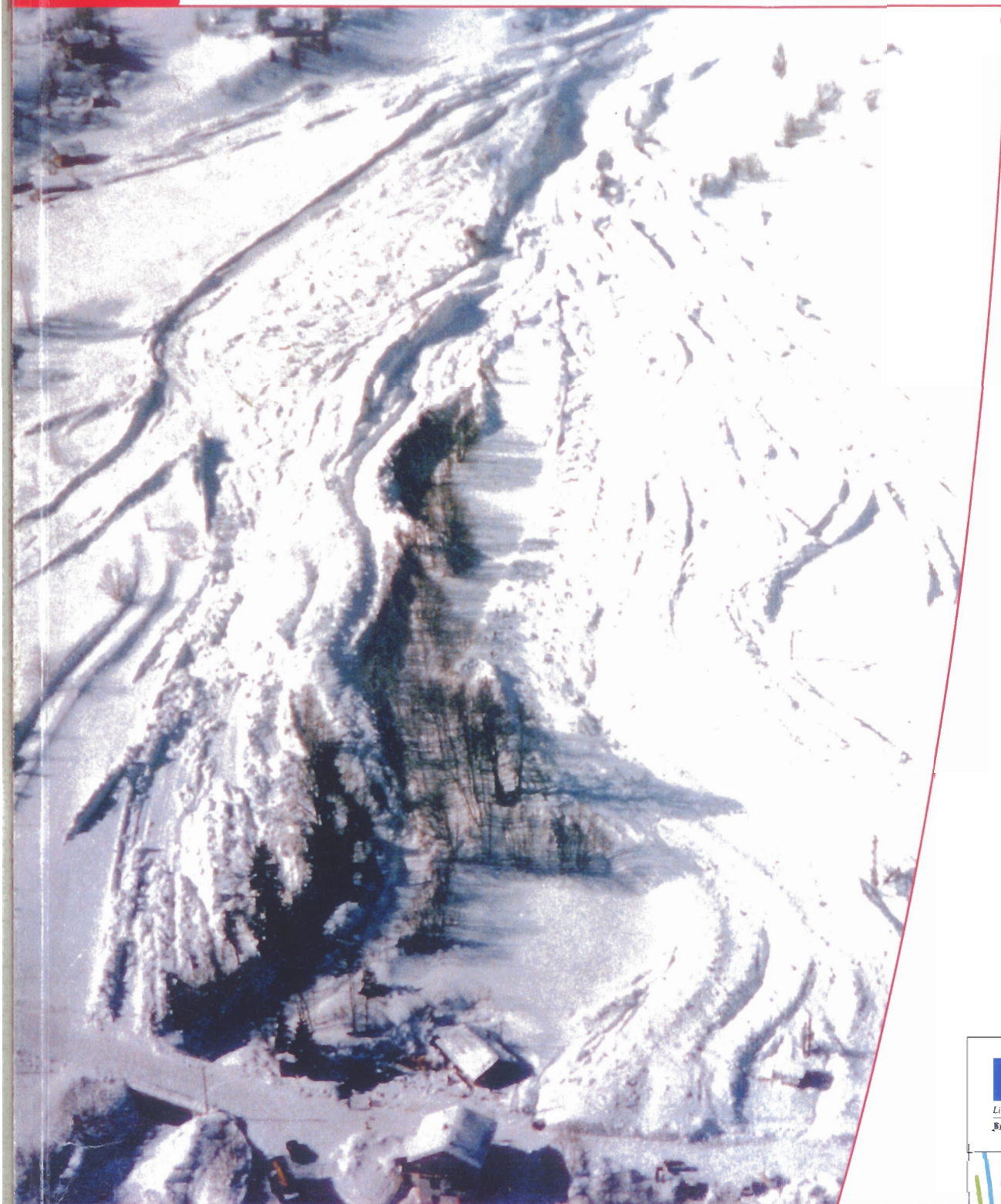


PROJET

11 MARS 2013

GUIDE MÉTHODOLOGIQUE
**Plan de prévention
des risques naturels**

Avalanches



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

www.developpement-durable.gouv.fr

PRÉFACE

Ce sont aujourd'hui plus de 600 communes en France qui sont concernées par le risque d'avalanches, essentiellement dans les massifs de haute montagne des Alpes et des Pyrénées. Les avalanches font encore plusieurs dizaines de victimes chaque hiver en France et viennent régulièrement perturber l'activité des vallées tant pyrénéennes qu'alpines. 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.

Les victimes des avalanches sont pour la plupart des personnes isolées pratiquant des activités de randonnées en montagne. Grâce à la prévention du risque « avalanche » principalement auprès des skieurs hors pistes ou des randonneurs, le nombre de victimes est stable depuis une trentaine d'années malgré une augmentation croissante de la fréquentation hivernale de la montagne.

Certains événements de plus grande ampleur touchent parfois durement les vallées urbanisées. Ces phénomènes, qui sont caractérisés par leur soudaineté, leur rapidité et leur puissance, sont alors susceptibles de provoquer des dégâts considérables.

L'attention de la société française sur ce phénomène et ses conséquences s'est accrue à partir de 1970. Alors que les sports d'hiver connaissent un fort développement, les images de l'avalanche catastrophique de Val-d'Isère en février de cette même année, avec trente-neuf morts, pour l'essentiel des étudiants, provoquèrent une vive émotion dans l'ensemble du pays. De cet épisode dramatique naquit la première politique nationale de prévention des avalanches par la recherche, l'expertise et la cartographie des sites avalancheux.

La catastrophe de Montroc à Chamonix en février 1999 qui fit douze morts, sur une commune pourtant dotée d'un document de prévention, rappela les limites d'un zonage basé sur des événements historiques rassemblés sur une période finalement assez courte et la nécessité d'améliorer la qualité du zonage des risques.

À partir des conclusions du rapport de l'Inspection générale de l'environnement, chargée de tirer les enseignements de cet événement, un ensemble d'actions a été planifié.

Les travaux pour moderniser et adapter les systèmes de connaissance de l'aléa (carte de localisation des phénomènes d'avalanches et enquête permanente sur les avalanches), et disposer d'une base de connaissance historique plus complète et mieux validée se finalisent en 2012.

Un document publié par le Cemagref (devenu Irstea) en 2004 à l'attention des particuliers et des

professionnels du bâtiment, recense et précise les techniques de construction appropriées permettant de réduire la vulnérabilité des bâtiments – la mitigation – en zone de montagne soumise aux avalanches.

Enfin, le présent guide précise la méthode d'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) avalanches. Finalisé en 2004, il a fait l'objet d'une actualisation limitée en janvier 2012 pour tenir compte des seules évolutions réglementaires et législatives.

Pour tenir compte des différents travaux menés depuis 2004 ainsi que des conclusions des deux rapports d'inspection de 2010 et 2011 (respectivement « Retour d'expérience des avalanches de l'hiver 2008-2009 » et « Modalités de prise en compte des avalanches exceptionnelles pour améliorer les risques et renforcer la sécurité des personnes »), le présent guide fera l'objet d'une révision complète. Des groupes de travail thématiques seront lancés dès 2012 avec un objectif de parution du nouveau guide en 2013.

Les grands principes du guide de 2004 restent valables et ne seront pas remis en cause par le guide révisé.

En montagne comme ailleurs, la poursuite de la réalisation des PPRN est un impératif dont le succès dépend pour beaucoup de la mobilisation des compétences disponibles et de la conviction de tous les acteurs.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
DESCRIPTION DES AVALANCHES	8
Le phénomène	8
Le risque lié aux avalanches.....	16
Le rôle de la forêt	21
LA PRÉVENTION DU RISQUE AVALANCHE	24
La connaissance des phénomènes	24
La surveillance des phénomènes et l’alerte.....	30
L’information préventive de la population.....	32
Les travaux de protection	33
La préparation aux situations de crise	40
Le retour d’expérience	41
La prise en compte du risque avalanche dans l’aménagement du territoire.....	41
MÉTHODE D’ANALYSE ET DE CARTOGRAPHIE DES RISQUES	44
Les principes généraux de la démarche.....	44
Analyse préalable aux études d’aléas.....	48
La conduite des études d’aléas	53
L’évaluation des enjeux	60
Les principes d’élaboration des cartes	61
ÉLABORATION DU DOSSIER PPRN AVALANCHES	63
Les caractéristiques du PPRN	63
La note de présentation	68
Le plan de zonage réglementaire.....	75
Le règlement.....	81

GLOSSAIRE	89
SIGLES	90
BIBLIOGRAPHIE	91
SITES INTERNET	92
ANNEXES	93
LA PÉRIODE DE RETOUR ET LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE.....	93
PRÉDÉTERMINATION DES ZONES DE DÉPART D'AVALANCHES À L'AIDE D'UN MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN (MNT).....	94
LA MODÉLISATION DES AVALANCHES.....	97
L'approche déterministe/dynamique.....	97
L'approche statistique	98
L'approche conceptuelle	98
L'approche physique	99
L'approche symbolique.....	99
INDEX DES DOCUMENTS ET ILLUSTRATIONS	100

INTRODUCTION

L'avalanche est un risque inhérent à la montagne qu'il est nécessaire de prendre en compte dans l'aménagement du territoire. Il est donc indispensable d'identifier et de maîtriser l'usage des zones soumises à ce phénomène.

Institué par la loi du 2 février 1995, le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) est l'outil privilégié de l'État pour réglementer l'usage et l'occupation du sol dans les secteurs soumis à un ou plusieurs risques.

Élaboré sous l'autorité du préfet de département, le PPRN délimite les zones exposées aux risques mais aussi celles non directement exposées qui pourraient aggraver le risque. Il définit pour ces zones les prescriptions d'interdiction ou de condition de la construction, les mesures concernant l'existant et les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques ou les particuliers. L'association des collectivités territoriales ainsi que la concertation au public se feront tout au long de l'élaboration du PPRN.

Une série de guides expose la méthode et la démarche pour aider à l'élaboration des PPRN pour les différents types de risques. Le premier, paru en août 1997, présente les PPRN et précise leurs conditions d'élaboration et de mise en œuvre. Par ailleurs, depuis 2004, deux circulaires adressées aux préfets par le ministère du développement durable en 2007 et 2011 précisent certains points de l'élaboration des PPRN (concertation et association, délai d'élaboration, procédures de révision et de modification des PPRN).

Le présent ouvrage expose les spécificités du PPRN pour le risque d'avalanche. Il s'adresse à la fois aux services instructeurs chargés par les préfets de leur réalisation et aux spécialistes auxquels est confiée l'étude technique. Il doit aussi permettre aux élus et aux populations concernées de mesurer les enjeux identifiés par le PPRN. Il vise également à rendre les différents PPRN homogènes dans leur forme et leur contenu tout en laissant une marge de manœuvre suffisante pour en garantir l'efficacité et répondre à la diversité des situations.

Ce guide s'articule autour de quatre chapitres :

- la description des phénomènes avalancheux ;
- la prévention du risque ;
- les méthodes d'analyse et de cartographie ;
- l'élaboration du dossier PPRN.

Enfin, si le présent guide ne concerne que les avalanches, il existe en montagne d'autres aléas gravitaires comme les crues torrentielles et les mouvements de terrains qui peuvent localement conduire à élaborer un PPRN multirisques. Il conviendra dans ce cas de s'inspirer des différents ouvrages méthodologiques publiés et de veiller à la cohérence des règles mises en place au titre de la prise en compte des différents aléas.

Photographie 1 : Vallée de la Roya, commune de Tende (06). Avalanche du Ciagé sur le lotissement de la Colombéra le 31 janvier 1986 vers 5 heures du matin. Vue du chenal d'écoulement et du lotissement en hélicoptère le 24 février 1986



Source : RTM 06

DESCRIPTION DES AVALANCHES

Le phénomène

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...

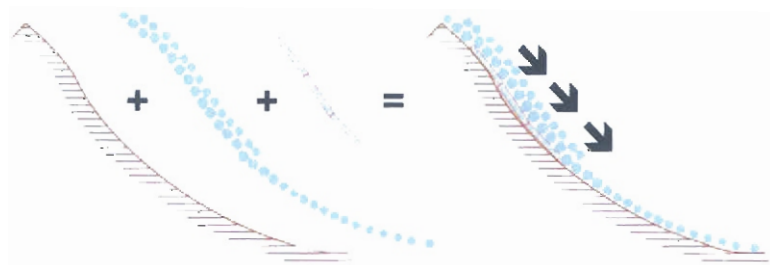
Ce terme est parfois utilisé pour des phénomènes non liés à la neige (avalanche de boue, de pierre...) ou plus imagés (avalanche de bonnes ou mauvaises nouvelles).

Nous retiendrons pour ce guide la définition suivante : l'avalanche **est une masse de neige se déplaçant rapidement sur un sol en pente** (cf. la photographie 2). En conséquence, la reptation qui est un mouvement lent du manteau neigeux, n'est pas une avalanche.

Il faut donc au minimum trois conditions (cf. la figure 1) :

- une **pente conséquente**, au moins au départ ;
- de la **neige en quantité et qualité requise** ;
- un **facteur de déclenchement**.

Figure 1 : Définition de l'avalanche



Photographie 2 : Avalanche déclenchée artificiellement au col d'Ornon dans l'Isère



Source : fond Cemagref.

Le site

LES CARACTERISTIQUES DU SITE

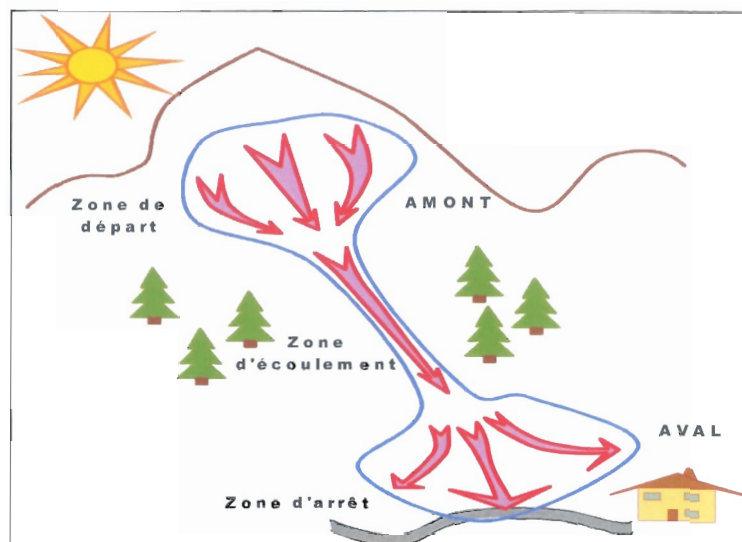
Selon une vue en plan, les principaux types de site sont :

- Le couloir classique, de forme torrentielle (cf. la figure 2) avec :
 - a) une zone de départ en combe (bassin d'accumulation) ;
 - b) une zone d'écoulement ;
 - c) une zone d'arrêt (cône de déjection).
- Un simple couloir en milieu forestier.
- Le versant, avec une largeur relativement constante.

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

L'état de surface distingue notamment la pelouse, l'éboulis, la dalle rocheuse, la forêt.

Figure 2 : Schéma classique de site



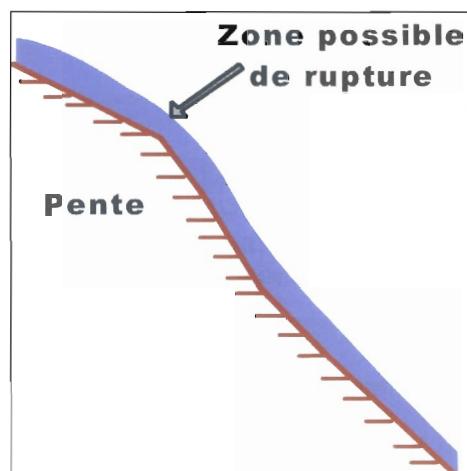
LES ELEMENTS D'ANALYSE D'UN SITE

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

Pour la zone de départ, 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 $\sim 53-58\%$. 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 (cf. la figure 3).

Figure 3 : Rupture en pente convexe



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.

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 25 et 0° et peut remonter dans certaines situations (pentes négatives). 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.

En France métropolitaine il est particulièrement exceptionnel d'observer un déclenchement d'avalanche sous une altitude de 1 000 mètres (quelques cas dans les Vosges). Cela reste peu fréquent sous une altitude de 1 500 mètres.

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 1 *infra* a été élaboré par le Cemagref (devenu Irstea) et par le Centre d'études 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'étude 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 1 : Classification morphologique des avalanches

Zones	Critères		Caractères distinctifs
Zone de départ	Type de déclenchement		<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement spontané : causes liées à l'évolution du manteau neigeux (avalanche spontanée) • Déclenchement provoqué : causes extérieures au manteau neigeux (avalanche provoquée) <ul style="list-style-type: none"> – non humaines : corniche, sérac, animal, séisme... (avalanche provoquée naturellement) – humaines <ul style="list-style-type: none"> • involontaire (avalanche provoquée accidentellement) • volontaire (avalanche provoquée artificiellement)
	Géométrie du 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 ablation du manteau neigeux • Sans ablation du manteau neigeux
	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)

LES CAUSES ET TYPES DE DECLENCHEMENT

Selon les causes, on peut distinguer quatre types de déclenchement d'avalanche :

- l'avalanche **spontanée** ne résulte que de l'évolution du manteau neigeux, liée directement aux conditions météorologiques et nivologiques ;
- l'avalanche **provoquée naturellement** résulte d'une cause non humaine extérieure au manteau neigeux (chute de corniche, sérac, animal, séisme) ;
- l'avalanche **provoquée accidentellement** résulte d'une cause humaine involontaire (skieur, surfeur, randonneur en raquette, etc.) ;
- l'avalanche **provoquée artificiellement** résulte d'une cause humaine volontaire, dans le cadre d'un déclenchement artificiel.

Citons à titre d'exemple, parmi les événements les plus frappants et tragiques de ces dernières années :

- l'avalanche de Chamonix-Montroc (Haute-Savoie), qui en février 1999 endommage 19 chalets et provoque la mort de douze personnes est une avalanche spontanée (2 mètres 20 de neige fraîche en cinq jours) ;
- l'avalanche de Val-Thorens (Savoie) qui balaye sept skieurs de piste en novembre 1992 est une avalanche provoquée naturellement (chute de corniche) ;
- l'avalanche des Crots (Hautes-Alpes) qui enfouit douze jeunes randonneurs en raquette en janvier 1998 est une avalanche provoquée accidentellement (surcharge d'origine humaine).

LA GEOMETRIE DU DEPART

Elle suit très souvent une ligne de rupture, dans le manteau neigeux. Plus rarement, l'initiation peut être ponctuelle. La plupart des phénomènes d'ampleur proviennent d'un départ en plaque sur une grande surface.

Dans de très nombreux cas, seule la partie supérieure du manteau neigeux est mise en mouvement : on peut parler d'avalanche de surface. Parfois toute l'épaisseur du manteau neigeux est concernée : on parle alors d'avalanche de fond.

LA QUALITE DE LA NEIGE DANS LA ZONE DE DEPART

La qualité de la neige et la structure du manteau neigeux génèrent certaines propriétés physiques particulières. Ces éléments importants expliquent le déclenchement d'avalanches et, en partie, le type ultérieur d'écoulement. Ainsi on distingue trois familles principales de neige dans la partie mobilisable du manteau neigeux :

- **Neige pulvérulente** : $T \ll 0^{\circ}\text{C}$, teneur en eau liquide = 0, masse volumique $\approx 100 \text{ kg/m}^3$, cohésion faible.

Quand elle est spontanée, l'avalanche se déclenche principalement pendant ou peu après les chutes de neige.

- **Neige sous forme de plaque** : $T \ll 0^{\circ}\text{C}$, teneur en eau liquide $\gg 0$.

La zone de rupture est linéaire.

Quand elle est spontanée, l'avalanche se déclenche principalement pendant ou peu après les chutes de neige.

Quand elle est provoquée, l'avalanche peut être déclenchée assez longtemps après les chutes de neige.

- Plaque **friable** : $100 \text{ kg/m}^3 \leq \text{masse volumique} \leq 200 \text{ kg/m}^3$, cohésion faible à modérée.
- Plaque **dure** : masse volumique $\gg 200 \text{ kg/m}^3$, cohésion forte.

- **Neige humide** : $T = 0^{\circ}\text{C}$, teneur en eau liquide $\gg 0$, masse volumique $\gg 350 \text{ kg/m}^3$, cohésion faible à modérée.

La teneur en eau liquide faible à forte résulte d'un processus d'humidification (rayonnement solaire, pluie, température extérieure élevée, etc.).

La zone de rupture peut être linéaire ou ponctuelle.

L'avalanche est majoritairement spontanée ou provoquée naturellement.

Le délai entre les dernières chutes de neige et le déclenchement est très variable : il dépend étroitement des caractéristiques du processus d'humidification.

LA DYNAMIQUE

Deux paramètres sont fondamentaux pour caractériser la dynamique d'une avalanche :

- La masse mise en mouvement : celle mobilisée au départ, mais également celle reprise lors de l'écoulement.
- La position et la vitesse du centre de gravité de l'écoulement : plus il est haut par rapport à la surface du sol et plus il se déplace rapidement, moins la trajectoire de l'avalanche est susceptible d'être influencée par le relief.

Dans la pratique, on est souvent amené à considérer deux formes extrêmes d'écoulement :

- L'avalanche coulante : elle s'écoule selon une trajectoire très dépendante du relief local, avec de possibles changements brutaux de direction (ex. : le long d'une route). Mais elle peut aussi s'étaler largement dans les secteurs à faible pente. Sa vitesse maximale est généralement inférieure à 30 m/s. Constituée de neige humide, elle peut ressembler à un écoulement lent de lave (vitesse de quelques m/s). Constituée de neige sèche et froide, elle peut garder une allure assez rapide. L'échelle de hauteur est le mètre. Sa masse volumique est importante (quelques centaines de kg/m³).
- L'avalanche en aérosol : c'est un nuage turbulent de particules de neige en suspension dans l'air qui tend à aller, selon la ligne générale de la plus grande pente, en s'affranchissant souvent des variations topographiques locales. Sa vitesse maximale est nettement supérieure à 50 m/s. La reprise d'une neige légère et sèche est indispensable sur une bonne partie de son parcours pour que l'aérosol soit puissant (sinon il se dilue rapidement). L'échelle de sa hauteur est la dizaine de mètres. Sa masse volumique est de quelques dizaines de kg/m³ en moyenne. Le qualificatif « en moyenne » est important car la masse volumique (ainsi que la vitesse) varie très significativement avec la hauteur. Les pressions d'impact dépendent donc directement de la position de l'obstacle par rapport à la base de l'écoulement.

LE DEPOT DANS LA ZONE D'ARRET

À l'arrêt, la neige transportée peut prendre des aspects très variables. Elle peut former une couche dure et lisse, parfois ténue, ou un amas de boules compactes et enchevêtrées, ou des blocs aux formes anguleuses ou encore une masse informe très fluide (le « *slush-flow* » des Anglo-Saxons évoque la neige trempée).

L'extension, l'étalement et l'épaisseur du dépôt sont directement dictés :

- par le volume de neige ayant été en mouvement ; plus il est important plus les trajectoires dans la zone de dépôt peuvent être surprenantes ;
- par la dynamique de l'écoulement ; par exemple sur un cône de déjection, une avalanche coulante mobilisant de la neige sèche a tendance à aller selon la ligne de plus grande pente alors qu'une avalanche coulante de neige humide peut avoir des étalements et des trajectoires bien plus surprenants ;
- par la topographie (cône, gorge) de la zone d'arrivée ; la possibilité d'étalement ou de concentration du flux est fortement dépendante de la configuration du site, en partie basse comme à la transition entre zones d'écoulement et d'arrêt.

DES ELEMENTS POUR UNE CLASSIFICATION SIMPLIFIEE DANS LE CADRE DE L'ELABORATION DES PPRN

Ce rapide aperçu de tous les paramètres peut servir à qualifier une avalanche, de son départ jusqu'à son dépôt, pour différents utilisateurs.

En matière de PPRN, il paraît préférable d'adopter le point de vue pragmatique de l'habitant de la vallée qui voit s'écouler une avalanche. S'il lui importe assez peu de connaître la forme de la cassure ou la consistance de la neige mobilisée par l'avalanche, il est en revanche intéressé par l'allure de la trajectoire (versant/couloir) et les principales caractéristiques dynamiques de l'avalanche (coulante/ aérosol). La nature de la neige mobilisée (sèche/ humide) peut être précisée. Éventuellement, d'autres informations (volume...) sont utiles pour décrire un événement donné.

Cette présentation est par ailleurs conforme à l'usage international en Europe et en Amérique du Nord. En revanche, elle n'est pas forcément très appropriée pour la gestion d'un domaine skiable ou bien pour des skieurs.

LA SITUATION DANS LE TEMPS

La survenance de l'événement doit toujours être resituée dans l'histoire du manteau neigeux et donc dans la chronologie nivo-météorologique.

Lorsqu'il survient sans intervention extérieure, le départ d'une avalanche est généralement lié à l'occurrence de chutes de neige importantes, de pluie, ou consécutif à un réchauffement.

Si dans ce dernier cas, on parle souvent d'avalanche de printemps ou d'avalanche de fonte (à ne pas confondre avec l'avalanche de fond) il y a aussi en hiver des avalanches dues au redoux (pluie, remontée de l'isotherme 0°C), ou par le simple réchauffement du soleil.

De même en été, lors de périodes de réchauffement prononcé, certains névés peuvent partiellement ou totalement glisser et se fragmenter en blocs couramment volumineux de neige très dense. Il peut également se produire des avalanches tardives dues, par exemple, aux effondrements de corniche dans des couloirs encore enneigés des versants Nord d'altitude ou bien sur des glaciers.

DES CAS PARTICULIERS

- L'avalanche de sérac est due à la rupture de fronts de glacier. La dynamique du phénomène s'apparente alors aux écroulements rocheux, mais peut être à l'origine de déclenchement d'avalanches de neige plus habituelles.
- La reptation du manteau neigeux s'apparente plutôt à un glissement de terrain avec des vitesses de déformation lentes typiquement inférieures à 0,1 m/s et de faible dénivelé. Toutefois, ce dernier type de phénomène génère des contraintes non négligeables sur des infrastructures (pylônes, etc.).

Même s'ils ne font pas l'objet de développement dans la suite de ce guide, ces deux cas particuliers sont à considérer lors de l'étude des aléas et le cas échéant, à qualifier et à cartographier.

- Les « plaques à vent », et corniches sont des accumulations de neige transportée par le vent. Elles ne sont pas considérées comme un phénomène avalanchueux mais peuvent être responsables de déclenchement.

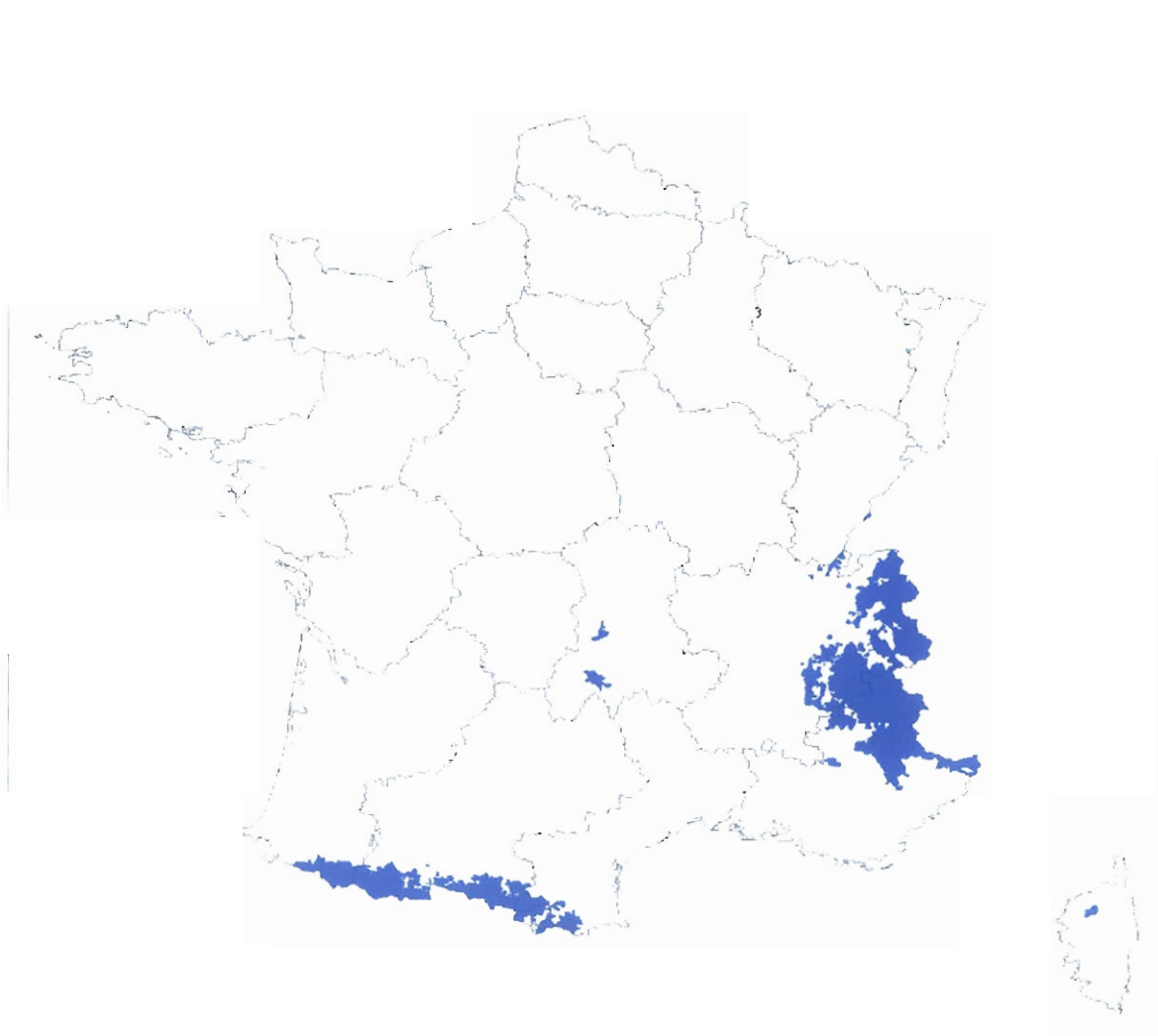
Le risque lié aux avalanches

La localisation

Plus de 600 communes en France sont identifiées comme soumises à ce risque dans les départements de haute montagne (cf. carte 1) : Haute-Savoie, Savoie, Isère, Hautes-Alpes, Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Pyrénées-Orientales, Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Pyrénées-Atlantiques, la Haute-Corse et la Corse du Sud.

Mais aussi dans certains départements dits de moyenne montagne : l'Ain, la Drôme, le Doubs, le Cantal, la Lozère, le Puy de Dôme, les Vosges, le Haut-Rhin, le Bas-Rhin, l'Aude...

Carte 1 : Localisation des communes recensées comme présentant un risque d'avalanche



Source : Recueil national des communes à risques, DGPR

L'ampleur des dommages

Depuis quelques dizaines d'années, ces événements font une trentaine de morts en moyenne par année, dont 90 % des victimes sont des randonneurs ou des skieurs hors piste. Ce constat explique que les publications traitant des avalanches ciblent majoritairement ce public (cf. document 1).

L'ampleur des dégâts matériels directs sur le territoire français, tant sur les bâtiments que sur les ouvrages divers, est plus difficilement quantifiable. Entre 1989 et 2001, pour la Haute-Savoie, une soixantaine de bâtiments a été concernée par des dégâts, estimés par excès à environ 10 millions d'euros.

En 2004, on peut tenter de les illustrer par un exemple départemental : la Haute-Savoie qui comporte 292 communes (pour environ 36 600 en France) a fait l'objet, jusqu'au 31 décembre 2001, de 910 reconnaissances de l'état de catastrophes naturelles (111 066 en France), tous aléas confondus en dix-neuf années d'application de la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles. Seuls 14 dossiers (79 en France) concernaient des phénomènes avalancheux, soit environ 1,5 % des cas pour la Haute-Savoie (et 0,07 % pour la France).

Document 1

Extraits d'un article paru dans le no 98 de la revue Neige et Avalanche

• Avalanches et mortalité

Les accidents mortels d'avalanche font souvent l'objet d'un traitement médiatique particulier qui peut fausser la perception de leur importance quantitative. Qu'en est-il réellement ? [...]

[...] Entre le 1er octobre 1989 et le 30 septembre 2001, l'ANENA a dénombré 249 accidents mortels d'avalanches, à l'origine de 372 décès. Il y a donc eu en moyenne, pendant ces douze années, 21 accidents mortels d'avalanches et 31 décès par an en France. En Suisse, sur la même période, la moyenne annuelle est de 24 décès. Aux États-Unis, durant les années 90, 23 personnes en moyenne ont perdu la vie dans un accident d'avalanche tous les ans.

Le travail du SNOSM depuis 1998 sur les accidents de montagne en été (de juin à septembre) donne quelques éléments de comparaison. Les sports de montagne sont à l'origine d'un peu plus de 100 décès par été (hors avalanches, mais celles-ci sont relativement rares pendant cette période), dont environ 37 en alpinisme et 48 en randonnée pédestre. Par ailleurs, le SNOSM collecte également le nombre et le type d'interventions des services de sécurité des pistes des stations de ski pendant l'hiver, depuis la saison 1996-1997. Ainsi, chaque hiver depuis six ans, le ski et le snowboard sur et hors des pistes sont à l'origine de 27 décès en moyenne (hors avalanches). Les avalanches représentent donc la cause d'un peu moins de 20 % des décès en montagne en France.

[...]

[...] En ce qui concerne le nombre de personnes totalement ensevelies mais qui survivent, le bilan de l'ANENA fait apparaître 281 cas, soit 23 par an en moyenne. On peut raisonnablement considérer qu'environ cinq cas par an échappent au bilan de l'ANENA. En Suisse, l'estimation de Tschirky est de 2 ou 3, mais le système de collecte y est plus performant et la fréquentation de la montagne hivernale probablement plus faible. On obtient ainsi un taux de survie de 50 % pour les personnes totalement ensevelies (identique à celui de la Suisse).

Par ailleurs, le bilan moyen annuel de l'ANENA fait état de 43 personnes non totalement ensevelies qui ont survécu à l'avalanche. Par comparaison, Tschirky estime que le système de collecte suisse ne permet de collecter que la moitié du nombre réel de personnes de ce type impliquées dans une avalanche (soit 68 en moyenne par an). Pour la France et sur cette base, on peut estimer que 50 à 120 personnes par an échappent au bilan de l'ANENA.

Il résulte de cette estimation que (respectivement) :

- 150 à 220 personnes sont emportées par une avalanche chaque année en France (186 par an en Suisse) ;
- parmi elles, 80 à 86 % survivent (soit un taux de décès de 14 à 20 %, à comparer aux 14 % en Suisse) ;
- 97 à 98 % des personnes qui ne sont pas totalement ensevelies survivent.

Source : François Sivardière, ANENA

L'événement du 9 février 1999 sur le hameau de Montroc à Chamonix a détruit 19 chalets et provoqué la mort de 12 personnes (cf. la photographie 3). L'autre sinistre majeur est l'événement du 10 février 1970 sur le chalet de l'UCPA à Val-d'Isère qui fit 39 tués et 40 blessés (cf. le document 2).

Photographie 3 : Chalet détruit par l'avalanche du 9 février 1999 au hameau de Montroc à Chamonix (74)



Source : RTM.



Source : Le Dauphiné Libéré du 11 février 1970

La forêt d'altitude subit également chaque année des pertes du fait de cet aléa. Ces dégâts sont d'autant plus importants que l'ancienneté de l'événement précédent a laissé le temps à la forêt de se reconstituer. Ces dommages sont rarement perçus par les habitants.

Cette faible visibilité des situations et événements dommageables peut laisser croire aux usagers qu'il n'y a plus de risque, alors que la topographie n'a en rien changé et que l'évolution climatique n'exclut pas l'apparition d'épisodes météorologiques générant des événements futurs sensiblement plus dommageables.

L'impact sur le secteur économique

L'activité économique des départements de haute montagne, et les secteurs touristique et sportif en particulier, sont régulièrement impactés par le risque d'avalanches entraînant la fermeture des routes, des interdictions momentanées de séjours, des évacuations de bâtiments, des fermetures de pistes de ski et de remontées mécaniques, etc. (cf. document 3). Il est également important d'avoir à l'esprit le montant des dégâts potentiels sur les biens immobiliers et les activités économiques. Les indemnités des sinistres, les travaux de reconstruction, les pertes d'exploitation sont autant d'éléments à intégrer dans l'impact d'une avalanche sur le secteur économique.

Les perturbations économiques dues aux risques d'avalanches

Les risques d'avalanches demeurent Plusieurs villages totalement isolés

Chambéry. – Après la terrible journée de mardi durant laquelle les chutes de neige ont provoqué de sérieux dégâts, et malgré le beau temps revenu, les risques d'avalanches demeurent. Hier encore on déplorait une coulée de neige à Val-d'Isère. La plus grande prudence est donc recommandée tant aux skieurs qu'aux automobilistes. La préfecture de Savoie conseille notamment aux usagers de respecter les barrages sur les routes et de ne pas s'engager sur les voies interdites.

A Aiguebelle la route nationale 90 et la voie ferrée ont été de nouveau ouvertes à la circulation hier à 13 heures. Toutefois plusieurs villages étaient encore isolés hier soir, les routes d'accès n'étant pas dégagées. C'est le cas de Saint-Colomban-des-Villards, de Celliers, du hameau des Baux à La Thuile et des deux stations de Val-Thorens et des Menuires. Quant au

village de Bonneval sur Arc, il est également totalement coupé de l'extérieur : le pont qui en commande l'accès a été emporté, le courant et le téléphone sont coupés.

La santé des habitants n'est pas en danger le ravitaillement s'effectuant normalement. Le préfet de la Savoie a obtenu hier le renfort d'un hélicoptère de la sécurité civile qui a effectué des vols de reconnaissance.

D'autre part, les services EDF ont mis en route hélicoptère et matériel afin de rétablir le courant dans les secteurs qui en sont encore privés. Selon le bilan établi par EDF, 3 500 clients ont été privés d'électricité mardi dans le secteur de La Rochette. En Tarentaise, les lignes de Champagny de Pralognan-la-Vanoise et d'Ugine ont été endommagées. Les grandes stations généralement équipées en tout électrique n'ont pas été touchées.

En Maurienne la situation est plus préoccupante. L'électricité a pu être rétablie à Bessans mais le village de Bonneval et celui de Saint-Colomban des Villards n'auront sans doute pas de courant avant aujourd'hui, dans la journée.

A EDF on rappelle que les témoins de dégâts sur les lignes électriques ne doivent sous aucun prétexte toucher les fils qui ont pu tomber mais prévenir au plus tôt les services d'électricité de France.

Enfin à TDF on travaille également à la réparation de certains émetteurs de télévision. Le relais de Saint-Etienne-de-Cuines a été sérieusement endommagé ainsi que ceux de Lanslebourg, Aime et Saint-Colomban-des-Villards.

Si le beau temps persiste, la situation générale ne peut que s'améliorer aujourd'hui et dans les prochains jours.

Dauphiné Libéré 22/1/81

Source : Le Dauphiné Libéré du 22 janvier 1981

Par ailleurs, le souci de limiter le risque d'avalanches induit également des dépenses d'équipement avec la fabrication d'ouvrages paravalanches (cf. la photographie 4), de dispositifs de déclenchement artificiel.

Photographie 4 : Travaux de reboisement paravalanche au Chazelet dans les Hautes-Alpes



Source : RTM 05

En 1996, le Cemagref (devenu Irstea) a estimé l'ordre de grandeur de la dépense nationale de prévention en matière d'avalanche et pour une année de référence à 12 millions d'euros.

Grâce à ces mesures, alors que la fréquentation de la haute montagne en hiver a connu une expansion sans précédent depuis le milieu du XX^e siècle, le nombre moyen de décès annuels dus aux avalanches en France n'a pas évolué sur cette même période.

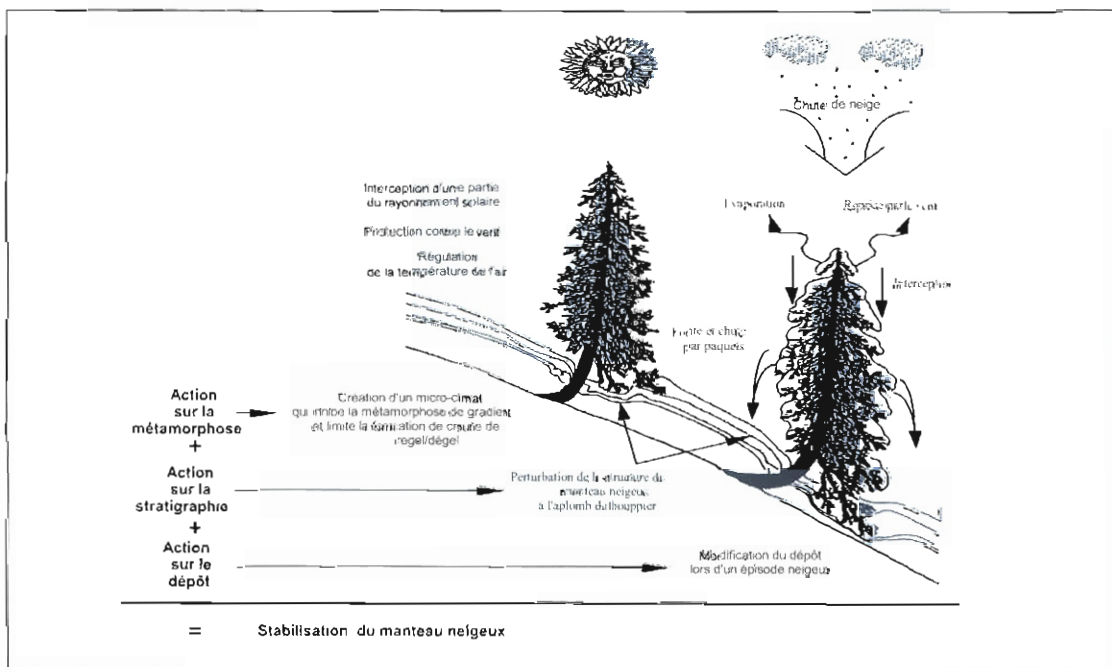
Cette divergence des évolutions justifie amplement le coût économique des politiques de prévention mises en œuvre durant ces décennies.

Le rôle de la forêt

La forêt stabilise le manteau neigeux. 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 du vent 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.

Le couvert végétal crée un micro-climat moins propice à la formation de givre de surface ou de profondeur (les gobelets) dont les cristaux produisent une couche fragile (cf. la figure 4). Il permet ainsi une transformation plus régulière du manteau.

Figure 4 : Le rôle du couvert forestier dans la stabilisation du manteau neigeux



Source Cemagref

La forêt n'arrête pas une avalanche partie au-dessus de la limite amont du peuplement. Dans ce cas, des bois et des débris végétaux se retrouvent dans l'écoulement et le dépôt, ce qui peut aggraver considérablement

les effets sur les biens par poinçonnement.

Enfin, des départs ponctuels sont parfois observés en forêt, tout particulièrement lors de redoux succédant à d'importantes précipitations (cf. photographies 5 et 6).

Photographie 5 : Coulée de neige en forêt et à proximité d'une zone urbanisée le 24 mars 1981 à Allemont dans l'Isère



Source : RTM 38.

Photographie 6 : Vallée de Casterino (06), couloir n°59, branche nord. Forêt ravagée durant l'hiver 1971-1972



Source : RTM 06.

L'interaction entre la forêt, le manteau neigeux et par extension les avalanches, est donc permanente.

La gestion des forêts sur pente doit impérativement tenir compte de cette fonction de protection contre les avalanches. Un défrichage ou une coupe à blanc sur une grande surface (supérieure par exemple à 5 ares ou sur plus de 10 mètres de large pour un dénivelé supérieur à 50 mètres sur une pente à 70 %) peut donc être interdit.

Ceci est conforme au guide de sylviculture en montagne (GSM) pour les Alpes du nord qui a été publié en juin 2006 (© Cemagref, CRPF Rhône-Alpes, ONF). Cet ouvrage détaille le processus d'identification des forêts à fonction de protection vis-à-vis des avalanches mais aussi les orientations sylvicoles souhaitables.

LA PRÉVENTION DU RISQUE AVALANCHE

Depuis qu'il habite en montagne, l'homme cherche à limiter la destruction des biens et les dommages corporels dus aux avalanches.

Réagissant à la catastrophe de Val-d'Isère puis à la coulée de boue du plateau d'Assy (72 morts) en 1970, le gouvernement français crée une mission interministérielle d'étude sur la sécurité des stations de montagne. Elle rend ses conclusions en juillet de la même année sous la forme d'un rapport dit « Saunier », du nom du président de la mission.

De ce texte sont nés : l'Association nationale pour l'étude de la neige et des avalanches (ANENA), les Cartes de localisation probable des avalanches (CLPA), les Plans des zones exposées aux avalanches (PZEA) et, moins directement, les divisions qui étudient l'Érosion torrentielle, la neige et les avalanches (ETNA) au CERAFER devenu Cemagref (puis Irstea) ainsi que la prévision du risque d'avalanches sous l'impulsion du Centre d'étude de la neige (CEN) de Météo France.

La politique de prévention s'appuie sur différents volets :

- la connaissance des phénomènes ;
- la surveillance des phénomènes et l'alerte ;
- l'information préventive de la population ;
- les travaux de prévention ;
- la préparation aux situations de crise ;
- le retour d'expérience ;
- la prise en compte du risque avalanche dans l'aménagement du territoire.

La connaissance des phénomènes

En France comme dans le reste de l'arc alpin et pyrénéen, la grande majorité des couloirs avalancheux menaçant des enjeux est connue, mais le niveau des connaissances disponibles est variable et repose principalement sur l'analyse des phénomènes historiques. Il convient donc, dans un premier temps, de faire le point de ce que l'on sait sur un site donné.

Divers documents existent dans ce domaine.

La Carte de localisation des phénomènes d'avalanches (CLPA)¹

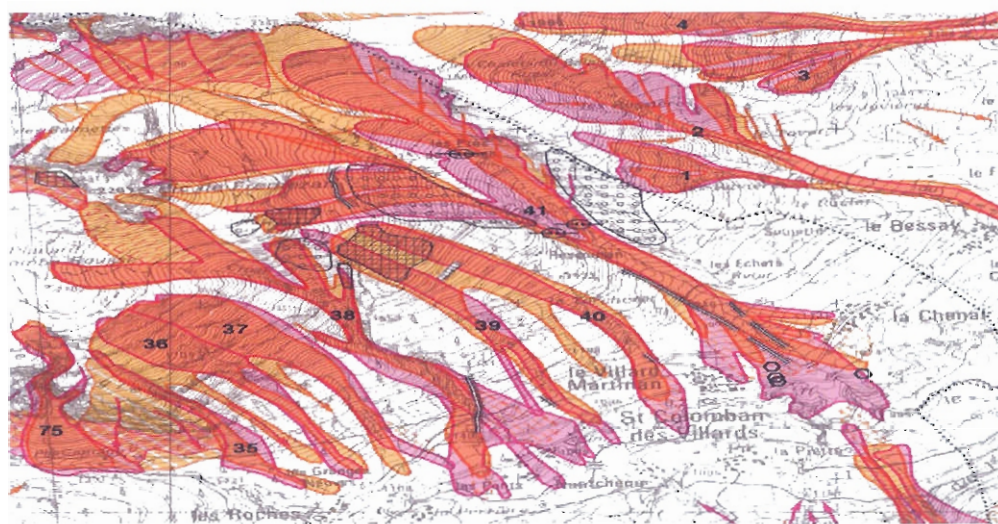
C'est un document établi par des spécialistes du Cemagref (devenu Irstea), groupement de Grenoble. La CLPA est consultable et disponible sur www.avalanches.fr. Elle est remise à jour régulièrement. Seule la consultation de son guide d'utilisation permet de bien comprendre et de bien utiliser ses différents documents.

Ces cartes tendent à être exhaustives dans le report des emprises d'avalanches. Elles contiennent en fait deux types d'information (cf. la carte 2) :

- Une délimitation par recueil de témoignages (habitants, professionnels de la montagne, archives, etc.). Les éléments ainsi reportés ne font en aucun cas appel à une étude prospective. Seule l'information jugée crédible et suffisamment précise y est reportée. Cette enquête permet de reporter l'extension maximale connue des emprises d'avalanches.
- Une délimitation par photo-interprétation, complétée d'une analyse de terrain, des zones à activité avalancheuse : l'analyse du relief et de la végétation, à partir de photographies aériennes stéréoscopiques d'été, permet de réaliser une cartographie des zones susceptibles de connaître ou ayant vraisemblablement connu une activité avalancheuse.

Au total, en 2012 près de 860 000 ha sont cartographiés à l'échelle du 1/25 000. Outre la révision régulière des feuilles déjà publiées, la cartographie est fréquemment étendue à de nouvelles zones. Ces documents, remis à jour régulièrement, sont consultables sur internet.

Carte 2 : CLPA AU68 sur St Colomban-des-Villards (73)



Source : Extrait de la CLPA, feuille AU63 édition de décembre 2008.

Légende :

- saumon : photo-interprétation ;
- rose : résultat de l'enquête.

¹ A remplacé l'expression « Carte de localisation probable des avalanches ». Cette modification affirme mieux le caractère événementiel du document ; il s'agit d'une carte informative, enregistrant des faits a priori avérés. Le mot « probable » a été supprimé, ce terme évoquant les probabilités au sens statistique, et donc l'idée que le document présenterait un caractère prospectif, ce qui n'a jamais été le cas.

L'Enquête permanente sur les avalanches (EPA)

Dès l'année 1900, à l'initiative de l'inspecteur général des Eaux et Forêts Paul Mougin, les agents de l'administration des Eaux et Forêts se mirent à consigner chaque hiver les avalanches notables sur leurs secteurs, du moins celles qui étaient observables depuis les pieds des pentes accessibles.

Cette collecte a commencé dans les deux départements savoyards puis a été étendue en 1920 à l'Isère et aux Hautes-Alpes, puis aux Alpes du Sud en 1954 ainsi qu'aux Pyrénées en 1965. Elle portait alors sur plus de 5 000 couloirs.

Dans la pratique, les observateurs consignaient à la main sur un carnet les caractéristiques des événements (cf. le document 4).

En 1971, ce système fût remplacé par des fiches encochables permettant un traitement par l'informatique naissante (cf. document 5). Il s'en est suivi une plus grande homogénéité dans les informations collectées, malgré des pertes de descriptions manuscrites dans un premier temps qui ont été rétablies par la suite (cf. le document 6).

Document 4

Extrait du premier carnet d'avalanche de Samoëns (74)

Commune de *Samoëns* n° **10** *Avalanche de La Bourgoise Mapelle*

Année	Date et Heure de l'avalanche	Genre de l'avalanche de poussière ? de fond ? superficielle ? de glacier ?	Altitude du		Le point de départ est		Renseignements sur l'avalanche :
			point de départ	point d'arrivée	en haut de la mare	en bas de la mare	
1	2	3	4	5	6	7	8
1902	30 mars à 19 ^h	de fond			Deux		Sans dégâts
1903	4 du 1 ^{er} à 19 ^h	de			de		de
1904	12 mars à 18 ^h	de			de		de
1905	5 ^e de 16 ^h	de			de		de
1908	26 du 2 ^e à 17 ^h	de	1200	1200	de		de
1909	8 avril à 14 ^h	de	1900	1200	de		de
1910	11 du 2 ^e à 18 ^h	de	1800	1400	de		de
1911	24 du 2 ^e à 22 ^h	de			de		de
1914	6 du 2 ^e à 18 ^h	de	1000	900	de		de
de	9 du 2 ^e à 10 ^h	de	1050	900			de
de	18 du 2 ^e à 19 ^h	de	1150	1000			de
1918	12 février à 16 ^h	de	1200	1000			de
1919	6 avril à 16 ^h	de	1200	1000			de
1922	8 janvier à 16 ^h	de	1400	1000			de
1923	120 février à 16 ^h	de	1300	1000			de
1925	3 avril à 11 heures	de	1500	900			de
1928	28 février à 13 heures	de	1500	1000			de
1927	30 août à 16 ^h	de	1600	1000			de
1935	25 décembre à 16 ^h	de	1700	1400			de

Renseignements sur l'avalanche :
 1^o Durée ;
 2^o Dégâts aux forêts, aux constructions ;
 3^o Nombre de personnes ou de têtes de bétail ensevelies ;
 4^o Indication des routes, voies ferrées ou rivières interceptées ;
 5^o Dimension du cône formé par l'avalanche.

Source : RTM.

Document 5

Fiche encochable du deuxième carnet d'enquête permanente sur les avalanches à Samoëns (74)

COMMUNE de... SAMOËNS Site n° 10 Nom ou lieu dit La BOURGEOISE - MAPELLÉ Code avalanche 74 1258 10

ANNEE	DATE et heure de l'avalanche	ALTIITUDE		CARACTERISTIQUES						METEO DANS LES 3 JOURS PRECEDENTS			METEO AU MOMENT DU DECLANAGEMENT					CAUSE DE DECLANAGEMENT					VICTIMES			DEGATS			REMARQUES						
		du point de départ	du point d'arrivée	A	B	C	D	E	F	Neige fraîche (cm)	Vent fort	Pluie	Neige	Pluie	Ciel clair	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige		Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
1980	4/2 9-18h	1750	1200	2	4	2	1	2	2	250	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1980	Mai	1300	1200																																
1984	Février 9	1800	1250	5	4	X	5	X	5	0		X					X																		
1985	25 Février 18h	1760	1300	5	5	1	2	5	1	0		X					X																		

Source : RTM

Document 6

« Papillon jaune » d'avis d'avalanche

74 Département de H^{te} SAVOIE N° d'ordre d'expédition (par commune) 8
 Commune d' ABONDANCE HIVER 1989 - 19893
 Avalanche N° 10

AVIS D'AVALANCHE

DESCRIPTION DE L'AVALANCHE

DATE : Jour 24/25 Mois 02 Année 1989 Heures _____ ou _____
 ALTITUDE : Départ 1650 Arrivée 1180
 CARACTERISTIQUES :

A	B	C	D	E	F
5	5	5	2	2	5

Météo dans les 3 jours précédents : Neige fraîche 0 cm 1 à 20 21 à 50 51 à 100 + de 100
 Vent fort Direction NO Pluie Redoux

Météo lors du déclenchement : Neige Pluie Vent fort Ciel clair Neiges Brouillard

Cause de déclenchement : Naturelle Corniche Humaine involontaire Humaine volontaire Explosion Autres

Victimes : Néant Blessés Morts

Dégâts : Néant Constructions Poteaux Forêt Routes Cours d'eau

Remarques : Arrivée au Lac des Plaques

Exemplaire destiné au Service départemental de P.T.M.

Source : RTM.

Il y a maintenant près de 4 000 couloirs suivis sur le territoire ; les relevés sont pratiqués par les agents de l'ONF, l'animation départementale est souvent assurée par les services RTM de l'ONF et la coordination nationale par IRSTEA.

Il est important de noter que :

- la numérotation des couloirs suivis est différente de celle des CLPA ;
- cette numérotation s'attache préférentiellement aux zones d'arrivées (une même zone de départ peut donner plusieurs localisations d'arrêt, et inversement) ;
- les cotes altimétriques déclarées jusqu'au milieu du XX^e siècle sont parfois très approximatives ;
- les séries sont parfois incomplètes ;
- pour certains couloirs voisins, notamment s'ils partagent la même zone de départ, il peut y avoir des erreurs de report de données.

Cette masse de données n'en demeure pas moins une source de renseignements irremplaçables pour la connaissance historique d'un site.

Les informations relatives à la CLPA et à l'EPA sont consultables et disponibles sur www.avalanches.fr.

Les autres sources

Il existe par ailleurs, dans les services du RTM de l'ONF ainsi que dans les archives départementales ou communales, voire chez des particuliers, de nombreux documents de nature très variable : photos témoignages (cf. photographie 7), coupures de presse, rapports techniques (cf. document 7), témoignages écrits d'habitants, etc. Ces informations concernent des secteurs plus vastes que ceux couverts par les CLPA ou l'EPA.

Ces documents ne sont pas toujours utilisables directement et demandent de ce fait une étude critique avant leur intégration dans une démarche de prévention.

Par ailleurs, une base de données RTM est consultable à l'adresse électronique suivante : <http://rtm-onf.ifn.fr/>.

Elle concerne 11 départements des Alpes et des Pyrénées, couverts par les services RTM. Sa gestion et sa mise à jour sont financées par le Ministère du Développement durable (en charge des risques naturels et par le Ministère de l'Agriculture.

Elle contient en 2011 des informations sur plus de 30 000 événements, et plus de 19 000 ouvrages de protection contre les risques naturels (regroupés en 2400 dispositifs de protection).

Dans le cadre des politiques de prévention contre les risques naturels, et en réponse aux directives européennes sur l'information environnementale, la mise à disposition de données brutes concernant les événements recensés, vise à une meilleure information du public et des professionnels, sur les phénomènes naturels et leurs conséquences.

L'application informatique de présentation des données est dérivée d'un développement réalisé par l'IFN (Inventaire Forestier National) pour le compte du Centre Commun de recherche de la Commission européenne (projet E-forest).

Elle présente une interface de requête sur différents champs de la base de données, un affichage cartographique, la possibilité de visualiser à l'écran des fiches détaillées, de construire et d'exporter des tableaux de données (fichiers au format csv).

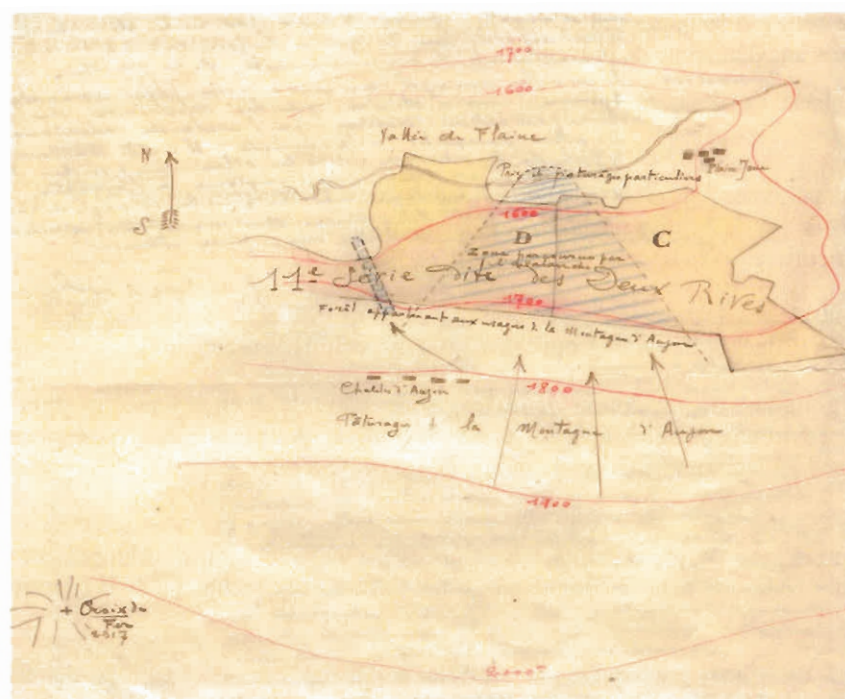
Photographie 7 : Avalanche du Theil à Barège (65) devant l'hôpital militaire le 2 février 1907



Source : RTM 65

Document 7

Extrait d'un rapport manuscrit sur une avalanche à Flaine (74) en mars 1914



Source : RTM 74

La surveillance des phénomènes et l'alerte

La surveillance des phénomènes et l'alerte sont suivis à différentes échelles complémentaires.

Météo France

Cet organisme assure une veille permanente et émet des bulletins météorologiques trois fois par jour. Il assure également une surveillance régulière de l'état du manteau neigeux.

Dans les départements des massifs alpins, pyrénéens et corses un Bulletin d'estimation des risques d'avalanche (BRA) est diffusé quotidiennement du 15 décembre au 30 avril. Une information neige et avalanche plus succincte, destinée essentiellement aux pratiquants de la haute montagne, est diffusée du 1^{er} novembre au 15 décembre et du 1^{er} mai au 15 juin.

Ces informations sont données à l'échelle des massifs tels que décrits par la carte 4 (zones de 500 à 1 000 km²).

Les bulletins décrivant l'état du manteau neigeux et sa stabilité font référence à l'échelle européenne du risque d'avalanche récapitulée au tableau 2 (pour les BRA).

En cas de situation préoccupante pour la sécurité des personnes et des biens, sur au moins un des massifs météo d'un département (orange ou rouge sur la carte de vigilance émise par Météo France, carte 3), des bulletins de suivi sont diffusés à destination des services de sécurité et de secours de l'État et mis à disposition sur internet. Ces messages sont relayés auprès des collectivités territoriales.

Carte 3 : Exemple de carte de vigilance de Météo France

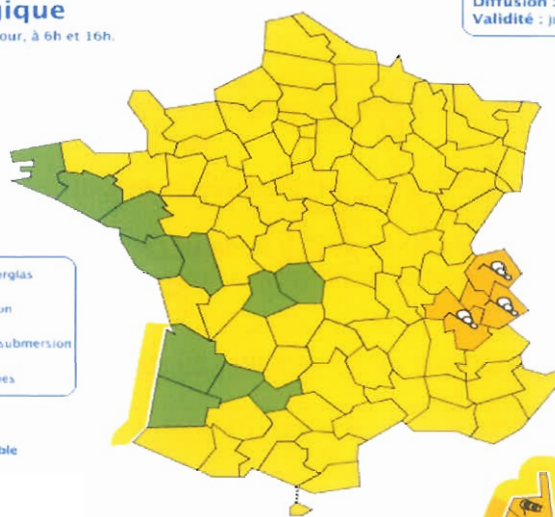
Vigilance météorologique

La carte est actualisée au moins 2 fois par jour, à 6h et 16h.

- Une vigilance absolue s'impose** des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus...
- Soyez très vigilant**, des phénomènes dangereux sont prévus...
- Soyez attentif** si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique...
- Pas de vigilance particulière.**

Vent violent	Neige-verglas
Pluie-inondation	Inondation
Orages	Vagues-submersion
Grand Froid	Avalanches

Les vigilances pluie-inondation et inondation sont élaborées avec le réseau de prévision des crues du Ministère du Développement durable



5 départements en Orange.

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Diffusion : le Jeudi 05 janvier 2012 à 16h00
Validité : jusqu'au vendredi 06 janvier 2012 à 16h00

Consultez le bulletin national

Vents tempêteux sur l'ensemble de la Corse. Vigilance orange vague-submersion pour le milieu de nuit sur le département de la Corse du sud. Risque d'avalanche notable sur les Savoies et l'Isère.

Cliquez sur la carte pour lire les bulletins régionaux

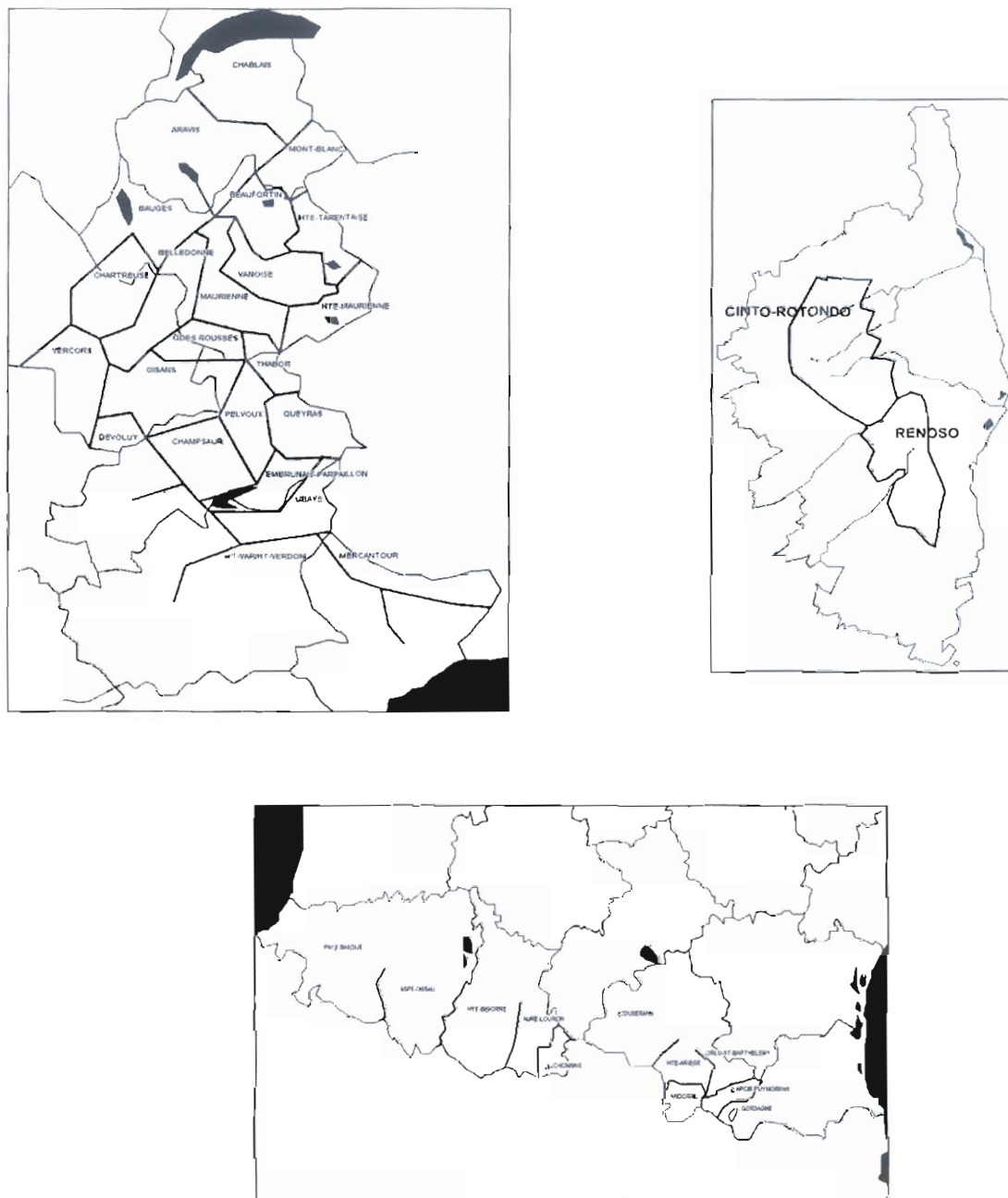
Conseils des pouvoirs publics :

Avalanches/Orange - Informez vous de l'état des secteurs routiers d'altitude. - Conformez vous aux instructions et consignes de sécurité en vigueur dans les stations de ski et communes de montagne. - Consultez les bulletins spécialisés de Météo France Vent/Orange - Limitez vos déplacements et renseignez vous avant de les entreprendre - Prenez garde aux chutes d'arbres ou d'objets - N'intervenez pas sur les toitures Vagues-Submersion/Orange - Ne prenez pas la mer - Dans la mesure du possible, ne circulez pas en bord de mer et évitez la proximité des plages ou rivages ou déferlent des rouleaux

Copyright Météo-France

Source : Météo France - CEN

Carte 4 : Découpage des massifs pour le Bulletin d'estimation des risques d'avalanche (BRA)



Source : Météo France – CEN.

L'échelle européenne (cf. le tableau 2) a été créée par le groupe de travail des services européens de prévision du risque d'avalanche. Elle est en vigueur depuis l'hiver 1993-1994 et a remplacé les anciennes échelles nationales. Elle est utilisée dans les pays suivants : Allemagne, Andorre, Autriche, Espagne, France, Italie, Pologne, Royaume-Uni (Écosse), Slovaquie, Slovénie, Suisse.

Tableau 2 : Échelle européenne du risque d'avalanche à l'intention du public pratiquant la montagne hors des pistes balisées et ouvertes

Indice du risque	Stabilité du manteau neigeux	Probabilité de déclenchement
5. Très fort	L'instabilité du manteau neigeux est généralisée.	De nombreux départs spontanés de grosses avalanches et parfois de très grosses, sont à attendre y compris en terrain peu raide.
4. Fort	Le manteau neigeux est faiblement stabilisé dans la plupart (**) des pentes suffisamment raides.	Déclenchements d'avalanches probables même par faible surcharge (***) dans de nombreuses pentes suffisamment raides. Dans certaines situations, de nombreux départs spontanés d'avalanches de taille moyenne et parfois grosse, sont à attendre.
3. Marqué	Dans de nombreuses (**) pentes suffisamment raides, le manteau neigeux n'est que modérément à faiblement stabilisé.	Déclenchements d'avalanches possibles parfois même par faible surcharge et dans de nombreuses pentes, surtout dans celles généralement décrites dans le bulletin. Dans certaines situations, quelques départs spontanés d'avalanches de taille moyenne, et parfois assez grosse, sont possibles.
2. Limité	Dans quelques (**) pentes suffisamment raides, le manteau neigeux n'est que modérément stabilisé. Ailleurs, il est bien stabilisé.	Déclenchements d'avalanches possibles surtout par forte surcharge (***) et dans quelques pentes généralement décrites dans le bulletin. Des départs spontanés d'avalanches de grande ampleur ne sont pas à attendre.
1. Faible	Le manteau neigeux est bien stabilisé dans la plupart des pentes.	Les déclenchements d'avalanches ne sont, en général, possibles que par forte surcharge (***) sur de très rares pentes raides (*). Seules des coulées ou de petites avalanches peuvent se produire spontanément.

(*) Pentcs particulièrement propices aux avalanches en raison de leur déclivité, la configuration du terrain, la proximité de la crête ..

(**) Les caractéristiques de ces pentes sont généralement précisées dans le bulletin altitude, exposition, topographie...

(***) Surcharge indicative :

- forte : par exemple, skieurs groupés...

- faible : par exemple, skieur isolé, piéton...

Le terme « déclenchement » concerne les avalanches provoquées par surcharge, notamment par le(s) skieur(s).

Le terme « départ spontané » concerne les avalanches qui se produisent sans action extérieure.

La prévision localisée du risque d'avalanche

Les gestionnaires locaux, tant de domaines skiables que de réseaux routiers ou ferroviaires, sont amenés à affiner les prévisions de Météo France à la lumière notamment de l'expérience acquise sur les couloirs situés sur leur périmètre de gestion.

Cette Prévision localisée du risque d'avalanche (PLRA) est un des chaînons essentiels de la démarche de prévention.

L'information préventive de la population

Depuis la loi du 22 juillet 1987 n° 87-565, relative à l'organisation de la sécurité civile, la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, les citoyens ont un droit à l'information sur les risques naturels et technologiques majeurs auxquels ils sont soumis dans certaines zones du territoire et sur les mesures de sauvegarde qui les concernent (article L. 125-2 du Code de l'environnement).

Dans ce domaine une politique d'information des citoyens a été mise en œuvre par l'Etat :

- Aux termes de l'article R125-11 du code de l'environnement, l'information sur les risques naturels et technologiques majeurs et sur les mesures de sauvegarde à connaître repose sur l'élaboration de deux principaux types de documents :

- le **Dossier départemental des risques majeurs (DDRM)**, élaboré par le préfet, qui recense les risques majeurs du département, liste les communes concernées et présente les mesures de prévention et de sauvegarde prévues pour en limiter les effets. C'est le cas, entre autres, de communes couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé.
Le préfet adresse au maire de chaque commune concernée les informations et la cartographie des risques sur la commune lui permettant d'élaborer son DICRIM.
- le **Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM)**, élaboré par le maire à destination du public, reprend les informations sur les risques majeurs de la commune et les complète des mesures de prévention et protection prises en fonction de l'analyse des risques locaux et des consignes de sécurité dont les modalités d'affichage local relèvent de sa décision. Des modèles d'affiches informant sur les aléas locaux et les consignes de sécurité générales sont définis par l'arrêté interministériel du 09 février 2005.

- Depuis la loi du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, cette information est complétée dans les communes dotées d'un PPRN prescrit ou approuvé, par une information à la population organisée à l'initiative du maire, au moins une fois tous les 2 ans sous forme de réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, portant sur les caractéristiques des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités de l'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises pour gérer le risque ainsi que sur les garanties prévues à l'article L125-1 du code des assurances (article L. 125-2 du Code de l'environnement).

- De plus, cette même loi rend obligatoire l'information de l'acheteur ou du locataire de tout bien immobilier (bâti ou non bâti) situé en zone de sismicité supérieure à 2 et/ou dans le périmètre d'un PPRN prescrit ou approuvé, permettant ainsi de connaître les servitudes qui s'imposent à son bien et les sinistres qu'a subi ce dernier (articles L125-5 et R125-26 du CE). En outre, le décret n°2012-475 du 12 avril 2012 modifie l'article R. 125-24 du code de l'environnement en ce qu'il établit la liste des documents auxquels le vendeur ou le bailleur peut se référer pour informer l'acquéreur ou le locataire : cette information portera également sur le règlement du PPRN.

Ce droit d'information légitime vise à rendre le citoyen capable de devenir acteur de sa propre sécurité, à réduire sa propre vulnérabilité et celle de ses biens.

Enfin, il existe d'autres sources d'informations dans les stations de sports d'hiver et de nombreux ouvrages (*cf.* la bibliographie jointe).

Les travaux de protection





Les différents types de protection

Hors la localisation des risques, les solutions de protection paravalanche collective peuvent se présenter suivant deux stratégies interdépendantes (*cf.* le tableau 3) :

- La durée de la protection entreprise avec :

- la défense permanente, qui met en œuvre des techniques opérationnelles sans intervention humaine :
- la défense temporaire, qui met en œuvre des techniques nécessitant l'observation préalable des conditions nivo-météorologiques et impliquant, par conséquent, une prise de décision humaine. Elle tend à protéger pendant un temps limité lors de forts risques.
- Le point d'intervention sur l'avalanche avec :
 - la défense passive, qui vise à maîtriser, à modifier ou à détecter l'écoulement de l'avalanche ;
 - la défense active, qui vise à maîtriser, à modifier ou à détecter les conditions de départ de l'avalanche.

Tableau 3 : Récapitulatif des techniques de protection paravalanche

Protection	Permanente	Temporaire
Active	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Modification de la rugosité du sol : banquette (étroite), fauchage, drainage. ✦ Reboisement : plantation ✦ Fixation et soutien du manteau neigeux : râtelier, claie, filet. ✦ Utilisation de l'action du vent : barrière à neige, virevent, toit-buse 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Damage ✦ Déclenchement artificiel : <ul style="list-style-type: none"> • avec les skis • à l'explosif : <ul style="list-style-type: none"> - à la main ; - hélicoptère ; - avalancheur, CATEX, (canon) ; • au gaz : GAZEX, AVALHEX 
Passive	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Déviation : galerie, tremplin, tourne, digue, étrave ✦ Freinage : tas, dent, obstacle ajouré ✦ Arrêt : mur, digue (stockage : plage de dépôt) ✦ Adaptation, renforcement des constructions au site/phénomène ; esquive ✦ Avertissement, alerte : signalisation, DRA (détecteur routier d'avalanche) 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Réglementation : interdiction, évacuation, consigne confinement 

L'objectif de toute proposition de protection consiste à essayer de trouver une solution au difficile équilibre suivant :

Site géographique	+	Phénomène avalancheux	+	Objectif de protection	+	Contraintes techniques, financières, réglementaires	=	Solution de protection acceptable
-------------------	---	-----------------------	---	------------------------	---	---	---	-----------------------------------

Une connaissance aussi bonne que possible de chacun des premiers paramètres est indispensable pour la résoudre correctement. Mais il peut arriver que cette « équation » **n'ait pas de solution satisfaisante**. La proposition peut également **évoluer dans le temps** avec, par exemple, la connaissance d'un nouveau phénomène avalancheux, la modification de l'objectif à protéger ou l'apport de nouvelles techniques. Il arrive enfin assez souvent que la protection recherchée ne devienne performante qu'avec une **combinaison d'éléments de protection** qui peuvent être de différentes natures.

Les ouvrages de protection permanente

Ce sont tous les ouvrages qui permettent :

– soit d'influer sur le phénomène (en limitant son occurrence ou en tentant de forcer son déclenchement) dans la zone de départ ;

– soit de protéger les enjeux en zone basse (zone d'arrêt ou d'écoulement).

LES OUVRAGES ACTIFS

Les ouvrages de retenue de la neige tels que râteliers, claies, filets (cf. la photographie 8) tentent de stabiliser le manteau neigeux dans la zone de départ. Deux normes françaises homologuées (NF P 95-303 et -304) décrivent leurs spécifications de conception.

Ces constructions sont métalliques et/ou en bois traité et demandent un entretien et un suivi régulier.

Photographie 8 : Filets paravalanches à La Clusaz en Haute-Savoie



Source : Cemagref

LES TRAVAUX RELEVANT DU GENIE BIOLOGIQUE

La forêt, installée en zone de départ, permet de réduire le risque de déclenchement du phénomène.

Le gestionnaire forestier doit donc chercher à pérenniser cette fonction en conduisant une régénération par collectifs, bouquets ou placettes de moins de 25 ares sur moins de 50 mètres linéaires (mesurés dans le sens de la plus grande pente) et avec un minimum de quinze années entre les coupes de deux placettes jointives.

De même, il doit chercher à assurer aux peuplements résineux la domination, en prenant soin toutefois de maintenir une certaine biodiversité avec des essences feuillues (cf. Guide de sylviculture de montagne, pages 202 à 205), ce qui favorisera l'irrégularité du peuplement et donc la pérennité de la fonction de protection (cf. la photographie 9).