commune sert de cadre et de support aux activités économiques actuellement dominantes :

- le tourisme estival, avec son réseau de chemins et sentiers permettant une intense fréquentation du milieu naturel et la pratique des sports de haute-montagne ;
- le tourisme hivernal, par un domaine skiable situé dans le versant Nord du Col de Voza - Prarion.

3.5.- Rôle de la forêt

Depuis plus de deux mille ans, l'homme a façonné la forêt, même dans les hautes vallées alpines. Le prieur de Chamonix chargé d'assurer le bien-être de la population, devait veiller à ce que « toutes les coupes soient faites correctement ». Ce qui impliquait une règle de sylviculture très simple, encore appliquée de nos jours : pour prévenir le danger des avalanches, il devait prendre soin autant que possible, de faire « cohabiter en un mélange convenablement dosé sur une surface donnée, des arbres de tous âges ».

Mais de temps en temps, ce bel agencement est remis en cause, culbuté par les tempêtes, les avalanches, le scolyte (un insecte

ravageur de l'épicéa), et même les incendies.

Les populations des ces hautes vallées ont toujours ressenti la présence de la forêt comme ressource pour subvenir à leurs besoins en bois de chauffage et en bois de construction, mais aussi comme un élément de protection contre les avalanches.

En effet, la présence de peuplements forestiers, notamment les essences résineuses à feuillage persistant dans les zones de départ potentiel, modifie les conditions de dépose des flocons rendant le manteau plus hétérogène, grâce aux turbulences générées par l'augmentation de la rugosité de la surface et le poinçonnement provoqué par la décharge des houppiers par paquets. Les troncs ont aussi un effet d'ancrage du manteau au sol.

Enfin, le couvert crée un micro climat moins propice à la formation de givre de surface ou de profondeur (les gobelets), ces cristaux produisant une couche fragile ; il permet ainsi une transformation plus régulière du manteau .

Mais l'on sait aussi que la forêt n'est pas une barrière de protection, car les avalanches qui se déclenchent au-dessus de la limite forestière entraînent les arbres sur leur tracé. L'avalanche de Chailloux – Merlet, par exemple, détruisit 40 hectares de forêt, le 10 février 1984. On retrouvera dans ce cas des bois et des débris végétaux dans l'écoulement et le dépôt, ce qui peut aggraver considérablement les effets sur les biens par poinçonnement.

Enfin on observe parfois des départs ponctuels en forêt, tout particulièrement lors de redoux succédant à d'importantes précipitations.

4- LE MILIEU NATUREL

La commune des Houches possède un certain nombre de caractéristiques physiques qui sont autant de facteurs naturels ou anthropiques, à l'origine de phénomènes naturels.

Ce chapitre a pour objet de présenter ces caractéristiques physiques. Ainsi, les conditions critiques pour le déclenchement et l'accélération des phénomènes naturels peuvent être mieux appréciées et de ce fait, mieux appréhendées.

4.1. les données climatiques

4.1.1. en Haute-Savoie (source : Météo France)

Cette région est soumise au climat montagnard de type « Alpin ». Toutefois, ce département se situe au carrefour d'influences climatiques très variées.

Les vents

Au fil des saisons, la Haute-Savoie, tout comme une partie de la Suisse Romande, se trouve régulièrement balayée par des vents océaniques d'Ouest à Nord-Ouest, porteurs de perturbations souvent réactivées au contact des reliefs.

De l'automne à l'hiver, des régimes continentaux de Nord-Est à Est apportent la « Bise », avec sa « froidure », accentuant la différence entre les plaines embrumées et les sommets ensoleillés.

Les vents du Sud-Ouest à Sud qui véhiculent de l'air Méditerranéen, sont à l'origine, soit de violents orages près des reliefs en été, soit de « l'effet de Foehn » du Mont-Blanc au Valais Suisse, phénomène remarquable par la force de ces coups de vents et la douceur qui les accompagne au printemps et à l'automne. Ce vent, à la suite de fortes chutes de neige, favorise le départ d'avalanches.

Les Précipitations

Avec une pluviométrie de 900 à 2000 mm par an, la région est dans l'ensemble plus arrosée que la moyenne nationale (900 mm). Cependant, donnons quelques chiffres à titre de comparaison : il tombe en moyenne 600 à 700 mm sur le bassin parisien, 1000 à 1600 mm sur le Finistère, 500 à 700 mm en Alsace, 800 à 1700 mm sur le Limousin et 600 à 700 mm sur les Bouches du Rhône.

Ouvert aux dépressions océaniques porteuses d'humidité, le relief fait écran à la circulation des masses d'air. Les précipitations sont abondantes, la nébulosité reste élevée et même la belle saison estivale est ponctuée d'orages souvent violents.

La répartition des pluies se calque assez bien sur le relief mais d'autres éléments sont à prendre en considération. La région la plus sèche du département s'étend de la Semine à l'ensemble du bassin du Lemman. Cette région est en partie protégée par le Jura et le Bugy. Les plaines les plus favorisées sont la région annecienne et le pays Rochois. Ces régions, plus ouvertes, bénéficient de l'effet

de soulèvement sur les Bornes. Les reliefs semblent équitablement arrosés bien que peu d'informations soient disponibles. La pluviométrie des vallées alpines est très contrastée. Dans l'ensemble, plus la vallée est externe, plus les précipitations sont importantes (Thônes, Samoëns...). Plus les vallées sont internes, plus les pluies sont faibles (Chamonix, Sallanches).

Les Températures

L'élément prédominant dans la température est bien évidemment l'altitude : plus on monte plus il fait froid. Cette règle est parfois mise à défaut notamment à l'automne et en début d'hiver lors des situations à "mer de nuages". En plaine, la proximité du lac Lemman est déterminante dans les températures. Jouant un rôle de régulateur, il amenuise les amplitudes journalières et annuelles. En montagne, la configuration des vallées ainsi que l'exposition sont autant d'éléments qui peuvent donner lieu à des régimes thermiques fort différents. Il fait plus froid en ubac qu'en adret. Plus la vallée est encaissée, plus les amplitudes journalières et annuelles sont importantes.

4.1.2. Sur la commune des Houches

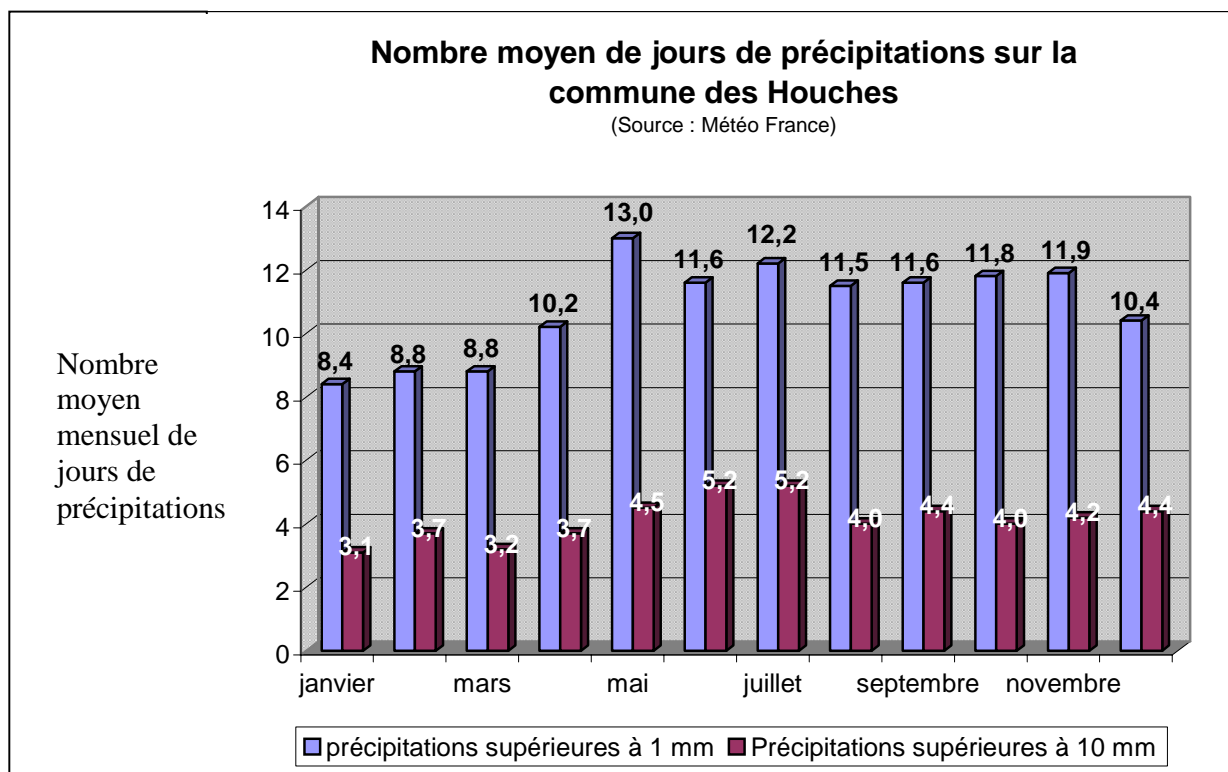
Du point de vue climatique, ce secteur occupe une position intermédiaire entre les Alpes externes du bassin lémanique en Suisse et les Alpes internes du bassin du Pô en Italie. Ce climat est nuancé par l'altitude des reliefs qui conditionnent les variations brusques de température, la pluviométrie et le régime hydrique. Les mesures effectuées, de 1992 à 2002, par Météo France à la station de la Griaiz à une altitude de 1008 m, vont nous permettre d'apprécier les caractéristiques climatiques de la commune.

4.1.2.1. Les vents

Les vents suivent préférentiellement l'axe de la vallée compte tenu des reliefs imposants constituant les versants. Il faut également noter les brises thermiques entre le fond de vallée et les massifs montagneux encadrants.

4.1.2.2. Les précipitations

Le nombre moyen de jours avec précipitations est de 130.2 jours. Ce nombre est donc supérieur à la normale française (environ 120 jours). La précipitation moyenne annuelle est de 1268mm (estimation an 2000) dans le fond de vallée mais probablement de plus de 2000 mm au sommet de l'aiguille du Gouter. Observons la répartition annuelle de ces précipitations au lieu-dit la Griaiz sur la période 1992-2002.



On constate que les pluies les plus intenses (supérieures à 10 mm) ont lieu l'été. Maximum pour le mois de juillet où le nombre de jours de précipitations supérieures à 10 mm est de 5.2 jours. Ces pluies correspondent aux violents orages d'été qui sont souvent à l'origine des importantes crues torrentielles affectant la commune.

Des précipitations estivales qui se font fréquemment sous forme d'orages intenses

L'historique des épisodes de crues de la Griez est assez significatif de leur répartition préférentielle durant l'été. Les données météorologiques permettent de confirmer la survenue de fréquents orages au cours des mois de Juin à Septembre (plus rarement au-delà dans l'automne).

Malgré une certaine irrégularité inter-annuelle dans le total des précipitations mensuelles, le nombre de jours d'orages reste important, notamment pour les mois de Juillet et Août.

On peut également observer des pluies d'intensité supérieure à 10mm/24h (seuil d'intensité nécessaire à la formation de laves) voire

20mm/24h, en Juin comme en Septembre.

Ces orages violents jouent deux rôles importants dans l'importance du phénomène de crue. Tout d'abord, ils fournissent rapidement une quantité importante d'eau qui engorge les lits des torrents. De plus, cette eau ruisselle avec une grande vitesse sur les bassins versants qu'elle érode, qu'elle imbibe,... Les versants sont déstabilisés, et des matériaux alimentent le torrent. Ces matériaux charriés augmentent alors la puissance dévastatrice du torrent en crue.

La formation de ces orages relève d'une situation générale en période estivale avec réchauffement du sol par insolation supérieure puis formation de mouvements convectifs et ascension de l'air échauffé à son contact, jusqu'à sa condensation à partir d'une certaine altitude au contact d'une masse d'air plus froide.

Il existe un phénomène de « sacs d'eau » localisés exclusivement sur le secteur des Houches. Celui-ci se manifeste par la survenue de pluies d'intensité supérieure aux maximums enregistrés à Chamonix au cours des mêmes mois à des dates différentes. Ils ont lieu exclusivement en Juillet et Août et peuvent relever de la proximité immédiate des hauts sommets (axe Mont Blanc – Aiguille du Goûter) par rapport au reste de la vallée, plus « ouvert », proximité qui accroît les possibilités d'ascension et de condensation de l'air échauffé.

Toutefois, il est important de ne pas trop systématiser le résultat de ces observations ; en effet, on peut noter le maximum quotidien absolu de précipitations enregistré depuis 1992 sur la commune qui est de 71.7 mm/24 h, le *14 octobre 2000*.

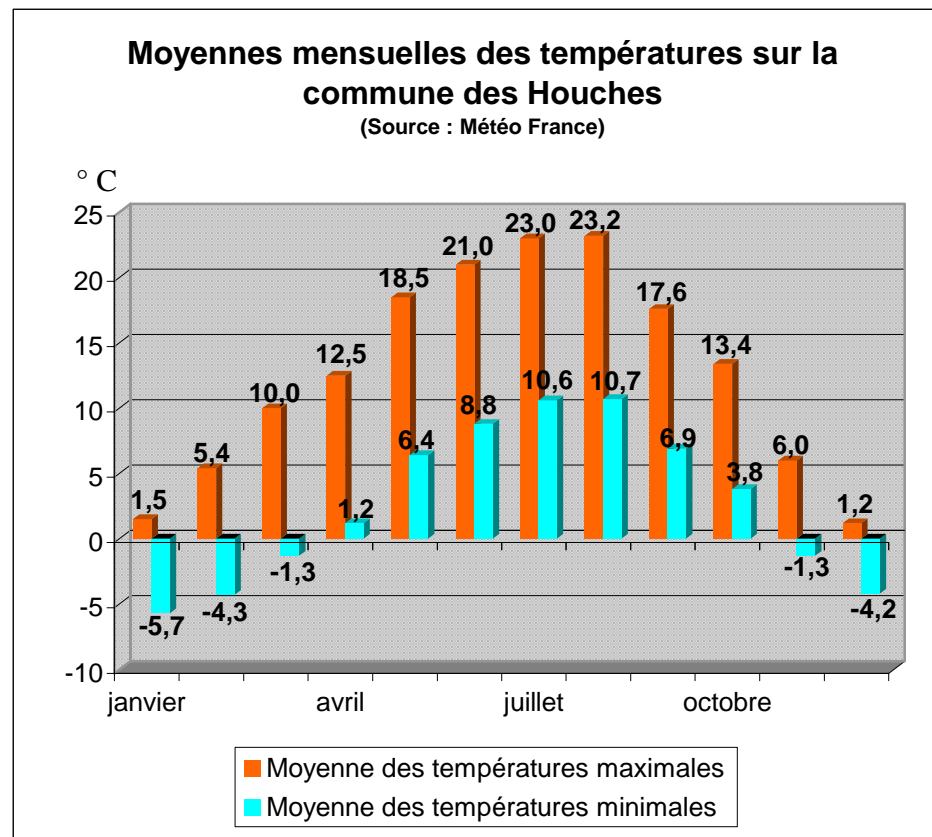
Évolution de la pluviométrie : étagement climatique (source : Guide de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges – 1993)

La répartition générale mensuelle de la pluviométrie montre un pic pendant l'été auquel s'ajoute, en altitude un pic durant l'hiver. Du fait des basses températures, les précipitations se font, pour une part importante, sous forme de neige : le manteau neigeux recouvre le sol durant quatre à cinq mois en fond de vallée, six à sept mois à 2000 mètres et de sept à onze mois à l'étage alpin (2200m à 2500m).

Toutefois, le dôme estival prédomine, les pluies mensuelles les plus fortes étant enregistrées durant le mois de juillet. Les orages suivent des trajectoires bien particulières et n'éclatent vraiment qu'aux contacts d'obstacles.

4.1.2.3. Les Températures

Le graphique suivant présente les moyennes des températures mensuelles maximales et minimales qui affectent la commune des Houches. Ces valeurs ont été mesurées au niveau du lieu-dit La Griaz.



Évolution de la température : étalement climatique (source : Guide de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges – 1993)

La distribution des températures, tributaires comme ailleurs de l'altitude et de l'exposition, est étroitement liée aux dénivelées importantes et brutales, l'encaissement des vallées provoquant en outre des inversions de températures hivernales très marquées. Lorsque l'on s'élève en altitude la température moyenne s'abaisse suivant un gradient d'environ 0,3 à 0,7°C par 100 mètres, gradient variable selon l'orientation des versants. Mais on peut observer en automne et en hiver des températures en altitude supérieures à celles qui règnent en fond de vallée, conséquence de l'étroitesse de celle-ci.

4.1.2.4. Des conditions climatiques locales favorisant les instabilités de terrain

L'exposition globale au Nord-Nord Ouest et Nord Est à chaque extrémité en raison de la forme en amphithéâtre du versant appartenant au massif du Mt Blanc est un facteur déterminant dans la formation des instabilités de terrain. Réduisant la durée de l'insolation (elle-même induite par la proximité des hauts sommets qui font écrans), allongeant celle du manteau neigeux malgré une altitude relativement basse, disposant tout le secteur de façon préférentielle aux perturbations d'Ouest, cette exposition favorise l'établissement et le maintien d'une humidité relative importante.

Il est un fait que l'eau est présente en toute saison (même après des périodes anticycloniques durables) sous de nombreuses formes (neige, gel, eau des torrents, eau stagnante des nombreuses zones hydromorphes du secteur sédimentaire) et partout sur le versant, contrairement au reste de la vallée de Chamonix où, à des altitudes similaires, on peut constater une carence du ruissellement.

Sur le versant des Aiguilles Rouges de la Diosaz, la roche est à nu. Cette face ouest du massif échappe partiellement à la sécheresse, du fait de la nature cristalline des rochers (peu d'infiltrations).

Outre les conditions climatologiques, d'autres facteurs conditionnent la formation de phénomènes naturels.

4.2.- Le contexte géologique

4.2.1. Contexte géologique régional

Les Massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges étaient initialement éloignés. Ces parties d'un même ensemble se sont morcelées, déformées puis rapprochées au cours d'événements géologiques associés à l'ouverture et à la fermeture d'un océan par déplacement des plaques tectoniques africaine(sous-ensemble adriatique) et eurasiatique.

La géologie du site peut être résumée à deux éléments :

- le socle, qui s'est édifié entre 600 et 300 millions d'années, et qui fait partie des fondations de la chaîne alpine toute entière. Les massifs des Aiguilles Rouges et du Mont blanc appartiennent à ce socle.
- Sur ce socle en cours d'érosion, se sont accumulés des matériaux durant plus de 200 millions d'années. Le socle était envahi par la mer et recouvert par des sédiments marins qui constituent les couvertures sédimentaires alpines.

Cet ensemble a continuellement subi les mouvements des plaques terrestres, il s'est déformé, plissé, soulevé, basculé.





Ainsi, le socle plus ancien, se retrouve dans une position topographique supérieure, par rapport aux couvertures sédimentaires qui occupent le fond de la vallée de chamonix. Une partie de ces couvertures sédimentaires s'est décollée et a été « expulsée » de son logement initial (probablement un vaste bassin sédimentaire) par la surrection du massif du Mont Blanc. Cet ensemble est appelé Nappe de Morcles. Une grande partie a été évacuée au-delà du massif des Aiguilles Rouges, et forme une partie des grands volumes du massif du Chablais ; les éléments du site étudié sont restés « piégés » entre les deux massifs cristallins.

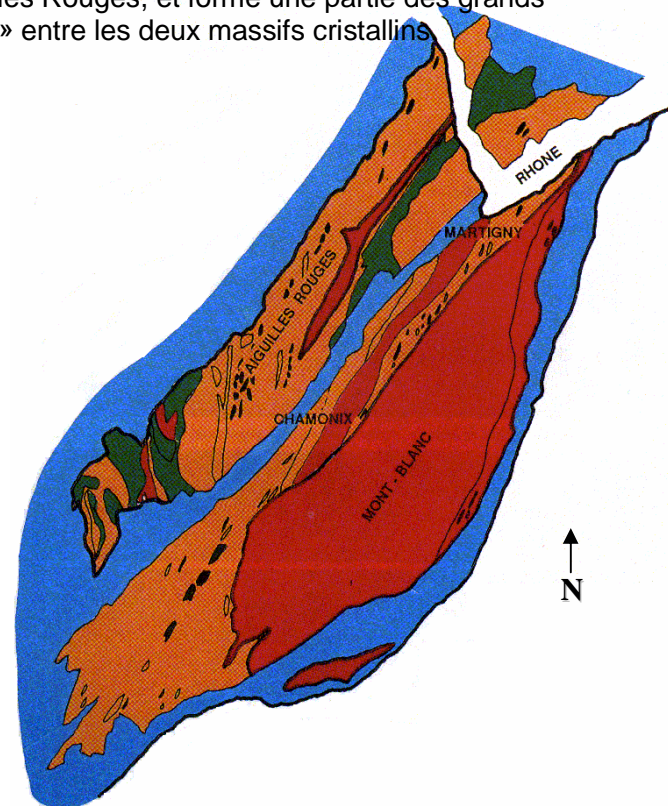
Le mont Blanc a continué à se soulever en se déplaçant de plusieurs kilomètres en direction des Aiguilles Rouges.

Ce soulèvement se poursuit encore aujourd'hui au rythme de 1 mm/an.

Carte géologique schématique et simplifiée des massifs du Mont blanc et des Aiguilles Rouges

(Source : Guide de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges – Edition Gap – 1993)

	Granite
	Schistes cristallins et gneiss
	Terrains sédimentaires d'âge carbonifère, schistes ardoisiers, conglomérats et grès
	Terrains sédimentaires marins non différenciés



Le territoire de la commune des Houches occupe en bordure des massifs cristallins du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges, le fond et les versants de la vallée de l'Arve.

Les formations géologiques :

- dans la partie amont de la vallée de l'Arve sur Les Houches, les formations géologiques affleurantes sont représentées par des placages sédimentaires développés en rive gauche de ce torrent et constitués par des calcaires et schistes noirs du Lias partiellement tassés et éboulés. Le contact avec le socle cristallin est assuré par une bande réduite de terrain triasique où gypse et cargneules dominant et jouent un rôle non négligeable dans la formation des laves qu'a pu connaître le torrent de la Griaz ;
- dans la partie aval, depuis le Pont Ste Marie, la vallée de l'Arve recoupe les formations cristallines et cristallophylliennes du massif des Aiguilles Rouges surmontées de niveaux houillers schisteux et gréseux.

Les phénomènes naturels favorisés par la géomorphologie

L'étude des phénomènes naturels actuels sur la commune des Houches, met en évidence un certain nombre de facteurs naturels actuels qui interagissent pour en favoriser le déclenchement. Parmi ceux ci, deux éléments majeurs, hérités du Tertiaire et du Quaternaire, conditionnent en partie la dynamique actuelle du secteur.

- les effets de l'orogénèse alpine tertiaire :

- Répartition et disposition des volumes rocheux
 - altitude d'ensemble du secteur et sa situation dans le prolongement des hauts sommets évoqués
 - persistance de terrains sédimentaires à cet endroit. Rappelons qu'ils font partie de la couverture sédimentaire « expulsée » de son logement initial. Cette tectonique, par le contact cristallin – sédimentaire, contribue à la formation des laves torrentielles dans le ravin des Arandellys.
Ce contact est marqué par la présence de roches évaporitiques qui se présentent sous la forme de lentilles de gypse blanc, affecté de nombreux plis, d'épaisseur apparente supérieure à 100 m, parcourus de lits d'argilites. Ainsi, les cargneules et les gypses mobilisés sur le passage du torrent des Arandellys, ajoutent leurs effets mécaniques, chimiques (dissolution du gypse) au sapement de la rive gauche de l'Arve constituée des schistes et marnes très tendres du Lias inférieur. Le torrent des Arandellys qui rejoint celui de la Griaz vers 1290 m d'altitude dans cette rive gauche apporte donc des quantités importantes d'éléments fins et de boues. Celui de la Griaz fournit quelques gros éléments mais surtout l'eau claire provenant du glacier, nécessaire à la formation du mélange et à sa viscosité. C'est ainsi qu'est alimenté le fluide visqueux des laves torrentielles de la Griaz
- effets mécaniques sur les roches :

- schistosité dans les principales unités lithologiques
- intense fracturation voire écrasement. Ainsi, un écrasement intense du probablement à la décompression glaciaire peut être observé dans les roches cristallines appartenant au bassin versant de la Griaz. Cette fracturation préalable induit une fragilité des roches. Ainsi, au niveau de l'Arête des Rognes, malgré une gélifraction limitée par une exposition au Nord et une très faible insolation due à l'effet écran de l'Aiguille du Goûter, les éboulements sont particulièrement intenses en été au cours des journées chaudes, où de gros éléments se détachent de l'Arête et sont grossis des éboulis non stabilisés en raison de la forte pente qui lui succède.
- persistance d'un contexte de vulnérabilité sismique (zone de sismicité 1b : sismicité faible telle qu'elle est définie par le décret du 14/05/1991)
- l'action de la morphogenèse glaciaire et post-glaciaire
 - le passage des glaciers s'exprime différemment selon la lithologie et la pente rencontrées :
 - les nombreuses roches moutonnées en aval du Prarion, retenant le marais des Chavants à l'amont ;
 - du matériel morainique fréquemment rencontré sur le secteur sédimentaire. La présence d'une épaisseur morainique disposée sur les pentes schisteuses du Mont Lachat au Col de Voza, constitue un facteur supplémentaire d'instabilité des terrains préalablement fracturés, car la capacité filtrante du matériel morainique favorise la rétention puis l'infiltration d'eau dans les terrains
- Une décompression probable post-glaciaire des versants, en raison du retrait des glaciers, a pu accentuer la déstabilisation des terrains.

4.3.- Le phénomène glaciaire

De tout temps les populations montagnardes ont été attentives au fonctionnement des glaciers, soit par fascination, soit par méfiance.

Risques glaciaires

Dans les Alpes françaises, une centaine d'accidents glaciaires ont été recensés au cours du XIXe siècle. Depuis, la vulnérabilité vis à vis de ces risques augmente du fait de l'urbanisation croissante, et de la croissance de l'activité touristique.

Il existe plusieurs types de phénomènes glaciaires. Les principaux sont : chutes de séracs, rupture de lacs pro-glaciaires, et vidange de poches d'eau sous-glaciaire.

- chutes de séracs :

les chutes de séracs du glacier de Tacconnaz seraient à l'origine de nombreuses avalanches. C'est notamment le cas de l'avalanche de février 1999, qui a franchi une partie du dispositif paravalanche.

- vidange de poches d'eau sous-glaciaires

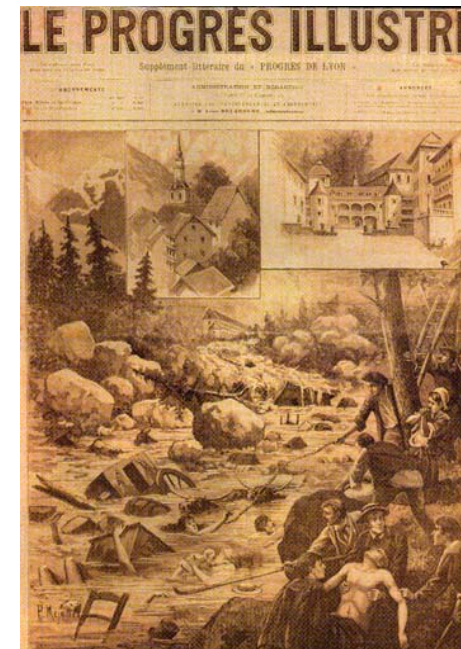
Cette dernière catégorie de phénomène est la plus pernicieuse et celle pour laquelle les moyens de détection et de prévention sont pratiquement inexistantes.

La catastrophe de St Gervais en juillet 1892 reste en mémoire. Cette catastrophe résulte de la libération d'une poche d'eau en provenance du glacier de Tête Rousse. Le volume d'eau brusquement libéré était, selon les estimations, de 200.000 m³. Très rapidement la lave atteignit un volume d'un million de mètres cubes. Des laves très fluides et très rapides (50 à 80 km/h), pouvant charrier des blocs gigantesques, envahissent le Val Montjoie, et détruisent presque entièrement l'établissement thermal de St Gervais.



Vestige du bâtiment du Torrent à St Gervais

Source : Nature et Patrimoine en Pays de Savoie –11/2000



Depuis, deux galeries ont été creusées dans le rocher en 1899 et 1901, afin de prévenir une nouvelle formation de cette poche d'eau.

Les poches d'eau sous-glaciaire se forment en phase de régression glaciaire, ce qui est le cas actuellement pour le **glacier de la Griaz**, sur la commune des Houches. Cependant, la formation d'une poche d'eau intra ou sous glaciaire semble peu probable compte-tenu que ce glacier est globalement très pentu et très crevassé.

Glacier de Taconnaz : En 1892 et en 1921, une rupture de « poche d'eau » sous glaciaire dans le glacier de Taconnaz a entraîné une crue du torrent pouvant être suffisamment importante pour entraîner une crue de l'Arve.

Nous précisons que pour les torrents, émissaires de glaciers, l'emprise des effets liés aux ruptures de poches glaciaires n'est pas prise en compte spécifiquement pour l'établissement de ce présent document du fait de leur fréquence d'occurrence imprévisible et en tout cas très faible, notamment dans le contexte actuel de recul des glaciers mais aussi que les phénomènes résultants sont assimilés à un aléa maximal vraisemblable traité comme un aléa de référence centennale de niveau faible.

Rôle des glaciers

Parallèlement à ces catastrophes, les glaciers possèdent aussi un aspect très positif vis à vis de la vallée qu'ils dominent.

Certains torrents sous glaciaires sont exploités en vue d'une production hydroélectrique mais d'un point de vue plus général les glaciers jouent un rôle hydrographique très important sur les torrents de la vallée.

En effet les glaciers peuvent jouer un rôle de tampon : lors de fortes pluies, le bassin glaciaire collecte une grande quantité des eaux de pluie. Ces eaux cheminent au cœur du glacier pour rejoindre les torrents de vallée plus tardivement après l'orage.

4.4. Le contexte hydrogéologique

Différentes nappes aquifères existent sur la commune des Houches. Nous ne mentionnons ici que trois éléments :

- *Sources issues des schistes et calcaire « liasiques », ou de leur couverture.*

Elles sont très nombreuses mais de faibles débits (quelques l/mn ou quelques dizaines de l/mn). Ces eaux sont généralement dures (dureté totale : 20-25° hydrotimétriques) et très vulnérables aux pollutions.

- *Source du Pont de Clair Temps (rive droite de l'Arve)*

Cette source a été classée à part car son origine paraît toujours quelque peu énigmatique. Elle n'est pas isolée et il existe toute une série de grosses sources analogues à l'amont jusqu'aux approches d'Argentière ; toujours au pied du Cristallin des Aiguilles Rouges. La plupart sont ascendantes.

Une chose est certaine, ce ne sont pas des sources d'éboulis. Ceux-ci sont trop peu développés à l'amont. On a pensé un moment à des remontées d'une nappe captive de la vallée dans les éboulis de pied de pente, mais le forage des Houches implanté sur l'autre rive n'a pas confirmé cette hypothèse car il n'a rencontré qu'une nappe libre.

Dureté totale de la source des Houches : 11,2 – T.A.C.5.

On pense maintenant qu'il doit s'agir d'eaux issues du Cristallin lui-même et surgissant peut-être le long d'une faille (présence de sulfates en quantité notable) au contact de la nappe de la vallée.

- *Nappe superficielle des alluvions*

Cette nappe de surface, dans des alluvions grossières, avec des perméabilités de $2 \cdot 10^{-4}$ à $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, permet un débit de pompage important.

Ainsi, en rive gauche de l'Arve, près du Pont de Clair Temps, un forage de la D.D.A. Annecy a été poussé jusqu'à 60 m de profondeur. Sables, graviers, galets jusqu'à -52 m puis sables fins argileux. Niveau statique à la surface du sol. Débit 500m³/h avec rabattement de 5 m seulement. Eau douce.

La commune des Houches assure son alimentation en eau potable par le captage d'eau gravitaire et par l'exploitation de la nappe phréatique des alluvions de l'Arve.

4.5.- Le réseau hydrographique

4.5.1.- Caractéristiques générales de l'Arve

L'Arve est un affluent rive gauche du Rhône.

Long d'une centaine de kilomètres, il draine un bassin versant d'une superficie totale de 2080 km² jusqu'à sa confluence avec le Rhône. Aux Houches la superficie totale du bassin versant de l'Arve est de 245 km².

Il prend sa source dans des terrains sédimentaires au Col de Balme à 2202 m d'altitude, et se jette dans le Rhône en aval de Genève à la côte 370. Son parcours total est de 1045 kilomètres, et sa pente moyenne de 18 mm/m

L'Arve est un cours d'eau au régime glacio-nival.

La vallée de l'Arve, marquée par l'histoire glaciaire, présente un profil en auge dans la partie médiane de son cours, des verrous et des champs d'inondation avec de nombreux bras se recoupant (zones d'expansion résiduelles).

4.5.2.- L'Hydrologie de l'Arve aux Houches

(Source : Étude de l'aménagement de l'Arve dans la traversée des Houches – Hydrétudes – Février 2002)

Historicité et Témoignages

L'essentiel de ces événements sont décrits dans « Les Torrents de la Savoie » de Paul MOUGIN (1914, Société d'Histoire Naturelle de Savoie ;2001, La Fontaine de Siloe).

Dates	Commentaires
1643	Peu précis
14/09/1733	La plus importante crue historiquement connue ; 153,77ha dégradé sur Chamonix et les Houches.
17/09/1852	Dégâts entre Chamonix et Servoz
31/08/1878	Dégâts surtout à Chamonix (Bois du Bouchet).
13/11/1895	Nombreux affouillements sur les ouvrages à Chamonix.
19/07/1898	Crue liée à un orage avec des dégâts d'affouillements.
11/07/1902	Situation similaire à la description précédente
??/08/1907	Peu précis
24/09/1920	Rupture de poche sous glacière au front de la Mer de Glace, inondation dans le centre ville de Chamonix.
28/07/1930	Scénario similaire à la description précédente au front du glacier d'Argentière.
22/09/1968	Forte pluie continue avec inondation à Argentière et dans le centre de Chamonix.
24/07/1969	Rupture de poche sous glacière au front de la Mer de Glace
25/07/1996	Forte pluies continues, ruptures de poches intra glacière dans le Glacier d'Argentière, dégât au centre de Chamonix

Cette rivière torrentielle est normalement alimentée par les eaux provenant de la fonte des glaciers et des névés du massif du Mont Blanc. Elle l'est aussi par le trop plein des lacs et par quelques sources profondes et permanentes, disséminées à basse altitude (Parsaz, Floria) du versant chamoniard des Aiguilles Rouges.

Le régime de l'Arve est nival en partie supérieure du Tour, puis est largement influencé par les émissaires glaciaires de la façade Nord-Ouest de la chaîne du Mont Blanc.

De la source à Argentière, l'Arve constitue un véritable torrent avec une pente moyenne à 16 %, puis de 2% à Chamonix. Au niveau des Houches, cette pente s'affaiblit encore, à environ 1%.

Les apports des torrents affluents et les conditions hydrologiques de l'Arve conditionnent largement la configuration évolutive du lit (cote ligne d'eau, chenaux d'écoulement préférentiel, granulométrie du substrat,...)

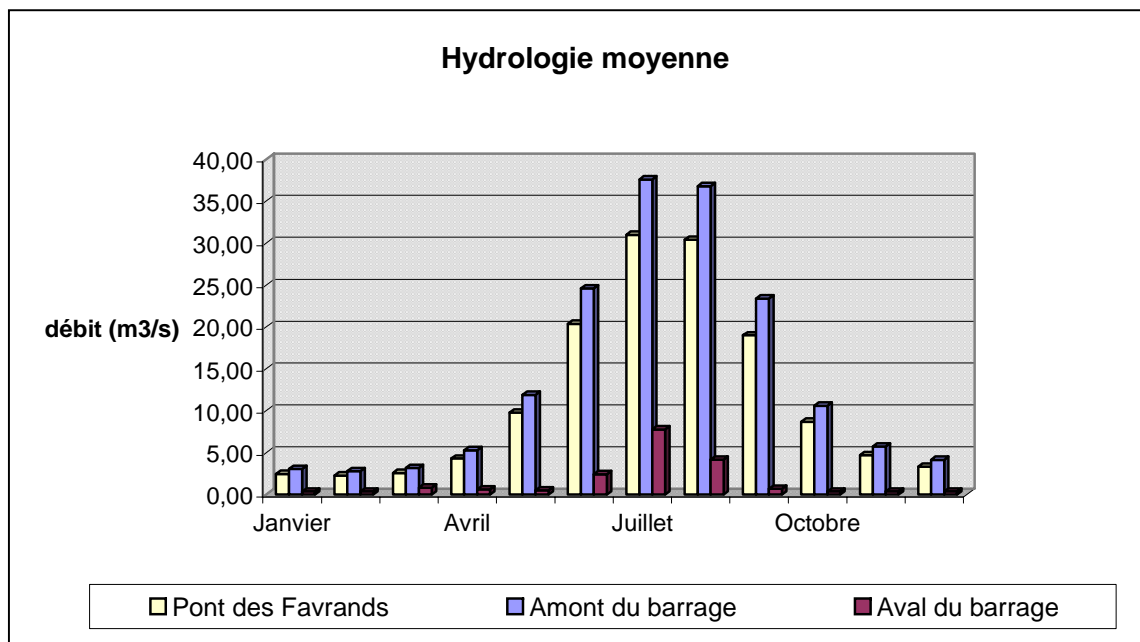
4.5.2.1. Caractéristiques hydrologiques

(Source : Reconstruction de la STEP intercommunale – SAGE – 2000 ; DIREN SEMA Rhône-Alpes, EDF)

Les caractéristiques de l'Arve sont appréciées sur la base des données disponibles au niveau de :

- la station du Pont des Favrands (bassin versant de 205 km²),
- la station en amont du barrage des Houches (bassin versant de 245 km²),
- la station en aval du barrage des Houches

Variations inter mensuelles du débit de l'Arve au Pont des Favrands, et de part et d'autre du barrage EDF des Houches



Les débits de crue de l'Arve sont (débit estimé en m³/s) :

Crues caractéristiques	Crue biennale	Crue décennale	Crue centennale
Amont barrage	~ 106	~ 160	~ 230
Aval barrage	~ 106	~ 160	~ 330

Et les débits caractéristiques d'étiage (débit estimé en m³/s) :

Débit de référence d'étiage	Retour 5 ans
Pont des Favrandes	~ 1,65
Amont barrage	~ 2,00

En aval du barrage des Houches, quelques affluents en rive gauche de l'Arve apportent un débit complémentaire au débit réservé lâché par EDF. Citons les principaux :

- le Nant Noir
- Le Nant Nalien
- Le Nant Jorland,

Et aux débouchés des gorges, au niveau de Servoz, la Diosaz en rive droite.

Les débits supplémentaires demeurent malgré tout modestes, à l'aval immédiat de la retenue EDF. En revanche, les débits supplémentaires dus à la Diosaz, dont la confluence se trouve à environ 4 km en aval du chef-lieu des Houches, sont beaucoup plus importants compte tenu de son bassin versant nettement plus étendu.

4.5.2.2. Régime hydraulique

Le régime de l'Arve se caractérise par une grande abondance de l'écoulement moyen, un étiage très bas en hiver et une crue en été assez tard.

De manière générale, les crues de l'Arve au niveau des Houches peuvent être produites par deux phénomènes :

- un orage violent : dans ce cas, le phénomène de ruissellement de surface est important et entraîne des temps de réponse très courts, estimés à 7 heures
- un redoux entraînant une fonte de neige importante accompagnée de chutes de pluies : dans ce cas, le débit de crue est le plus important

A l'amont des gorges de l'Arve : Le régime d'écoulement de **l'Arve** dans ce secteur est en majeure partie torrentiel. Les vitesses d'écoulements sont importantes, dépassant plusieurs fois 6 m/s. Entre le barrage EDF (Pont des Gures) et le Pont Ste Marie, l'Arve est contenu en rive droite par le versant matérialisé par une succession d'éperons rocheux enchâssant des anses. En rive gauche, la zone de divagation d'origine qui venait en pied de versant est actuellement contenue par les perrés et remblais de la RN 205 et par les dépôts abondants des torrents affluents. L'étude hydraulique de l'Arve menée par SOGREAH en février 2000 a défini précisément quelle était l'ampleur du risque torrentiel sur cette zone. La zone de divagation est en moyenne d'une centaine de mètres.

L'Arve au niveau du Chef-Lieu
Juillet 2003



Le charriage dans l'Arve est la conjonction de deux éléments d'origine différente :

- les débits liquides sont assurés par l'Arve
- les apports solides par les torrents affluents

En effet, la cassure de pente en aval du Pont des Gures montre que la pente de 5% est formée par l'étalement des matériaux issus des torrents de rive gauche, alors que la pente correspondant aux matériaux de l'Arve est celle en amont du pont, soit 1%. La

présence du barrage fait que, pour l'essentiel, les matériaux sont piégés dans la retenue, cette dernière ne restituant que les débits liquides.

Cette particularité induit deux conséquences essentielles :

- En période de faible activité torrentielle, le fil d'eau de l'Arve s'abaisse progressivement. En cas de crue de l'Arve, les eaux sont d'une part très agressives vis à vis des berges et des matériaux à reprendre, et d'autre part s'écoulent sur un lit abaissé par rapport aux terrains de berge – d'où un fort risque de déstabilisation de ces derniers.

- En période d'apports solides importants, le niveau du lit de l'Arve est fortement exhaussé, du fait du comblement du lit par les matériaux.

En effet, les terrasses localisées entre la station d'épuration des Houches et le torrent de la Griez sont soumises en cas de forte crue (mais pas exceptionnelle) à un risque fort d'engravesments. En effet les matériaux de la Griez (volume pouvant être atteint pour une crue exceptionnelle : 110000 m³) sont charriés jusqu'au Nant Nalien, comblant l'espace laissé par le Nant Noir. Dans le même temps, les matériaux du Nant Nalien sont charriés vers le pont Sainte Marie. L'exhaussement maximum est atteint au droit de la STEP. En période de forte activité torrentielle, le lit vif actuel est vite comblé et les matériaux se déposent rapidement sur les terrasses. Les écoulements de l'Arve divagent alors fortement, de façon totalement aléatoire.

Le rétrécissement du lit en amont du pont précédent le viaduc Ste Marie provoque un rehaussement important des lignes d'eau en amont. Les ouvrages de traversée existants ont des capacités suffisantes.

Par ailleurs, entre 1990 et 1999, il a été observé sur ce secteur, un abaissement du lit vif de l'Arve, compris entre 2 et 3.5 m, lit qui s'est incisé dans les dépôts en place. Toutefois au niveau de la zone d'influence du cône de déjection du torrent de la Griez, l'activité de celui-ci a maintenu le niveau observé en 1990.

⇒ Ainsi, deux phénomènes existent sur ce secteur :

- Tendance à long terme à l'incision du lit de l'Arve du fait, notamment, de la présence à l'amont immédiat du site du barrage des Houches rendant impossible tout transit solide à l'exception éventuelle des matériaux les plus fins
- Possibilité d'un fort exhaussement du lit de l'Arve dû à un apport ponctuel de ses affluents (la Griez et le Nant Nalien).

A l'aval des gorges de l'Arve :

Le tronçon de l'Arve entre l'amont du pont de la CD 13 et la STEP de Servoz est un tronçon particulier car il est caractéristique de la transition entre la rivière de montagne comme l'est l'Arve au niveau de Chamonix, où le phénomène de transport solide est principalement du charriage, et la rivière de plaine, comme l'est l'Arve à l'aval de Servoz, où le volume des blocs transportés est beaucoup moins important. Ceci est particulièrement dû à l'évolution rapide de la pente dans ce secteur car, on passe d'une pente de 3.2% au niveau du pont de la CD 13 à une pente de 0.2% au niveau de la STEP de Servoz.

Ainsi, dans ce secteur, l'écoulement est principalement fluvial sauf au niveau de certaines zones de singularité (ponts, seuils, ruptures de pente...). Les vitesses d'écoulement excèdent rarement les 4 m/s.



- **Dans le secteur à l'aval immédiat du pont de la CD 13**, en sortie des gorges de l'Arve, les vitesses sont de l'ordre de 4m/s, dues principalement à la présence du pont et au rétrécissement par rapport au tronçon à l'amont immédiat du pont. Aucun débordement ne se produit, mais les vitesses sont suffisamment importantes et le niveau d'eau suffisamment haut pour menacer la stabilité de tout le talus en rive gauche. En effet, lors de la crue de 1996, cette berge a été décapée.

*L'Arve à l'amont du pont du CD 13, à la sortie des gorges.
Juillet 2003*

- **Au niveau de l'entreprise COLAS**, les vitesses sont de l'ordre de 2 à 3 m/s en crue centennale, et on se situe en limite de débordement pour la crue décennale. Érosion de la rive droite. Des épis vont être réalisés au niveau de l'entreprise. Ils auront pour effet de renvoyer les eaux sur l'autre rive vers l'éperon rocheux.

- **Au niveau de la STEP de Servoz**, de par l'engrèvement important du lit, on assiste à un tressage de la rivière. De par ce tressage, il y a deux écoulements préférentiels, un en rive gauche et un autre en rive droite. Par conséquent même si le niveau du haut de berge en rive droite est bien plus bas que celui en rive gauche, des débordements se produisent en rive gauche pour des crues inférieures à la crue décennale. Des débordements se produisent également en rive droite.

Travaux : En 1972, une digue en enrochements a été réalisée sur la rive gauche de l'Arve, afin de protéger le quartier bas des Glières du Lac, qui comportait alors cinq maisons d'habitation, ainsi que la station d'épuration intercommunale qui devait être construite par la suite. (Travaux estimés à 200 000 F environ).

- **Terrain de football**. Avant la réalisation de ce terrain, cette zone était inondable. Depuis qu'il existe, aucune divagation n'a eu lieu, cependant une inondation de ce secteur reste toujours possible.

Toute la partie basse du camping est inondable.

(Une étude est actuellement réalisée afin de connaître les actions de l'Arve afin de définir les aménagements à réaliser)

4.5.3.- Aménagement de l'Arve

(Source : « Étude de l'aménagement de l'Arve dans la traversée des Houches – Hydrétudes, février 2002)

4.5.3.1. Objectifs de l'étude

L'étude hydraulique, réalisée par le bureau d'étude Hydrétudes en février 2002 porte sur l'Arve dans la traversée des Houches. Elle avait pour objet de proposer des aménagements.

Les objectifs de ces aménagements sont multiples :

- protection du talus de la plate-forme de la Cretiaz et de la future STEP,
- protection rive gauche pour la réhabilitation d'une zone de construction,
- protection rive droite de l'entreprise COLAS et les parties moyennes et basses où se pose le problème d'engrèvement du lit mineur,
- Mise en place d'un plan de gestion du profil en long entre la sortie des gorges de l'Arve et le secteur de la STEP de Servoz,
- Ne pas augmenter les risques inondations.

4.5.3.2. Aménagements proposés en amont des gorges de l'Arve, dans le cadre de l'étude précitée réalisée par Hydrétudes

Au niveau de la plate-forme de la Cretiaz :

Compte tenu de la déstabilisation du talus actuel de la plate-forme de la Cretiaz en rive droite, seule une protection en enrochements libres est envisageable. La protection sera ancrée en amont et aval sur les points durs existants : les falaises.

4.5.3.3. Aménagements proposés à l'aval des gorges de l'Arve, dans le cadre de l'étude précitée réalisée par Hydrétudes

Afin d'éviter une aggravation des risques de crue et de redonner à la rivière un profil en long, les principes d'aménagements sont basés sur les critères suivants :

- conservation de la pente au niveau des secteurs où la pente d'équilibre est atteinte
- augmentation de la pente quand le phénomène de dépôt est trop important
- diminution de la pente quand on constate des zones de fortes érosions
- conservation d'une évolution décroissante de la pente de l'amont vers l'aval
- diminution du risque de débordement

En aval des gorges de l'Arve, depuis l'aval immédiat du pont, la berge en rive gauche est très fragile. Il est donc important de mettre en place des protections de berge sur un linéaire de 180 m.

Ainsi pour assurer un bon niveau de protection en considération des conditions d'écoulements, la mise en place de deux épis destinés à diminuer les contraintes hydrauliques en rive gauche semble être la solution la plus intéressante.

Du fait de la proximité du pont de la CD 13, il est nécessaire de mettre en place, entre le pont et le premier épis, une protection de berge en enrochements libres ancrée dans la falaise au niveau du pont et dont la profondeur d'ancrage nécessite une étude géotechnique.

Au niveau de l'entreprise COLAS, afin de protéger la rive droite vis à vis des érosions et de recentrer les écoulements, il est préconisé la réalisation d'un épi. Cet aménagement s'accompagne d'un renforcement des berges en aval et en amont de cet épi en enrochements libres.

Au niveau de la station d'épuration de Servoz, aucun aménagement n'est particulièrement envisagé, à ce niveau, seul le profil en long du cours d'eau est abaissé. La possibilité de débordement en rive droite est conservée, ceci évite de cloisonner la rivière dans son lit mineur, ce qui aurait comme conséquence d'augmenter la vitesse et le niveau d'eau.

Cependant, au niveau de la zone de rejet de la STEP, nous sommes sur une zone importante de dépôt où la rivière a tendance à tresser, engendrant des risques de débordements en rive gauche pour des crues de faible période de retour. L'orientation à suivre ici est donc plus une mission de surveillance de l'atterrissement.

LES PHÉNOMÈNES NATURELS

1 - Identification des phénomènes naturels existants sur la commune des Houches

Six types de phénomènes naturels sont identifiés sur la commune des Houches : les avalanches, les glissements de terrain, les chutes de pierres, les manifestations torrentielles et les zones humides (zone tampon et sol compréssible). Les séismes sont évoqués d'une manière globale.

Les différents phénomènes naturels recensés sur la commune (à l'exception des séismes) sont répertoriés sur les **cartes de localisation des phénomènes naturels** (une carte pour les avalanches et une autre pour les autres aléas).

L'élaboration de ces cartes correspond à la première phase de l'élaboration du P.P.R.

Ce recensement est réalisé à partir

- des informations contenues dans les archives,
- de rencontres avec les habitants, et
- de visite de terrain.

Ces différentes sources d'informations permettent de prendre connaissance des phénomènes naturels qui ont déjà eu lieu dans le passé, ainsi que des phénomènes supposés.

Les informations sont reportées sur un fond de plan IGN au 1/25.000ème agrandi au 1/10.000ème pour la localisation des mouvements de terrain et des divagations torrentielles et sur l'ortho-photo à la même échelle pour les avalanches ; les cartes résultantes de cette première phase d'étude sont présentée en annexe du rapport de présentation.

2. Sources de renseignements

Afin de recenser et d'étudier les différents phénomènes, nous avons utilisé les documents suivants:

- les photographies aériennes permettent une visualisation stéréoscopique du relief et du boisement, elles sont d'une aide particulièrement précieuse pour déterminer les trajectoires des avalanches ; nous avons utilisé les missions de l'Inventaire Forestier National en infrarouge de 1974, 1984 et 1995 et la mission de l'Institut Géographique National en couleurs de 1993 ;
- les cartes géologiques permettent une bonne appréhension du contexte des mouvements de terrain, ainsi que de l'ampleur des phénomènes torrentiels (terrains glissés ou éboulés, cônes de déjections...), la commune des Houches est couverte par la feuille au 1/50 000e N° 703 (St Gervais Les Bains), et par la feuille au 1/80 000ème N°160ter (Vallorcine Mont-Blanc) ;
 - les cartes I.G.N. au 1/25 000e 3530 ET (Samoëns) et 3531 ET (St-Gervais-les-Bains, Mont-Blanc) ;
 - la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA) dessinée par le Cémagref ;
 - les archives R.T.M.: rapports du service, coupures de journaux, anciens rapports des Eaux et Forêts...

- L'enquête permanente sur les Avalanches menée par l'ONF depuis le début du XX^{ème} siècle ;
- les études Géotechniques et de mécanique des Roches du Centre d'Études Techniques de l'Équipement ;
- les études hydrauliques mentionnées postérieurement.

Ce travail d'investigation est complété par la prospection sur le terrain qui s'est déroulée au cours de l'année 2003 et 2004.

3. Définition et présentation des phénomènes majeurs affectant la commune

Afin de pouvoir comprendre au mieux les cartes de localisation des phénomènes naturels, il est important de rappeler la définition des différents types de phénomènes rencontrés sur la commune.

Puis pour chaque type de phénomène, nous présentons les phénomènes marquants rencontrés sur la commune des Houches.

3.1. Les Mouvements de terrain

Les mouvements de terrain sont les manifestations du déplacement gravitaire plus ou moins brutal de masses de terrain. Ceci peut être dû à des processus naturels (fonte des neiges, forte pluie, séisme...), ou bien à des actions anthropiques (terrassement, déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères...).

Selon les caractéristiques géotechniques des terrains, et des mécanismes à l'origine du phénomène, on distingue plusieurs types de mouvements de terrain.

• Les éboulements, les chutes de blocs et de pierres :

Les chutes de masses rocheuses sont des mouvements rapides, discontinus et brutaux. La trajectoire la plus fréquente suit en général la ligne de plus grande pente, mais on peut observer des trajectoires très obliques résultant notamment de la forme géométrique de certains blocs et de petites irrégularités du versant.

En situation de falaise, les masses rocheuses prédécoupées par des systèmes de discontinuités, donnent lieu à des instabilités de mécanismes variés.

Suivant le volume total éboulé, on distingue :



Effets :

dangers pour les vies humaines (même pour de faibles volumes (chutes de pierres)) ⇔ du fait de la rapidité, la soudaineté et du caractère difficilement prévisible de ces phénomènes.

Phénomènes majeurs non avalancheux (Chaque phénomène est identifié par un numéro sur la carte de localisation des phénomènes non avalancheux) :

▪ Secteur II


Localisation	LE DEROCHOIR – LES ROGNES Torrent des Arandellys	Ph. N°8
Type de phénomène	Éboulement rocheux	
Description - Historicité	<p>L'éboulement des Rognes connu dans le pays sous le nom de dérochoir a son origine au bord septentrional du plateau des Rognes à l'altitude de 2810 m. Son activité n'est pas ancienne, elle ne date que de 1888 ; mais depuis cette étape, elle ne s'est pas ralentie.</p> <p>Le plateau des Rognes reçoit chaque année une quantité considérable de neige. Les eaux, aussi bien celles de la fusion des neiges que celles des pluies, par imbibition, et avec les cycles gel-dégel, contribuent à rompre l'équilibre de ces terrains.</p>	

▪ Secteur III

Localisation	LE PONT STE MARIE – LES MONTEES PELISSIER	Ph. N°29
Type de phénomène	Éboulement rocheux	
Description - Historicité	<p>Des risques potentiels d'éboulements rocheux et de chutes de blocs existent ; quelques éboulements se sont d'ailleurs déjà produits dans le passé notamment au printemps 1981 (10 juin 1981) où un éboulement en masse limité de près de 100 m³ a nécessité la mise en circulation alternée de la chaussée pour les véhicules poids lourds, et la déviation des véhicules légers par le CD 213 via Vaudagne.</p> <p>Ces falaises sont constituées de barres rocheuses de schistes et de gneiss.</p> <p>Ces chutes de pierres affectent la RN 205 depuis l'amont du viaduc Ste Marie jusqu'aux Montées Pélissier. Depuis, des grillages et filets par-pierres ont été posés.</p>	

Localisation	EBOULIS – SECONDY – LES COTES	Ph. N°34
Type de phénomène	Éboulement rocheux	
Description - Historicité	<p>L'éperon schisteux dominant la voie rapide du Fayet-Chamonix présente des secteurs instables (écailles rocheuses fracturées reposant sur des plans de glissement inclinés conformément à la pente topographique)</p> <p>Ainsi, de la sortie vers la gare de Servoz jusqu'à l'entrée du tunnel du Châtelard, la RN 205 est très exposée aux chutes de pierres. Cette section est maintenant bien protégée.</p>	

- Secteur IV

Localisation	LES ROCHES Ph. N°38
Type de phénomène	Éboulement rocheux
Description – Historicité  <p><i>Avalanche de Chailloux – 10.02.1984</i></p>	<p>En amont de la carrière de Clair Temps, il est possible de noter une fissuration très importante du rocher, dans la partie haute de la falaise. La SNCF a réalisé un merlon en 1936.</p> <p>En février 1984, une avalanche a déstabilisé le versant, ce qui a entraîné un éboulement rocheux très important. Par la suite des ouvrages de protection ont été mis en place.</p> <p>Le 17 avril 1994, un éboulement de rochers a endommagé la voie ferrée. Le départ de l'éboulement a eu lieu en aval du parc de Merlet, à une altitude d'environ 1250 m, en bordure de la zone d'avalanche de Chailloux. Le point de départ se situe à une cinquantaine de mètres en amont du barrage SNCF ayant pour but de retenir les chutes de blocs (ouvrage ancien datant probablement du début du siècle).</p> <p>Le volume éboulé fut de plusieurs milliers de m³. Le barrage SNCF est plein (il a même très largement débordé) et a perdu toute efficacité vis à vis de nouvelles chutes de blocs. Du côté droit de l'éboulement, une autre masse importante (plusieurs milliers de m³) est également fissurée.</p> <p>Les masses rocheuses sont descendues sur l'éboulis préexistant, partiellement revégétalisé depuis l'avalanche de 1984.</p> <p>Seuls les plus gros blocs (plus d'une tonne) sont arrivés en bas de pente. Le merlon de terre situé en amont de la voie SNCF, mis en place pour protéger de l'avalanche, a eu un rôle déterminant pour limiter les dégâts. Une quarantaine de blocs de plus d'une tonne ont été arrêtés par le merlon, mais au moins 3 blocs ont traversé le merlon avant de s'arrêter dans l'Arve.</p> <p>Le merlon de protection a arrêté la plupart des blocs, mais la protection n'est pas efficace à 100%.</p>


Travaux réalisés



A la suite de l'avalanche de février 1984, la SNCF a dû au cours des étés 1984, puis 1985, mettre en place des ouvrages de protection contre les chutes de blocs : merlon avec fosse de capture, filets de protection.

Merlon de protection construit en 1984-1985
(Source : archives RTM 74)

Localisation	ROCHER DE BOCHER	Ph. N°47
Type de phénomène	Éboulement rocheux	
Description - Historicité	<p>La falaise de Bocher est orientée Sud-Est – Nord-Ouest sur une longueur de 2.5 km entre les cotes 950 et 1300. Géologiquement, nous sommes en présence de schistes du Houiller légèrement métamorphisés. Cette schistosité très redressée est sujette à un phénomène de fauchage généralisé à l'ensemble des falaises (tendance des plans de schistosité à basculer vers l'aval). Les falaises de Bocher de 150 m de haut environ, sont composées de deux zones distinctes :</p> <ul style="list-style-type: none"> -partie supérieure du site présentant un rocher compact à la fracturation peu marquée, -partie inférieure du site comportant de nombreux paquets glissés très fracturés formant des éperons rocheux surplombant ; cette fracturation découpe le massif en blocs ou dalles plus ou moins stables suivant des dimensions décamétriques à métriques sans stratification prépondérante. <p>L'effondrement du 25 septembre 1998 affecte directement cette partie dans la zone médiane de la carrière nouvellement ouverte au Nord de la déchetterie. Le volume de l'effondrement a pu être estimé à environ 400 à 600 m³.</p> <p>Deux blocs d'une dizaine de tonnes ont atteint le sentier au droit de la décharge.</p> <p>Un éboulement d'une centaine de mètres cubes s'était déjà produit il y quelques années dans la carrière Sud, les blocs n'ont pas atteint la route d'accès (des fissuromètres permettent de suivre l'évolution de 2 compartiments localisés près de la zone de départ).</p> <p>Un éboulement a eu lieu lors du printemps 99, un bloc de 3 m³ a atteint la route d'accès à la déchetterie</p> <p>Un événement comparable a affecté la route d'accès à Mont Vauthier durant l'été 1992. D'autres écroulements conséquents se sont produits en forêts ces dernières années. L'ensemble de ce bas de versant est donc sujet aux écroulements</p> <p><u>Avec la nouvelle carrière</u>, l'entreprise a édifié un merlon de 2 à 3 m de haut sur le bord aval de la piste. Ces travaux doivent permettre d'arrêter la plupart des blocs isolés mais seront insuffisants pour les écroulements.</p> <p>Une purge très efficace a été réalisée en périphérie immédiate de l'écroulement de septembre 1998 mais prétendre protéger ainsi l'ensemble du site serait irréaliste.</p> <p><u>La déchetterie</u>. De nombreux compartiments de 200 à 300 m³ menacent de s'ébouler dans un délai à court terme. Compte tenu de l'aspect concave du versant, les produits d'éboulements ont tendance à converger vers les installations de la déchetterie.</p> <p>En mars 2001, un éboulement a eu lieu sur l'ancienne nationale en rive droite de l'Arve, entre la gare SNCF des Houches et l'entrée du Bocher (viaduc).</p> <p>Ainsi, depuis les 20 ans environ d'existence de la voirie d'accès pour la déchetterie, des blocs ont régulièrement été retrouvés sur cette route. Cependant, il n'existe pas de traces d'évènements antérieur à ceux cités précédemment.</p>	

Localisation	MONVAUTHIER Ph. N°52
Type de phénomène	Éboulement rocheux
<p data-bbox="277 363 607 391">Description – Historicité</p>  <p data-bbox="277 1075 887 1136"><i>Ancrages et filets sur la falaise de Montvauthier</i> Photo Cete Lyon – juillet 2003</p>	<p data-bbox="931 363 1823 421">La falaise de Montvauthier culmine à 944 m et surplombe la route de Montvauthier.</p> <p data-bbox="931 427 1966 555">Le risque d'éboulement potentiel de cette falaise est hautement probable. Ce risque concerne : en premier lieu, la route de Montvauthier directement à l'aplomb de cette falaise, en deuxième lieu les habitations au pied de la route de Montvauthier et en dernier lieu localement le CD 13.</p> <p data-bbox="931 561 1966 753">A la suite de chutes de blocs conséquentes à la fin des années 1980, cette falaise a fait l'objet de travaux de protection (purge+pose de nappes de filets). Lors de l'automne 1991, un éboulement rocheux de plusieurs dizaine de mètres cube a détruit le dispositif de protection sur une trentaine de mètres. Cet éboulement provenait de la partie supérieure de la falaise 20 à 30 mètres au-dessus de la route communale.</p> <p data-bbox="931 791 1899 887">Cette falaise d'environ 40 m de haut, est constituée de schistes gréseux et micacés du houiller comportant plusieurs directions de discontinuités dont au moins deux familles ont un pendage vers l'aval.</p> <p data-bbox="931 893 1953 1021">Des mesures sur 4 témoins ont commencé en juin 1992 sur des fissures qui sont apparues au sommet de la falaise à 5 m en arrière du bord de celle-ci. Une prospection sismique a permis de préciser que le rocher était décomprimé sur 7 à 10 m de hauteur et 5 à 6 m d'épaisseur.</p> <p data-bbox="931 1027 1774 1054">Le volume en mouvement a alors été estimé entre 800 et 1000 m³.</p> <p data-bbox="931 1061 1944 1157">Une étude trajectographique a permis de vérifier que les maisons pouvaient être atteintes, et de préconiser et dimensionner des merlons de protection qui ont été réalisés sur la route du bas.</p> <p data-bbox="931 1195 1921 1323">Un éboulement (500 m³ environ) a eu lieu en septembre 1992, à la suite d'une accélération des déplacements provoquée par de fortes précipitations. Cet éboulement a coupé la route, et un bloc est parvenu jusqu'au niveau des protections des maisons.</p> <p data-bbox="931 1361 1787 1388">Afin de sécuriser la falaise, des ancrages et des filets ont été posés.</p>

	<p>Une visite, réalisée en 2001, a permis de constater des chutes de pierres de faible importance en volume et en intensité. Ces chutes de pierres s'arrêtent au plus loin sur la route de Montvauthier au Nord de la zone sécurisée ou dans la rangée de filets plus au sud.</p> <p>A la suite des fortes pluies du mois de décembre 2002, des chutes de blocs ont eu lieu en forêt et sur la route communale. Quelques blocs sont arrivés dans le pré en aval de la route communale à 820 m d'altitude. Ces chutes de pierres proviennent de la partie sud/ouest de la falaise de Montvauthier n'ayant pas fait l'objet de travaux de protection en 1993. En 1993, cette zone de départ a fait l'objet d'une simple purge manuelle.</p> <p>Depuis, des témoins ont été posés sur les gros blocs fissurés en limite sud de la falaise.</p> <p>Par ailleurs, la haute falaise qui domine Monvauthier est également touchée par ce phénomène. Des chutes de pierres sont constatées en amont du hameau de Montvauthier sur le chemin menant aux Grosses Pierres et au Fer.</p>
--	---

Localisation	PLAINE DE SERVOZ
Type de phénomène	Éboulement rocheux
Description – Historicité	La tradition rapporte qu'un immense éboulement parti du Col du Dérochoir et des Rochers des Fiz aurait momentanément coupé l'Arve en aval de Servoz occasionnant ainsi dans la plaine un lac assez étendu dont le déversoir naturel aurait été la petite vallée du Châtelard.

• Les glissements de terrain :

Ce terme englobe ici tous les mouvements gravitaires de roches meubles à vitesse lente, mais également les ravinements, les coulées boueuses hors des cours d'eau, ainsi que les cas de glissements rocheux.


- Le glissement de terrain est un déplacement généralement lent sur une pente d'une masse de terrain le long d'une surface de rupture
- La coulée de boue est un mouvement rapide d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse.
(propagation possible sur une distance de l'ordre du km)
Effets : vitesses d'écoulement pouvant être rapides à très rapides (du cm au m par seconde)
⇒ dangers pour les vies humaines
- Le fluage est un mouvement lent de matériaux plastiques sur faible pente qui résulte d'une déformation continue (sans surface de rupture) du terrain


Effets :

- dégâts importants aux constructions
- accidents de personnes peu fréquents mais possibles (notamment dans le cas de coulées rapides)
- Les phénomènes de ravinement ont été rattachés à cette catégorie des glissements de terrains.
Ce type de phénomène concerne surtout des zones à forte pente où la végétation et particulièrement la couverture forestière sont quasi inexistantes. Dans certains cas, ce ruissellement peut entraîner une petite partie des terrains de surface. Ce type d'érosion finit par supprimer la couche de terrain essentiel au développement de la végétation. On se retrouve alors avec des zones où le substratum rocheux est mis à nu et exposé à l'altération.

Phénomènes majeurs (Chaque phénomène est identifié par un numéro sur la carte de localisation des phénomènes) :

- Secteur II

Localisation	LA COMBE DES ARANDELLYS		Ph. N°9
Type de phénomène	Glissement de terrain		
Description – Historicité	<p>La combe des Arandellys est sujette aux glissements de terrain. Toute les berge du ruisseau des Arandellys (affluent de rive gauche de la Griaz) sont constituées par les diverses assises du Lias (schistes noirs) avec à la base, les formations gypseuses triasiques. Les glissements sont favorisés par des infiltrations qui se produisent à la fonte des neiges sur un petit plateau dit Planey situé au pied du Mont Lachat. Ces mouvements de terrain qui affectent des masses de terres noires boueuses sont une source assez abondante de matériaux qui sont entraînés sous forme de laves noires au moment des orages ou de grandes pluies.</p> <p><u>Rappel</u> : en juillet 1937, un orage a provoqué un glissement de terrain dans cette combe, et les matériaux ont été entraînés par le torrent de la Griaz. La route vicinale des Houches a été touchée, un pont en construction emporté, et le pont provisoire remblayé partiellement par les laves.</p> <p><i>Ravin des Arandellys vu depuis le Brévent</i></p>		
			

Localisation	LES GRANDS BOIS		Ph. N°15
Type de phénomène	Glissement de terrain		
Description – Historicité	<p>Le Glissement des Tropays est situé à environ 1500 m d'altitude entre le ruisseau du Grand Bois et le Nant Nalien, affluents de la rive gauche de l'Arve. En amont du pylône intermédiaire du téléphérique de Bellevue, on peut observer sur plusieurs centaines de mètres, une zone bouleversée, qui témoigne de l'existence de mouvements de terrains. On remarque, que le terrain reste humide de façon quasi-permanente, que des ruissellements superficiels se perdent localement, que des surfaces d'arrachements se développent, présentant des dimensions variables de quelques décimètres à plusieurs mètres de hauteur. Une reconnaissance géotechnique a permis de révéler, jusqu'à 2 mètres de profondeur, la présence de matériaux argilo-schisteux, gorgés d'eau, soumis à des phénomènes de fluage. Les mesures en laboratoire ont confirmé l'absence de cohésion de ces matériaux et une teneur en eau extrêmement élevée. De plus, un réseau de 10 piézomètres a révélé que la stabilisation de l'aquifère se produit très près de la surface du sol et que l'eau contenue dans les terrains argileux se trouve en fait sous pression.</p> <p>Ce glissement menace les pâturages et les chalets communaux des Grands Bois situés immédiatement en amont. D'autres part, les terrains en mouvement se déversant dans le Nant Nalien risquent en cas de crue de ce dernier de constituer une énorme lave susceptible de causer de graves dégâts dans la vallée. S'ajoute à ce glissement de la moraine un phénomène d'effondrement qui affecte la falaise située en contrebas.</p> <p>Un glissement en masse de la moraine est chose possible, d'autant plus que le replat des chalets des Grands Bois facilite une accumulation de neige qui au dégel imbibé la moraine.</p> <p>Il n'est pas exclu que l'abandon de l'exploitation de l'alpage des Grands Bois (absence de travaux d'entretien des fossés de drainage) ait contribué à l'activation de ce glissement. De plus, la forêt qui entourait l'alpage des Grands Bois (abandonné depuis une trentaine d'années) fut largement affectée par un ouragan au printemps 1986.</p> <p>Malgré des tentatives de reboisement, les sols très pentus à cet endroit et dans lesquels la proportion de matériel morainique est essentielle, continuent de glisser vers le Nant Nalien.</p>		
	 <p><i>Bassin du Nant Nalien, secteur des Tropays. Glissement de terrain affectant la stabilité du pylône de Bellevue.</i></p> <p>Source : archives RTM 74</p>		
Travaux réalisés	<p>1952-1953 : Construction d'un réseau de drains à ciel ouvert destinés à assécher les terrains en mouvement (Travaux estimés à 700.000 F)</p> <p>1989 : implantation d'un réseau de drainage en tranchée ouverte avec collecteur, afin de stabiliser les glissements de terrain dans le bassin versant du Nant Nalien (Travaux estimés à 180.000 F)</p>		

Localisation	LA RENALIERE	Ph. N°17
Type de phénomène	Glissement de terrain	
Description - Historicité	<p>Le substratum est constitué de schistes du Lias supérieur recouvert de matériaux d'altération et de dépôts morainiques (à dominante argileuse).</p> <p>La pente moyenne du versant est assez forte et de vastes zones sont en glissements plus ou moins actifs.</p> <p>Le Nant Nalien s'est encaissé dans les matériaux meubles de surface et a souvent atteint le substratum schisteux. Les berges ainsi entaillées sont souvent instables.</p> <p>Toute la rive droite du Nant Nalien est plus ou moins instable (du fait des fortes pluies, de la mauvaise qualité des matériaux et du sapement en pied par le Nant Nalien).</p> <p>Dans le secteur où le téléphérique de Bellevue coupe le tracé du Nant Nalien, l'examen des photos aériennes (missions de 1970 à 1993) montre sur la rive droite du Nant Nalien, la régression d'une zone d'érosion vers une habitation.</p> <p>Un petit arrachement de la couverture (placage morainique et début de l'horizon d'altération des schistes) sur la piste d'accès au chalet, est apparu peu de temps après son élargissement (années 1990) à environ 150 m à l'Est.</p> <p>La couverture du substratum est mobilisée sur une épaisseur de 0.70 à 2 m au-dessous de laquelle on trouve un horizon schisteux plus compact quoique présentant de nombreux signes de fracturation. Des sorties d'eau sont visibles dans la partie supérieure du glissement qui liquéfient partiellement les terrains déstabilisés.</p> <p>De plus, l'accumulation des déblais provenant du curage du pylône (depuis 1983) a obstrué le lit du Nant Nalien, ce qui l'a repoussé en rive droite. Ce débordement ponctuel mais de grande ampleur du Nant Nalien a créé une circulation d'eau permanente à l'intérieur même du pied qu'elle divise.</p> <p>Ainsi, en débordant en rive droite, le Nant Nalien a sapé toute la partie aval du glissement, ce qui a entraîné sa réactivation.</p>	


Localisation	LES ESSERTS	Ph. N°18
Type de phénomène	Glissement de terrain	
Description - Historicité	<p>Vers le milieu du XX^{ème} siècle, les terrains situés à l'amont du CD 213 étaient affectés de mouvements de terrain importants.</p> <p>Au cours des années 1970, le CD 213 fut recouvert par la coulée boueuse de l'Essert, qui démarra, à la suite de pluies estivales prolongées, à l'aval de l'hôtel Notre Dame des Neiges pour se répandre « en flots impétueux » selon les dires d'une habitante des Houches. Cet épisode serait advenu alors que l'on venait de déboiser autour de l'hôtel pour en agrémenter les abords. Une zone hygromorphe accuse une insuffisance de drainage à l'amont, de part et d'autres d'une rigole que l'on a cessé d'entretenir.</p> <p>Depuis, il semblerait que l'activité de ces phénomènes se soit atténuée.</p> <p>Toutefois, en 1996, suite à des travaux de terrassements, des mouvements de terrain se sont produits dans les talus de déblais.</p> <p>Ces mouvements sont dus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aux décaissements réalisés, avec des talus de taille importante, - à la mauvaise qualité géotechnique des matériaux terrassés (matériaux très argileux provenant pour l'essentiel de l'altération de schistes), - aux importantes circulations d'eau sur ce site (les principaux mouvements de terrain se sont d'ailleurs transformés en coulées boueuse) 	

Localisation	BELLEFACE – LES AILLOUDS	Ph. N°21
Type de phénomène	Glissement de terrain	
Description - Historicité	<p>Les versants boisés du talweg du Nant Jorland sont sujets à instabilités. L'écoulement d'eau abondant entraîne l'instabilité de la couverture superficielle morainique reposant au toit des schistes noirs du Lias. Ceci affecte d'ailleurs la chaussée de la route de Belleface qui s'est effondrée au début des années 1980 entre les Aillouds et le Pont de Belleface, après quelques manifestations d'affaissements déjà signalées. En amont le vide créé a encouragé la descente des terrains fortement imprégnés au printemps (fonte de la neige).</p> <p>De plus, la coulée boueuse du « Vieux Manoir » ravagea le talweg du Nant Jorland à hauteur du pont de Belleface, au printemps 1989.</p> <p>Cette coulée boueuse se forme à la hauteur des hameaux de Maisonneuve et des Aillouds.</p> <p>On a évoqué à l'origine de cet épisode l'échec d'une déviation ponctuelle des eaux du Jorland réalisée lors de la construction de la route de Maisonneuve.</p>	
Travaux réalisés	<p>En août 2003, des travaux de terrassement ont été effectués à l'aval de la chaussée. Un mur en enrochement de 2 m de haut a été réalisé dans la partie inférieure du versant. Le drainage des eaux traversant la chaussée a été mené jusqu'au ruisseau. Un autre drainage a été réalisé en tête de talus, mené en périphérie du glissement, puis les eaux rejoignent ensuite le ruisseau.</p>	

Localisation	MAISONNEUVE – LES TRABETS	Ph. N°22
Type de phénomène	Glissement de terrain - Fluage	
Description - Historicité	<p>Les terrains sont affectés par des mouvements de terrains qui sont accentués par la présence d'eau. Ce site s'inscrit dans un contexte de formations rocheuses à dominante schisteuse recouvertes par des plaquages morainiques, d'épaisseur variable.</p> <p>Les résultats d'excavations à la pelle mécanique réalisées dans le cadre d'études géotechniques préalables à la construction du réservoir de Maison Neuve, confirment la présence fréquente d'un niveau argileux, l'intense altération des schistes, la notion de fluage en profondeur, de solifluxion en surface.</p> <p>Un sondage a mis en évidence vers 3 m de profondeur la présence d'une argile <i>thixotropique</i> : sensible aux ébranlements sismiques (propriété pour un sédiment cohérent gorgé d'eau de devenir brusquement liquide sous l'effet d'un ébranlement mécanique).</p> <p>On peut observer sur la chaussée qui dessert Maisonneuve (le secteur le plus dynamique, notamment depuis l'ouverture en 1992 d'un télésiège sophistiqué et la construction en 1995, du réservoir d'alimentation des canons à neige) des signes d'une déstabilisation en cours sous la forme d'un certain basculement de la chaussée souligné de crevasses.</p> <p>Le trait marquant du site réside dans la présence de nombreuses zones instables se traduisant par le fluage de la couverture morainique ou des formations de remplissage des talwegs sur le substratum rocheux schisteux.</p> <p>L'hydrogéologie du site est caractérisée par l'infiltration des circulations superficielles dans la couverture morainique jusqu'au toit du rocher schisteux sain et imperméable.</p> <p>Des résurgences en surface sont parfois observables à la faveur de zones humides se développant dans le versant.</p> <p>Ces circulations erratiques au sein de la moraine peuvent entraîner localement une saturation totale du terrain de couverture (notamment au droit des secteurs à caractères instables).</p> <p>En outre une surélévation fréquente de la chaussée, notamment dans les « épingles à cheveux », crée l'existence de petites zones de rétention d'eau.</p>	
Travaux réalisés	En 1998, des travaux de drainage destinés à ralentir les glissements de terrain étaient prévus route de Maisonneuve: Réalisation de tranchée drainante, réfection du caniveau.	


Localisation	LES TRABETS	Ph. N°22
Type de phénomène	Coulée boueuse - Ravinement	
Description - Historicité	<p>Ce secteur est caractérisé par un glissement permanent des terrains.</p> <p>Une coulée boueuse est survenue à la fin de l'hiver 1941 dans le talus boisé qui domine le secteur des Trabets, sous un virage de la piste de ski. Sa niche d'arrachement est encore décelable malgré la repousse des arbres. Une roselière s'est installée 50 m en contrebas sur le replat formé par l'arrêt de la coulée.</p> <p>Au début des années 80, une tentative d'élargissement du schuss de la piste limitrophe, par déboisement d'une partie de ce même bosquet, s'est soldée par une coulée qui s'est arrêtée 30 m en contrebas à l'arrière d'un magasin d'articles de sport situé le long du CD 213.</p>	

- Secteur III

Localisation	LE SOMMET DES CHAVANTS	Ph. N°22
Type de phénomène	Coulée boueuse	
Description – Historicité	<p>En avril 1970, l'arrière du bâtiment des « Amis de la Nature » construit dans le talus qui surplombe le sommet des Chavants, a été affecté par une coulée boueuse, à la suite de pluies tièdes de printemps sur un manteau neigeux en train de fondre. Les terrains morainiques ont été rendus instables par l'existence d'émergences phréatiques diffuses.</p> <p>Ce phénomène est en effet dû aux importantes circulations d'eau lié à la fonte du manteau neigeux et aux pluies de printemps, dont l'accumulation est favorisée en cet endroit par la nature concave de la pente de fin de talus.</p> <p>Au préalable, un déboisement et un affouillement du pied du talus qui surmonte le chalet avait été réalisé.</p> <p>Actuellement, ous la maison des Amis de la Nature, le talus amont de la route s'est effondré ; ceci témoigne de la qualité médiocre des terrains.</p> <p><i>Avril 1970 – Sommet des Chavants - Coulée de boue</i> Source : Archive RTM 74</p>	
		

- Secteur IV

Localisation	SECTEURS DU CHRIST-ROI, MERLET
Type de phénomène	Effondrement de galeries
Description – Historicité	Dans le secteur du Christ Roi, et environ 800 m après le début de la route de Merlet, il est possible de noter la présence d’anciennes galeries d’exploitations, d’ardoisières. De même, dans l’ensemble de cette forêt de nombreuses galeries d’exploitations du charbon existent. De mémoire d’homme, on n’a pas connaissance d’effondrements de galeries. Mais, s’il n’y a pas eu d’effondrements dans une zone habitée, des effondrements ont pu se produire en forêt.

Localisation	PRAFLEURI	Ph. N°51
Type de phénomène	Coulée boueuse	
Description – Historicité	<p>Le 14 mai 1999, un glissement s’est déclaré à la suite de fortes pluies de printemps. Une zone de pâturage a été détruite sur 500 m2. La présence en rive droite d’un tuyau plastique (ancien collecteur de drain ou ancienne adduction d’eau) passant en amont de la loupe d’arrachement a été notée lors de la visite du site. Les raccords sur les parties visibles du tuyau semblaient très fragiles, une rupture de la canalisation a pu injecter de l’eau dans ce terrain favorable au glissement. La loupe d’arrachement actuelle risque d’évoluer vers l’amont par érosion régressive. La zone mouilleuse en rive droite du glissement est susceptible de se mettre en mouvement.</p> <p><i>Glissement de Prafleuri</i> Août 2003</p>	
		

3.2. Les zones humides

Ces zones ne représentent pas un risque en soi, mais peuvent être une source de mouvements de terrain potentiels (compressibilité du sol) ou une contrainte dans l'optique d'un aménagement futur (tassement différentiel).


Les zones humides peuvent également être le siège de remontée de nappes.

Par ailleurs, lors de fortes pluies, les zones humides jouent un rôle tampon, en effet elles jouent un rôle important sur l'amortissement des pics de crues par rétention.

Ainsi, une zone humide présente deux aspects :
 - un effet défavorable vis à vis de la construction
 - un effet tampon qui est à préserver.

Phénomènes majeurs (Chaque phénomène est identifié par un numéro sur la carte de localisation des phénomènes) :

- Secteur III

Localisation	LES MARAIS DU LAC		Ph. N°35
Type de phénomène	Zone humide		
Description – Historicité	<p>Secteur marécageux des marais du lac recevant les eaux de ruisseaux descendant du versant Nord Est du Prarion. Une étude réalisée en août 1981 (CETE Lyon) lors de l'aménagement de la voie express, a mis en évidence la présence de sols mous hétérogènes et d'épaisseur très variable (environ 10-12 m au niveau du secteur du ruisseau de la Fontaine)</p>		
	<p><i>Les Marais du Lac</i> Juillet 2003</p>		

3.3. Les phénomènes torrentiels

Cette appellation regroupe tous les phénomènes d'érosion, de transport et dépôt de matériaux, de laves torrentielles (coulées de boue liées à l'activité torrentielle) et de divagation torrentielle.

L'ampleur de la crue torrentielle est fonction de :

- l'intensité et la durée des précipitations,
- la surface et la pente du bassin versant,
- la couverture végétale et la capacité d'absorption du sol,
- la présence d'obstacles à la circulation des eaux, ...

Sur la carte de localisation des phénomènes, le cours des rivières et torrents non busés et leurs débordements, ainsi que les zones d'instabilités de berges sont représentés.

Dans le cas d'un cours d'eau busé, seuls les risques (fréquents) de débordement à l'entrée des buses, par obstruction ont été pris en compte; ainsi, seuls les cours d'eau à l'air libre sont cartographiés. En effet, les phénomènes de déboîtement ou d'éclatement des buses par mise en charge et autres problèmes ne sont pas considérés comme des phénomènes naturels et ne sont donc pas recensés ici.

Phénomènes majeurs (Chaque phénomène est identifié par un numéro sur la carte de localisation des phénomènes) :

(Nous ne reprendrons pas ici la présentation des caractéristiques de l'Arve, qui a été faite au 4.5.2.)

▪ Secteur I

Localisation	TACONNAZ		Ph. N°1
Type de phénomène	Divagation torrentielle – Érosion de berges – Charriage		
Morphologie	Le torrent de Taconnaz draine un bassin versant de 12.3 km ² de forme très allongée et dont la majeure partie est constituée par les glaciers élevés qui culminent au Dôme du Goûter (4304 m d'altitude).		
Description – Historicité	<p>Divagation torrentielle</p> <p>Ce torrent est susceptible de divaguer en cas de fortes pluies. Ces débordements peuvent se produire dans les zones supérieures du lit, où leurs conséquences sont graves car l'écoulement peut alors s'écarter beaucoup du lit actuel (jusqu'au hameau de Taconnaz), ou dans les zones plus basses, où l'ouvrage sous la Route Blanche est relativement bas par rapport au lit du torrent.</p> <p>Au cours du XIX^{ème} siècle, 5 débordements avec ravinements et engravements ont été constatés.</p> <p>Ce secteur a connu <i>de nombreuses crues</i> : février 1825, août 1868, En 1892 et en 1921, une rupture de « poche d'eau » sous glaciaire dans le glacier</p>		


	<p>de Taconnaz entraîne une crue du torrent qui peut être suffisamment importante pour entraîner une crue de l'Arve. En 1939, une crue du torrent provoque le débordement en rive gauche, à proximité des habitations existantes. Le 10.07.1942, le torrent est sorti de son lit en rive gauche dans le secteur de la Bagnat de Taconnaz. Il a inondé des sous-sols au hameau de Vers le Nant et a divagué dans des champs où il a creusé le sol et déposé des matériaux. Il a coulé sur la RN 506 (recouvrant entièrement la chaussée sur 80 m) avant de rejoindre l'Arve à travers champs. Lors de l'été 1989, de forts orages ont entraîné la crue du torrent qui a débordé en rive droite (Vers le Nant) mais également en rive gauche, avec transports solides. Ce débordement fait suite à un embâcle qui se serait formé sous la passerelle menant à Vers le Nant. Le torrent a alors inondé un bâtiment riverain et menacé le camping.</p> <p>Érosion de berges <i>Amont de la passerelle reliant Chamonix aux Houches</i> Un important <i>effondrement de berge</i> a été constaté en rive gauche du torrent de Taconnaz en août 1996.</p> <p>Charriage Ce torrent a évolué depuis une quinzaine d'année du fait de la régression du glacier. En effet, depuis sa régression, le rôle de tampon du glacier lors des fortes pluies, a fortement diminué. Les eaux arrivent ainsi beaucoup plus rapidement en grande quantité dans le lit du torrent. Ainsi, depuis cette régression, en cas d'orage, les volumes d'eau ont doublé et la capacité de charriage du torrent est beaucoup plus importante, son pouvoir érosif a donc augmenté. Sur le torrent de Taconnaz, les travaux de curage seront parfois nécessaires à l'amont de la route blanche sur un tronçon d'une cinquantaine de mètres à l'image de la quantité de matériaux estimée à extraire en août 1996 (150 m3). Il reste (<i>constat après 1996</i>) à améliorer le gabarit du lit à l'aval de l'ouvrage paravalanche. Le volume de matériaux apportés brusquement dans l'Arve par le torrent de Taconnaz a été estimé (pour une crue centennale de l'Arve) à 20.000 m3.</p>
<p><i>Torrent de Taconnaz</i> Source : archive RTM 74 (10.77)</p> <div data-bbox="495 1129 797 1222" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> Divagation du lit sur le cône de déjection </div>	<p>Travaux réalisés 1948-1950 : Curage du lit du torrent 1953 : rive gauche : réfection de deux digues en pierres sèches, et construction d'une nouvelle digue du même type (travaux estimés à 309.000 F)</p>




1966 : rive gauche du torrent : construction d'une digue de 82.9 ml et de 10 épis (travaux estimé à 77 000 F)
1990 : réalisation d'un dispositif paravalanche (montant global de l'opération : 23.500.000 FHT)

- digues longitudinales en rive droite et en rive gauche, deux digues déflectrices en rive gauche
- exutoire de secours entre la digue frontale et la digue longitudinale de rive gauche
- aménager le lit du torrent :
 - par calibrage et reprofilage en partie amont avec renforcement par enrochements bétonnés au droit des ouvrages,
 - par aménagement d'un canal en baïonnette pour traverser la deuxième digue déflectrice
 - par aménagement d'un canal à biefs affouillables le long de la digue longitudinale en partie avale.

Le torrent, dont le lit a dû être canalisé par des enrochements, nécessite régulièrement des remises en état.

Localisation	LE BOURGEAT	Ph. N°4
Type de phénomène	Divagation torrentielle – Érosion de berges – Charriage	
Régime torrentiel	Le torrent du Bourgeat (surface du bassin versant : 6.5 km ²) est connu pour ses crues orageuses à laves brutales.	
Crues torrentielles	 <p><i>Torrent du Bourgeat vu depuis le Brévent</i> Août 2003</p>	<p>Des crues répertoriées lors des étés 1828 (le Bourgeat envahit les terres des hameaux du Pont et du Bourgeat), 1860, 1898, 1899, 1900, 1903 ont provoqué d'importants dégâts dans les pâturages, dans les terres des hameaux du Pont, du Bourgeat (ravinement, engravement). Des événements plus récents ont également engendré d'importants dégâts.</p> <p><u>Rappel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>en juillet 1964</i>, une crue a partiellement obstrué le lit de ce torrent. Puis en septembre 1964, à la suite d'un violent orage, une énorme lave a complètement obstrué le lit du Bourgeat au sommet du cône de déjection. Cette crue semblait consécutive à un <i>embâcle</i> qui se serait formée dans les gorges amont et qui aurait cédé. Le torrent est sorti de son lit sur sa rive droite et s'est déversé sur les hameaux du Pont et du Petit-Pont en causant des dégâts considérables. Un bâtiment a été rasé et treize autres plus ou moins gravement endommagés, la route desservant ces hameaux a été coupée (recouverte de plus de 1,50 m de boue, de pierres, de troncs sur une centaine de mètres de longueur) et une dizaine d'hectares de prés et de terrains de culture ravinés et engravés (10 hectares environ). (La Route Blanche n'a pas été endommagée car un large passage a été conservé sous la route pour permettre l'écoulement du torrent.) - <i>en juin 1965</i>, une crue a eu lieu à la suite de la fonte des neiges et d'une pluie d'orage. Certaines maisons du hameau du Bourgeat ont été inondées. La route du hameau des Granges a été ravinée, ainsi que la route du hameau du Bourgeat. - <i>en juillet 1989</i>, une crue orageuse a entraîné l'affouillement des digues et des seuils, et un important transport solide s'est fait à l'aval. - <i>septembre 1997</i>, le torrent est sorti de son lit suite à la rupture d'une poche d'eau sous glaciaire. La crue a affecté la piste en rive droite sur 300 m, et quelques débordements ont eu lieu dans les aulnaies. <p>Il est constaté que jusqu'en 1955 les dégâts ne concernent que les terres et pâturages du cône de déjection ainsi que les voies de communication, on relève à partir de 1958 et surtout 1964 les atteintes portées aux bâtiments</p>


	<p>imprudemment édifiés sur un cône de déjections autrefois « évité ».</p> <p>Malgré les travaux d'aménagement du lit, tout danger n'est pas écarté, surtout en cas de crue exceptionnelle : un débordement reste toujours possible surtout à faible distance du lit.</p> <p>Il existe un risque de débordement à la sortie des digues paravalanches où la rive gauche a besoin d'être renforcée.</p> <p>De plus à l'amont du pont de la route départementale, le lit de la rivière est large et elle forme des méandres. Le dépôt de matériaux est donc important. Un rétrécissement du lit a lieu au niveau du pont et à l'aval. En cas de charriage, un embâcle peut se former au niveau du pont et entraîner une divagation de la rivière.</p>
<p>Pouvoir érosif</p>	<p>Des poutrelles ont été posées au niveau de la baïonnette en vu de bloquer les gros blocs charriés. Ceci a pu contribuer à augmenter le pouvoir érosif du torrent à l'aval, qui par cette différence de charge hydraulique érode les berges afin de collecter des matériaux.</p> <p><i>Si il est envisagé de faire un piège à gravier en amont, il faudra tenir compte des problèmes liés à la charge hydraulique. (pourrait entraîner des problèmes d'érosion)</i></p>
<p>Transport solide</p> 	<p>Le transport solide de ce torrent est important. Les schistes cristallins qui constituent le massif se délitent en plaquettes. Cette érosion peut produire des blocs de quelques dm3 à quelques m3.</p> <p><u>Rappel</u> : le 13.08 1990, à la suite de précipitations brutales et abondantes, une forte crue orageuse s'est formée avec un puissant transport solide sous forme de lave. Le lit, en amont du confluent avec l'ancien lit, était complètement alluvionné (gros blocs provenant de l'amont accumulés au front de lave) en amont, et au droit de cette section un débordement d'eaux claires a commencé à se former sur les deux rives.</p> <p><i>Crue du Bourgeat-14.08.90. Le lit canalisé est complètement obstrué ; les eaux repassent dans l'ancien lit rive gauche</i> Source : archive RTM 74</p>
<p>Travaux réalisés</p>	<p>1952 : Construction de 60 m de digues. Curage du lit sur 50 ml. Terrassement</p> <p>1953 : construction d'une digue en pierre sèche en rive droite, et construction d'une digue en gabions en rive gauche. Curage du lit sur 400 ml, en amont des ponts de la RN et de la voie ferrée. (Travaux estimés à 1.072.000 F)</p> <p>1963 : rive gauche à hauteur des Granges d'en Haut : construction d'une</p>



Dispositif paravalanche du Bourgeat

digue et de 8 épis (Travaux estimés à 46.000 NF)
1976 : Endiguement du torrent du bourgeat
Dès 1978 : aménagement du lit torrentiel par tranches successives (montant total estimé : 4.025.000 F). Ces travaux ont consisté à augmenter le débit des laves par une amélioration des caractéristiques du lit et sa canalisation (endiguement discontinu par éléments d'épis-digues, disposés aux points sensibles où s'effectuent de préférence les débordements. Radier d'accélération en amont du pont du CD 13 (?), et curage du lit).
Le risque de divagation torrentielle a été amenuisé de façon assez sensible.
Ainsi, en 1979 (2^{ème} tranche) : travaux de correction : reprofilage d'un chenal rectifiant le lit du torrent, construction d'une digue et mise en place d'enrochements de protection des pieds de talus de digue et de berge.
Au cours de la 3^{ème} tranche de travaux, des seuils transversaux ont été réalisés afin de freiner la vitesse des eaux et de stabiliser le profil en long du lit et d'éviter les affouillements à la partie inférieure du chenal.
Le paravalanche récemment **construit (après 1996)** est apte à stocker les gros excédents de débits solides.
En cas d'avalanche qui obstruerait toute la partie aval, le ruisseau peut emprunter son lit par le dispositif en baïonnette.

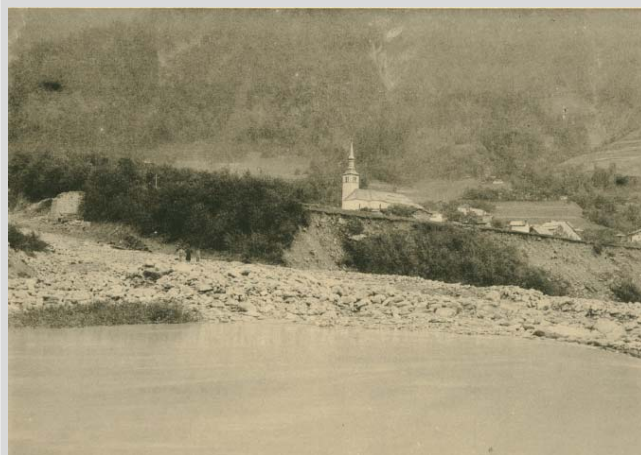
- Secteur II

Localisation	LA GRIAZ Ph. N°6
Type de phénomène	Divagation torrentielle – Érosion de berges – Transport solide
Morphologie 	<p>Le Nant de la Griaiz, à la fois torrent glaciaire et torrent à affouillement, sort de la langue terminale du glacier de la Griaiz à l'altitude de 2400 m et rejoint l'Arve à la cote 970 après un parcours de 2300 m. A la cote 1300, il reçoit sur sa gauche le ruisseau des Arandellys.</p> <p>L'ensemble du bassin de la Griaiz et de son affluent des Arandellys comprend 468 ha de versant rocheux de forte pente dont 50 occupés par le glacier. Les pluies d'orage et les chutes de grêle y sont fréquentes. La pente aidant, le flot qui en résulte emporte en coulées chaotiques vers l'Arve les matériaux venus s'accumuler dans les ravins.</p> <p>La combinaison de l'activité des torrents de la Griaiz et des Arandellys, déterminent la formation fréquente des laves torrentielles de la Griaiz. Le cône torrentiel de la Griaiz occupe la totalité de la base du versant, repoussant l'Arve contre le massif des Aiguilles Rouges.</p> <p>Dans la partie basse, le lit de la Griaiz s'est beaucoup déplacé au cours des temps, et de nombreux méandres se formaient dans son cours.</p> <p><u>A noter</u> : En rive droite du torrent de la Griaiz, la présence d'une source a été signalée en 1900 à hauteur du lieu-dit Nant Chaland. Une source abondante apparaissait dans la berge droite du torrent de la Griaiz à environ 10 m au-dessus du niveau du fond du lit. Cette source jaillissait autrefois beaucoup plus haut, mais l'eau s'est peu à peu frayé un passage dans les dépôts amenés par les avalanches, et érodait la berge de la Griaiz en provoquant de petits glissements.</p> <p><i>Bassin versant de la Griaiz – Juillet 2003</i></p>
Divagations torrentielles	<p>De nombreuses divagations torrentielles de la Griaiz se sont produites dans le secteur du Pont de la Griaiz.</p> <p><u>Rappel</u> :</p> <p><i>D'importantes crues ont été recensées : en 1789, 1790 (les laves de la Griaiz se déportèrent en rive gauche à 250 m du lit actuel, à proximité immédiate de l'église et dévastèrent le cimetière et plusieurs maisons), 1814, 1818, 1825, 1828, 1830, 1842, 1845, 1849, 1851, 1861, 1872, 1874, 1878, 1888, 1893,</i></p>



Pont de la route des Houches emporté par la crue du 13 juillet 1895

Source : archive RTM 74



Cône de déjection de la Griez ayant barré l'Arve lors de la crue du 2 août 1895.

Source : archive RTM 74

1895 (06-07-11), 1898 : Les crues les plus spectaculaires concernent les crues de 1895 et 1898 : au coude que fait le torrent au village du Tourchet, une lave se divisa en trois branches, a recouvert de matériaux des terrains cultivés et fut sur le point d'envahir une habitation (1895). Le pont de la Griez fut plusieurs fois emporté, et un embâcle s'est formé sur l'Arve. Un lac s'est formé au-dessus du pont des Gurrees, ce qui a entraîné la divagation de ses eaux, coupant alors la route de Genève à Chamonix, la voie de chemin de fer. L'Arve a divagué en rive droite dans les champs, à proximité d'habitations.

1900 (07-08), 1905 (10 barrages RTM sont endommagés (remis en état par la suite), l'Arve et le CD sont coupés, et la gare des Houches est envahie),

1937, 1940, 1953 (une lave de 60 à 80000 m³ se dépose dans l'Arve ; un débordement se produit au Tourchet ; la crue de 1953 atteint la gare SNCF), 1962, Ces laves torrentielles ont fait de nombreux dégâts au cours des temps.

En juillet 1971, un gros orage s'est abattu sur la montagne du « Bec à l'Oiseau » et des « Arandellys ». La jonction des eaux s'est faite au lieu dit « Les Barrages » et a grossi anormalement le torrent de la Griez.

Les dégâts se sont produits au lieu-dit « Pont de la Griez » situé sur la RD 213 : la conduite d'eau de la commune qui passait sous le pont a été arrachée, le parapet du pont a été partiellement arraché par les eaux, et la chaussée était recouverte de 50 cm de boue sur une quarantaine de mètres.

Été 1987 : une lave torrentielle s'écoule dans la Griez. Des laisses de crues sont observées au niveau du RD en amont de la patinoire.

Le 24 juillet 1989, une crue avec transport de lave (50.000 m³) s'est accumulée à l'aval dans l'Arve. Des matériaux (quelques dizaines de mètres-cube) se déposent en rive droite sur la patinoire (témoignage de M. Baudet).

En juillet 1993, à la suite d'orages violents, la Griez a divagué en rive droite sur le chemin et a inondé la patinoire.

De cette crue de 1993, il subsiste de très gros blocs qui n'ont pu être déblayés, et qui constituent désormais des obstacles à l'amont de l'ouvrage de franchissement de la Route Blanche.

Le point de débordement possible, en amont du pont sur le CD 13 est dû à un resserrement de la section d'écoulement entre les digues de rive gauche et de rive droite, au droit de l'angle S.O. de la patinoire communale. Il s'ensuit un processus permanent d'accumulation d'alluvions transportées en amont de ce point, et, effectivement, dans l'hypothèse d'une crue de lave paroxystique, un transit insuffisant et le risque d'une mise en charge avec débordement.

	<p>D'autres points de débordement existent à l'amont. Dans ce cas, l'eau et les matériaux qu'elle charrie suivent la ligne de plus grande pente.</p> <p>A l'amont des hameaux du Tourchet et des Faux, la forêt dessine un delta dans la partie aval de la Griaz. Or, l'Homme abandonne généralement les terrains non cultivables à la forêt. Ceci nous renseigne sur l'étendue probable des divagations du torrent de la Griaz, qui ont charrié d'importantes quantités de matériaux.</p>
Pouvoir érosif	<p>De plus le pouvoir érosif de ce torrent est très important. Rappel : Lors d'un orage en août 1946, le torrent a attaqué fortement les berges à divers endroits. Certains gabions avaient été fortement endommagés.</p> <p>Constat fait en 1992 : En amont de la patinoire, dans un virage, le torrent affouille en rive droite, la base d'un mur de soutènement, mettant ainsi à nu les contreforts, qui, sous l'action de l'eau et des rochers, se trouvent très abîmés et ne remplissent plus leur office.</p> <p>Le pouvoir érosif de ce torrent pourrait être accentué par une rupture de poche sous glaciaire qui libérerait une eau de faible charge hydraulique. Dans ce cas, la rivière chercherait à se charger en matériaux et éroderait ainsi beaucoup les berges.</p> <p>Cependant, (voir 4.3_Le Phénomène Glaciaire) la formation d'une grande poche d'eau est peu probable dans le glacier de la Griaz.</p>
Transport solide	<p>Le transport solide de ce torrent (dont la surface du bassin versant est 4.6 km²) est important. De plus, la régression du glacier de la Griaz a contribué à augmenter la quantité de matériaux charriée par le torrent. En effet, le recul du glacier a mis à jour des terrains qui se décompriment et dont les matériaux alimentent le torrent.</p> <p>Le 03.08.2003, à la suite de la chute de séracs du glacier de la Griaz, un éboulement a eu lieu en rive droite du torrent de la Griaz, et cette chute de blocs a provoqué un effet d'aérosols.</p> <p>Actuellement, un volume de 2000 m³ est encore instable, et il est possible d'observer des fissures d'une cinquantaine de cm. En prévision de la chute de ces matériaux le torrent a été curé.</p> <p>Si une partie des matériaux transite au-delà du radier du CD 13, l'alluvionnement en amont peut être très important.</p> <p>Le volume d'apport pour une crue est de l'ordre de 40 000 à 50 000 m³. Pour une crue exceptionnelle ce volume peut atteindre 110 000 m³.</p>
Travaux	<p>Les barrages RTM du ravin des Arandellys (remis en état après 1996) limitent l'érosion du bassin versant ; le calibrage du lit et l'ouvrage de traversée de la route blanche facilitent le transit des matériaux vers l'Arve.</p>



Barrages du ravin des Arandellys

Photo du 16 juillet 1895


Source : Archives RTM 74

1937 : à la suite de la lave torrentielle de la nuit du 24 au 25 juillet, les épis du cône ont été réparés, et le lit a été curé (travaux estimés à 20.000 F)
1948-1950 : Construction d'une digue sur la rive droite en amont du pont de la route des Houches. Curage de lit, minage de blocs.
1952 : Réfection d'épis et de digues, minage de blocs et transport des débris sur les berges.
1953 : Construction de deux digues en rive droite (travaux estimés à 1.203.600 F)
1967 : construction d'épis, aménagement du lit et des berges (travaux estimés à 150.000 F)
1973 : construction d'une digue en béton de 104 ml en rive droite à l'aval du *Tourchet*, et prolongement d'une digue existante en rive gauche, constructions d'épis encastrés (travaux estimés à 350.000 F)
1974 : surélévation de l'aile d'un vieux barrage, creusement d'un chenal de 150 ml, construction d'un épi défensif (travaux estimés à 250.000 F)
1976 : Endiguement de la section inférieure : construction de digues et épis en rive gauche et droite, et mise en place d'une semelle d'enrochement (travaux estimés à 700.000 F)
1988 : Travaux de curage du lit



Endiguement du bief inférieur – avril 1977

Source : Archives RTM 74

Localisation	LA NANT NOIR		Ph. N°13
Type de phénomène	Divagation torrentielle – Érosion de berges – Charriage		
Description	<p>Le Nant Noir et son affluent le ruisseau de la Sourdine drainent un bassin versant de 1.3 km² au pied du Mont Lachat, ouvert dans les schistes et calcaires liasiques profondément altérés et désagrégés par l'érosion. Les matériaux démantelés provenant de ces horizons ou de glissements de berges, alimentent les transports solides de ces cours d'eau. Ce nant peut alors donner des coulées de laves torrentielles jusqu'à sa confluence avec l'Arve.</p> <p>En amont des Houches, ce torrent très encaissé a tendance à creuser encore son lit, ce qui entraîne d'importants éboulements de ses berges.</p> <p>A l'aval de la route du chef-lieu, le Nant Noir chemine dans un profond talweg formant un coude à gauche. A ce niveau, le risque d'engravement brutal du lit est limité par la présence des seuils à l'amont. Au niveau de la rive droite, juste en aval du coude, un dépôt de matériaux a tendance à glisser dans le lit. Il est suivi par une petite loupe d'arrachement. Cette berge est entièrement débroussaillée.</p> <p>La rive gauche est quant à elle entièrement boisée avec des talus assez raides. Seul l'intérieur du coude présente une risberme colonisée par des rejets ligneux. (1999)</p> <p>Aucun événement majeur relatif aux crues du Nant Noir n'est actuellement connu. Le risque pourrait être la formation d'un embâcle à la suite d'un orage stationnaire.</p> <p>En effet, lors d'orages violents, des embâcles se forment assez souvent. Dans la partie aval du cours d'eau, le lit forme un « S », et lors de débâcle, le ruisseau divague à cet endroit.</p>		
Travaux réalisés		<p>1957 : En amont de la route du chef-Lieu, deux nouveaux seuils en béton cyclopéen avec couronnement en maçonnerie de gros blocs ont été construits à l'amont de deux seuils déjà existants. Ils limitent le risque de ravinement des berges et favorisent le dépôt des matériaux avant le franchissement du pont. (Travaux estimés à 900 000 F)</p> <p>1960 : construction d'un barrage (travaux estimés à 12 000 F)</p> <p>1972 : exécution d'un mur de 42 ml en rive gauche, et surélévation d'un seuil, à l'amont de la route du chef-lieu (travaux estimés à 110.000 F)</p>	
		<p><i>Seuils situés à l'amont de la route du Chef-Lieu</i></p>	

Localisation	LE NANT NALIEN	Ph. N°16
Type de phénomène	Divagation torrentielle – Érosion de berges – Charriage	
Morphologie et régime torrentiel	<p>Le Nant Nalien est un torrent actif qui prend sa source sous la gare du téléphérique de Bellevue. Le Nant Nalien draine un bassin versant d'environ 2,25 km² dont les caractéristiques tant géométriques que géologiques concourent à la formation de laves torrentielles, certes rares, mais dont les effets peuvent largement dépasser ceux d'une « simple » crue centennale. Ce bassin versant est en pleine érosion et est marqué par de nombreux glissements de terrain, actifs ou potentiels (voir zone 28). Sous orage, les risques de gros transports solides sont importants. L'historique des phénomènes observés sur ce torrent ne doit pas faire oublier sa forte capacité de charriage de matériaux qui, à plusieurs reprises dans le passé, a présenté un risque vis-à-vis des riverains.</p> <p>Les ordres de grandeur que l'on pourra retenir en terme de débit et charriage sont les suivants (SOGREAH 2002) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - débit de crue centennale du Nant Nalien : 12 à 15 m³/s - Volume d'apport de matériaux possible lors d'un événement : 40 000 m³. <p>A cet égard, il apparaît que le lit de la section inférieure de ce torrent est très insuffisant et partiellement perché et qu'il serait incapable d'écouler une crue exceptionnelle à fort transport solide, sans débordement sur le parking du téléphérique de Bellevue.</p> <p>Au niveau du parking, le lit du torrent a une forme en double coude (baïonnette) avec rupture de pente en amont de la butte qui sépare le Nant du parking. Ceci permet aux matériaux d'être naturellement stockés à cet endroit lors de crue, puis d'être repris progressivement par les eaux hors période de crue. Pour rappel, lors d'une crue récente, le nant Nalien a envahi la place du parking du téléphérique de Bellevue.</p> <p>Entre le CD 213 et la route nationale, le lit du cours d'eau a été dimensionné par SOGREAH. Le lit est donc suffisamment large et le ruisseau franchit convenablement l'obstacle de la RN. En revanche, à l'amont du CD 213, le lit est beaucoup plus étroit. Ce lit étroit est sous dimensionné en cas de fortes crues.</p>	
Historicité des Crues	<p>14/09/1733 : le torrent envahit les propriétés riveraines.</p> <p>Mi-septembre 1824 : la route provinciale est dégradée.</p> <p>05/08/1825 : Débordement du torrent dans les terrains de fond de vallée.</p> <p>12 et 13/09/1828 : La route provinciale est à nouveau coupée, les terres et les maisons des hameaux riverains inondées.</p> <p>06/08/1842 : Des laves torrentielles enlissent et dégradent terres, maisons et routes.</p> <p>19 et 20/08/1851 : Débordement du torrent et coupure de la route.</p> <p>20/08/1852 : La route de Chamonix est coupée.</p> <p>01/06/1995 : formation d'une lave torrentielle de 2 m de haut pendant environ 15 minutes.</p>	

- Secteur IV

Localisation	LA DIOSAZ	Ph. N°53
Type de phénomène	Crue torrentielle	
Description et Historicité	<p>La Diosaz possède un grand bassin versant qui demeure très sauvage. Né sur le versant sud du Buet, le torrent atteint Servoz en une succession de sept cascades au fond d'un étroit défilé. Il existe un captage d'eau sur ce torrent. Des lâchers d'eau y sont fréquents.</p> <p>La Diosaz connaît des crues orageuses redoutables avec transport de matériaux solides. Ainsi, en septembre 1940, lors d'une crue du torrent, celui-ci a emporté un pont métallique et une scierie (Commune de Servoz).</p> <p>Le 14.08.1968, ce torrent à l'aval du pont du CD n°13 a endommagé une digue longitudinale en béton « Sous Servoz » et largement débordé sur les terrains de sa rive droite.</p> <p>De plus sur des terrains appartenant au lit majeur de l'Arve, en rive gauche de la Diosaz, il existe un fort risque d'érosion de berges et d'épanchement latéral de la Diosaz qui présente en ce point un méandre offensif très prononcé.</p>	

3.4. Les séismes

Un tremblement de terre est la libération brusque d'énergie dans la croûte terrestre, lorsque le seuil de rupture mécanique des roches en profondeur est atteint. C'est la conséquence d'une accumulation d'énergie le long des failles, qui sont les zones de la croûte où se libère cette énergie. Les dégâts observés en surface sont fonction de l'amplitude, la fréquence et la durée des vibrations.

Un séisme est caractérisé par :

- son foyer : c'est le point de départ du séisme,
- la fréquence et la durée des vibrations : ces deux paramètres ont une incidence fondamentale sur les effets en surface,
- sa magnitude : La magnitude est une mesure de la taille d'un séisme et non pas de ses effets en un lieu donné. Il existe une corrélation entre la magnitude et l'énergie libérée au foyer du séisme. (échelle de Richter)
- son intensité : variable en un lieu donné selon sa distance au foyer. Afin de mesurer l'importance des séismes, les sismologues ont commencé par établir des échelles dites d'intensité macrosismique, fondées sur les observations des effets des séismes en un lieu donné. Elle correspond à l'évaluation conventionnelle des effets du séisme sur un site donné en tenant compte des dommages observés.

échelle MSK :

Les degrés d'intensité qui caractérisent le niveau de la secousse sismique et les effets associés sont numérotés de I à XII. Cette évaluation qualitative très utile ne représente en aucun cas une mesure d'un quelconque paramètre physique des vibrations du sol.

Cette échelle peut être définie de façon simplifiée comme suit :

- | | |
|------------|--|
| I | secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments |
| II | secousse partiellement ressentie, notamment par des personnes au repos et aux étages |
| III | secousse faiblement ressentie ; balancement des objets suspendus |
| IV | secousse largement ressentie dans les habitations ; tremblement des objets |
| V | secousse forte ; réveil des dormeurs ; chute d'objets ; parfois légères fissures des plâtres |
| VI | légers dommages ; parfois fissures dans les murs ; frayeur de nombreuses personnes |
| VII | dégâts ; larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations; chute de cheminées |

- VIII** dégâts massifs ; les habitations les plus vulnérables sont détruites; presque toutes subissent des dégâts importants
- IX** destruction de nombreuses constructions ; chute de monuments et de colonnes
- X** destruction générale des constructions, même les moins vulnérables
- XI** catastrophe; toutes les constructions sont détruites
- XII** changement de paysage ; énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées...

La sismicité de la France, comme celle de tout le bassin méditerranéen, résulte de la convergence des plaques africaine et eurasienne.

Parmi les événements les plus importants du XX e siècle qui ont été enregistrés en métropole, nous retiendrons :




- Chamonix (Haute-Savoie), le 13 juin 1905 de magnitude 5,7 ;
- Lambesc (Bouches-du-Rhône), le 11 juin 1909 de magnitude de l'ordre de 6 ;
- Arette (Pyrénées-Atlantiques), le 13 août 1967, de magnitude 5,3 ;
- Saint-Paul-le-Fenouillet (Pyrénées-Orientales), le 1 février 1996, de magnitude 5,3 ;
- Annecy (Haute-Savoie) le 15 juillet 1996, de magnitude 5,2, connu sous le nom de séisme d'Épagny.

Pour ces séismes, le degré de magnitude indiqué signifie que les effets du séisme sont de légers dommages aux bâtiments bien construits, mais des dommages majeurs peuvent être causés à d'autres bâtisses.

Ce type de phénomène affecte généralement une région importante, il est alors impossible de les analyser à l'échelle communale.

Nous nous référons donc au zonage sismique de la France qui classe la commune des Houches en zone de sismicité 1b : sismicité faible telle qu'elle est définie par les décrets du 15 mars 1993 (J.O. du 20 mars 1993) et du 26 février 1997 (J.O. du 27 février 1997).

Zones de sismicité

- | | |
|--|-------------------------------------|
|  | 0 Négligeable mais non nulle |
|  | Ia Très faible mais non négligeable |
|  | Ib Faible |



Le tableau suivant recense les séismes ressentis sur la commune des Houches au cours des derniers siècles.

Séismes ressentis sur la commune des Houches			
Date	Heure	Localisation épacentrale	Intensité
8 Septembre 2005	13h27 min16 sec	VALLORCINE (La Loriaz)	4,6
23 Février 2001	22 h 19 min 54 sec	SUISSE - VALAIS (Martigny)	3.5
19 Août 2000	8 h 37 min 26 sec	FAUCIGNY (Magland)	0
14 Décembre 1994	8 h 56 min	GENEVOIS (Les-Villards-sur-Thônes)	4.5
11 Juin 1988	22 h 44 min 47 sec	MASSIF DU MONT BLANC (Chamonix)	4
2 Décembre 1980	5 h 58 min 13 sec	BAUGES (Faverges)	4
18 Juin 1968	5 h 27 min 36 sec	ITALIE - VAL D'AOSTE (Arnaz)	4
30 Août 1947	6 h 47 min 42 sec	MASSIF DU MONT BLANC (Vallorcine)	3.5
30 Mai 1946	4 h 41 min 38 sec	SUISSE - VALAIS (Chalais)	5
23 Septembre 1938	1 h 52 min	ITALIE - MASSIF DU MONT BLANC (N-E Courmayeur)	4
11 Mars 1817	21 h 25 min	MASSIF DU MONT BLANC (Chamonix)	7
20 Janvier 1817	4 h	MASSIF DU MONT BLANC (Chamonix)	
19 Janvier 1817	5 h	MASSIF DU MONT BLANC (Chamonix)	
17 Janvier 1817	13 h	MASSIF DU MONT BLANC (Chamonix)	

(Source : <http://www.sisfrance.net/>)

3.5 Les avalanches

Les avalanches font encore plusieurs dizaines de victimes chaque hiver en France (une trentaine en moyenne mais 57 en 2005-2006) et viennent régulièrement perturber l'activité des vallées tant pyrénéennes qu'alpines.

Ce nombre de victimes, qui a peu évolué depuis une trentaine d'années malgré une augmentation croissante de la fréquentation hivernale de la montagne, a été obtenu grâce à la prévention du risque « avalanche ». Il concerne aujourd'hui principalement des skieurs hors pistes ou des randonneurs.

L'avalanche reste un risque incontournable, lié à la géographie de la montagne et qu'il est nécessaire de prendre en compte jusque dans ses expressions les plus extrêmes.

L'attention de la société française à ce risque s'est accrue à partir de 1970.

Alors que les sports d'hiver connaissaient un développement considérable et que la télévision s'était installée depuis peu dans beaucoup de foyers, les images de l'avalanche catastrophique de VAL-d'ISERE en février de cette année-là, avec 39 morts, pour l'essentiel des étudiants, provoquèrent une émotion considérable dans l'ensemble du pays.

De cet épisode naquit la première politique nationale de prévention par la recherche, l'expertise et la cartographie des sites avalancheux.

La catastrophe de Montroc à CHAMONIX en février 1999 qui fit 12 morts, sur une commune pourtant dotée d'un document de prévention, rappela les limites d'un zonage basé sur les seuls événements historiques rassemblés sur une période finalement assez courte. Il convient donc de chercher à améliorer la qualité du zonage des risques tel qu'il apparaît dans le Plan d'Exposition aux Risques de 1991 et ceci dans le cadre légal et réglementaire des Plans de Prévention des Risques.

Définition

Dans l'imagerie populaire l'avalanche est l'un des attributs de l'authenticité montagnarde au même titre que les chalets en bois, l'aigle royal, l'edelweiss...

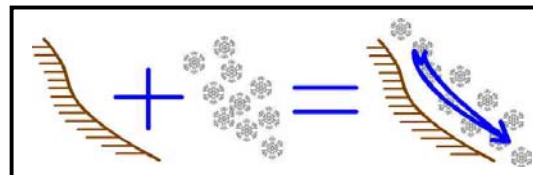
Ce terme est parfois utilisé pour des phénomènes non liés à la neige (avalanche de boue, de pierre...)

Nous retiendrons dans cette étude la **définition** suivante :

L'avalanche est une **masse de neige se déplaçant rapidement sur un sol en pente.**

Il faut donc au minimum deux conditions :

- ☛ une **pente conséquente**, au moins au départ,
- ☛ de la **neige en quantité et qualité requise.**

Figure : **Définition de l'avalanche**

La reptation, mouvement lent du manteau neigeux, n'est pas une avalanche.

L'emploi du mot « sol » distingue la chute de neige depuis un toit, qui n'est donc pas prise en compte dans ce dossier.

Le site

Selon une vue en plan, les principaux types de site sont :

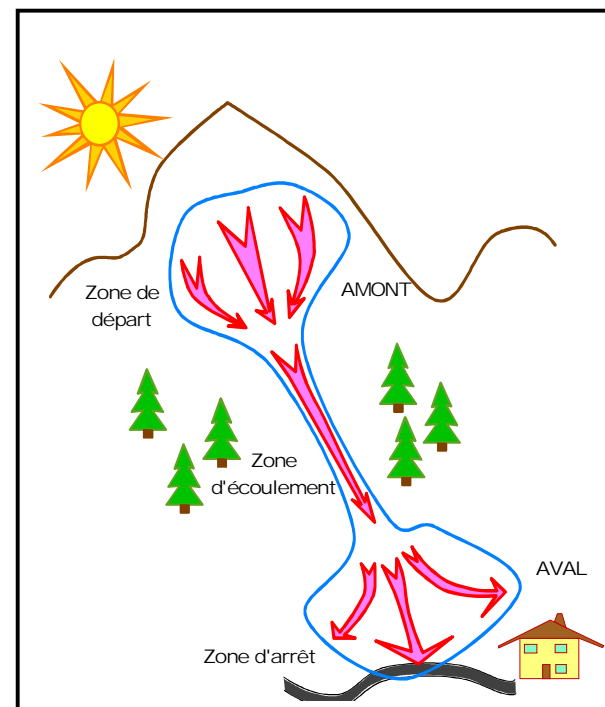
⇒ le couloir classique, de forme torrentielle (voir figure) avec :

- une zone départ en combe (bassin d'accumulation),
- une zone d'écoulement (gorge),
- une zone d'arrêt (cône de déjection).

⇒ le couloir forestier sans bassin d'accumulation,

⇒ le versant, avec une largeur relativement constante.

Selon le profil en travers, le site est régulier, sans grande discontinuité, irrégulier, à ressaut ou avec de grandes ruptures de pente.

Figure : **Schéma classique de site**

Enfin, dans l'état de surface se distinguent notamment la pelouse, l'éboulis, la dalle rocheuse, la forêt.

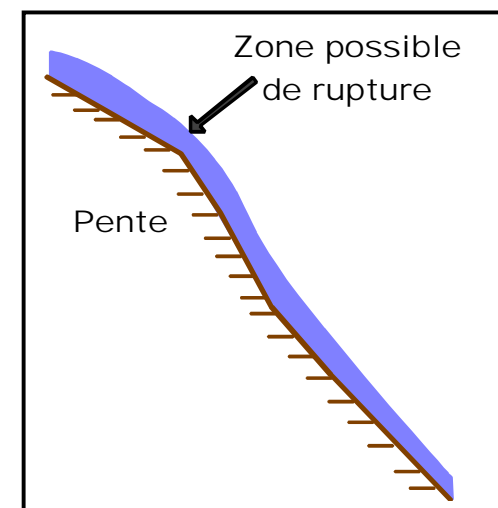
Sur un site montagnard donné, l'activité avalancheuse s'explique principalement par une analyse topographique (pentes, surfaces, forme des crêtes, allure des talwegs, etc.).

Les pentes, où s'accumule la neige susceptible de se déclencher en avalanche, vont classiquement de 55° , soit $\sim 145\%$, à $28-30^\circ$, soit $53-58\%$. Cette dernière valeur peut exceptionnellement descendre jusqu'à 20° avec de la neige gorgée d'eau (phénomène dénommé « slush-flow » par les anglo-saxons).

Sur des pentes d'allure uniforme, la variation convexe de quelques degrés explique souvent la localisation répétée de zones de départ naturel d'avalanche (figure 3).

Pour la zone d'écoulement, la distinction « confinée » (couloir, gorge, etc.) ou bien « ouverte » (versant, vaste talweg) est pertinente. Elle intervient très fortement sur la dynamique de l'écoulement (notamment la vitesse de l'écoulement) et sur l'orientation de la trajectoire à l'arrivée sur la zone d'arrêt.

Figure : **Rupture en pente convexe**



L'introduction des catégories « *avalanche de versant* » et « *avalanche de couloir* » permet de bien apprécier l'action du relief sur les avalanches du site. Pour certains sites, les trajectoires peuvent être tantôt classées dans l'une ou dans l'autre catégorie.

Les zones d'arrivées présentent des caractéristiques extrêmement variées : du cône de déjection en pente douce au plateau quasi horizontal, en passant par une pente opposée.

La pente est généralement comprise entre 0 et 25° , mais des valeurs négatives sont possibles.

Le changement de pente et l'ampleur de la canalisation à la transition, entre zones d'écoulement et d'arrêt, sont deux éléments importants dans la dissipation d'énergie, donc dans l'arrêt des avalanches.

Le dénivelé d'un site est la différence d'altitude entre son point de départ le plus haut et son point d'arrivée le plus bas. Il est compris dans une fourchette allant de quelques dizaines de mètres pour des petites coulées, jusqu'à plusieurs milliers de mètres pour les grandes avalanches.

L'exposition du site est importante tant par rapport au soleil qu'aux vents. Elle influe directement sur la nature et la rapidité d'évolution du manteau neigeux.

Enfin, en France métropolitaine il est particulièrement exceptionnel d'observer un déclenchement d'avalanche sous une altitude de 1.000 m (quelques cas dans les Vosges). Cela reste peu fréquent sous une altitude de 1.500 m.

Les différents types d'avalanches

Dans le domaine de la nivologie (science de la neige et par extension des avalanches) comme dans les autres domaines des sciences naturelles, les tentatives de classification des avalanches sont nombreuses. Elles répondent au souci des utilisateurs de disposer d'une terminologie structurée pour qualifier les phénomènes. Comme les besoins et les habitudes de ces utilisateurs sont très différents, toutes ces classifications ne sont pas équivalentes et le même mot, selon le contexte, peut avoir des sens très différents. Il convient en général donc d'être attentif au choix des termes utilisés.

La caractérisation des avalanches combine tout ou partie des critères suivants :

- ⇒ la morphologie du site, sa topographie et son exposition,
- ⇒ les causes et types de déclenchement,
- ⇒ la géométrie du départ,
- ⇒ la qualité de la neige dans la zone de départ,
- ⇒ la dynamique de l'écoulement, la reprise de neige,
- ⇒ les caractéristiques du dépôt,
- ⇒ la situation de l'événement dans la chronologie nivo-météorologique.

Le tableau suivant a été élaboré par le Cemagref et par le Centre d'Etudes de la Neige (CEN) de Météo France en 2003, sur la base de la classification internationale de 1981 de l'UNESCO et sur le travail mené quelques années auparavant à l'Association Nationale pour l'Etude de la Neige et les Avalanches (ANENA). Il récapitule, selon les zones d'observation, les critères et les caractères distinctifs qui sont souvent nécessaires à une bonne description des avalanches.

Tableau : **Classification morphologique des avalanches.**

ZONES	CRITÈRES	CARACTÈRES DISTINCTIFS
Zone de départ	Type de départ	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Départ spontané : causes internes au manteau neigeux (avalanche spontanée) ◆ Départ provoqué : causes externes au manteau neigeux (avalanche provoquée) <ul style="list-style-type: none"> ● non humaines (corniche, sérac, animal, ...) ● humaines <ul style="list-style-type: none"> - involontaire (avalanche accidentelle) - volontaire (avalanche artificielle)

ZONES	CRITÈRES		CARACTÈRES DISTINCTIFS
	Forme de départ		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Départ ponctuel : avalanche partant d'un point (départ sous forme de poire, ou de cône) ◆ Départ linéaire : avalanche partant d'une ligne (avalanche de plaque)
	Qualité de la neige	Teneur en eau liquide	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Nulle : avalanche de neige sèche ◆ Faible : avalanche de neige humide ◆ Forte : avalanche de neige mouillée
		Cohésion	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Faible : avalanche de neige pulvérulente ◆ Faible à modérée : avalanche de plaque friable (tendre) ◆ Forte : avalanche de neige de plaque dure
		Type de neige	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Récente : <ul style="list-style-type: none"> ● non ventée : neige fraîche ou particules reconnaissables ● ventée : particules reconnaissables ou grains fins ◆ Évoluée : grains fins, faces planes, particules reconnaissables ou grains ronds
	Position du plan de glissement		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Dans l'épaisseur du manteau neigeux (avalanche de surface) ◆ Sur le sol (avalanche de fond)
Zone d'écoulement	Forme du terrain		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pente ouverte (avalanche de versant) ◆ Couloir ou gorge (avalanche de couloir)
	Dynamique (ou Type d'écoulement)		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Avec nuage de particules de neige : <ul style="list-style-type: none"> ● au niveau du front (avalanche en aérosol) ● derrière le front (avalanche avec panache) ◆ Sans nuage (avalanche coulante)
	Neige reprise		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Avec ◆ Sans
	Présence de blocs et/ou d'autres éléments		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Avec (blocs tabulaires, glace, rochers, arbres) ◆ Sans
Zone de dépôt	Rugosité superficielle		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Faible (dépôt fin) ◆ Forte (dépôt grossier : blocs, boules)
	Qualité de la neige		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Humide (dépôt humide) ◆ Sèche (dépôt sec)
	Souillure visible		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Avec (avalanche souillée : terre, rochers, arbres) ◆ Sans (avalanche propre)

Il faut donc utiliser plusieurs critères pour décrire une avalanche.

Sur la communes des Houches (et partiellement de Saint Gervais) il a été recensé 22 couloirs principaux d'avalanches. Chaque site a donné lieu à une fiche qui décrit son historicité mais aussi le classement en terme d'aléa. L'ensemble de ces fiches sont consultable en Annexe.

Tableau récapitulatif avec la concordance des numéros de la carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) de l'édition 2005 dessinée par le Cémagref et les numéros de l'enquête permanente sur les avalanches (EPA) réalisée par l'ONF depuis 1902.

Nom du couloir	N° CLPA	N°EPA	Nom du couloir	N° CLPA	N°EPA
Tacconnaz	1	9	Le Kandahar	*	*
Le Bougeat	2	1	Les Baux	21 et 22	5
La Griaz	6	2 et 4	Les Chavants	12	14
Nant Frenay	4 et 5	11 et 12	Sous le Prarion	13	14
Le Nant Noir	*	18	Plan Praz	19	3
Le Lavouët	8	5	Bagnat de Vaudagne	14, 15 et 16	3
La Traversaille	9	13	L'Aiguillette	17	7 et 17
Sous le Câble	10	19	La Joux	18	7 et 17
Roche Noire	*	16	Plan de Benoï	*	*
Rocher du Béchet	11	10	Chailloux	20	15
Les Plasseaux	*	*	Lappaz	83	8

DEFINITION DES ALÉAS NATURELS

L'affichage des seuls évènements passés confirmés ou présumés ne suffit pas à décrire les phénomènes probables à venir. En effet, chaque événement est unique et ne se reproduit pas dans les mêmes conditions. Toutefois les événements connus et constatés constituent des indices essentiels de survenance de phénomènes similaires.

L'aléa est un phénomène entrant dans le domaine des possibilités, donc des prévisions, sans que le moment, les formes ou la fréquence en soient déterminables à l'avance. Un aléa naturel est la manifestation d'un phénomène naturel. Il est caractérisé par sa probabilité d'occurrence (décennale, centennale,...), et l'intensité de sa manifestation.

Ainsi, le guide général sur les P.P.R. définit l'aléa comme : " un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données ".

En conséquence, pour prévoir au mieux les phénomènes qui pourraient se produire, et dont il faut protéger les populations et les biens concernés, il convient de déterminer **l'aléa de référence**, c'est à dire le phénomène prévisible de référence à prendre en compte pour définir le zonage. La référence couramment choisie est celle de l'évènement de probabilité d'occurrence centennale. C'est à dire que l'évènement choisi est celui dont on estime qu'il a une probabilité de survenance de 1/100 chaque année.

Pour les phénomènes d'avalanches, un *second aléa de référence* sera considéré pour ce qui relève de la sécurité des personnes : **l'Aléa Maximal Vraisemblable**. Ce second aléa de référence correspondant au scénario extrême dans l'absolu dont la probabilité d'occurrence est pluricentennale.

NB :Pour le phénomène torrentiel : La plupart des torrents ont connu dans un passé supérieur à cent ans, des phénomènes torrentiels d'une intensité forte. Par exemple, le cône de déjection de la Griaz indique que les divagations de ce torrent pouvaient être très étendues. Ces aléas seront toutefois qualifiés de centennaux mais pour une intensité faible. Ces divagations sont fonctions des conditions climatiques et de l'activité géologique des berges. Même si la probabilité, que des conditions particulièrement défavorables soient réunies, est faible, il est possible que ces torrents connaissent de nouveaux des divagations de ces ampleurs. De même, les secteurs aujourd'hui protégés des divagations torrentielles par les paravalanches sont caractérisés par cet aléa, car on ne peut en effet, avoir de garantie absolue de leur efficacité et, on ne peut préjuger de leur gestion et de leur tenue à long terme. Il est donc important de signaler ces zones de divagations maximales afin qu'elles soient prises en compte dans l'urbanisme et ainsi, que les constructions stratégiques, les équipements de secours (secours, hôpitaux, mairie,...) restent opérationnels même en cas d'évènements exceptionnels.

Pour le phénomène avalanche : les avalanches sont des phénomènes soudains, rapides et violents, ne permettant pas aux personnes menacées de s'échapper une fois le phénomène déclenché. Il convient donc de se préoccuper de la sécurité des personnes pour des événements exceptionnels et donc de plus fortes intensité.

La référence à l'événement de probabilité d'occurrence centennale n'est plus suffisante, et il faut alors se placer par rapport à une Avalanche Maximale Vraisemblable pour la sécurité des personnes. Le zonage de cet Aléa Maximal Vraisemblable n'aura aucune répercussion sur le règlement PPR mais pourra utilement être pris en compte dans le Plan Communal de Sauvegarde (PCS).

1- Évaluation de l'intensité (ou niveau) d'aléa de référence

L'estimation de l'intensité d'aléa est complexe ; elle se rapporte à de nombreux paramètres.

Certains critères permettent d'évaluer le degré d'aléa, qui peut être : fort, moyen, faible ou négligeable (Quelques uns de ces critères sont explicités ci-après, à titre d'exemple, pour une meilleure compréhension). Mais cette interprétation reste en partie subjective. La traduction cartographique, c'est à dire la localisation, l'identification, la qualification et la délimitation du zonage d'aléa, relève d'une démarche d'expert.

Avant tout, il est important de rappeler les notions d'intensité et de fréquence d'un phénomène.

L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature : étendue et importance des déplacements pour un glissement de terrain, volume et vitesse de la coulée pour une avalanche...

Plusieurs voies sont possibles pour estimer un niveau d'intensité représentatif de l'ensemble des phénomènes. Ainsi pour caractériser l'intensité d'un aléa, il est possible d'apprécier les diverses composantes de son impact : conséquences sur les constructions, conséquences sur les personnes, mesures de prévention nécessaires, dans la présente étude nous ne retenons que les effets sur les bâtiments pour les aléas de référence centennale.

La fréquence d'un phénomène est plus complexe à estimer. Il s'agit en fait de sa probabilité d'occurrence sur une période donnée, que l'on quantifie par une période de retour. Un phénomène de période de retour décennale ne se produira pas régulièrement tous les dix ans, mais plutôt en moyenne tous les dix ans, c'est-à-dire de l'ordre d'une dizaine de fois dans le siècle ; on voit que cette notion implique de disposer de séries de mesures du phénomène suffisamment longues pour être utilisées de manière statistique, ce qui est rarement le cas. En pratique, elle n'est utilisée que pour les avalanches et surtout les crues torrentielles, car elle n'a guère de sens pour un phénomène comme les glissements de terrain qui ne se répètent pas **indépendamment** en un même lieu. Son estimation, faute de données rigoureusement statistiques, peut faire intervenir divers indices de terrain et ressort donc de l'appréciation de l'expert.

Le croisement de ces deux paramètres, intensité et fréquence, débouche sur une qualification de l'aléa.

Quatre degrés sont retenus pour les aléas de référence centennale et ceci quelque soit le type de phénomène.

- **L'aléa fort (niveau 3)** : c'est un phénomène probable dont la survenance ruinerait la plupart des bâtiments existants ou virtuels ; même ceux qui auraient été conçu pour résister à ce type d'événement.
- **L'aléa moyen (niveau 2)** : c'est un phénomène probable dont la survenance est de nature à endommager les seuls bâtiments existant ou virtuels qui n'auraient pas été conçu pour résister à ce type d'événement.
- **L'aléa faible (niveau 1)** : c'est un phénomène probable dont la survenance est de nature à perturber l'activité humaine sans entraîner de dégâts notables aux bâtiments existant ou virtuels ; même ceux qui n'auraient pas été conçu pour résister à ce type d'événement.

la description de l'aléa négligeable n'est jamais mentionnée car elle correspond de fait aux zones sans aléa de référence centennale (**niveau 0**).

Pour l'Aléa Maximal Vraisemblable (AMV) des avalanches, seul est décrite l'enveloppe lorsqu'elle est supérieur à celle de l'Aléa de Référence Centennale (ARC). L'intensité de cette AMV n'est pas estimée.

NB :La définition des phénomènes est la même que celle décrite dans le chapitre sur la description des phénomènes naturels.

Cette simplification qui permet de comparer des phénomène de nature variable appelle des compléments plus techniques décrits dans les paragraphes suivants.

1.1. L'aléa avalanche

l'intensité

L'intensité de l'avalanche est définie principalement par la pression d'impact exercée en un point donné et donc par son pouvoir destructeur. Elle est fonction de la vitesse et de la nature de l'écoulement (avec ou sans aérosol), mais aussi du positionnement considéré dans le couloir, ainsi que de la topographie du site qui peut être un couloir de plus de 1000 mètres de dénivelé ou un simple talus de quelques dizaines de mètres de dénivelé.

Depuis des réflexions menées à partir du milieu du vingtième siècle par l'Institut Fédéral pour l'Etude de la Neige et des Avalanches à DAVOS (CH), une surpression de **30 kilo-Pascal (kPa)** est considérée comme le maximum exigible pour un bâtiment d'habitation renforcé (Directive pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire, Office fédéral des forêts, Berne ; Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, Davos, octobre 1984).

l'extension

L'étalement de l'aléa est l'autre grandeur qui intéresse l'expert chargé d'établir la carte des aléas et encore plus les acteurs locaux.

Il s'agit ici de délimiter l'aire (ou l'enveloppe des aires) susceptible d'être atteinte par l'aléa de référence. Elle dépend principalement de la topographie du couloir notamment de la zone d'arrêt.

Pour **l'aléa de référence centennale**, ou événement rare décrit, cette aire correspond à l'enveloppe des pressions susceptibles de produire des dommages, même légers, en fait avec une pression probablement supérieure à 1 kPa. Il s'agit donc de l'enveloppe des secteurs atteints par le phénomène.

Pour **l'Aléa Maximal Vraisemblable**, il s'agit uniquement de l'enveloppe totale du ou des phénomènes imaginables. 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.

En résumé:

- ⇒ l'aire couverte par l'avalanche de référence centennale, événement rare, et où elle développe des surpressions égales ou supérieures à 30 kPa, est classée en degré **d'aléa fort** noté (**A3**).
- ⇒ l'aire couverte par l'avalanche de référence centennale, événement rare, mais où elle ne développe que des surpressions inférieures à 30 kPa, est classée en degré **d'aléa moyen** noté (**A2**),
- ⇒ Les secteurs couverts par des avalanches fréquentes mais de faible amplitude, du type de celles produites par la purge de talus, sont classés en degré **d'aléa faible** noté (**A1**). Ce cas de figure n'est pas retenu dans la présente étude.
- ⇒ l'aire couverte par **l'Aléa Maximal Vraisemblable** (AMV), événement exceptionnel, qui peut ne pas être concernée par l'évènement de référence centennale mais qui le recouvre systématiquement lorsque ce dernier est identifié, est classée en zone spécifique notée AMV différente du degré faible d'aléa.

Tableau : Niveaux d'aléas avalanche

Aléa de référence ⇔	Centennale (rare)	Maximale vraisemblable (exceptionnelle)
Intensité ↓		
$P \geq 30 \text{ kPa}$	A3	AMV
$1 \text{ kPa} < P < 30 \text{ kPa}$	A2	
Faible et non quantifiable, $0 \text{ kPa} < P < 1 \text{ kPa}$, purges de talus ...	A1	

NB : il n'y a pas été jugé nécessaire de définir des zones classées A1 dans la vallée de Chamonix.

L'influence des autres variables

- ☛ La **topographie** du sol sans neige doit être considérée comme une donnée **constante** dans le temps,
- ☛ La **forêt**, lorsqu'elle est implantée sur des pentes dont les caractéristiques sont propices à la survenance d'avalanches, doit être considérée comme ayant un rôle **variable** dans le temps. Cela conduira notamment à la détermination de la plupart des AMV.
- ☛ La **météorologie** regroupe les **variables temporelles** permanentes ne concernant que le manteau neigeux : son histoire préliminaire, les caractéristiques de la chute de neige récente (type de cristal, épaisseur, intensité), les facteurs thermiques (température et teneur en eau de la neige, température de l'air, rayonnements solaire et thermique), le vent (direction, vitesse et durée), pluies éventuelles et enfin la dynamique d'écoulement.

1.2. L'aléa glissement de terrain

L'évaluation de l'aléa est compliquée par l'absence de réelle fréquence des phénomènes ; ceux-ci ne se répétant guère (généralement pas de façon indépendante : un premier événement influe sur la probabilité d'en observer un deuxième), on ne peut parler que d'une probabilité d'apparition pendant un laps de temps donné.

L'aléa glissement de terrain est hiérarchisé par différents critères :

- nature géologique
- pente du terrain
- indices de mouvements (niches d'arrachement, bourrelets, moutonnements)
- présence d'eau

Aléa fort

- Glissements actifs dans toutes pentes marqués par de nombreux indices de mouvements (niches d'arrachements, bourrelets, fissures, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre pentes,...)
- Auréole de sécurité prises autour de ces glissements, ainsi que la zone d'arrêt des glissements
- Zone d'épandage des coulées boueuses
- Glissement ancien ayant entraîné de très fortes perturbations du terrain
- Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors de crues
- pour le ravinement : versant en proie à l'érosion généralisée ainsi que les zones peu touchées pour l'instant mais qui seraient particulièrement exposées en cas de suppression du couvert végétal (exemple : les coupes rases).

Aléa moyen

- Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes avec peu d'indices de mouvements (indices estompés)
- Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage)
- Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif
- Glissement actif mais lent de grandes ampleur dans les pentes faibles, sans indice important en surface
- Coulées de boue d'ampleur modérée ou de probabilité faible.
- Zone de ravinement localisé : ravines plus espacées et moins creusées

Aléa faible

- Glissements potentiels (pas d'indices de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site
- Zone où le ruissellement peut éroder légèrement le terrain en surface

1.3. L'aléa chute de pierres et de blocs

Les critères de classification des aléas, en l'absence d'étude spécifique sont les suivants :

Aléa fort	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise) - Zones d'impact - Auréole de sécurité autour de ces zones (amont et aval)
------------------	--

Aléa moyen	<ul style="list-style-type: none"> - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolés, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ) - Pente raide dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente > 70% - Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70%
-------------------	--

Aléa faible	<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres - Pente moyenne boisée parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés - Zone de chutes de petites pierres
--------------------	--

1.4. L'aléa torrentiel

L'aléa torrentiel considère plusieurs phénomènes : l'action des cours d'eau dans leur lit (incision, affouillement, ravinement), les débordements torrentiels et inondations, les laves torrentielles ainsi que les submersions dues aux ruissellements et aux remontées de nappe. Le tableau des aléas précise, quand cela est possible, lesquels de ces phénomènes sont mis en jeu.

Aléa fort	<ul style="list-style-type: none"> - cas de fortes hauteurs d'eau (> 1m), fort courant, fort transport solide et laves torrentielles (destruction de bâtiments et mise en danger des vies humaines) - ou transport solide et hauteur d'eau modérée (quelques dm à 1 m) pour une fréquence forte (annuelle), ⇒ soit le lit mineur de presque tous les torrents - Sont également inclus les affouillement de berges, ravinements et dépôts de matériaux intenses.
------------------	--

Aléa moyen	- Cas de transport solide, hauteur d'eau et courant tous trois modérés, (mais d'intensité suffisamment importante pour causer des dégâts conséquents et déplacer des voitures) - zones concernées par les crues annuelles dans les cas d'intensité très faible - ravinements et dépôts de matériaux modérés
-------------------	---

Aléa faible	- Cas restant de submersions sans courant, - remontées de nappe... ⇒ On parle plus précisément d' <i>inondation</i> pour désigner ce phénomène. Cet aléa n'entraîne ni de destruction, ni de danger de mort, mais peut perturber l'activité économique
--------------------	---

1.5. L'aléa zone humide

L'aléa « zone humide » est caractérisé par des phénomènes de tassement, de compression du sol et/ou de remontée de nappe.

Aléa fort	Zone conservant une surface d'eau libre relativement durable au cours de l'année Présence de végétation caractéristiques (joncs...), de circulation d'eau préférentielle
------------------	---

Aléa moyen	Zone où l'eau est subaffleurante de nombreux mois de l'année Végétation hygrophile caractéristique (linaigrette, saule, macette...)
-------------------	--

Aléa faible	Zone où l'eau stagne très épisodiquement Végétation caractéristique peu dense
--------------------	--

2 - Les cartes des aléas

Les cartes des aléas localisent et hiérarchise les zones exposées à des phénomènes potentiels. Les cartes des aléas sont établies au regard de l'ensemble des phénomènes considérés tant sur la carte de localisation des phénomènes naturels hydrologiques et géologiques que sur la carte de localisation des phénomènes avalanches.

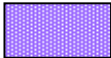




Elle est dessinée sur un fond de plan topographique au 1/25.000 agrandi au 1/10.000.

Les différents **phénomènes naturels** sont identifiés sous les *lettres* suivantes :

- **G** : Glissement de terrain
- **R** : Ravinement
- **P** : Chute de pierres
- **T** : Manifestation torrentielle
- **H** : Zone humide

NB : il n'y a pas de *lettre* sur la carte des aléas avalanche mais uniquement le numéro renvoyant aux textes.

Le degré d'aléa est caractérisé par une *couleur* et un *indice* :

- fort :	3,	trame violette	
- moyen :	2,	trame orange	
- faible :	1,	trame jaune	
- aléa maximal vraisemblable :	a.m.v.,	trame jaune	
(uniquement sur la carte avalanches)			
- nul (ou négligeable) :	0,	pas de trame	

Une *zone peut cumuler différents types d'aléas* : ainsi, par exemple, la mention **G3H2** indique un aléa fort de glissement de terrain ainsi qu'un aléa moyen zone humide.

Dans un tel cas, **on attribue le niveau d'aléa le plus fort à l'ensemble de la zone.**

Ainsi pour l'exemple pré-cité : G3H2 : la coloration de cette zone sur la carte fera ressortir un niveau *d'aléa fort*.

- ⇒ Cette carte synthétise zone par zone la connaissance des aléas sur la commune et les classifie en cinq niveaux : fort, moyen, faible, nul (ou négligeable), et a.m.v. en tenant compte, à la fois, de la nature des phénomènes, de leur probabilité d'occurrence et de leur intensité.

3 - Description des zones d'aléas autres que les avalanches

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
1	Torrent de Taconnaz	Divagation torrentielle	<p>Le torrent de Taconnaz est susceptible de divaguer en cas de fortes pluies. Ces débordements peuvent se produire dans les zones supérieures du lit, où leurs conséquences sont graves car l'écoulement peut alors s'écarter beaucoup du lit actuel (jusqu'au hameau de Taconnaz), ou dans les zones plus basses, où l'ouvrage sous la Route Blanche est relativement bas par rapport au lit du torrent.</p> <p>Au cours des derniers siècles, plusieurs débordements avec ravinements et engravements ont été constatés.</p> <p>Ce torrent a évolué depuis une quinzaine d'année du fait de la régression du glacier. En effet, depuis sa régression, le rôle de tampon du glacier lors des fortes pluies, a fortement diminué. Les eaux arrivent ainsi beaucoup plus rapidement en grande quantité dans le lit du torrent.</p> <p>Ainsi, depuis cette régression, en cas d'orage, les volumes d'eau ont doublé et la capacité de charriage du torrent est beaucoup plus importante, son pouvoir érosif a donc augmenté.</p> <p>Le volume de matériaux apportés brusquement dans l'Arve par le torrent de Taconnaz a été estimé (pour une crue centennale de l'Arve) à 20 000 m3. (volume utilisé pour le calcul de T2)</p>	<u>Fort</u> à <u>Moyen</u>	Route blanche, Route départementale, pont SNCF, Terrains bâtis, Champs

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
2	Montagne de Taconnaz	Ruissellement torrentiel	Un site marqué par de nombreux petits ruissellements et constitué de matériaux grossiers peut être le siège du phénomène suivant. Les terrains sont constitués de matériaux grossiers permettant une bonne infiltration de l'eau. Après un hiver froid, l'eau, qui s'est infiltrée dans ces terrains, a gelé. Dans le cas d'un redoux de printemps rapide, la neige fond rapidement, mais n'arrive pas à s'infiltrer dans ces terrains imperméabilisés par la glace. Dans ce cas l'eau ruisselle rapidement en surface jusqu'à un exutoire. Ce phénomène se rencontre sur la Montagne de Taconnaz où des écoulements diffus sont notés, mais également au hameau de Taconnaz qui repose en partie sur l'ancien cône d'éboulis du torrent de Taconnaz.	<u>Faible</u>	Forêt Terrains bâtis
3	Montagne des Faux, Combe de Chavanne	Écroulement rocheux	Tout le long de ce sentier, de nombreux mouvements récents affectant les éboulis sont observés. La régression rapide du glacier a pu entraîner une décompression rapide de la roche ce qui favorise l'augmentation de cette fracturation. Un décrochement important (largeur au sommet : 30 m, et à l'aval : 60 m ; pente moyenne de 43°) a été observé à la cote 1635 en juin 1995. Le volume déplacé a été estimé à environ 30000 m ³ . Un couloir d'éboulis a, de plus, progressé jusqu'au pied du versant aux abords immédiats du cône torrentiel du Bougeat. <i>La forêt qui a joué un rôle primordial de dissipateur de l'énergie gravitaire vis à vis des blocs, porte de nombreuses traces de phénomènes antérieurs.</i> Des fissures de régression existent tant en rive gauche qu'en rive droite de la moitié haute du décrochement, et ceci sur une largeur d'une vingtaine de mètres.	<u>Fort</u>	Sentier, forêt

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
4	Le Bourgeat	Divagation torrentielle	<p>Le torrent du Bourgeat est connu pour ses crues orageuses à laves brutales.</p> <p>Il est constaté que jusqu'en 1955 les dégâts ne concernent que les terres et pâturages du cône de déjection ainsi que les voies de communication, on relève à partir de 1958 et surtout 1964 les atteintes portées aux bâtiments imprudemment édifiés sur un cône de déjections autrefois « évité ».</p> <p>Ce risque a, sans doute, été amenuisé de façon assez sensible par l'aménagement du lit torrentiel entrepris à partir de 1978 : ces travaux ont consisté à augmenter le débit des laves par une amélioration des caractéristiques du lit et sa canalisation. Cependant tout danger n'est pas écarté, surtout en cas de crue exceptionnelle : un débordement reste toujours possible surtout à faible distance du lit.</p> <p>Il existe un risque de débordement à la sortie des digues paravalanches où la rive gauche a besoin d'être renforcée. De plus à l'amont du pont de la route départementale, le lit de la rivière est large et elle forme des méandres. Le dépôt de matériaux est donc important. Un rétrécissement du lit a lieu au niveau du pont et à l'aval. En cas de charriage, un embâcle peut se former au niveau du pont et entraîner une divagation de la rivière</p> <p><i>Il existe toujours en rive gauche et en rive droite, des exutoires qui permettraient aux eaux en divagation de passer sous la route, il serait bon de les maintenir en état par un entretien régulier.</i></p> <p>Le transport solide de ce torrent est important. Cette érosion peut produire des blocs de quelques dm³ à quelques m³.</p> <p><i>Il convient donc de procéder à un curage régulier du torrent. Toutefois : Il faut éviter les curages répétés et injustifiés qui entraînent une érosion régressive active mettant en jeu la stabilité des ouvrages situés à l'amont (cas de la Griaz, du Bourgeat, de Taconnaz, de la Creusaz, ..., entre autres)</i></p>	Fort à Faible	RN 205, digues et seuils du torrent, Camping, Constructions des hameaux des Granges, des Couttets, du Pont, du Petit Pont, et du Bourgeat, Route desservant les hameaux, Prés et terrains de culture

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
5	Le Bourgealet	Divagation torrentielle	<p>Le ruisseau du Bourgealet est un ancien bras du torrent du Bourgeat.</p> <p>Bien que la réalisation de la digue paravalanche réduise considérablement le risque de débordement dans ce ruisseau, il convient de garder un exutoire en bon état situé en aval de la digue. Il convient donc d'entretenir le passage du ruisseau du Bourgealet sous les chaussées jusqu'à l'Arve.</p> <p>Notamment, à l'aval du passage sous le CD 13, le lit du Bourgealet remonte légèrement, ce qui pourrait être à l'origine de la formation d'un embâcle.</p> <p>Cet entretien permettrait de ne pas renouveler le scénario de septembre 1964 où un lac de retenue s'était formé en amont de la route blanche, suite au déversement d'une lave torrentielle.</p>	<u>Moyen</u>	Terrains non bâtis

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
6	Pont de la Griaz	Divagation torrentielle, Érosion des berges	<p>Le Nant de la Griaz est à la fois un torrent glaciaire et un torrent à affouillement.</p> <p>La combinaison de l'activité des torrents de la Griaz et des Arandellys, déterminent la formation fréquente des laves torrentielles de la Griaz.</p> <p>Le point de débordement possible, en amont du pont sur le CD 13 est dû à un resserrement de la section d'écoulement entre les digues de rive gauche et de rive droite, au droit de l'angle S.O. de la patinoire communale. Il s'ensuit un processus permanent d'accumulation d'alluvions transportées en amont de ce point, et, effectivement, dans l'hypothèse d'une crue de lave paroxystique, un transit insuffisant et le risque d'une mise en charge avec débordement.</p> <p>D'autres points de débordement existent à l'amont. Dans ce cas, l'eau et les matériaux qu'elle charrie suivent la ligne de plus grande pente.</p> <p>A l'amont des hameaux du Tourchet et des Faux, la forêt dessine un delta dans la partie aval de la Griaz. Or, l'Homme abandonne généralement les terrains non cultivables à la forêt. Ceci nous renseigne sur l'étendue probable des divagations du torrent de la Griaz, qui ont charrié d'importantes quantités de matériaux.</p> <p>Le transport solide de ce torrent (dont la surface du bassin versant est 4.6 km²) est important.</p> <p>Le volume d'apport pour une crue est de l'ordre de 40 000 à 50 000 m³. Pour une crue exceptionnelle ce volume peut atteindre 110 000 m³.</p> <p><i>Il convient donc de procéder à un curage régulier du torrent. (notamment en amont de la piste de ski du Tourchet).</i></p> <p><i>Toutefois : Il faut éviter les curages répétés et injustifiés qui entraînent une érosion régressive active mettant en jeu la stabilité des ouvrages situés à l'amont (cas de la Griaz, du Bourgeat, de Taconnaz, de la Creusaz, ..., entre autres)</i></p>	<p><u>Fort</u></p> <p><u>Moyen</u></p> <p><u>Faible et a.m.v.</u></p>	Terrains bâtis, CD 13, voie express, pont, conduite d'eau, Patinoire

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
7	Les Granges d'en Haut	Divagation torrentielle	<p>Ce secteur se situe sur le recouvrement des cônes de déjection des torrents du Bourgeat et de la Griaz.</p> <p>Le plus dangereux est le torrent de la Griaz qui draine un bassin versant en érosion très active et est capable de transporter des quantités considérables de matériaux solides. Si le lit actuel existant est bien marqué et doit assurer l'écoulement du débit liquide et solide pour des épisodes de crues significatives, on ne peut exclure, lors d'un événement très exceptionnel, une sortie du torrent de son lit vers la rive droite. Tout ou partie du débit se dirigerait alors vers la partie Ouest du secteur. On a pu d'ailleurs déjà constater à l'amont de celui-ci, dans la partie boisée, les traces d'anciens passages de cours d'eau, avec dépôt de matériaux solides.</p>	<u>Faible et a.m.v.</u>	Terrains bâtis, champs
8	Le Dérochoir	Éboulement	<p>L'éboulement des Rognes est connu dans le pays sous le nom de Dérochoir. Son activité n'est pas ancienne, elle ne date que de 1888 ; mais depuis cette étape, elle ne s'est pas ralentie.</p> <p>Le plateau des Rognes reçoit chaque année une quantité considérable de neige. Les eaux, aussi bien celle de la fusion des neiges que celles des pluies, par imbibition, et avec les cycles gel-dégel, contribuent à rompre l'équilibre de ces terrains.</p>	<u>Fort</u>	Torrent des Arandellys
9	Combe des Arandellys	Glissement de terrain Laves torrentielles	<p>Le torrent des Arandellys alimente en rive gauche le torrent de la Griaz. L'ensemble a donné naissance à un Dérochoir toujours actif qui alimente continuellement le ravin des Arandellys en matériaux de toutes dimensions.</p> <p>La combe des Arandellys est sujette aux glissements de terrain. Ces mouvements de terrain qui affectent des masses de terres noires boueuses sont une source assez abondante de matériaux qui sont entraînés sous forme de laves noires au moment des orages ou de grandes pluies.</p>	<u>Fort</u> <u>Fort</u>	Route vicinale, pont
10	Les Gens	Mouvement de terrain	<i>Une coulée de terre ancienne venant du ravin de la Genevray forme un promontoire dans le paysage.</i>	<u>Moyen</u>	Terrains non bâtis
11	Début de la route des Chaveaux	Inondation	<i>Le ruissellement dans les champs situés à l'amont de la route des Chaveaux a sérieusement endommagé la route et inonde régulièrement les maisons situées en contrebas.</i>	<u>Faible</u>	Terrains bâtis

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
12	Nant Freney	Divagation torrentielle	<p>Actuellement, le fond du lit de ce ruisseau (route des Chaveaux) est légèrement surélevé par rapport aux terrains voisins, de plus ce lit est encombré de matériaux végétaux qui peuvent contribuer à la formation d'un embâcle. Ces deux éléments sont favorables à une divagation du Nant Freney, bien que son débit soit moindre qu'auparavant.</p> <p>Au printemps 2003, lors d'une crue du Nant Freney, celui-ci a charrié une quantité importante de matériaux argileux, le ruisseau a grossi mais n'a pas divagué.</p>	Fort à Moyen	Prés, route de desserte, Terrains bâtis
13	Nant Noir	Laves torrentielles	<p>Le Nant Noir peut donner des coulées de laves torrentielles jusqu'à sa confluence avec l'Arve. En amont de la route du chef-Lieu, des seuils transversaux en maçonnerie édifiés en 1955 limitent le risque de ravinement des berges et favorisent le dépôt des matériaux avant le franchissement du pont.</p> <p>Puis, le Nant Noir chemine dans un profond talweg formant un coude à gauche. A ce niveau, le risque d'engravement brutal du lit est limité par la présence des seuils à l'amont.</p> <p>Aucun événement majeur relatif aux crues du Nant Noir n'est actuellement connu. Le risque pourrait être la formation d'un embâcle à la suite d'un orage stationnaire.</p> <p>En effet, lors d'orages violents, des embâcles se forment assez souvent. Dans la partie aval du cours d'eau, le lit forme un « S », et lors de débâcle, le ruisseau divague à cet endroit.</p> <p><i>Évacuation des plus gros arbres sur les berges tout en maintenant un couvert boisé.</i></p> <p><i>En cas de curage, attention à ne pas détruire le pavage naturel du fond du lit, ce qui risquerait de déclencher des glissements au niveau des talus.</i></p> <p><i>Lors de déboisement le long du cours d'eau, ne pas stocker les matériaux sur les berges, qui peuvent être entraînés lors de fortes pluies et contribuer fortement à la formation d'un embâcle.</i></p>	Fort à Moyen	Torrent

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
14	La Chalette Planet, Grands Bois, Les Lanches	Éboulements, Mouvement de terrain	<p>Le Nant Nalien Le bassin versant du Nant Nalien, constitué d'un éventail de petits talwegs convergents, s'ouvre dans le versant Nord de la crête située entre le Col de Voza et le Mont Lachat à l'aval du lieu-dit La Chalette. Les terrains schisteux recouverts d'épais placages morainiques formés d'un mélange d'argile, de sable, et de graves offrent une grande facilité aux circulations d'eaux internes. Globalement, le bassin versant du Nant Nalien est un site d'érosion active et permanente, celle-ci s'exerçant par les processus suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> -écoulements lents de fluages de terrains morainiques, ou rapides de coulées boueuses en direction des talwegs, - déblaiement périodique des talwegs par les fortes précipitations avec transports solides jusqu'au niveau des Houches. <p>Ainsi les ravins de la Chalette sont affectés par une érosion régressive, et, en 10 ans, un chemin de crête a disparu.</p>	<u>Fort</u>	Forêt <u>T</u> orrent
15	Les Tropays	Glissement de terrain	<p>Le Glissement des Tropays Un glissement en masse de la moraine est chose possible, d'autant plus que le replat des chalets des Grands Bois facilite une accumulation de neige qui au dégel imbibe la moraine. D'autres part, les terrains en mouvement se déversant dans le Nant Nalien risquent en cas de crue de ce dernier de constituer une énorme lave susceptible de causer de graves dégâts dans la vallée.</p>	<u>Fort</u>	Pylône intermédiaire du téléphérique de Bellevue

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
17	Lieu-dit « La Renalière »	Glissement de terrain	<p>La pente moyenne du versant est assez forte et de vastes zones sont en glissements plus ou moins actifs.</p> <p>Le Nant Nalien s'est encaissé dans les matériaux meubles de surface et a souvent atteint le substratum schisteux. Les berges ainsi entaillées sont souvent instables.</p> <p>La couverture du substratum est mobilisée sur une épaisseur de 0.70 à 2 m au-dessous de laquelle on trouve un horizon schisteux plus compact quoique présentant de nombreux signes de fracturation. Des sorties d'eau sont visibles dans la partie supérieure du glissement qui liquéfient partiellement les terrains déstabilisés.</p> <p>Le débordement ponctuel mais de grande ampleur du Nant Nalien a créé une circulation d'eau permanente à l'intérieur même du pied qu'elle divise.</p> <p>Ainsi, en débordant en rive droite, le Nant Nalien a sapé toute la partie aval du glissement, ce qui a entraîné sa réactivation.</p>	<u>Fort</u>	Habitation
18	L'Essert	Mouvements de terrain Coulée boueuse de l'Essert	<p>Vers le milieu du XX^{ème} siècle, les terrains situés à l'amont du CD 213 étaient affectés de mouvements de terrain importants.</p> <p>Une zone hygromorphe accuse une insuffisance de drainage à l'amont, de part et d'autres d'une rigole que l'on a cessé d'entretenir.</p> <p>Depuis, il semblerait que l'activité de ces phénomènes se soit atténuée.</p> <p>Toutefois, en 1996, suite à des travaux de terrassements, des mouvements de terrain se sont produits dans les talus de déblais.</p> <p><i>Étude préalable nécessaire pour les travaux de terrassement.</i> <i>Pas de rejet d'eaux</i></p>	<u>Fort</u>	Terrains bâtis, CD 213
19	Roche Noire	Chutes de pierres	Effondrements possibles de grosses masses	<u>Fort à Moyen</u>	Versant dépourvu de végétation

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
20	Nant Jorland	Torrentiel	<p>Le Nant Jorland (surface du bassin versant : 1,8 km²) à l'amont du CD 213</p> <p>Ce torrent est à sec durant une bonne partie de l'année. Ses crues sont générées par les orages locaux en particulier durant la période estivale. Ce torrent charrie peu de matériaux solides.</p> <p>Les aménagements sont peu nombreux sur le linéaire du ruisseau. Les désordres proviennent d'un calibrage insuffisant du lit.</p> <p>A l'amont du pont de Belleface, le ruisseau traverse une buse qui pourrait être obstruée par des déchets végétaux, ou des terrains glissés.</p> <p>L'ouvrage de la route forestière est sujet au glissement, au transport solide et au transport de corps flottants, de sorte que l'entrée de l'ouvrage est parfois en partie obstruée. Ceci pourrait entraîner la divagation du torrent.</p> <p>En amont de la route forestière, le torrent est à forte pente et relativement encaissé.</p> <p>Lors de gros débit, le torrent est susceptible de sortir de son lit actuel, tout ou partie de son débit s'écoulant en rive droite.</p> <p>La situation est d'autant plus dangereuse que le changement de lit du torrent peut être brutal et rapide.</p> <p>Ainsi une inondation peut avoir lieu dans ce secteur en rive droite du Nant Jorland, à la suite de l'obstruction ou de l'exhaussement du lit.</p> <p>Les divagations du Nant Jorland ont déjà dégradé les routes communales de l'Essert, de Maison-neuve et du Verney.</p> <p>Une étude hydraulique réalisée en octobre 2002 a prévu trois types d'aménagements :</p> <ul style="list-style-type: none"> -une surverse latérale au niveau de la buse en ϕ 1200 sous la route forestière -un piège à cailloux et à corps flottants en amont du ϕ 1200 -un recalibrage complet de l'aval du torrent à la place de la conduite ϕ 800 en place (une partie busée en ϕ 1200 et une partie canalisée à ciel ouvert) 	Fort à <u>Moyen</u>	Route, Camping

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
21	Belleface-les Aillouds	Mouvement de terrain, coulée de boue	Par ailleurs, les versants boisés du talweg du Nant Jorland sont sujets à instabilités. L'écoulement d'eau abondant entraîne l'instabilité de la couverture superficielle morainique reposant au toit des schistes noirs du Lias.	<u>Fort</u>	Route
22	De Maisonneuve aux Trabets	Mouvement de terrain	<p>De Maisonneuve aux Trabets, Les terrains sont affectés par des mouvements de terrains qui sont accentués par la présence d'eau.</p> <p>Le trait marquant du site réside dans la présence de nombreuses zones instables se traduisant par le fluage de la couverture morainique ou des formations de remplissage des talwegs sur le substratum rocheux schisteux.</p> <p>Des circulations erratiques au sein de la moraine peuvent entraîner localement une saturation totale du terrain de couverture (notamment au droit des secteurs à caractères instables).</p> <p>La stabilité de ces terrains est précaire, d'autant que par leur situation, ils recueillent les eaux de ruissellement de la voie communale et des terrains amont ainsi que les eaux météoriques, ce qui au printemps donne naissance à une importante mare au niveau de la ruine, les eaux s'infiltrant ensuite.</p> <p>Au niveau du Verney, les terrains de couverture de la rive gauche du ruisseau de Roche Noire sont actuellement en cours de déstabilisation</p>	<u>Fort à Moyen</u>	Terrains bâtis, Télésiège, Téléski, routes
22	Les trabets	Coulée boueuse, Ravinement	<p>Ce secteur est caractérisé par un glissement permanent des terrains.</p> <p>Une coulée boueuse est survenue à la fin de l'hiver 1941 dans le talus boisé qui domine le secteur des Trabets, sous un virage de la piste de ski.</p> <p>Au début des années 80, une tentative d'élargissement du schuss de la piste limitrophe, par déboisement d'une partie de ce même bosquet, s'est soldée par une coulée qui s'est arrêtée 30 m en contrebas à l'arrière d'un magasin d'articles de sport situé le long du CD 213.</p>	<u>Fort</u>	Forêt CD 213

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
23	L'Arve	Crue torrentielle	<p>L'Arve L'Arve draine un bassin versant de 245 km² aux Houches.</p> <p>Les <u>risques hydrauliques</u> liés à l'Arve sont de deux types :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en période de faible activité torrentielle, le fil d'eau de l'Arve s'abaisse progressivement. En cas de crue de l'Arve, les eaux sont d'une part très agressives vis à vis des berges et des matériaux à reprendre, et d'autre part s'écoulent sur un lit abaissé par rapport aux terrains de berge- d'où un fort risque de déstabilisation de ces derniers - en période d'apports solides importants, le niveau du lit de l'Arve est fortement exhaussé. Les terrains concernés par des divagations du torrent sont donc situés à un niveau supérieur. De plus, la morphologie du terrain favorise les divagations et donc les attaques frontales des écoulements. <p><i>Respect des champs d'expansion de crues (référence : circulaire interministérielle du 24 janvier 1994) : avis défavorable à toute nouvelle implantation et remblai à l'intérieur du périmètre des zones potentiellement inondables par Q100.</i></p>	<u>Fort</u>	Torrent
24	Col de voza	Mouvements de terrain	<p>Piste située sous le Col de Voza Lors de la visite en juillet 2003, une coulée boueuse obstruait la buse permettant l'écoulement de l'eau sous la piste. Cet embâcle pourrait activer un mouvement de terrain lors d'un gros orage.</p> <p><i>Veiller à l'entretien des caniveaux</i></p> <p>Par ailleurs, il est possible d'observer un glissement situé dans le lit d'un affluent du Nant Jorland, qui a emporté partiellement la piste menant au Col de Voza.</p>	<u>Fort</u>	Piste Nant Jorland

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
25	Ruisseau des Chavants - Gublin	Divagation torrentielle	Vers Gublin Lors de grosses pluies, la buse permettant le passage du ruisseau des Chavants sous le passage menant à Gublin peut s'obstruer à la suite d'embâcle. Ainsi, lors de crues, l'eau s'est écoulé alors sur la route et a déjà inondé un chalet. Ce phénomène peut se produire également au niveau de la buse située vers l'impasse des Crêts. Dans ce cas un chalet en rive gauche peut être atteint par la divagation des eaux.	<u>Moyen</u>	Terrains bâtis, route
26	Ruisseau des Chavants – l'Arpette	Divagation torrentielle, Affaissement de terrain	L'Arpette A la suite de la formation d'embâcles, plusieurs inondations ont eu lieu à l'aval de la route qui conduit aux Aillouds. (Lors de la visite en juin 2003, des laisses de crues témoignaient des dernières divagations du ruisseau en rive gauche). Des habitations ont été touchées lors de la crue de 1990. De plus des affaissements de terrain ont été constatés à l'aval d'un chalet (rapport de 1995)	<u>Moyen</u> <u>Fort à Moyen</u>	Torrent Terrains bâtis
27	Le sommet des Chavants	Glissement de terrain, coulée de boue	En avril 1970, l'arrière du bâtiment des « Amis de la Nature » construit dans le talus qui surplombe le sommet des Chavants, a été affecté par une coulée boueuse, à la suite de pluies tièdes de printemps sur un manteau neigeux en train de fondre. Les terrains morainiques ont été rendus instables par l'existence d'émergences phréatiques diffuses. Au préalable, un déboisement et un affouillement du pied du talus qui surmonte le chalet avaient été réalisés.	<u>Fort</u>	Terrains bâtis
28	Ruisseau des Creuses	Divagation torrentielle	Il existe un problème récurrent d'embâcle dans ce secteur. Les buses sont souvent obstruées. Dans ce cas, l'eau divague dans le caniveau qui se dirige vers les Amis de la Nature, et inonde une habitation située à l'aval de la route.	<u>Moyen</u>	Terrains bâtis, route
29	Secteur de Pont Ste Marie	Éboulement rocheux	Des risques potentiels d'éboulements rocheux et de chutes de blocs existent. Ces chutes de pierres affectent la RN 205 depuis l'amont du viaduc Ste Marie jusqu'aux Montées Pélissier. Depuis, des grillages et filets par-pierres ont été posés.	<u>Fort</u>	Arve RN 205

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
30	Les Violets	Chutes de blocs	Au début des années 2000, des blocs de un peu moins de 1 m ³ ont percuté une maison, route de Vaudagne. Ces blocs provenaient des champs situés à l'amont, et ils auraient été libérés à la fonte des neiges, à la suite des cycles gel/dégel.	<u>Fort</u>	Terrains bâtis, route
31	Charousse	Zones humides	Plusieurs mouilles sont observées au niveau de ce hameau. Elles sont caractérisées par une végétation hygrophile. Le relief chaotique de ce secteur est dû à la présence de cordons morainiques vestiges d'anciens glaciers. On retrouve également de nombreux blocs erratiques sur ce site.	<u>Moyen</u>	Prairie Terrains bâtis
		Affaissement de terrain	A l'aval du hameau de Charousse, dans la forêt, à proximité du sentier qui relie Charousse à Vaudagne, un affaissement de terrain s'est produit dans les années 1930, sans raison apparente. Depuis, ce site a été gagné par la forêt.	<u>Moyen</u>	Forêt
32	Vaudagne – Les Bouchards	Zone humide	Phénomène localisé lié à l'existence de ruisseaux alimentés par des sources ou écoulements diffus.	<u>Faible</u>	Terrains bâtis prairie
		Glissement de terrain	Le 30 avril 1970, un glissement (appelé l'éboulement des Hézomnets), a eu lieu en contrebas du hameau des Bouchards sur le sentier qui mène à Vaudagne. Ce glissement semble être le résultat d'un ravinement important dans le ruisseau voisin.	<u>Moyen</u>	
33	Montées Pelissier	Glissement rocheux	L'évolution régressive de la falaise se produit probablement par rupture sur les plans peu inclinés correspondant approximativement aux plans définissant le toit du rocher reconnu à l'aide de sondages. Cette rupture apparaît par mise en charge sur ces discontinuités et peut engendrer des éboulements par glissements dièdres ou plans localisés(1984 – CETE).	<u>Fort</u>	Arve Route
34a	Eboulis, Secondy,	Chute de blocs	L'éperon schisteux dominant la voie rapide du Fayet-Chamonix présente des secteurs instables	<u>Fort à Moyen</u>	RN 205
34b	Les Côtes		Ainsi, de la sortie vers la gare de Servoz jusqu'à l'entrée du tunnel du Châtelard, la RN 205 est très exposée aux chutes de pierres. Cette section est maintenant bien protégée.		

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
35	Les Marais du Lac	Zone humide	Secteur marécageux des marais du lac recevant les eaux de ruisseaux descendant du versant Nord Est du Prarion. Une étude réalisée en août 1981 (Cete) lors de l'aménagement de la voie express, a mis en évidence la présence de sols mous hétérogènes et d'épaisseur très variable (environ 10-12 m au niveau du secteur du ruisseau de la Fontaine)	<u>Fort à Moyen</u>	marais
36	Nant de Lapaz	Eboulement Torrentiel	Le ravin de Lapaz est directement issu de la pointe de Lapaz (2313 m) qui domine les Montquard. Il est à l'origine d'éboulement important Le torrent qui parcourt ce ravin avec une très forte pente et une dénivelée importante, recueille les produits de l'érosion des faces rocheuses des Aiguillettes. La gorge du Nant de Lapaz est marquée par des éboulements importants. Les matériaux éboulés s'accumulent au fond de la gorge. En cas de débâcle importante, les matériaux viendraient se déposer dans le lit de l'Arve, ce qui aurait pour résultat d'augmenter le niveau de l'Arve à l'amont. Par ailleurs, bien que fournissant un cône de déjection assez limité et ne disposant sur ce cône que d'un lit étroit et de capacité minime, ce torrent est capable d'apporter lors des crues des matériaux (quelques m3 à quelques centaines de m3) suffisants pour changer son lit et obstruer le chemin de berge.	<u>Fort</u> <u>Fort à Moyen</u>	Torrent de Lapaz, Sentier, Arve,
37	Lieu-dit « Sous Merlet »	Chutes de pierres	Un éboulement a eu lieu le 10 juin 2001, au lieu-dit « Sous Merlet ». Les pierres éboulées ont traversé le sentier et atteint la gravière. Un bloc de 3 m3 en forme de dalle a atteint la zone des gravières en rive droite de l'Arve, après s'être mis sur la tranche. Quelques arbres ont été cassés dans la trajectoire du bloc arrivé jusqu'au niveau des gravières. La zone de départ est située sous le replat naturel de Merlet dans une zone de rocher très fracturée. Les fissures dégagées par la chute des blocs étaient remplies par des fines et colonisées par les racines. Une purge a été réalisée depuis.	<u>Fort</u>	Gravière, forêt, sentier

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
38	Les Roches	Chutes de pierres	<p>En amont de la carrière de Clair Temps, il est possible de noter une fissuration très importante du rocher, dans la partie haute de la falaise.</p> <p>En février 1984, une avalanche a déstabilisé le versant, ce qui a entraîné un éboulement rocheux très important.</p> <p>La SNCF a dû mettre en place des ouvrages de protection contre les chutes de blocs.</p> <p>Le 17 avril 1994, un éboulement de rochers a endommagé la voie ferrée. Le volume éboulé fut de plusieurs milliers de m³. Le barrage SNCF est plein (il a même très largement débordé) et a perdu toute efficacité vis à vis de nouvelles chutes de blocs. Seuls les plus gros blocs (plus d'une tonne) sont arrivés en bas de pente. Le merlon de terre situé en amont de la voie SNCF, mis en place pour protéger de l'avalanche, a eu un rôle déterminant pour limiter les dégâts. Le merlon de protection a arrêté la plupart des blocs, mais la protection n'est pas efficace à 100%.</p>	<u>Fort</u>	Voie SNCF, sentier
39	Coupeau	Divagation torrentielle	<p>Le ruisseau qui traverse Coupeau est susceptible de déborder au niveau des passages busés.</p> <p>En effet, lors de fortes pluies, ce ruisseau peut charrier des matériaux qui peuvent venir obstruer les buses permettant le passage du ruisseau sous la route. Dans ce cas, le ruisseau déborde, divague sur la route et rejoint son cours en contrebas.</p> <p>Il faut préciser de plus que ce versant est humide. En effet, lors de la visite effectuée en période sèche, de nombreux ruissellements parcouraient les talus.</p>	<u>Fort à Moyen</u>	Terrains bâtis Route
40	route de Coupeau	Mouvement de terrain	<p>Un ancien glissement dans les argiles bleutées est encore visible dans la topographie (entre autres sa niche d'arrachement). Cet ancien glissement est susceptible de se réactiver du fait :</p> <ul style="list-style-type: none"> -de la nature même du matériau -de la présence d'une mouille (non captée) située dans l'axe principal du glissement. <p><i>Envisager le reboisement de certains secteurs (trop « découverts » par la tornade de décembre 1992)</i></p>	<u>Moyen</u>	Terrains bâtis

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
41	Pré Voisin	Mouvement de terrain	Un remblai a été réalisé en bordure d'Arve. Ces terrains remblayés peuvent être sujet à un sapement de pied lors d'une crue de l'Arve	<u>Faible</u>	Arve
42	« Sous les Crêts »	Chutes de pierres	Le 4 mars 2001, un éboulement d'environ 600 m3 a affecté la chaussée de l'ancienne nationale et le parapet sur 25 ml. La route a été recouverte sous une épaisseur d'environ 3 m de matériaux. Ces chutes de pierres sont dues à un fauchage par décompression du parement rocheux, à la suite de fortes pluies de redoux. Le reste de la paroi rocheuse le long de cette route recèle plusieurs masses instables à moyen ou long terme.	<u>Fort</u>	Route
43	La Flatière	Mouvement de terrain Divagation torrentielle	Un remblai a été fait au bout du parking de la Flatière, et il se situe au droit de la résurgence du ruisseau. Ce ruisseau est busé sous le site de la Flatière. D'une part ce remblai, peut être déstabilisé par les écoulements du ruisseau, et d'autre part, ce remblai peut constituer un embâcle sur ce ruisseau. <i>Veiller à ne pas réaliser de remblai dans les zones en dépression qui collecte les eaux de pluie, ainsi que dans le cours des ruisseaux.</i> <i>De plus sur ce site, dans le cadre de terrassement, des remblais relativement raide ont été réalisés. Attention aux glissements superficiels et au ravinement fort sur ces terrains.</i>	<u>Fort</u> <u>Moyen</u>	Terrains bâtis Parking Forêt
44	Samotheux La Grangette	Mouvement de terrain	Compte tenu de la nature des terrains superficiels, de la pente, et de la présence d'eau importante dans ces secteurs, de petits glissements de terrain superficiels peuvent avoir lieu. Le substratum s'approfondit, ce qui augmente la quantité de matériaux impliqués dans le glissement	<u>Faible</u> <u>Moyen</u>	Terrains bâtis Prairie

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
45	La Grangette – Le Bettey	Ruissellement	Lors de fortes pluies, de l'eau ruisselle (sans transport solide) en provenance de la Flatière. Après s'être écoulée sur la chaussée, l'eau envahit les champs situés en contrebas. Ce phénomène semble être aggravé par des circulations d'eau de ruissellement qui se font préférentiellement dans une tranchée réalisée sous la route. Cette tranchée fait office de tranchée drainante, et les eaux sont rejeté au point préférentiel observé actuellement. <i>Veiller à l'avenir de rejeter les eaux collectées par ces tranchées vers un exutoire.</i>	<u>Faible</u>	Route, Terrains bâtis, champs
46	Décharge de Bocher (Route d'accès)	Ravinements	Il semble ne s'agir que de ravinements importants sur les talus et non pas de glissements de terrains affectant la chaussée. Ces ravinements se produisent dans les matériaux détritiques qui recouvrent le substratum rocheux.	<u>Fort</u>	route d'accès à la décharge
47	Rocher de Bocher	chutes de blocs	La falaise de Bocher est sujette à un phénomène de fauchage généralisé (tendance des plans de schistosité à basculer vers l'aval). Les falaises de Bocher de 150 m de haut environ, sont composées de deux zones distinctes : -partie supérieure du site présentant un rocher compact à la fracturation peu marquée, -partie inférieure du site comportant de nombreux paquets glissés très fracturés formant des éperons rocheux surplombant ; cette fracturation découpe le massif en blocs ou dalles plus ou moins stables suivant des dimensions décamétriques à métriques sans stratification prépondérante. <u>La déchetterie.</u> De nombreux compartiments de 200 à 300 m3 menacent de s'effondrer à court terme. Compte tenu de l'aspect concave du versant, les produits d'éboulements ont tendance à converger vers les installations de la déchetterie.	<u>Fort</u>	- carrière - sentier - déchetterie - exploitants

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
48	La Trappe	Chutes de pierres et de blocs - Mouvement de terrain	Un important écroulement de rochers s'est produit en mars 1981 en forêt communale des Houches au lieu-dit La Joux, vers la cote 1050 m. Cet écroulement s'est formé par rupture d'une barre rocheuse, entraînant vers le bas d'assez gros blocs. La surface parcourue par l'écroulement était de l'ordre de 2 ha. Les terrains sont ici constitués par des roches cristallines fortement altérées par le jeu de la fissuration important et siège de mise en charges phréatiques au moment de la fusion du manteau neigeux et des périodes à forte pluviosité. L'écroulement a été arrêté dans sa course par l'existence d'un petit talweg, limité par une petite crête à l'ouest que les blocs n'ont pu franchir.	<u>Fort</u>	Forêt Sentier
49	Plaine Saint Jean (CD 13 à l'aval du hameau de La Ferme)	Zone d'inondation temporaire	Lors de grosses pluies, il est possible de noter une stagnation d'eau de chaque côté du Cd 13. La zone marécageuse du marais de la Plaine St Jean est caractérisée par la présence d'horizons compressibles.	Faible	CD 13, habitations
50	Chailloux	Ravinement Chutes de pierres Glissement de terrain Zone humide	Sur l'ensemble de ce versant, il est possible d'observer différents phénomènes. En altitude, des ravines relativement actives sont observées dans ce versant dépourvu de végétation. Puis en descendant dans les éboulis de l'Aiguillette des Houches et de la point de Lapaz, il est possible d'observer de nouveaux phénomènes aux abords des Chalets de chailloux, où des moutonnements du terrain sont formés dans une zone humide	<u>Fort</u> <u>Moyen</u> <u>Fort</u> <u>Moyen</u>	Versant dépourvu de végétation Sentier Versant à faible couverture ligneuse
51	Prafleuri	Mouvement de terrain	Le 14 mai 1999, un glissement s'est déclaré à la suite de fortes pluies de printemps. La loupe d'arrachement actuelle risque d'évoluer vers l'amont par érosion régressive. La zone mouilleuse en rive droite du glissement est susceptible de se mettre en mouvement.	<u>Fort</u>	Route de Montvauthier, Maison

N° de zone	Lieu-dit	Nature du phénomène	Description - historicité	Degré d'aléa	Occupation du sol
52	Falaise de Montvauthier <i>Lieu-dit La Ferme</i>	Chute de blocs,	<p>La falaise de Montvauthier culmine à 944 m et surplombe la route de Monvauthier</p> <p>Le risque d'éboulement potentiel de cette falaise est hautement probable.</p> <p>Ce risque concerne : en premier lieu, la route de Montvauthier directement à l'aplomb de cette falaise, en deuxième lieu les habitations au pied de la route de Monvauthier et en dernier lieu localement le CD 13.</p> <p>Le volume en mouvement a été estimé alors à 800 ou 1000 m3. Une étude trajectographique a permis de vérifier que les maisons pouvaient être atteintes, et de préconiser et dimensionner des merlons de protection qui ont été réalisés sur la route du bas.</p> <p>Afin de sécuriser la falaise, des ancrages et des filets ont été posés.</p> <p>Par ailleurs, la haute falaise qui domine Monvauthier est également touchée par ce phénomène. Des chutes de pierres sont constatées en amont du hameau de Montvauthier sur le chemin menant aux Grosses Pierres et au Fer.</p> <p><i>Il est souhaitable de réaliser une vidange des matériaux accumulés au pied des filets ASM ainsi qu'une purge des blocs instables en bordure des grillages plaqués sur la paroi. (avis RTM 74 – 2002)</i></p>	<u>Fort</u>	Route de Monvauthier, CD 13 Plusieurs habitations en contrebas
53	La Diosaz Plaine Saint Jean	Divagation torrentielle	<p>La Diosaz possède un grand bassin versant qui demeure très sauvage.</p> <p>La Diosaz connaît des crues orageuses redoutables avec transport de matériaux solides.</p> <p>De plus sur des terrains appartenant au lit majeur de l'Arve, en rive gauche de la Diosaz, il existe un fort risque d'érosion de berges et d'épanchement latéral de la Diosaz qui présente en ce point un méandre offensif très prononcé.</p>		Torrent Terrains bâtis camping

4 - Description des zones d'aléas Avalanches

La tableau ci-dessous fait une simple énumération des 88 zones d'aléa avalanches. Toutes les données complémentaires se trouvent dans l'Annexe « Fiches avalanches ».

N° de zone d'aléa Aval.	Degré d'aléa	Nom du couloir	Occupation du sol
1	Fort	Taconnaz	Rocher, glacier, forêts
2	Moyen	Taconnaz	Prés, voies secondaires et habitat dispersé
3	AMV	Taconnaz	Prés, voies secondaires et principales et habitat dispersé
4	FFP	La Montagne de Taconnaz	Forêts
5	AMV	La Montagne de Taconnaz	Forêts, piste forestière et cabanes forestières
6	Fort	Le Bourgeat	Rocher, glaces, piste forestière et bâtiments de collectivité
7 et 7'	Moyen	Le Bourgeat	Prés, voiesecondaire et habitat dispersé à dense
8	AMV	Le Bourgeat	Prés, voies secondaires et principales et habitat dispersé à dense
9	Fort	La Griaz	Rocher et piste forestière
10	FFP	Le Genevray	Forêts
11	AMV	Le Genevray	Forêts
12	AMV	Le Genevray	Forêts
13	Moyen	La Griaz	Prés, forêts et piste forestière
14	Fort	Nant Freynet	Rocher, prés, forêts, voies secondaires et habitats dispersé.
15	Moyen	Nant Freynet	Voies secondaires et habitat aéré à dense, commerces.
16	AMV	Nant Freynet	Forêts, voies secondaires et habitat aéré à dense, commerces.
17	Fort	Nant Noir	Rocher et forêts
18	AMV	Nant Noir	Forêts
19	FFP	Nant Noir	Forêts
20	AMV	Forêts	Forêts et piste forestière
21	FFP	Forêts	Forêts
22	AMV	Forêts	Forêts et piste forestière
23	Fort	Le Lavouët	Rocher et forêts
24	Moyen	Le Lavouët	Prés, forêts et voie principale
25	AMV	Le Lavouët, La Traversaille	Prés, forêts, voie principale et habitat dispersé
26	Moyen	Le Lavouët, La Traversaille	Prés et forêts

N° de zone d'aléa Aval.	Degré d'aléa	Nom du couloir	Occupation du sol
27	Fort	La Traversaille	Forêts et remontée mécanique
28	Fort	Sous le Câble	Forêts et remontée mécanique
29	AMV	La Traversaille	Forêts
30	Fort	Roche noire	Rocher et forêts
31	FFP	Roche noire	Forêts
32	AMV	Roche noire	Forêts
33	FFP	Rocher du Béchet	Forêts
34	AMV	Rocher du Béchet	Forêts et piste de ski
35	FFP	Rocher du Béchet	Forêts
36	AMV	Rocher du Béchet	Forêts et voie rurale
37	Fort	Rocher du Béchet	Forêts et piste de ski
38	AMV	Rocher du Béchet	Forêts
39	FFP	Les Plasseaux	Forêts
40	AMV	Les Plasseaux	Forêts
41	Fort	Le Kandahar	Prés et piste de ski
42	FFP	Le Kandahar	Forêts
43	AMV	Le Kandahar	Prés et piste de ski
44	Fort	Les Baux	Forêts et remontée mécanique
45	Moyen	Les Baux	Forêts, piste forestière et remontée mécanique
46	FFP	Les Baux	Forêts et piste forestière
47	AMV	Les Baux	Forêts
48	Moyen	Les Baux	Forêts
49	Fort	Les Chavants	Forêts, prés , voies secondaires et habitat dispersé
50	Moyen	Les Chavants	Forêts, prés , voies secondaires et habitat dispersé
51	AMV	Les Chavants	Forêts, prés , voies secondaires et habitat dispersé
52	Fort	Sous le Prarion	Forêts et prés
53	AMV	Sous le Prarion, Plan Praz, Bagnat de Vaudagne	Forêts, prés et habitat dispersé
54	Fort	Plan Praz	Forêts
55	FFP	Plan Praz	Forêts

N° de zone d'aléa Aval.	Degré d'aléa	Nom du couloir	Occupation du sol
56	Fort	Bagnat de Vaudagne	Rocher , forêts et prés
57	Fort	Bagnat de Vaudagne	Rocher et forêts
58	Moyen	Bagnat de Vaudagne	Forêts et prés
59	AMV	Bagnat de Vaudagne	Route secondaire et habitat dispersé
60	FFP	Vaudagne	Forêts et piste forestière
61	AMV	Vaudagne	Forêts, piste forestière, voie secondaire et habitat dispersé.
62	FFP	Granges de Montvauthier	Forêts
63	AMV	Granges de Montvauthier	Forêts
64	AMV	Granges de Montvauthier	Forêts et voie secondaire
65	Fort	L' Aiguillette	Forêts, prés et pistes forestières
66	Moyen	L' Aiguillette	Forêts et piste forestière
67	AMV	L' Aiguillette	Forêts et piste forestière
68	Moyen	L' Aiguillette	Forêts, piste forestière et cabane forestière
69	Moyen	L' Aiguillette	Forêts, prés et pistes forestières
70	AMV	L' Aiguillette	Forêts
71	Fort	L' Aiguillette	Eboulis et prés
72	Fort	La Joux	Prés et forêts
73	Moyen	La Joux	Forêts
74	FFP	La Joux	Forêts
75	FFP	La Joux	Forêts
76	Fort	Plan de Benoï	Prés, forêts et piste forestière
77	Moyen	Plan de Benoï	Forêts
78	AMV	La Joux et plan de Benoï	Forêts, prés, piste forestière et habitat dispersé
79	FFP	Plan de Benoï et Chailloux	Eboulis, prés et Forêts
80	AMV	Plan de Benoï et Chailloux	Forêts, voies secondaires, pré et habitat dispersé
81	Fort	Chailloux	Eboulis, forêt, voie secondaire, bâtiments d'alpage
82	Moyen	Chailloux	Carrière et entrepos
83	AMV	Chailloux	Voie principale, commerces
84	FFP	Chailloux	Forêts
85	AMV	Chailloux	Prés et voie secondaire

N° de zone d'aléa Aval.	Degré d'aléa	Nom du couloir	Occupation du sol
86	Fort	Lappaz	Rocher et Forêts
87	Moyen	Lappaz	Forêts
88	AMV	Lappaz	Lit mineur de l'Arve

Les principes de passage de l'expertise de l'aléa au zonage réglementaire

L'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques passe, suivant les directives nationales, par trois phases.


- I- La compilation de l'état de la connaissance sur le territoire étudié (chroniques écrites des événements passés, formalisation de la mémoire collective, études particulières, etc.).
- II- La caractérisation physique par une démarche d'expertise des événements naturels probables pour une échelle de temps limitée en général au siècle ; ce qui est appelé « aléa de référence ». L'habitude est prise pour une étude multi-aléas de décrire quatre niveaux d'intensités pour un aléa de référence : **Fort (3)** pour les événements dont l'intensité est de nature à détruire tous types de bâtiments réels ou virtuels; **moyen (2)** pour les événements dont l'intensité est de nature à endommager les bâtiments réels ou virtuels inadaptés au contexte ; **faible (1)** pour les événements dont l'intensité est de nature à perturber l'activité humaine sans risque de destruction ou d'endommagement notable et **négligeable ou nul (0)** si la probabilité de survenance est notablement faible au regard de la période de référence. Ces aléas sont décrits sans tenir compte de l'existence éventuelle d'ouvrages de protection. Par contre certains ouvrages sont de nature à aggraver l'aléa de référence (ponts ou buses sous dimensionnés, digues modifiant les écoulements d'avalanches ou de torrents, biefs conduisant de l'eau dans un autre sens que la ligne de plus grande pente, etc.). Enfin et depuis quelques années les forêts à fonction de protection (**FFP**) peuvent être décrites à ce niveau de la réalisation du dossier et dessinées sur les cartes en **vert (V)**.
- III- Le dessin d'un projet de carte réglementaire et la rédaction d'un règlement suivant un modèle-type départemental mais adapté à chaque contexte, ce qui nécessite d'étudier avec le concours des élus locaux les enjeux existants ou programmés.

Cette action de l'État est menée dans un esprit de dialogue avec les élus locaux et parfois des sachants c'est à dire des individus ayant une très bonne connaissance de tout ou partie du territoire concerné. Cette concertation nécessite d'emblée de la part des pilotes (ou des instructeurs) d'être le plus clair possible sur les principes de passage d'une étape à l'autre.

Le passage de la phase I à la phase II demande de s'interroger sur l'ensemble des sites même sur ceux où il n'y a pas de souvenirs d'événements (principe de précaution). La chronique des catastrophes décrit de trop nombreuses situations où les victimes (au sens large) reconnaissent qu'elles ne croyaient pas la chose possible ou que de mémoire « on ne l'avait jamais vue ». C'est pourquoi ce passage relèvera toujours de l'expertise même si cela se fait en l'état de la connaissance.

Le passage de II en III procède d'une logique simple dans l'énoncé :

Il faut protéger les aménagements existants et permettre aux acteurs locaux de pouvoir évoluer et se développer sans augmenter ni créer le potentiel de dommage (principe du développement durable). Le tableau ci-dessous permet de résumer la diversité des classements réglementaires en fonction de l'intensité de l'aléa et de la présence d'enjeux.



<u>Intensité de l'aléa de référence</u>	<u>Présence d'enjeux</u>	<u>Type de classement réglementaire</u>
<u>Fort (3)</u>	<u>Non</u>	<u>Rouge (X)</u>
<u>Fort (3)</u>	<u>Oui</u>	<u>Bleu « dur »(A')</u>
<u>Moyen (2)</u>	<u>Non</u>	<u>Rouge (X)</u>
<u>Moyen (2)</u>	<u>Oui</u>	<u>Bleu (A,B,etc.)</u>
<u>Faible (1)</u>	<u>Non</u>	<u>Bleu « souple » (C, etc.)</u>
<u>Faible (1)</u>	<u>Oui</u>	<u>Bleu « souple » (C,etc.)</u>
<u>EE</u>	<u>Non</u>	<u>Vert (V)</u>
<u>Négligeable ou Nul (0)</u>	<u>Indifférent</u>	<u>Blanc</u>

- Le **règlement X** des zones rouges interdit tout type d'autorisation au titre du code de l'urbanisme.
- Les **règlements (A')** des zones dites bleues « dur » n'autorisent que les travaux permettant l'amélioration de la sécurité des ouvrages existants et de leurs occupants sans augmenter notablement les enjeux. Par exemple permettre la construction de garages qui sécurisent les places de stationnement ou la création d'un mur sécurisant l'accès au bâtiment. Le changement de destination augmentant notablement la valeur des enjeux est exclu. Ce règlement ne concerne que les avalanches.
- Les **règlements (A, B, etc.)** des zones bleues permettent la poursuite de l'aménagement des secteurs déjà urbanisés. Cela nécessite l'intégration de mesures urbanistiques (relevant de la police du maire) ou constructives (relevant de la seule responsabilité du maître de l'ouvrage).
- Les **règlements (C, E, G, etc.)** permettent également la poursuite de l'aménagement des secteurs déjà urbanisés mais avec des contraintes moins fortes. Ils vont aussi interdire l'implantation d'équipements nécessaires aux secours (pompiers, hôpitaux, etc.).

- **Les règlements V** édictent quelques prescriptions afin d'améliorer ou de pérenniser la fonction de protection d'un peuplement forestier (restriction dans les dimensions et la rotation des coupes).

Commentaires :

le passage de la phase II à la phase III demande une concertation forte entre le pilote du dossier, le bureau d'étude et les élus pour interpréter avec justesse ce qui ne relève pas du domaine réglementaire national mais d'une adaptation locale telle que la valeur d'un enjeu ou la taille d'un espace interstitiel urbain.

NB : Les secteurs cartographiés avec « Aléa Maximal Vraisemblable », c'est à dire de probabilité d'occurrence plus rare que l'aléa de référence, ne sont pas réglementés au titre du PPR mais intégrés dans les PCS.