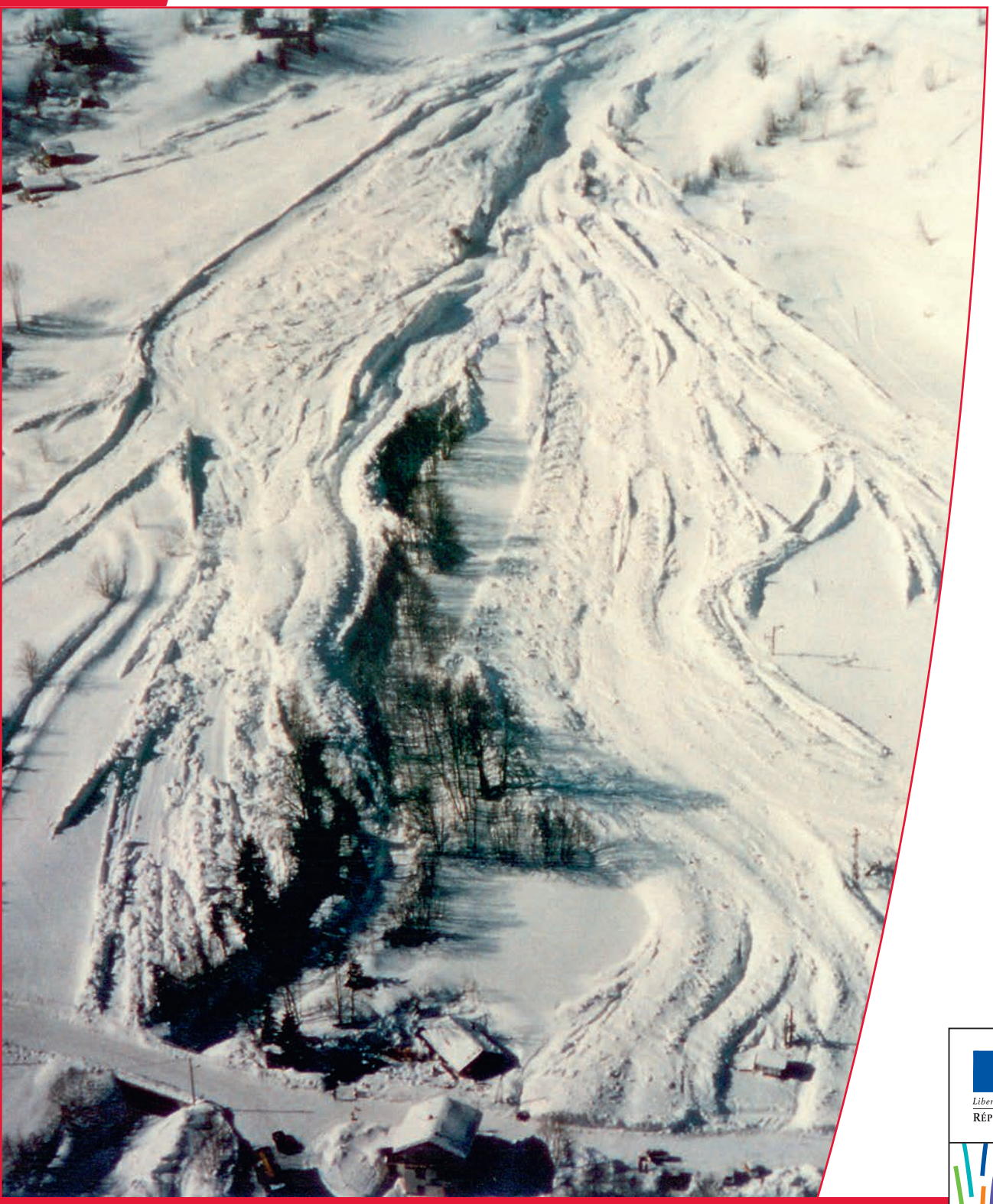
GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Plan de prévention des risques naturels

Avalanches



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

www.developpement-durable.gouv.fr

AVERTISSEMENT

Cet ouvrage reprend *in extenso* le contenu du guide méthodologique réalisé en 2004 à l'initiative du ministère de l'écologie et du développement durable (direction de la prévention, des pollutions et des risques), avec le concours du ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales (direction générale de la forêt et des affaires rurales), du ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer (direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction) et du ministère de l'intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales (direction de la défense et de la sécurité civiles).

Il a été rédigé par l'ONF-RTM sous la direction du ministère en charge de l'écologie, avec le concours d'un comité de pilotage composé de la DDE 74, du Cemagref[1]-ETNA, de l'AMSFSHE représenté par la ville de Chamonix, du CG-GREF , de la commune de Val d'Isère, service des pistes, du ministère de l'Equipement (DGUHC), de l'ANENA et de METEO-FRANCE.

Pour sa publication, il a été actualisé par le ministère du développement durable (DGPR) pour tenir compte des évolutions législatives et réglementaires et intégrer les observations issues de la consultation des ministères en charge de l'Intérieur (DGSCGC) et de l'Agriculture (DGPAAT), des associations d'élus (ANEM, ANMSM), de victimes d'avalanches (AIRAP) et des représentants de l'Etat dans les régions et les départements concernés, sans remettre en cause la philosophie initiale.

Enfin, les auteurs remercient les personnes qui ont bien voulu apporter leur contribution active à sa conception et à son illustration.

[1] En février 2012, le CEMAGREF est devenu Irstea (Institut national de la recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture).

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 exceptionnelles.

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 connaissaient 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 en 2004 par le Cemagref (devenu Irstea) 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.

Les grands principes de la version 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 l'aboutissement dépend pour beaucoup de la mobilisation des compétences disponibles et de la conviction de tous les acteurs.

SOMMAIRE

AVERTISSEMENT **1**

PRÉFACE **2**

INTRODUCTION **5**

DESCRIPTION DES AVALANCHES **7**
Le phénomène 7
Le risque lié aux avalanches 15
Le rôle de la forêt 20

LA PRÉVENTION DU RISQUE AVALANCHE **23**
La connaissance des phénomènes 23
La surveillance des phénomènes, la vigilance et l'alerte 29
L'information préventive de la population 31
Les travaux de protection 32
La préparation aux situations de crise 39
Le retour d'expérience 40
La prise en compte du risque avalanche dans l'aménagement du territoire 40

MÉTHODE D'ANALYSE ET DE CARTOGRAPHIE DES RISQUES **43**
Les principes généraux de la démarche 43
Analyse préalable aux études d'aléas 47
La conduite des études d'aléas 52
L'évaluation des enjeux 58
Les principes d'élaboration des cartes 59

ÉLABORATION DU DOSSIER PPRN AVALANCHES **61**
Les caractéristiques du PPRN 61
La note de présentation 66
Le plan de zonage réglementaire 73
Le règlement 79

GLOSSAIRE **87**

SIGLES **88**

BIBLIOGRAPHIE **89**

SITES INTERNET **90**

ANNEXES **91**

INDEX DES DOCUMENTS ET ILLUSTRATIONS **98**

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).

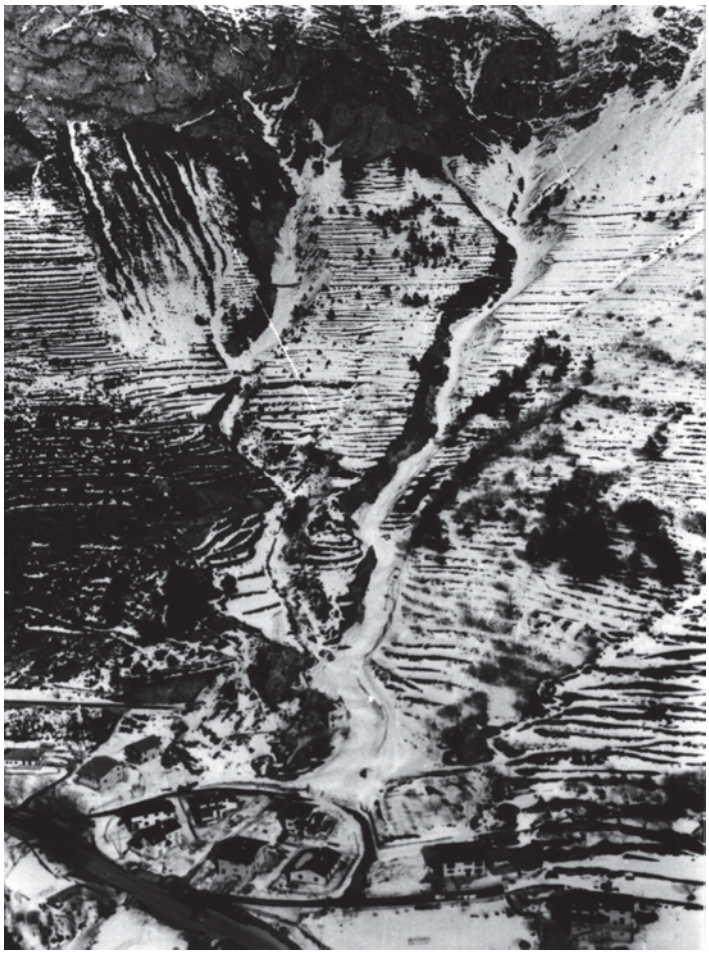
Le présent ouvrage expose les spécificités du PPRN pour le risque d'avalanche. Il s'adresse à la fois aux services instructeurs chargés par les préfets de leur réalisation et aux spécialistes auxquels est confiée l'étude technique. Il doit aussi permettre aux élus et aux populations concernées de mesurer 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

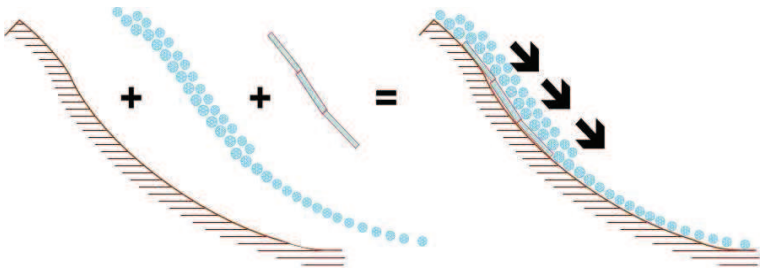
Définition

Une avalanche correspond à un déplacement rapide d'une masse de neige sur une pente, provoquée par une rupture d'équilibre du manteau neigeux. (*cf.* la photographie 2, page 7). En revanche, 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 :

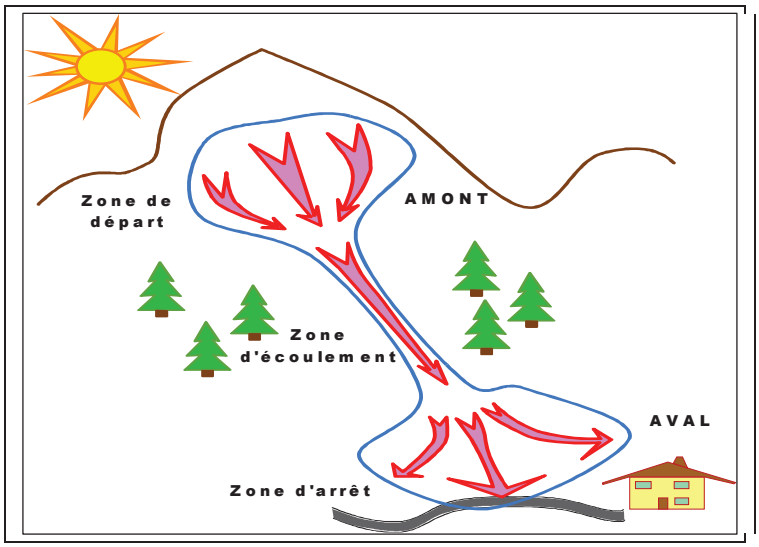
a) une zone de départ en combe (bassin d'accumulation) ;
b) une zone d'écoulement ;
c) une zone d'arrêt (cône de déjection).

- 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



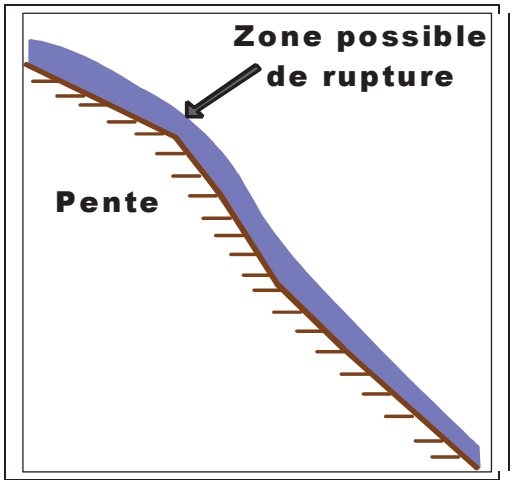
LES ELEMENTS D'ANALYSE D'UN SITE

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 ~145 %, à 28-30°, 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 (*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 *(page 12)* 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		• Déclenchement **spontané** : causes liées à l'évolution du manteau neigeux (avalanche spontanée) • Déclenchement **provoqué** : causes extérieures au manteau neigeux (avalanche provoquée) – non humaines : corniche, sérac, animal, séisme... (avalanche provoquée naturellement) – humaines . involontaire (avalanche provoquée accidentellement) . volontaire (avalanche provoquée artificiellement)
	Géométrie du départ		• 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	• Nulle : avalanche de neige **sèche** • Faible : avalanche de neige **humide** • Forte : avalanche de neige **mouillée**
		Cohésion	• Faible : avalanche de neige **pulvérulente** • Faible à modérée : avalanche de **plaque friable** (tendre) • Forte : avalanche de neige de **plaque dure**
		Type de neige	• **Récente** : – 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		• **Dans l'épaisseur** du manteau neigeux (avalanche de surface) • **Sur le sol** (avalanche de fond)
Zone d'**écoulement**	**Forme** du terrain		• **Pente ouverte** (avalanche de versant) • **Couloir** ou gorge (avalanche de couloir)
	Dynamique (ou type d'écoulement)		• **Avec nuage** de particules de neige : – au niveau du front (avalanche en aérosol) – derrière le front (avalanche avec panache) • **Sans nuage** (avalanche coulante)
	Neige reprise		• **Avec** ablation du manteau neigeux • **Sans** ablation du manteau neigeux
	Présence de blocs et/ou d'autres éléments		• **Avec** (blocs tabulaires, glace, rochers, arbres) • **Sans**
Zone de **dépôt**	**Rugosité** superficielle		• **Faible** (dépôt fin) • **Forte** (dépôt grossier : blocs, boules)
	Qualité de la neige		• **Humide** (dépôt humide) • **Sèche** (dépôt sec)
	Souillure visible		• **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 << 0°C, teneur en eau liquide = 0, masse volumique £ 100 kg/m3, 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 << 0°C, teneur en eau liquide >>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 kg/m^3 ≤ masse volumique ≤ 200 kg/m^3, cohésion faible à modérée.
– Plaque **dure** : masse volumique >> 200 kg/m^3, cohésion forte.

- **Neige humide :** T = 0°C, teneur en eau liquide >> 0, masse volumique >> 350 kg/m3, 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.).

Ils ne font pas l'objet de développement dans la suite de ce guide. Faute d'éléments techniques sur la prise en compte de ces phénomènes, ceux-ci ne sont pas à considérer lors de l'étude des aléas et le cas échéant, à qualifier et à cartographier.

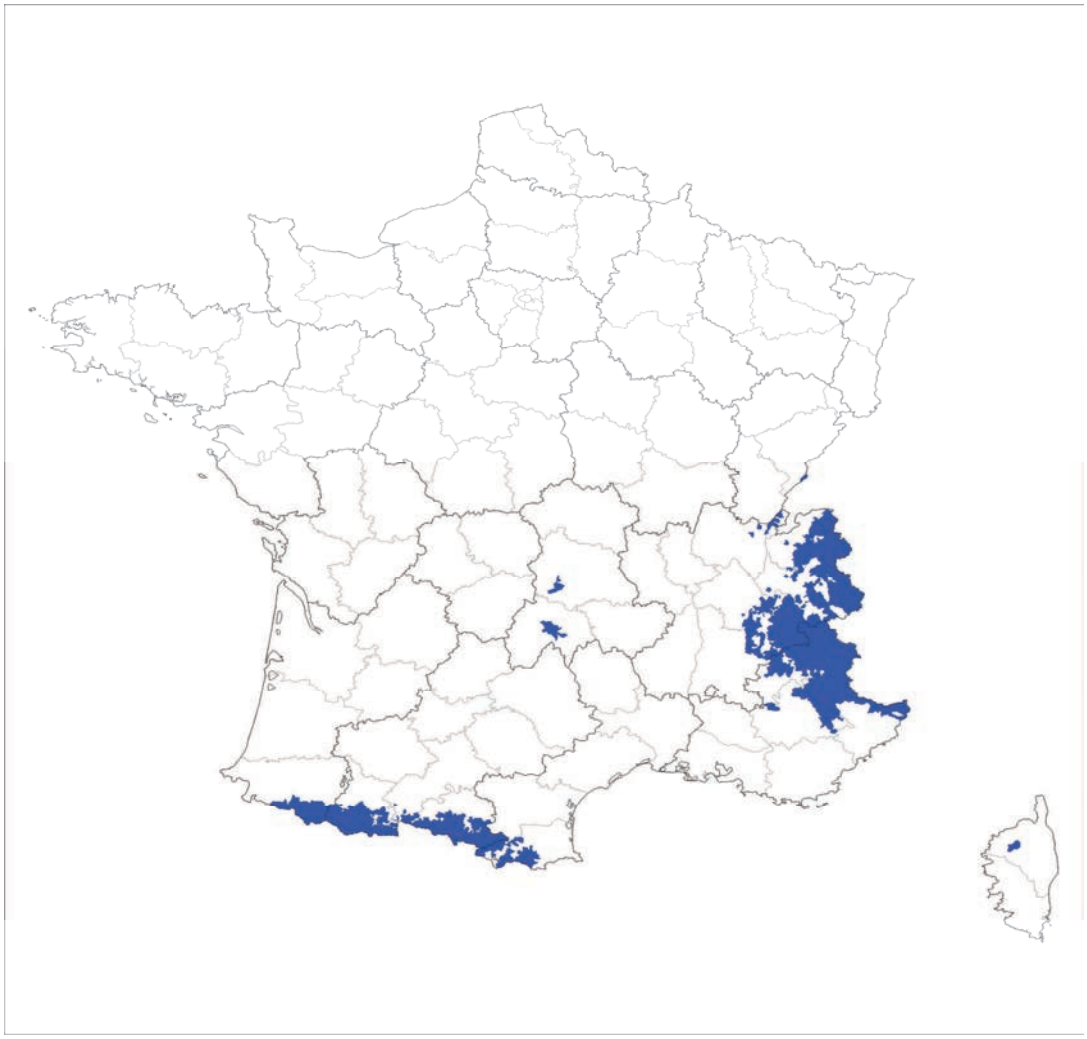
- Les « plaques à vent » et corniches sont des accumulations de neige transportée par le vent. Elles ne sont pas considérées comme un phénomène avalancheux mais peuvent être responsables de déclenchement.

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 n° 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 Sivardiere, ANENA.

L'événement du 9 février 1999 sur le hameau de Montroc à Chamonix a détruit 19 chalets (dont 5 étaient occupés ce jour-là) 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.

Document 2

Coupure de presse au lendemain de la catastrophe de Val-d'Isère (73) en 1970

EFFROYABLE CATASTROPHE A VAL-D'ISERE

Une énorme avalanche défonce l'immeuble de l'UCPA:

39 MORTS ET 37 BLESSES

250 jeunes gens déjeunaient à 8 heures du matin quand la neige envahit le bâtiment

DES AUTOS PROJETÉES A PLUS DE 100 MÈTRES

CHAMONIX :

L'avalanche de Boveray épargne une petite skieuse

VAL-D'ARLY :

Deux fermes emportées

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. Néanmoins, alors que la topographie n'a en rien changé, l'évolution climatique récente et prévisible dans les prochaines décennies n'exclut pas l'occurrence de situations météorologiques générant des épisodes avalancheux intenses et/ou des événements avalancheux extrêmes et donc potentiellement 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 indemnisations 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.

Document 3

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 E.D.F. 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 E.D.F., 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 E.D.F. 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 T.D.F. on travaille également à la réparation de certains émetteurs de télévision. Le relai 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 XXe siècle, le nombre moyen de décès annuels dus aux avalanches en France n'a pas évolué sur cette même période.

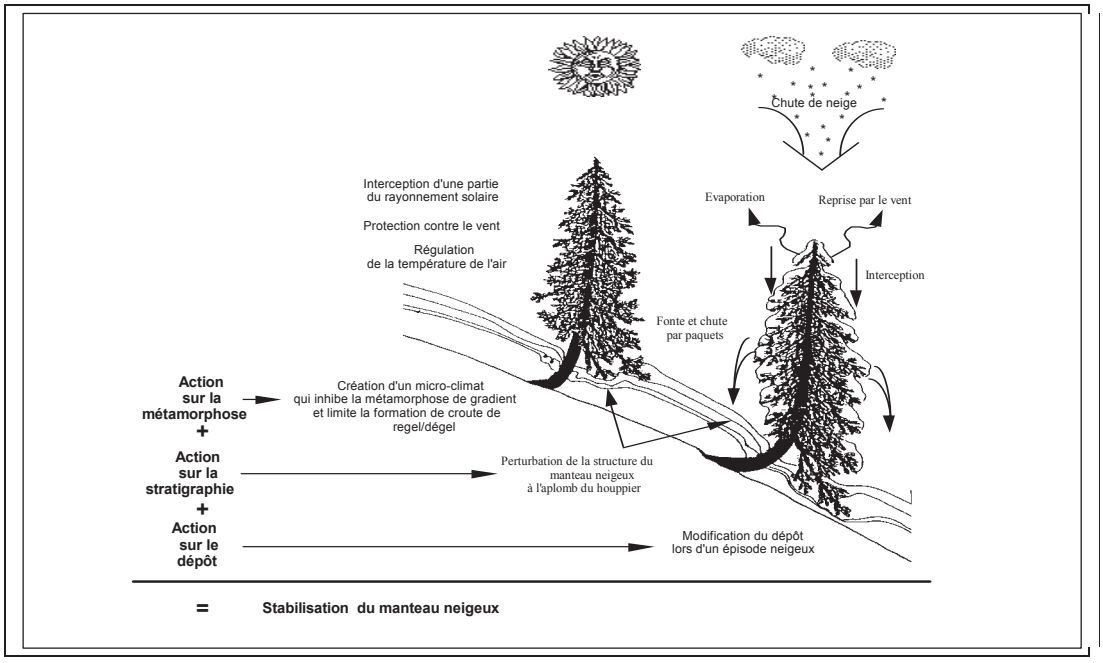
Cette divergence des évolutions justifie amplement le coût économique des politiques de prévention mises en œuvre durant ces décennies.

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 défrichement 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.

Prise en compte de la forêt pour l'ouverture à l'urbanisation en présence du risque d'avalanches

Même gérée dans un but de protection, la forêt ne peut être considérée comme un « ouvrage de protection » ; en ce sens, elle ne peut être prise en considération pour la réduction de la vulnérabilité de secteurs soumis à l'aléa avalanches.

Toutefois, différents cas de figure sont à considérer :

1) la zone de départ d'avalanches se situe au-dessus de la forêt

La forêt ne joue aucun rôle dans ce cas. L'effet destructeur du phénomène est même aggravé par la présence des arbres dans l'avalanche. L'urbanisation en aval doit être proscrite.

2) la zone de départ potentiel se situe dans la forêt : 3 observations possibles

2.1 des départs d'avalanches se sont déjà propagés au sein du massif

Cette situation a les mêmes effets que la situation précédente. La forêt n'a pas de rôle de protection et l'urbanisation en aval doit être proscrite.

2.2 de mémoire d'homme, la forêt existe et il n'y a pas eu d'avalanches connues

Dans ce cas, la forêt peut être considérée comme un élément constitutif du milieu et il en est tenu compte notamment pour définir le niveau d'aléa dans le zonage réglementaire du PPRN.

2.3 historiquement, des avalanches ont déjà eu lieu et une forêt a été plantée pour lutter contre elles. Depuis, il n'y a plus eu de départ d'avalanches.

Cette situation, bien que favorable, ne garantit toutefois pas le rôle protecteur de la forêt, surtout si celle-ci est située en pied de pente. Par exemple, certaines essences (mélèzes) n'empêchent pas les départs d'avalanches. Ainsi, des ouvrages de protection correctement gérés peuvent être ajoutés si des zones construites sont présentes en aval, mais l'urbanisation ne peut s'étendre davantage.

Dans cette situation, une gestion adaptée de la forêt doit donc impérativement être mise en place pour garantir son maintien, sa qualité et son rôle de protection. Celle-ci pouvant être en contradiction avec une gestion purement sylvicole, la forêt peut faire l'objet de servitudes d'utilité publique. Il faut également s'assurer que celui qui tire bénéfice de la protection participe financièrement à la gestion et à l'entretien de la forêt mais aussi des autres ouvrages lorsqu'ils existent.

En conclusion, la doctrine actuellement retenue est de ne pas prendre en compte le rôle de la forêt de protection dans l'affichage réglementaire du risque, même si une expertise au cas par cas peut permettre d'affiner l'aléa en amont de secteurs urbanisés.

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)[2]

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.

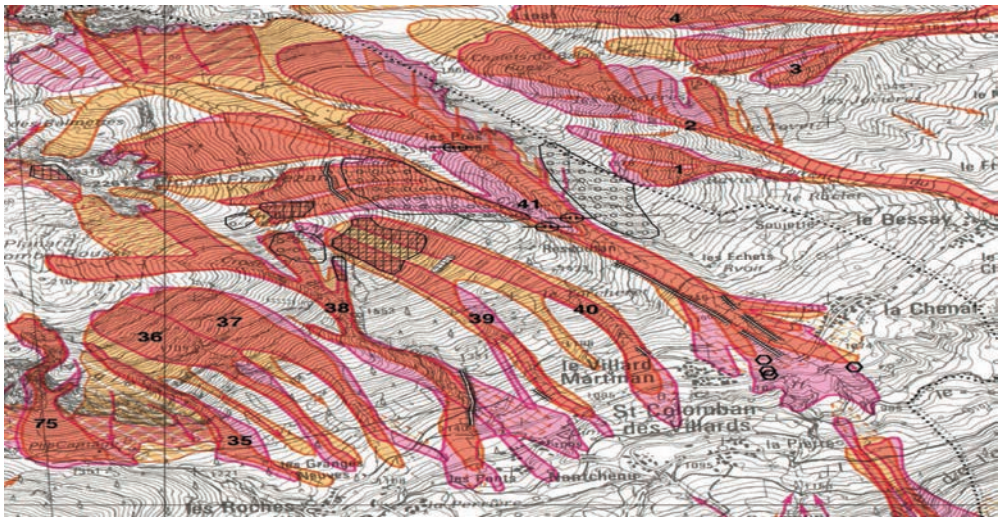
Ces cartes tendent à être exhaustives dans le report des emprises d'avalanches. Elles contiennent en fait deux types d'information (*cf.* la carte 2) :

- 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.

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



Source : Extrait de la CLPA, feuille AU63 édition de décembre2008.
Légende :
– saumon : photo-interprétation et observation terrain ;
– rose : résultat de l'enquête(recueil de témoignages) ;
- rouge : zones de superposition des 2 types d'information sur les avalanches

[2] 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.

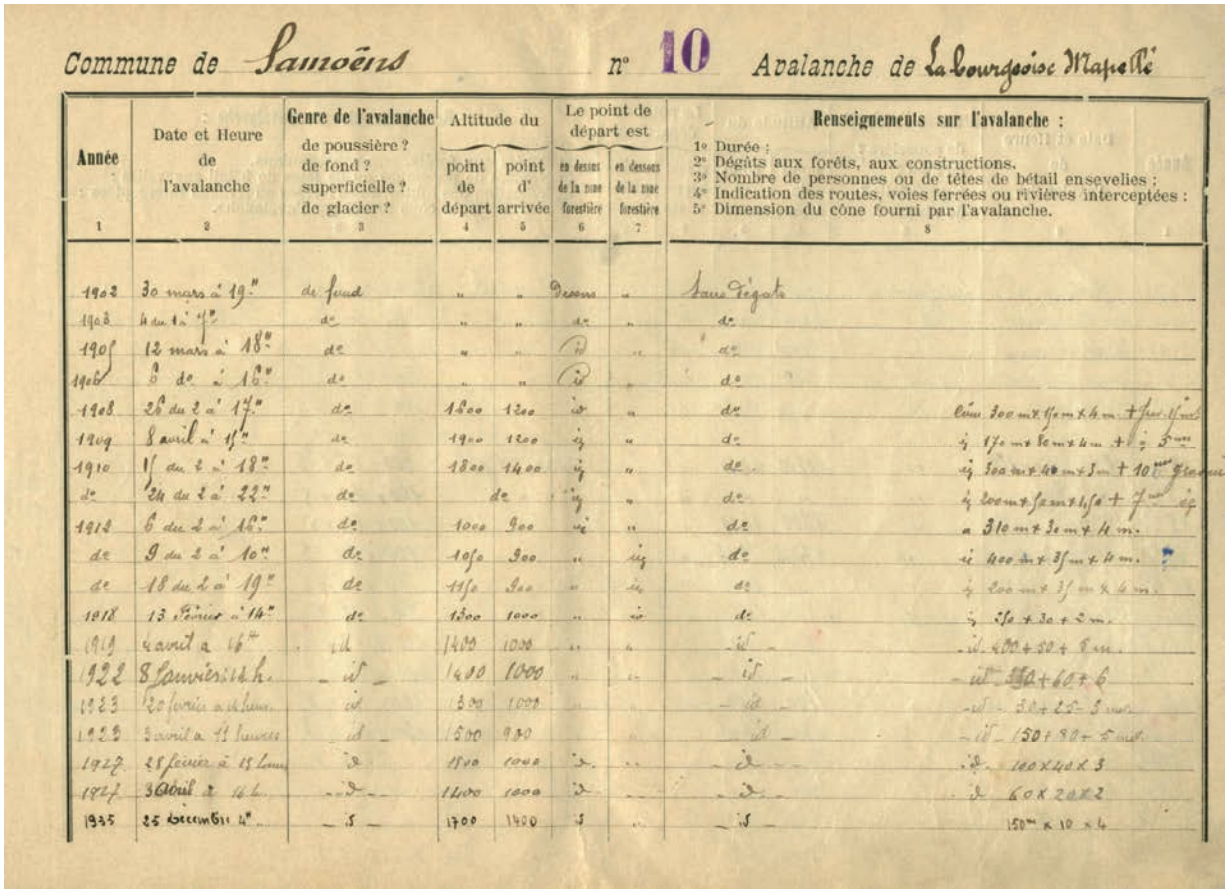
Cette collecte a commencé dans les deux départements savoyards puis a été étendue en 1920 à l'Isère et aux Hautes-Alpes, puis aux Alpes du Sud en 1954 ainsi qu'aux Pyrénées en 1965. Elle portait alors sur plus de 5 000 couloirs.

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)



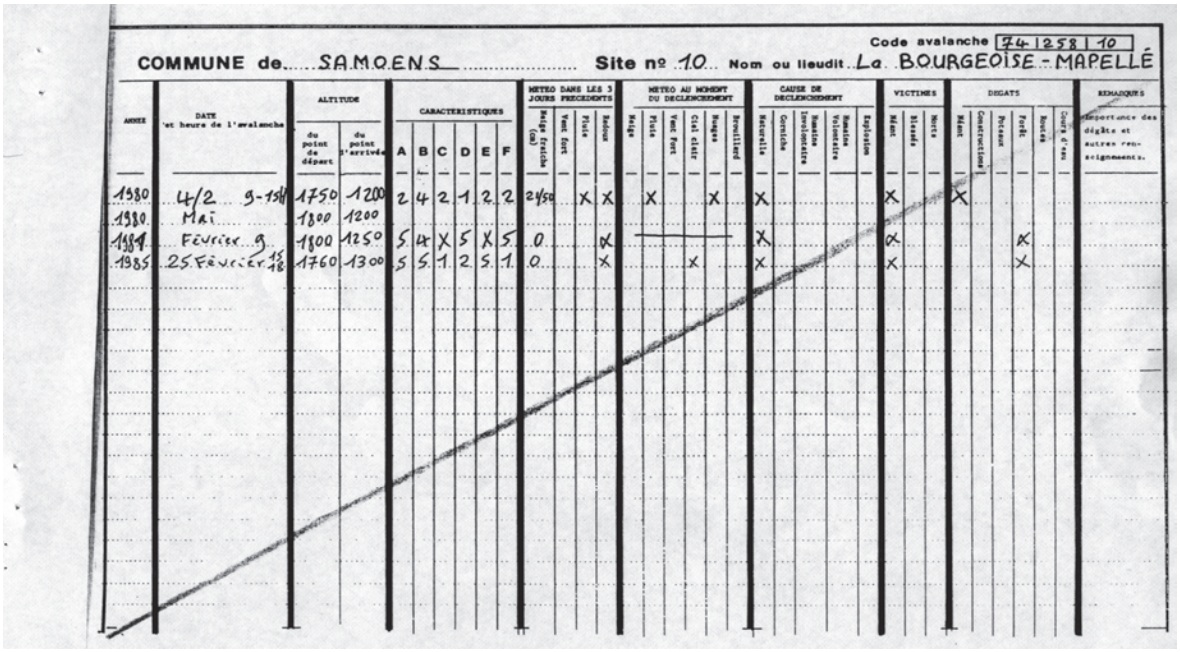
Commune de Samoëns n° 10 Avalanche de La Bourgeoise Mapelle

Année	Date et Heure de l'avalanche	Genre de l'avalanche de poussière ? de fond ? superficielle ? de glacier ?	Altitude du point de départ	Altitude du point d'arrivée	Le point de départ est en dessus de la zone forestière	Le point de départ est en dessous de la zone forestière	Renseignements sur l'avalanche : 1° Durée ; 2° Dégâts aux forêts, aux constructions. 3° Nombre de personnes ou de têtes de bétail ensevelies ; 4° Indication des routes, voies ferrées ou rivières interceptées : 5° Dimension du cône fourni par l'avalanche.
1	2	3	4	5	6	7	8
1902	30 mars à 19h	de fond	"	"	Dessus	"	Sans dégâts
1903	4 du 1 à 7h	do	"	"	do	"	do
1905	12 mars à 18h	do	"	"	id	"	do
1906	8 do à 16h	do	"	"	id	"	do
1908	26 du 2 à 17h	do	1600	1200	id	"	do — Cône 300 m × 150 m × 4 m + fer. 15 m
1909	8 avril à 15h	do	1900	1200	id	"	do — id 170 m × 80 m × 4 m + id 5 m
1910	15 du 2 à 18h	do	1800	1400	id	"	do — id 300 m × 40 m × 3 m + 10 m gravier
do	24 du 2 à 22h	do	do		id	"	do — id 200 m × 50 m × 1,50 + 7 m id
1912	6 du 2 à 16h	do	1000	900	id	"	do — id 310 m × 30 m × 4 m.
do	9 du 2 à 10h	do	1050	900	"	id	do — id 400 m × 35 m × 4 m.
do	18 du 2 à 19h	do	1150	900	"	id	do — id 200 m × 35 m × 4 m.
1918	13 février à 14h	do	1300	1000	"	id	do — id 250 × 30 × 2 m.
1919	4 avril à 16h	id	1400	1000	"	"	id — id 400 × 50 × 8 m.
1922	8 janvier à 14 h.	id	1400	1000	"	"	id — id 350 × 60 × 6
1923	20 février à 14 heures	id	1300	1000	"	"	id — id 30 × 25 × 3 m.
1923	3 avril à 11 heures	id	1500	900	"	"	id — id 150 × 80 × 5 m.
1927	28 février à 15 heures	id	1800	1000	id	"	id — id 100 × 40 × 3
1927	3 avril à 16 h.	id	1400	1000	id	"	id — id 60 × 20 × 2
1935	25 décembre 4h	id	1700	1400	id	"	id — 150 m × 10 × 4

Source : RTM.

Document 5

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



Code avalanche 74 | 258 | 10

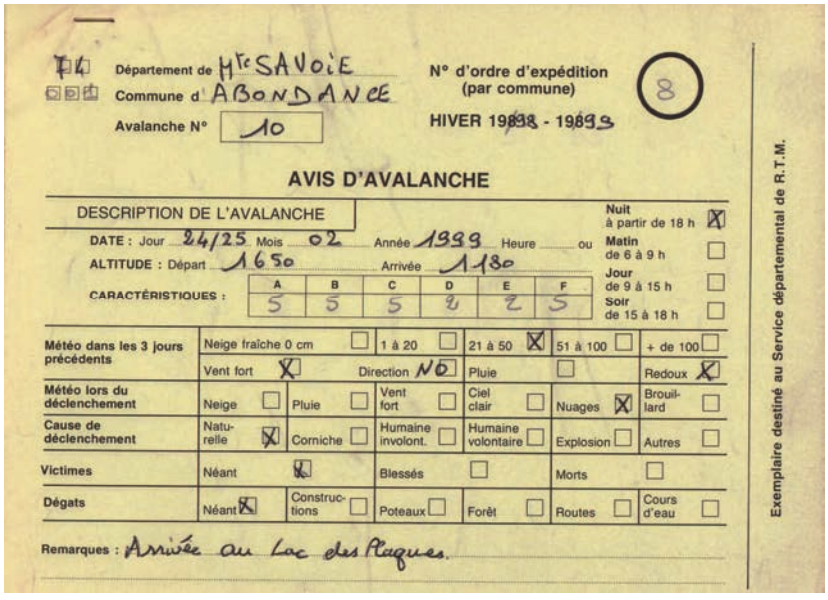
COMMUNE de SAMOENS Site nº 10 Nom ou lieudit La BOURGEOISE - MAPELLE

ANNÉE	DATE et heure de l'avalanche	ALTITUDE du point de départ	ALTITUDE du point d'arrivée	CARACTÉRISTIQUES A	B	C	D	E	F	MÉTÉO DANS LES 3 JOURS PRÉCÉDENTS Neige fraîche (cm)	Vent fort	Pluie	Redoux	MÉTÉO AU MOMENT DU DÉCLENCHEMENT Neige	Pluie	Vent Fort	Ciel clair	Nuages	Brouillard	CAUSE DE DÉCLENCHEMENT Naturelle	Corniche	Humaine involontaire	Humaine volontaire	Explosion	VICTIMES Néant	Blessés	Morts	DÉGATS Néant	Constructions	Piétons	Forêt	Routes	Cours d'eau	REMARQUES
1980	4/2 9-15h	1750	1200	2	4	2	1	2	2	2/50	X	X		X				X		X					X			X					
1980	Mai	1800	1200																														
1984	Février 9	1800	1250	5	4	X	5	X	5	0			X							X					X				X				
1985	25 Février 15/18	1760	1300	5	5	1	2	5	1	0			X				X			X					X				X				

Source : RTM.

Document 6

« Papillon jaune » d'avis d'avalanche



Département de Hte SAVOIE
Commune d' ABONDANCE
Avalanche N° 10

N° d'ordre d'expédition (par commune) 8

HIVER 1988 - 1989

AVIS D'AVALANCHE

DESCRIPTION DE L'AVALANCHE

DATE : Jour 24/25 Mois 02 Année 1989 Heure ou

ALTITUDE : Départ 1650 Arrivée 1180

CARACTÉRISTIQUES : A 5 | B 5 | C 5 | D 2 | E 2 | F 5

Nuit à partir de 18 h [X]
Matin de 6 à 9 h [ ]
Jour de 9 à 15 h [ ]
Soir de 15 à 18 h [ ]

Météo dans les 3 jours précédents	Neige fraîche 0 cm [ ]	1 à 20 [ ]	21 à 50 [X]	51 à 100 [ ]	+ de 100 [ ]
	Vent fort [X]	Direction NO [ ]	Pluie [ ]		Redoux [X]
Météo lors du déclenchement	Neige [ ]	Pluie [ ]	Vent fort [ ]	Ciel clair [ ]	Nuages [X]	Brouillard [ ]
Cause de déclenchement	Naturelle [X]	Corniche [ ]	Humaine involont. [ ]	Humaine volontaire [ ]	Explosion [ ]	Autres [ ]
Victimes	Néant [X]		Blessés [ ]		Morts [ ]	
Dégats	Néant [X]	Constructions [ ]	Poteaux [ ]	Forêt [ ]	Routes [ ]	Cours d'eau [ ]

Remarques : Arrivée au Lac des Plagnes.

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

Source : RTM.

Il y a actuellement 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 XXe 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[3] 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 2 400 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).

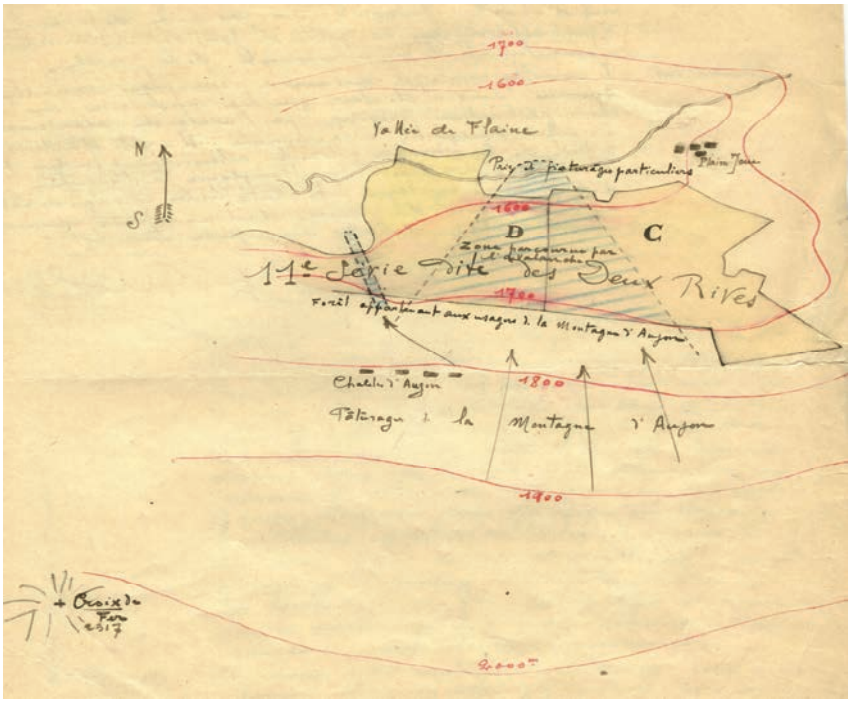
[3] Haute-Savoie, Savoie, Isère, Hautes-Alpes, Alpes de Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Pyrénées-Orientales, Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Pyrénées-Atlantiques

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, la vigilance 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.

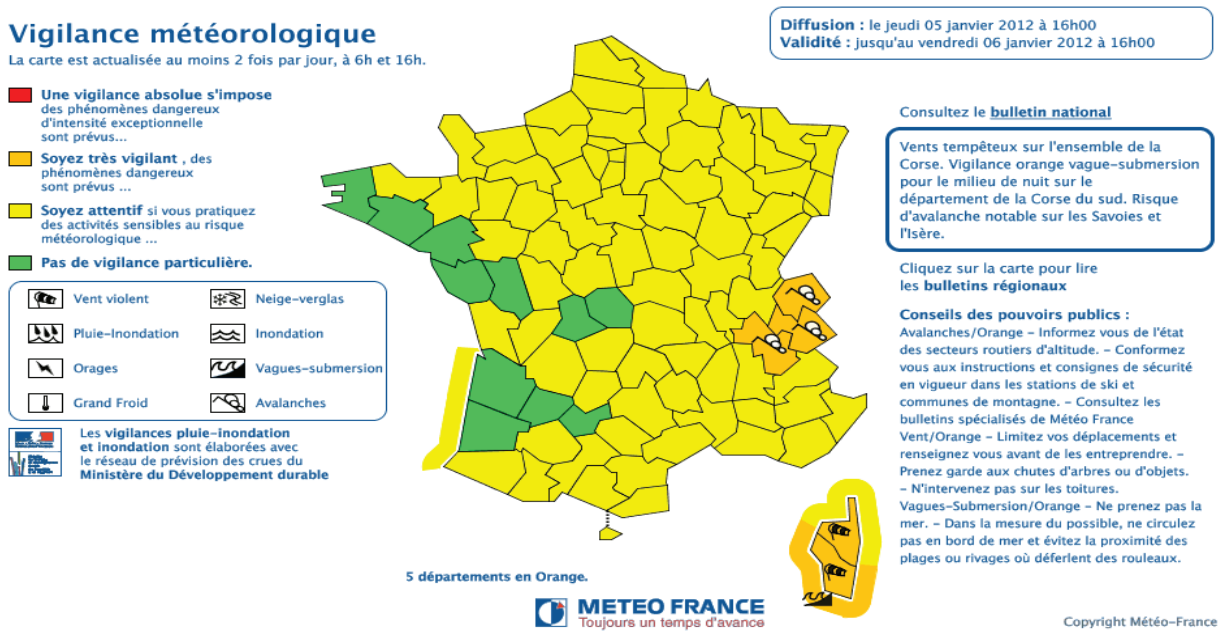
Dans les départements des massifs alpins, pyrénéens et corses un Bulletin d'estimation des risques d'avalanche (BRA) est diffusé quotidiennement du 15 décembre au 30 avril. Une information neige et avalanche plus succincte, destinée essentiellement aux pratiquants de la haute montagne, est diffusée du 1er novembre au 15 décembre et du 1er 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 km^2).

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



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.

(*) Pentes 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 trois 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.

- Le **Plan communal de sauvegarde** (PCS) définit sous l'autorité du maire, l'organisation prévue par la commune pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques connus. Dans son volet Information il établit un recensement et une analyse des risques à l'échelle de la commune. De ce fait, il intègre et complète les documents d'information élaborés au titre des actions de prévention (pour le volet Opérationnel, voir page 39).

- 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	➘ 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 	➘ Damage ➘ Déclenchement artificiel : • avec les skis • **à l'explosif** : – à la main ; – hélicoptère ; – avalancheur, CATEX, (canon) ; • au gaz : GAZEX, AVALHEX
Passive	➘ 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)	➘ 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

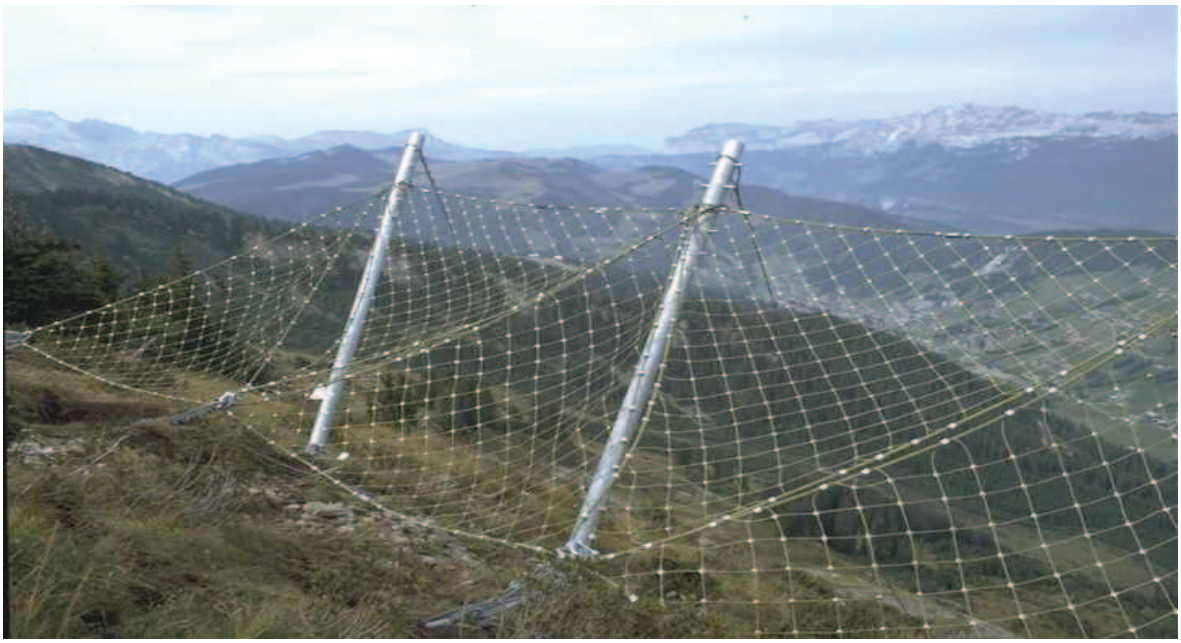
Ce sont tous les ouvrages qui permettent :
– soit d'influer sur le phénomène (en limitant son occurrence ou en tentant de forcer son déclenchement) dans la zone de départ ;
– soit de protéger les enjeux en zone basse (zone d'arrêt ou d'écoulement).

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).

Photographie 9 : Les peuplements irréguliers d'altitude favorisent l'ancrage du manteau neigeux

Source : RTM 74.

Photographie 10 : Chantier de reboisement sur banquette à Oulles en Isère en juillet 1985

Source : RTM 38.

Des plantations peuvent également masquer et se substituer sur le long terme aux ouvrages actifs.

Des essais de reboisement sur banquettes ont été menés au XXe siècle pour tenter « d'éteindre » le phénomène avalancheux (*cf.* la photographie 10). Pour la gestion de ces peuplements adultes, on doit chercher à intervenir suffisamment tôt pour obtenir un peuplement bien irrégulier aux lisières très développées.

Il apparaît aujourd'hui que cela n'a de chance d'aboutir que :

- sur les sites où une forêt naturelle assurait cette fonction avant un défrichement passé ;
- si les événements avalancheux sont très rares ;
- si les plantations ne subissent pas d'autre agression, telle que le passage répété de skieurs ou l'abroutissement par les cervidés.

De plus, la sécurité du boisement nécessite souvent des travaux complémentaires.

Il faut enfin garder à l'esprit que ce peuplement ainsi créé peut toujours être détruit par un incendie ou une tempête. Dans l'absolu et au même titre que les ouvrages de prévention active, un peuplement forestier reconstitué depuis une durée inférieure à celle prise pour la définition de l'aléa de référence (souvent le siècle) ne réduit ni ne supprime l'exposition d'un site à cet aléa de référence.

En résumé, les travaux biologiques s'apparentent plutôt à des mesures actives d'accompagnement.

LES OUVRAGES PASSIFS

C'est la technique du bouclier avec l'objectif de dévier et parfois d'arrêter l'écoulement.

On cherche par exemple à modifier la trajectoire du flux dévastateur au moyen d'une digue en terre (tourne) ou en béton judicieusement positionnée et orientée (*cf.* la photographie 11).

Photographie 11 : Tourne efficace à Tours-en-Savoie (73)

Source : RTM 73.

On peut également vouloir dissiper l'énergie du fluide par le biais de « tas freineurs », ou encore diviser ce même fluide au moyen d'une étrave implantée en amont immédiat de la superstructure à protéger (*cf.* la photographie 12), ou enfin simplement renforcer la structure ou le bâtiment, afin qu'ils puissent supporter sans dommage l'impact de l'avalanche.

Photographie 12 : Étrave accolée au bâtiment à protéger à Bonneval-sur-Arc (73)

Source : Cemagref.

Des voies de circulation sont protégées par des galeries et des parcs à voitures sont enterrés pour assurer une continuité de la fonction en période de risque (*cf.* la photographie 13).

Photographie 13 : Galerie de protection routière à Gourette (64)

Source : CEMAGREF.

Des digues frontales peuvent tenter d'arrêter une avalanche coulante. Il faut alors que l'ouvrage soit situé dans la zone de trajectoire finale de l'écoulement, avec une hauteur suffisante et un volume de stockage adapté.

Les techniques de protection temporaire

Le déclenchement artificiel des avalanches de neige consiste à provoquer la purge de la neige accumulée dans une zone de départ, dans des conditions contrôlées de sécurité pour l'ensemble de la zone susceptible d'être menacée par l'écoulement, et pour les opérateurs.

Sa pratique se fonde sur deux principes :
– sur un même site, plusieurs petites avalanches font moins de dégâts qu'une grosse ;
– le choix de l'instant de déclenchement permet d'évacuer la zone susceptible d'être atteinte.

La plupart du temps, il s'agit de provoquer une onde de choc à proximité immédiate du manteau neigeux par le biais d'une explosion (*cf.* la photographie 14). Celle-ci provoquera l'ébranlement des grains puis la rupture d'ancrages de la couche de neige et enfin la mise en mouvement en avalanche. Il faut renouveler l'opération avant que l'accumulation de neige ne soit suffisante pour engendrer une avalanche menaçante, donc de nombreuses fois chaque hiver. Dans la très grande majorité des cas l'avalanche provoquée est « petite », mais il existe de nombreux cas où son ampleur a largement surpris. Cette incertitude est présente à chaque « tir ».

Photographie 14 : Gazex aux Orres (05)

Source : Cemagref.

Cette technique exige un niveau élevé de fiabilité, de sécurité pour les opérateurs, ainsi qu'une intégration des contraintes relatives au travail en montagne et en conditions hivernales:

Les opérations doivent au préalable être décrites avec précisions dans un Plan d'intervention pour le déclenchement des avalanches (PIDA), document élaboré sous la responsabilité du maire mais dont la partie relative à l'emploi d'explosif et l'intérêt général sont soumis au contrôle de légalité du préfet. En outre, une norme française homologuée (NF P 95-310) décrit les principes techniques généraux que doivent respecter les moyens utilisés. D'autres normes (NF P 95-311 et 313) sont adaptées à certains moyens (câble transporteur d'explosif, lanceur pneumatique). Les moyens techniques se distinguent essentiellement selon :

- l'utilisation ou non d'explosif ;
- la présence nécessaire ou non des opérateurs (artificier-neige) à proximité de la zone de départ (déclenchement à distance).

En conclusion, le déclenchement artificiel est une mesure de prévention bien adaptée aux enjeux qui ne craignent pas l'avalanche en tant que telle, comme les pistes d'un domaine skiable ou les routes. Son utilisation très répandue en France permet d'assurer une certaine continuité de l'activité économique montagnarde en hiver.

Il ne doit pas pour autant être utilisé comme moyen de justifier un développement de l'urbanisme sur des zones qui sont exposées au risque d'avalanche.

La préparation aux situations de crise

Ce sont les mesures et les décisions que peuvent prendre les collectivités et gestionnaires de sites, en vue de réduire la vulnérabilité des personnes et d'assurer leur protection.

Elles sont de deux ordres :

- **En cas d'urgence :**

Le maire concourt par son pouvoir de police à l'exercice des missions de sécurité publique (article L. 2211-1 du Code général des collectivités territoriales). Il appartient donc au maire de prendre toutes les mesures qu'il juge nécessaires ; cela peut aller de l'affichage du danger ponctuel selon les modalités définies par l'arrêté interministériel du 27 mai 2003, jusqu'à l'évacuation des bâtiments, en passant par la fermeture d'une voie de circulation. Il informe d'urgence le représentant de l'État dans le département et lui fait connaître les mesures qu'il a prescrites (L. 2212-4).

Pour ce faire, il peut au préalable s'entourer d'une commission composée de membres qu'il aura choisis pour leurs connaissances ou compétences.

- **À plus long terme :**

Il s'agit d'organiser les infrastructures et les bâtiments pour qu'ils restent opérationnels au cours d'un événement. En outre, les particuliers, les entreprises et les chefs d'établissement scolaires peuvent s'organiser pour anticiper la crise et limiter les dégâts. Dans les établissements scolaires situés dans des zones à risque, un plan particulier de mise en sûreté est obligatoire (*Bulletin officiel de l'éducation nationale* hors série n° 3 du 30 mai 2002).

La loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile a instauré l'obligation pour le maire d'élaborer un plan communal de sauvegarde (PCS) dès lors que sa commune est soumise à un plan de prévention des risques ou comprise dans le champ d'un plan particulier d'intervention (décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005). Dans son volet opérationnel, face aux risques connus, le PCS recense les moyens disponibles (humains et matériels), détermine les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes et des biens, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité et définit les modalités de mise en œuvre des mesures d'accompagnement, de soutien et d'information des populations.

De plus, le dispositif ORSEC (Organisation de la réponse de sécurité civile), et en particulier les dispositions spécifiques avalanches, permet au préfet de département de planifier le dispositif opérationnel de secours pour faire face à un événement ainsi que les mesures de sauvegarde qui pourront être prises. Ces dispositions sont réalisées en cohérence avec le PCS pour assurer l'alerte des populations, leur évacuation/confinement avec les mesures de soutien (hébergement, ravitaillement, soins…). En fonction de la situation (niveau de vigilance, indice du risque d'avalanche selon l'échelle européenne, l'identification des zones d'aléas exceptionnels pesant sur les habitations…), le préfet peut proposer au maire de participer à la gestion de crise et de prendre la direction des opérations de secours si les capacités de la commune s'avèrent dépassées.

Le retour d'expérience

Après chaque accident très grave ou catastrophique, il s'agit de comprendre les caractéristiques du phénomène associé, d'en analyser les conséquences et de formuler des améliorations concrètes à apporter aux dispositifs de prévention existants.

Ce fut notamment le cas après la catastrophe de Montroc survenue à Chamonix le 9 février 1999 (*cf.* document n° 8).

Document 8

Extrait du rapport sur le retour d'expérience sur l'avalanche du 9 février à Montroc, commune de Chamonix

« L'actualisation de la mission "Saunier", portant sur la sécurité des stations en montagne et mise en place en 1971, est nécessaire dans le cadre d'un travail commun administration, élus, professionnels.

« La mission préconise également des mesures locales comme le réexamen des couloirs sensibles (elle précise la démarche à adopter), la mise en révision du PPRN de Chamonix et la mise en œuvre d'un programme progressif de révision des PPRN des Alpes du Nord. »

La prise en compte du risque avalanche dans l'aménagement du territoire

Les mesures d'urbanisme et de construction permettent de prendre en compte le risque avalanche dans l'aménagement du territoire, véritable enjeu pour les collectivités locales.

La loi du 13 décembre 2000, relative à la solidarité et au renouvellement urbain, a renforcé la prise en compte des risques naturels dans l'urbanisme puisque les documents qu'elle a institués, les Schémas de cohérence territoriale (SCOT), les Plans locaux d'urbanisme (PLU) et les cartes communales doivent intégrer, pour fixer les conditions d'un développement durable, les objectifs de la prévention des risques. Ainsi, les collectivités locales doivent prendre en compte les risques dans les documents d'urbanisme notamment à partir des informations portées à leur connaissance par l'État. A titre d'information, l'ordonnance n°2012-11 du 5 janvier 2012 modifie sensiblement, depuis le 1er janvier 2013, l'article L.121-2 du code de l'urbanisme relatif au contenu du porter à connaissance.

Par ailleurs, l'article R. 111-2 du Code de l'urbanisme permet de refuser un permis de construire ou de l'accorder accompagné de prescriptions spéciales si les nouveaux projets par leur situation ou leurs dimensions, sont notamment de nature à porter atteinte à la sécurité publique. Cette notion de sécurité inclut les risques d'avalanches (CE 9/2/83, Faugère : RD imm. 1983. 218, chron. Gaudemet et Labetoulle).

Des procédures spécifiques ont été créées pour préciser et améliorer cette prise en compte :

- L'article R. 110-3 du Code de l'urbanisme de 1955 modifié en 1961 puis en 1977, devenant alors l'article R. 111-3 abrogé en 1995 permettait de subordonner à des conditions spéciales les nouveaux projets sur des terrains exposés à un risque naturel (avalanche ou autres). Ces terrains étaient délimités par arrêté préfectoral après enquête publique et avis du conseil municipal.

La plupart de ces documents étaient dessinés sur un fond topographique (1/25 000 agrandi au 1/10 000).

- Les Plans des zones exposées aux avalanches (PZEA) relevaient d'une décision du Conseil des ministres du 21 octobre 1970, puis d'une circulaire interministérielle no 74-201 du 5 décembre 1974 qui demandait d'intégrer dans les Plans d'occupation des sols (POS) opposables aux tiers, les zones inconstructibles ou constructibles sous conditions. Le zonage, dessiné sur le fond cadastral, était en annexe au dossier.

- Les Plans d'exposition aux risques naturels (PER) institués par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles et abrogée en 1995.

- Le Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) a été institué par la loi du 2 février 1995 modificative, en ce qui concerne les risques naturels, de la loi du 22 juillet 1987. Il permet de délimiter les zones concernées par les risques, d'en définir les conditions d'occupation et d'urbanisation et d'y prescrire les mesures de prévention nécessaires. Le PPRN remplace les anciennes procédures de prise en compte du risque dans l'aménagement, décrites ci-dessus. Dans un délai de 2 ans à compter de la date d'approbation par le préfet du département du plan de prévention des risques naturels, les communes doivent élaborer le plan communal de sauvegarde, PCS.

Prescrire un PPRN : pourquoi et sur quels territoires ?

C'est le document de référence pour la prise en compte des risques naturels dans l'aménagement du territoire. Le PPRN est une servitude d'utilité publique qui s'impose au plan local d'urbanisme (PLU) et à la carte communale dont les dispositions doivent intégrer les risques. Le PPRN est annexé au PLU et à la carte communale. Même si le document d'urbanisme prend en compte de manière satisfaisante l'existence des risques naturels, le PPRN le complète notamment par des prescriptions constructives, des mesures de sauvegarde et des mesures de renforcement de l'existant. Ces mesures s'appliquent sur les zones exposées aux risques mais également sur les zones non directement exposées mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements, etc. pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

Le PPRN sera prescrit sur les territoires fortement concernés par l'aléa avalanche, là où les enjeux présents ou futurs doivent, compte tenu de leur vulnérabilité, être clairement réglementés.

Par ailleurs, le PPRN peut s'inscrire dans un projet local de prévention élaboré avec la ou les collectivités et tous les acteurs concernés, en complément des différents outils de prévention, de protection et de sauvegarde décrits dans les paragraphes précédents. Ce projet a pour objet de définir les conditions de développement du territoire prenant en compte le risque de façon durable.

Les étapes de la démarche

On peut distinguer une phase technique et une phase administrative. L'association des collectivités territoriales ainsi que la concertation au public se feront tout au long de ces deux phases. En dépit de leurs liens tout au long du projet, il est capital de bien séparer les deux phases dans leur formalisation.

- **La phase technique**

La phase technique commence par l'analyse préalable, notamment le recueil des données et le classement de ces informations. Ce travail peut être effectué par un service déconcentré de l'État.

Elle se poursuit par la délimitation du périmètre d'étude, la qualification de l'aléa de référence et la détermination de son intensité en tous points situés à l'intérieur de ce périmètre.

Elle comporte également l'appréciation des enjeux touchés par l'aléa de référence.

Cette phase est nécessairement conduite en présence d'un praticien spécialiste de ce type de zonage.

Elle se fait dans un esprit de dialogue et de discussion avec les élus et divers acteurs locaux. Dans tous les cas, le risque sera uniquement apprécié sur des critères objectifs.

Soucieux d'assurer les conditions optimales d'appropriation des PPRN par les représentants d'élus et de la société civile, le ministère en charge de l'écologie a adressé aux préfets le 3 juillet 2007 une circulaire relative à la consultation des acteurs, la concertation avec la population et l'association des collectivités territoriales dans les PPRN et a édité en décembre 2003 un guide de la concertation (la documentation française, 64 pages). Celui-ci se définit comme le produit de l'expérience mais aussi de propositions de démarches innovantes.

- **La phase administrative**

La phase administrative commence par la réalisation d'un projet de zonage réglementaire et du règlement associé. Elle est de la responsabilité du service instructeur qui pourra s'assurer de la collaboration du praticien en charge de l'étape précédente.

Elle se poursuit par les consultations réglementaires ainsi que l'enquête publique pour aboutir enfin, et après d'éventuelles adaptations mineures du projet de PPRN, à son approbation par arrêté préfectoral. La mise en œuvre de cette enquête publique tient compte des nouvelles dispositions applicables au 1er juin 2012 apportées par le décret n°2011-2018 du 29 décembre 2011 visant à mettre un terme à la multiplicité des types d'enquêtes régies par des dispositions propres, en regroupant les enquêtes publiques en deux catégories principales : l'enquête publique relative aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement régie par le Code de l'environnement et l'enquête d'utilité publique régie par le Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

En cours d'élaboration, et si l'urgence le justifie, le préfet peut rendre certaines dispositions du projet de PPRN immédiatement opposables en application de l'article L.562-2 du Code de l'Environnement.

Le décret n°2011-765 du 28 juin 2011 modifiant l'article R562-2 du Code de l'environnement prévoit que le PPRN soit approuvé dans les trois ans qui suivent sa prescription. Ce délai est prorogeable une fois d'une durée maximale de 18 mois par arrêté motivé du Préfet si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte la complexité du plan ou l'ampleur et la durée des consultations.

MÉTHODE D'ANALYSE ET DE CARTOGRAPHIE DES RISQUES

Les principes généraux de la démarche

Les études engagées dans le cadre du PPRN ont pour finalité de mieux connaître le phénomène, les aléas et les enjeux dans le but de gérer efficacement l'occupation du sol dans les zones exposées (cf. tableau 4).

Chaque citoyen, résidant permanent ou occasionnel, simple visiteur, a le droit au même niveau d'information sur la sécurité le concernant. En conséquence, l'analyse et la cartographie des risques doivent être claires, diffusables et valorisables, objectives, documentées, globales. Elles s'appuient sur l'ensemble des connaissances disponibles sur le périmètre concerné, qu'elles soient contradictoires, hétérogènes, ou partiellement utilisables. Les connaissances locales doivent être synthétisées et améliorées si nécessaire dans les secteurs d'enjeux.

Il est vivement conseillé de travailler par territoires homogènes face aux risques. Cela peut être une partie de commune, la totalité de son territoire, voire un regroupement de plusieurs communes.

L'aléa avalanche est traité très couramment avec les autres aléas gravitaires rapides, présents en zone de montagne (torrents et mouvements de terrains) dans le même dossier. Les PPRN multirisques présentent l'avantage de synthétiser en un seul document, et donc une seule procédure et un seul règlement, l'ensemble des risques concernant le territoire et les dispositions qui doivent être prises. Cette approche doit être privilégiée, autant que possible, car elle propose une vision globale des risques et permet de rendre cohérentes les mesures relatives aux aléas pris en compte. Elle sera par ailleurs plus facilement acceptée par la population que plusieurs PPRN successifs.

L'arrêté de prescription du PPRN signé par le préfet délimitera le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte, ainsi que le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet. Ce périmètre d'étude ne préjuge pas de l'extension de la zone qui fera l'objet d'un règlement. Cet arrêté définit également les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relatives à l'élaboration du projet. (art. R562-1 et 2 du code de l'environnement). Enfin, depuis le 1er janvier 2013, il mentionne si une évaluation environnementale est requise en application de l'article R.122-18. Lorsqu'elle est explicite, la décision de l'autorité de l'Etat compétente en matière d'environnement est annexée à l'arrêté.

Objectifs et principes d'études

Les principes suivants guident la démarche d'évaluation des aléas et des enjeux :

- La priorité doit être accordée aux approches pragmatiques sans rechercher une précision illusoire. Les études présenteront ainsi un état de la situation concernant le phénomène, le milieu, les aléas et les enjeux à partir de la connaissance actuelle, sans entrer dans des compléments qui n'apporteraient guère de précision significative. Elles permettent d'estimer les risques en l'état de la connaissance.

- Les études s'appuieront principalement sur l'utilisation des données disponibles (analyse des événements passés connus et recours aux études préexistantes notamment), complétées impérativement par une expertise de terrain. Il est parfois nécessaire, en raison d'un manque de connaissances et de données sur la zone étudiée, d'avoir recours à des études complémentaires pour apporter des données utiles à la décision (double regard d'expert, modélisation…).

- Les études menant à l'évaluation des aléas sont entachées d'incertitudes. Les incertitudes doivent être acceptées dans le cadre des études relatives aux PPRN. Il est néanmoins impératif de les mentionner dans la note de présentation, partie intégrante du contenu des dossiers réglementaires du PPRN.

- Les ouvrages et dispositifs conçus pour maîtriser l'aléa avalanche doivent être identifiés, listés et cartographiés dans le PPRN, en précisant le maître d'ouvrage. Leur influence probable sur l'aléa de référence doit être examiné avec soin et présenté dans le PPRN, tant pour mettre en évidence un éventuel changement de trajectoire qu'une possible réduction de l'extension et/ou de la fréquence du phénomène. Cette analyse peut conduire à proposer deux cartographies des aléas, l'une sans protection et l'autre avec. Si les possibles effets aggravants doivent être systématiquement pris en compte dans le zonage réglementaire, les effets réducteurs ne pourront être retenus que dans certains cas réunissant toutes les conditions précisées au paragraphe « Prise en compte des ouvrages de protection ».

Intérêt d'une association et d'une concertation précoces

La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages a renforcé la participation des collectivités territoriales et du public dans les processus d'élaboration des PPRN.

L'association des collectivités territoriales est expressément prévue à l'article L.562-3 du Code de l'environnement. Elle est primordiale, tant pour des raisons d'efficacité que de répartition des compétences et des responsabilités.

L'ouverture de la concertation aux citoyens, d'autre part, correspond à une demande forte, d'autant plus ressentie comme légitime qu'elle touche à la sécurité de tous. L'article L.562-3 précise que le préfet définit, lors de la prescription du PPRN, les modalités de la concertation. Il précise également que sont associés à l'élaboration de ce projet les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés. Enfin, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier et après avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles il doit s'appliquer, le plan de prévention des risques naturels prévisibles est approuvé par arrêté préfectoral. Au cours de cette enquête, sont entendus, après avis de leur conseil municipal, les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer.

Les services de l'Etat intégreront ces dispositions en amont puis tout le long de la démarche d'élaboration du PPRN. Pour faciliter la concertation, une circulaire rédigée dans le cadre de réflexions menée avec des représentants d'élus et de la société civile sous la présidence du ministre en charge de l'Écologie a été adressée aux préfets le 3 juillet 2007.

L'élaboration d'un PPRN doit être conçue comme un projet construit, à chaque étape et dès avant sa prescription, en étroite collaboration avec les collectivités territoriales concernées. C'est avec elles que seront notamment définies, avant l'arrêté de prescription, les modalités de concertation adaptées localement au contexte et aux moyens disponibles.

Dans le cadre du présent guide, il est rappelé que les objectifs poursuivis par l'association des collectivités et la concertation du public sont une meilleure adaptation des outils de prévention au contexte local et la construction d'une culture partagée du risque.

Au niveau départemental, les commissions départementales des risques naturels majeurs (CDRNM) et le cas échéant les schémas de prévention doivent aider à la définition d'une telle démarche.
Les moyens mis en œuvre pour mener la concertation et l'association des collectivités doivent être inscrits dans l'arrêté de prescription.

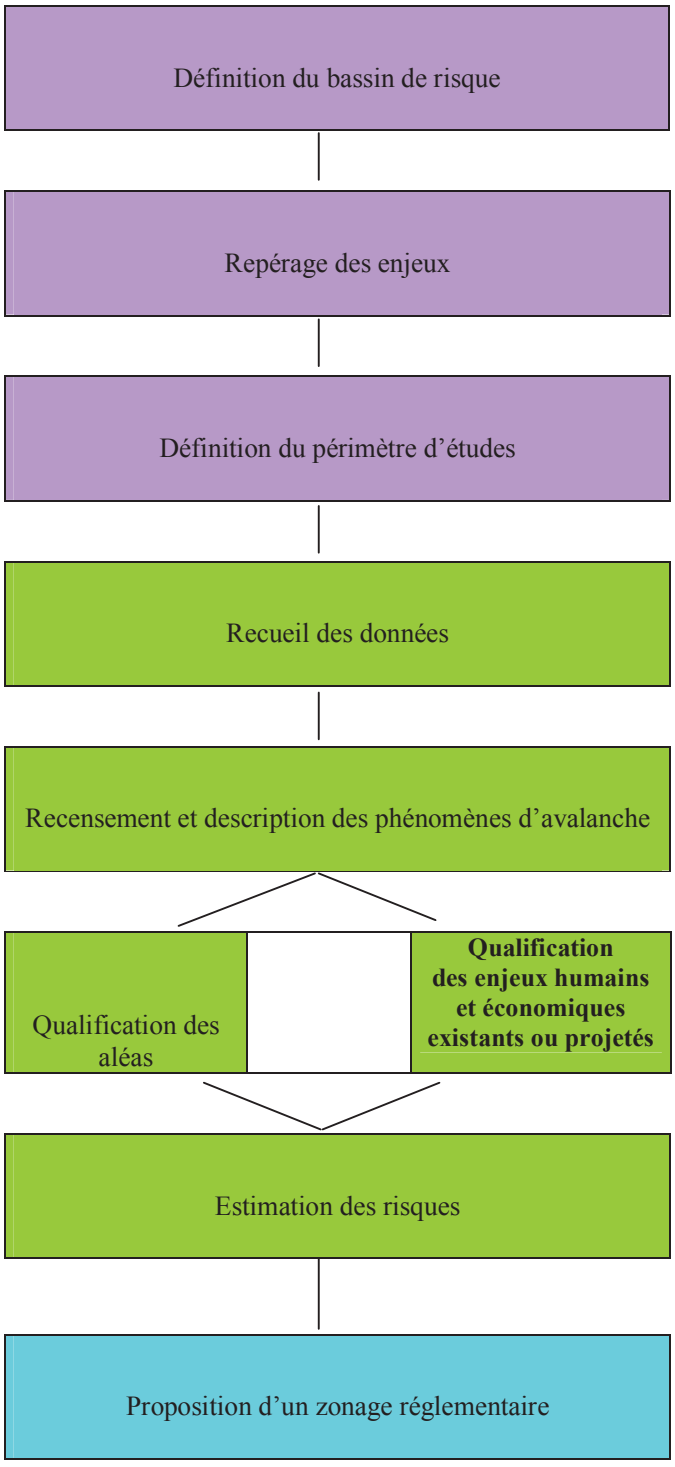
> **Article R562-2** : *« L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte. Il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet.*

Cet arrêté définit également les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relatives à l'élaboration du projet.

Ce peut être des réunions publiques, des cahiers de dépositions, un site Internet, etc. Toutefois, cette concertation ne se substitue en rien à la procédure d'enquête publique.

Ces consultations seront également organisées au profit des résidents secondaires (et/ou leurs représentants) lorsqu'ils sont concernés.

Tableau 4 : Les étapes d'analyse et de cartographie du risque



Analyse préalable aux études d'aléas

Il s'agit en premier lieu de collecter les éléments de connaissance du risque d'avalanche dans un contexte géographique et sur un périmètre donnés, puis d'en faire la synthèse.

Définition du bassin de risque et du périmètre d'études

LE BASSIN DE RISQUE

Le bassin de risque correspond à une entité géographique cohérente au regard de l'aléa avalanche suspecté et donc de critères essentiellement topographiques présentant des zones de départ, d'écoulement et d'arrêt. Ce bassin est aussi déterminé par l'existence d'enjeux potentiellement menacés et par une gouvernance adaptée et clairement établie.

Pour ces raisons, les limites du bassin de risque peuvent correspondre, dans le cas des avalanches, à celles d'un seul couloir mais aussi à l'ensemble d'un versant parcouru par plusieurs couloirs, voire à toute une vallée lorsque des approches intercommunales sont mises en place.

Il est dans tous les cas souhaitable de traiter, simultanément ou dans un laps de temps rapproché, les communes ou parties de communes proches qui présentent ces similitudes de contexte. Le déroulement des études et la concertation avec les collectivités s'en trouveront facilités.

Si des vallées du type de celle de l'Eau d'Olle en Isère ou celle de la Pique en Haute-Garonne sont des exemples notables de bassin de risque avalanche, assez couramment le bassin est, dans le contexte français, mono-communal.

Cette délimitation est par ailleurs en adéquation avec les définitions de bassin de risque des autres aléas gravitaires des zones de haute montagne.

LE PERIMETRE D'ETUDES OU PERIMETRE DE PRESCRIPTION

Le périmètre d'études, déterminé par l'arrêté de prescription, englobe toutes les zones sources potentielles d'aléas : zones de départ, d'écoulement et d'arrêt recouvrant ou à proximité des zones à enjeux existants ou futurs (*cf.* la carte 5).

Ceux-ci sont notamment :

- les zones urbanisées ou susceptibles de l'être ;
- les axes de circulation qui desservent ces zones ;
- les secteurs non directement exposés aux risques mais susceptibles d'en générer ;
- les constructions, les ouvrages, les aménagements qui pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

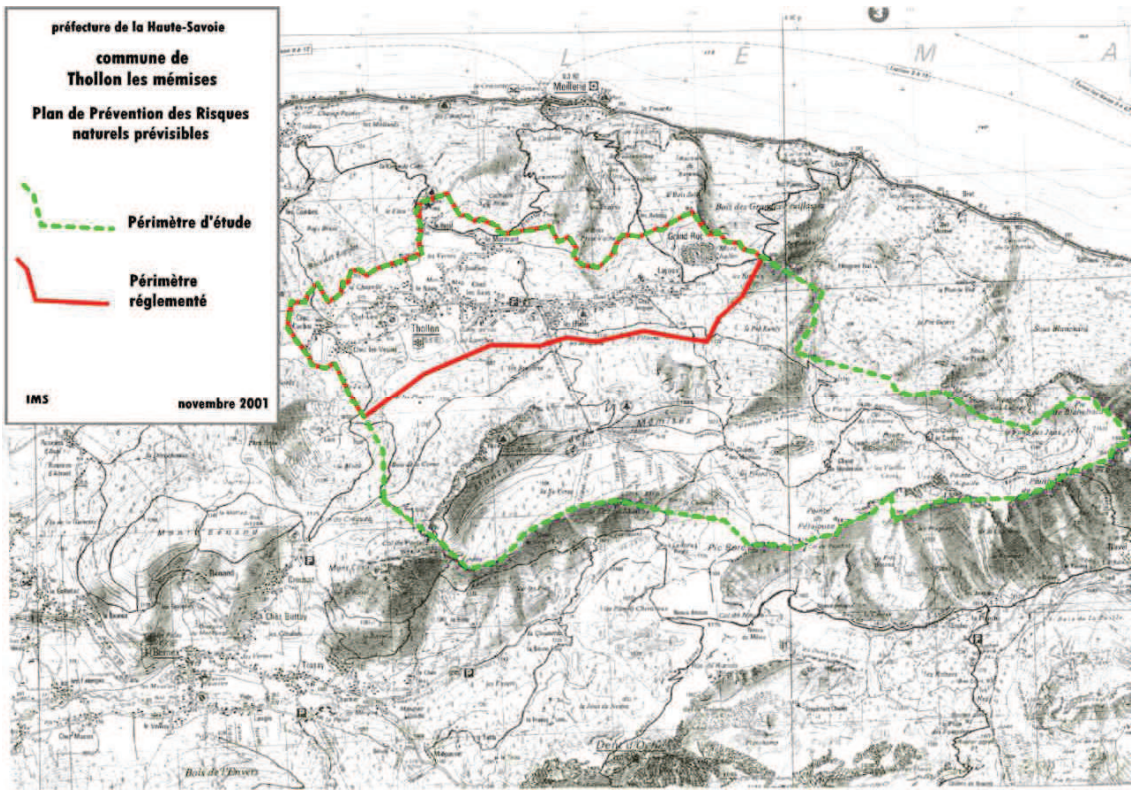
LE PERIMETRE REGLEMENTE

Le périmètre réglementé pourra être notablement réduit par rapport au périmètre d'études. Les versants sans urbanisme, sans voie de circulation ni exploitation agricole ou forestière ne nécessitent pas, sauf exception, de réglementation au titre du PPRN.

Seront également exclues de la zone réglementée les parties de domaines skiables exemptes de ces types d'occupation du sol.

Il faut ici rappeler que les domaines skiables font par ailleurs l'objet d'une analyse spécifique et systématique par les services déconcentrés du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie au regard des risques naturels.

Carte 5 : Périmètre d'étude et périmètre réglementé du PPRN de Thollon-les-Mémises (74)



Source : RTM 74 (à partir d'un fond de plan au 1/25 000).

La collecte des données

LA RENCONTRE D'HABITANTS

Lors du premier contact avec le maire sur le site, il est souhaitable de lui demander les coordonnées d'habitants connaissant bien le ou les territoires et donc concernés par la démarche.

Les souvenirs et témoignages recueillis chez eux ou sur le terrain font l'objet d'un compte-rendu écrit conservé par le service instructeur, mais il n'est pas nécessaire de citer nominalement ces « sachants » dans le dossier d'enquête publique.

LES PHOTOGRAPHIES AERIENNES

Les photographies panchromatiques classiques de l'Institut géographique national (IGN) sont des documents utilisables. Il faut préférer les photographies aériennes stéréoscopiques prises en infrarouge couleur pour l'Inventaire forestier national (IFN). Ce sont des documents particulièrement utiles pour repérer l'emprise des événements passés dans le couvert végétal (*cf.* la photographie 15).

Photographie 15 : Photographie stéréoscopique infra-rouge de l'Inventaire forestier national (IFN) sur la commune de Novel (74)

Source : IFN.

OU TROUVER LES INFORMATIONS EXISTANTES (CF. DOCUMENT 9) ?

La grande majorité des données relatives aux avalanches est conservée par le service RTM dans les onze départements où ceux-ci sont implantés (64, 65, 31, 09, 66, 06, 04, 05, 38, 73, 74). Les services de l'Etat, du conseil général, ainsi que les communes possèdent aussi parfois des rapports, photos ou témoignages écrits sur les principaux événements historiques. Tous possèdent les CLPA lorsqu'elles existent.

Il faut ici rappeler que par ailleurs une **Base de Données RTM** est consultable à l'adresse électronique suivante : http://rtm-onf.ifn.fr/

Il faut ici noter que les CLPA ont une nature comparable mais non identique aux cartes informatives de localisation des phénomènes naturels. En effet, il reste toujours nécessaire dans une démarche d'expertise de critiquer ces données et de les compléter par celles de natures différentes comme celles issues d'études d'historiens.

Enfin, pour l'ensemble des départements précités, l'Office national des forêts assure le suivi de l'Enquête permanente sur les avalanches (EPA).

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

Sur les départements où le service RTM n'a pas de représentant permanent, ce sont les services de l'Etat, les services de gestion de l'ONF et les communes qui ont conservé les quelques archives relatives à ce type d'événements.

Document 9

Les principales sources d'informations utiles aux études

• Les archives littéraires : coupures de presse, rapports circonstanciels des services techniques de l'État (DDT), des établissements publics (RTM ou gestion de l'ONF, EDF), ou des collectivités territoriales, travaux de recherche historiques des universitaires, monographie sur l'histoire des communes ou des vallées concernées.

Depuis de nombreuses années, les services RTM de l'Office National des Forêts recensent, à la demande de la DGPR, les évènements les plus marquants liés à des risques naturels (avalanches, crues torrentielles et mouvements de terrain) survenant dans leur département. Depuis 2011, ces informations sont disponibles sur le site http://rtm-onf.ifn.fr.

• Les archives photographiques : photographies aériennes de l'Inventaire forestier national (IFN) ou de l'Institut géographique national (IGN), photographies obliques de témoignage, photos de presse, photographies d'amateur de paysage prises souvent pour d'autres raisons que la présence de couloirs avalancheux, les cartes postales anciennes, les gravures et lithographies des siècles précédant l'apparition de la photographie.

• L'Enquête permanente sur les avalanches (EPA) : il existe deux générations de carnets (1902-1972 et 1972-2003). IRSTEA possède également toutes les données sous forme de fichiers informatisés. Ces données sont disponibles sur le site www.avalanches.fr

• Les cartographies thématiques (CLPA), les cartes de la végétation, les cartes de localisation des événements historiques. Ces données sont disponibles sur le site www.avalanches.fr

• Les Sites sensibles d'avalanches, correspondant à un inventaire national hiérarchisé des couloirs d'avalanche susceptibles de menacer la sécurité des personnes et des biens dans les massifs des Alpes, des Pyrénées, de la Corse mais aussi dans le Jura, les Vosges et le Massif Central.

• Les plans et cartes grand public : carte de l'IGN au 1/25 000, cartes géologiques du BRGM, plans parcellaires du cadastre, orthophotoplans, plans des pistes et des remontées mécaniques.

• Les études et expertises nivologiques : étude d'implantation de remontées mécaniques, étude de sécurisation des voies de circulation, étude pour la réalisation d'ouvrages de protection, étude réalisée pour la création d'Unités touristiques nouvelles (UTN).

Enfin depuis 2011, les statistiques de lame d'eau sur plusieurs jours sont disponibles, pour les Alpes sur le site www.avalanches.fr

• Le Plan d'intervention pour le déclenchement préventif des avalanches (PIDA) notamment les cartographies réalisées sous la responsabilité du maire et précisant les aires qui doivent être interdites à toute fréquentation lors des purges.

• Les Plans des zones exposées aux avalanches (PZEA) réalisés entre 1972 et 1985.

• La cartographie réalisée en application de l'article R. 111-3, entre 1977 et 1995.

• Les données topographiques : bases de données topo et MNT de l'IGN ou des services départementaux.

• Les dossiers de demandes de reconnaissance de l'état de catastrophes naturelles (CAT-NAT), consultables en mairie ou en préfecture.

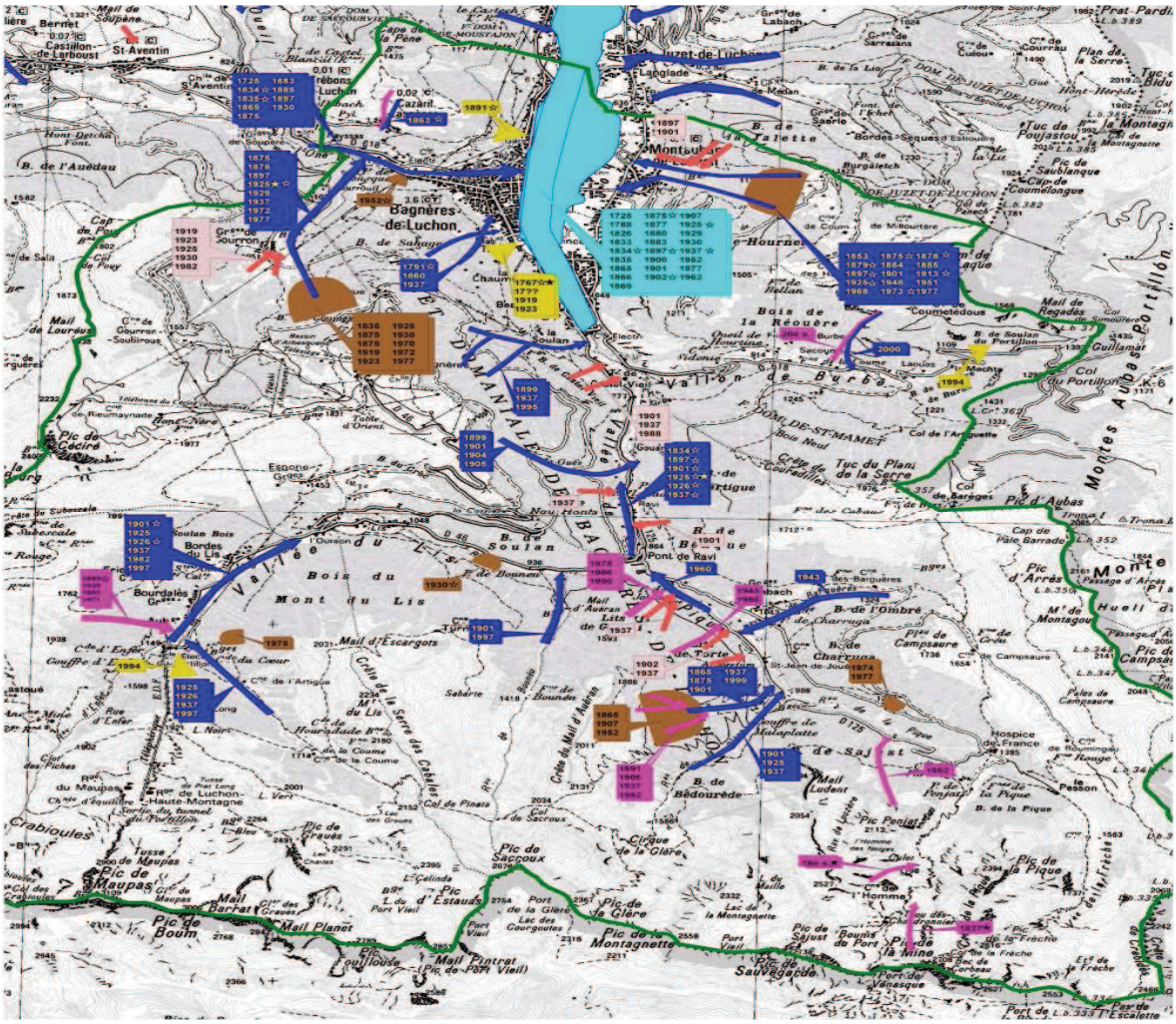
La carte informative des phénomènes naturels

Une **carte informative des phénomènes naturels** est dessinée pour synthétiser l'ensemble de ces informations préliminaires.

Lors de l'élaboration du PPRN multirisques, ce même document affichera également les données concernant les autres phénomènes traités par le PPRN (torrents et mouvements de terrains notamment à l'exemple de la carte 6).

Cette **carte informative de localisation des phénomènes naturels** permet de créer assez facilement le consensus du groupe de travail, notamment avec les représentants des collectivités locales.

Carte 6 : Carte informative des phénomènes naturels dans la haute vallée de la Pique (31)



Source : RTM 31, , échelon pyrénéen (à partir d'un fond de plan au 1/50 000).

Elle doit être accompagnée d'un tableau récapitulatif des données récoltées. L'illustration du texte par quelques photos témoignages est très utile (*cf.* la photographie 16).

Photographie 16 : Avalanche du 31 janvier 1942 sur le sanatorium de Guébrian à Passy (74)

Source : RTM 74.

La conduite des études d'aléas

L'affichage des seuls événements passés confirmés ou supposés ne suffit pas à décrire les phénomènes probables à venir. Il est aussi nécessaire de décrire ce qui pourrait se produire au-delà des limites issues de la mémoire collective, car elle peut n'être que partielle.

La demande de sécurité n'est pas la même suivant le type de situation auquel sont confrontés les individus :

- le promeneur qui souhaite pouvoir traverser un couloir d'avalanche sans se faire emporter par celle-ci ; sa demande de sécurité concerne un laps de temps de quelques minutes ;
- le gestionnaire d'une route exposée à ce type d'aléa qui vit cette exigence à chaque période critique durant la saison ; soit quelques journées par année, rarement quelques semaines ;
- le propriétaire d'une résidence en montagne qui tient à jouir de son bien aussi longtemps que nécessaire et, comme parfois il a le projet de le donner en héritage, sa demande couvre plusieurs décennies ;
- l'ensemble des populations concernées relayées par les élus qui demandent que tout ce qui est possible soit mis en œuvre pour qu'il n'y ait plus de victimes dues à ces avalanches ; la période de sécurité demandée est, dans cette attente, infinie...

Les aléas de référence

Un aléa est défini comme un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données dans le guide général sur les PPRN, édité en 1997.

Les caractéristiques, tant en probabilité d'occurrence qu'en intensité du phénomène, à prendre en compte pour la gestion du risque en l'état de la connaissance déterminent l'« aléa de référence ».

Il convient dans le cas des avalanches :

- de préciser la période de retour (T) prise en compte ;
- de décrire les caractéristiques des phénomènes à venir les plus dommageables, donc ceux dont les grandeurs physiques seront les plus importantes et qui présentent une probabilité d'occurrence de l'ordre de 1/T chaque année.

La définition de l'aléa n'intègre évidemment pas les notions de vulnérabilité des biens et des personnes exposés.

Toutefois, la sensibilité à ce type d'exposition est à prendre en compte pour que dans le cadre de la sécurité des biens et des personnes des mesures préventives de sauvegarde et de protection spécifiques soient mises en œuvre.

Les constructeurs professionnels savent bâtir des ouvrages capables de résister à une pression donnée et il est économiquement acceptable que des bâtiments puissent subir des dommages lors d'épisodes météorologiques rares.

Pour la résistance des bâtiments, il est fait référence à la plus forte avalanche connue depuis le milieu du 19ème siècle. Dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une avalanche de probabilité d'occurrence centennale, avalanche ayant une probabilité d'1 % de se produire chaque année, cette dernière sera appelée *« aléa de référence centennal »*.

Les avalanches étant des phénomènes soudains, rapides et violents, ne permettent pas aux personnes menacées de s'échapper une fois le phénomène déclenché. Il convient donc que les occupants soient informés des moyens d'alerte existants et des consignes de sécurité à observer en vue de leur propre protection.

Cependant, des événements exceptionnels, de plus forte intensité et de plus grande extension mais plus rares nécessiteront des mesures préventives spécifiques en période de risque fort (niveau de vigilance météorologique, indice du risque d'avalanche selon l'échelle européenne, secteurs concernés…). Les autorités mettent alors en œuvre les mesures opérationnelles adaptées : diffusion de l'alerte, consignes de comportement (évacuation / confinement), déploiement des secours…

En cas d'événement exceptionnel, la référence à l'avalanche de probabilité d'occurrence centennale n'est plus suffisante et il faut alors faire référence à une avalanche exceptionnelle, appelée *« aléa de référence exceptionnel »*.

Ainsi, sur un même site, il y aura donc bien deux aléas de référence, l'un correspondant aux mesures à prendre pour assurer la sécurité des biens et des personnes et l'autre correspondant aux mesures spécifiques à prendre pour assurer la seule sécurité des personnes et sur un territoire nécessairement plus large.

La qualification de l'aléa

L'avalanche peut être caractérisée par deux composantes principales : son intensité et son extension. Il convient d'examiner leurs caractéristiques, de décrire les méthodes pour les estimer et de les qualifier selon différents niveaux de classement.

- **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). Toutefois cette contrainte dépend de la forme et de la taille de l'obstacle.

- **L'extension :**

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

Pour l'aléa de référence centennal, cette aire correspond à l'enveloppe des pressions susceptibles de produire des dommages, même légers. Il s'agit donc de l'enveloppe des secteurs atteints par le phénomène.

Pour l'aléa de référence exceptionnel, il s'agit uniquement de l'enveloppe totale du ou des phénomènes retenus, en fait avec une pression probablement supérieure à 1 kPa.

Les méthodes de qualification de l'aléa

Pour cartographier l'aléa, il existe trois approches complémentaires qui seront menées ou pilotées par le même expert.

- **L'étude historique :**

Elle exploite les archives disponibles et les témoignages. Elle permet de décrire le ou les événements historiques pouvant servir de référence, c'est-à-dire ceux qui ont eu la plus forte extension et/ou qui furent les plus dommageables.

- **L'analyse géomorphologique :**

Elle exploite les données issues de la prospection de terrain et de la photo-interprétation. Elle est complétée, quand cela est possible, par une comparaison avec des couloirs similaires aux aléas de référence déjà qualifiés.

- **La modélisation :**

Elle doit permettre de mieux déterminer certains paramètres de l'avalanche dans le site. Elle reste réservée aux situations avec des enjeux forts ou lorsqu'une divergence d'analyse marquée apparaît avec les acteurs locaux. Elle suppose de disposer de nombreuses données de calage des modèles.

Les modèles prennent couramment comme variables d'entrée les conditions d'enneigement les plus défavorables sur la période de référence considérée. Il est à noter que le fait de raisonner indirectement (en terme de chute de neige) et non directement (en terme de fréquence d'avalanche) semble aller dans le sens de la sécurité. (*cf.* annexes).

La synthèse de toutes les informations issues de ces différentes approches permet à l'expert de cartographier et de qualifier les aléas de référence.

La qualification de l'aléa de référence centennal

Pour la qualification spatiale de l'aléa de référence centennal, l'étude historique et l'analyse géomorphologique ont une importance prépondérante et suffisent souvent à estimer l'enveloppe possible de la zone de destruction des bâtiments.

Lors de l'étude historique, on s'attachera en particulier à obtenir le plus d'informations et de données possibles sur les plus grosses avalanches connues sur le site depuis le milieu du XIXe siècle. Lors de l'analyse morphologique, la possibilité de comparer le site avec d'autres couloirs similaires (en particulier ceux où les données historiques sont les plus instructives ou bien ceux où les aléas de référence sont déjà qualifiés) sera examinée avec soin.

Pour qualifier les aléas à l'intérieur de l'enveloppe de la zone de destruction possible des bâtiments, la détermination de l'intensité peut souvent se faire « à dire d'expert », par des raisonnements simples sur la vitesse vraisemblable de l'avalanche.

La qualification de l'aléa de référence exceptionnel (AE)

Ce niveau d'aléa peut correspondre à un événement historique extrême antérieur au milieu du 19ème siècle (fin du Petit Age Glaciaire), à un événement très ancien dont l'existence et/ou l'extension paraissent douteuses (témoignages contradictoires et parcours difficilement compréhensible…).

L'affichage du risque exceptionnel dans les PPR avalanches est de nature à contribuer à une bonne information des habitants, à clarifier les responsabilités et ainsi à ne pas laisser les élus les assumer seuls en cas de recours juridique ou de situations de crise. En effet, l'Etat prend sa part de responsabilité au moment de l'élaboration du PPR et lors des épisodes de crise.

Pour la cartographie de l'aléa de référence exceptionnel, l'étude historique et l'analyse géomorphologique restent prépondérantes pour estimer l'enveloppe de cet aléa.

Lors de l'étude historique, toute information suffisante sur les plus grandes avalanches connues sur le site doit aider à préciser les limites de l'aléa de référence exceptionnel, même s'il s'agit d'événements du Petit Age Glaciaire.

Si des modélisations sont mises en œuvre, elles se feront avec des hypothèses au moins tri-centennales.

A ce stade de la qualification de l'aléa, le service instructeur organisera une réunion de présentation et d'échanges avec les acteurs territoriaux, et en premier lieu les élus locaux, avant d'arrêter les limites des enveloppes de l'aléa avalanche. Cette réunion sera l'occasion d'échanger sur les résultats de l'enquête historique et le cas échéant sur ceux d'une modélisation et d'aborder les secteurs présentant des enjeux particulièrement sensibles.

Les niveaux d'aléas

Pour des raisons de lisibilité des documents graphiques, la cartographie des aléas gravitaires rapides n'a couramment retenu que trois niveaux :
– un degré fort **(3)** ;
– un degré moyen **(2)** ;
– un degré faible **(1)**.

Les zones où l'aléa présente un degré négligeable ou nul font l'objet d'une réflexion sans être identifiées sur la carte. Ce sont les zones reconnues indemnes d'aléa prévisible à l'intérieur du périmètre d'étude.

Depuis des réflexions menées à partir du milieu du 20ème siècle par l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches à Davos (CH), une contrainte 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).

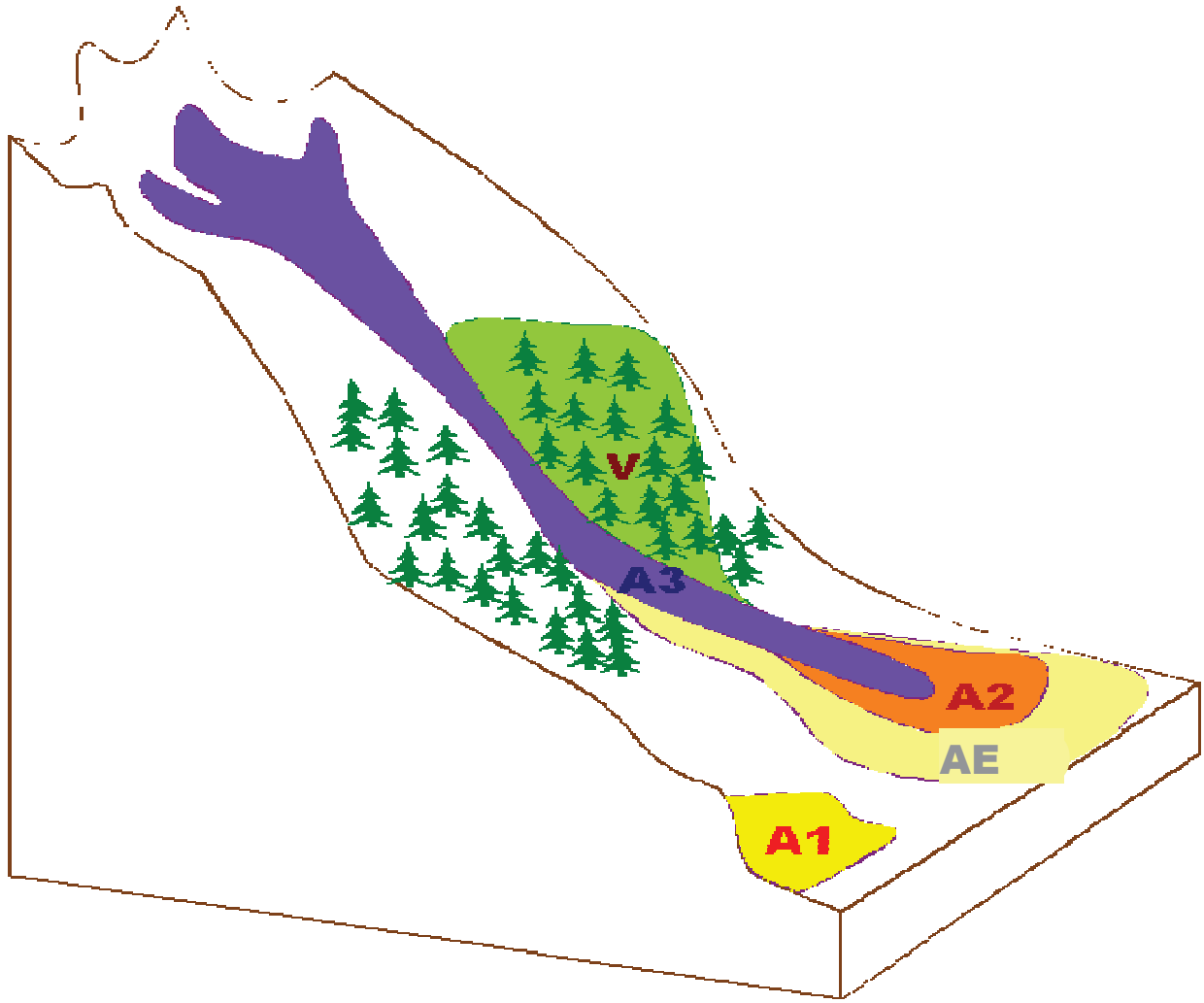
Par conséquent (*cf.* le tableau 5 et les figures 5 et 6) :

- l'aire couverte par l'aléa de référence centennal et où les pressions de l'avalanche sont égales ou supérieures à 30 kPa, est classée en degré d'**aléa fort** noté **A3** ;
- l'aire couverte par l'aléa centennal, mais où les pressions de l'avalanche sont inférieures à 30 kPa, est classée en degré d'**aléa moyen** noté **A2** ;
- les secteurs couverts par des avalanches de faible amplitude, du type de celles produites par la purge de talus, sont classés en degré d'**aléa faible** noté **A1** ;
- l'aire couverte par l'**aléa de référence exceptionnel** qui peut ne pas être concernée par l'événement de référence centennal mais qui le recouvre systématiquement lorsque ce dernier est identifié, est classée en zone spécifique notée **AE**.

Tableau 5 : Niveaux d'aléas avalanches

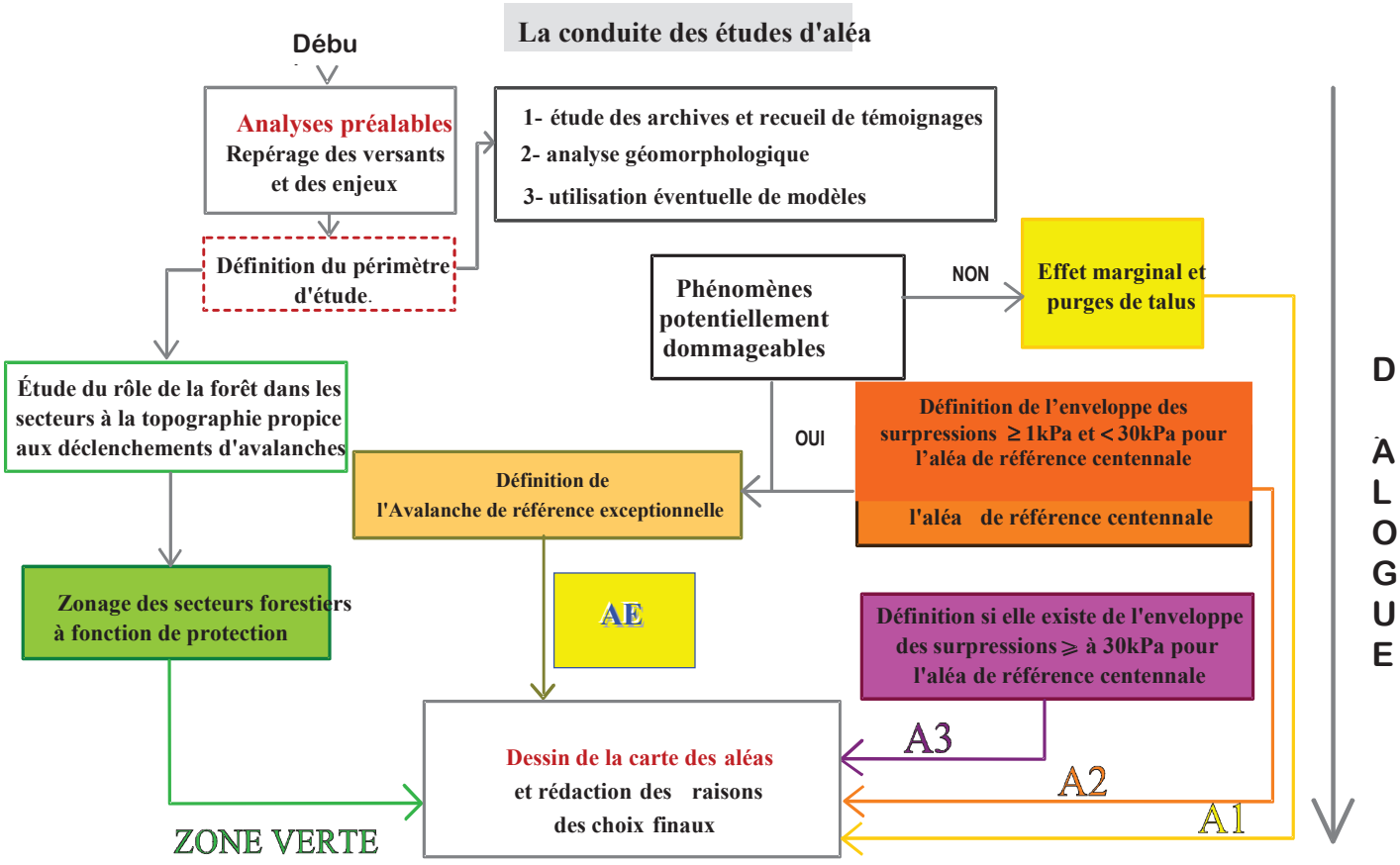
Aléa de référence Þ Intensité ⇓	Centennal	Exceptionnel
P ≥ 30 kPa	A3	AE
1 kPa < P < 30 kPa	A2	
Faible et non quantifiable, 0 kPa < P < 1 kPa, purges de talus...	A1	

Figure 5 : Récapitulatif des différentes zones d'aléas possibles



Légende :
– A3 : aléa centennal fort ;
– A2 : aléa centennal moyen ;
– A1 : aléa centennal faible (talus, coulées secondaires) ;
– AE: aléa exceptionnel ;
– V : zone « verte » non directement exposée mais source possible d'aléa en cas de disparition de la forêt.
NB : sauf lorsque l'aléa de référence exceptionnel concerne un secteur pour lequel il n'existe pas d'aléa de référence centennal, cette zone englobe les zones A2-A3 décrites ci-dessus.

Figure 6 : Synthèse, pour un couloir donné, des étapes conduisant à la cartographie des aléas



L'identification des zones non directement exposées aux risques

Il s'agit des zones où l'implantation de constructions, d'ouvrages, d'aménagements ou encore la mise en exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

Ce sont les secteurs où l'aléa avalanche n'a pas été identifié mais où des modifications du site pourraient le révéler dans l'hypothèse d'une mauvaise gestion forestière, de travaux routiers ou autres sans réflexions préalables. C'est plus particulièrement le cas des zones de départ potentielles bénéficiant d'une fonction de protection par la forêt.

En montagne, ces zones sont, pour la plupart, couvertes de forêts ou de végétation arbustive. Pour cette raison, le chargé d'étude pourra identifier ces zones « vertes » (marquées V sur la figure 5) avec une réglementation sylvicole spécifique qui sera abordée dans le chapitre traitant de l'élaboration du PPRN.

En ce qui concerne la méthode, les critères topographiques de localisation des zones de départ sont décrits dans la première partie du guide. Le repérage de tels contextes sous le couvert forestier peut être tenté par une simple prospection de terrain. Les difficultés d'accès, doublées d'une visibilité par nature limitée, rendent cette phase très aléatoire et peuvent se traduire par un document hétérogène. Pour ces raisons, on pourra utiliser un Système d'information géographique (SIG) et un Modèle numérique de terrain (MNT) dont le maillage est égal ou inférieur à 50 mètres, pour tenter d'identifier automatiquement ces secteurs de déclenchement camouflés par le masque forestier. Ce repérage doit impérativement être validé sur le terrain (*cf.* annexes).

L'évaluation des enjeux

Il est nécessaire d'identifier et d'évaluer les enjeux qui sont d'ordre humain, socio-économique, patrimonial et environnemental. Ces enjeux correspondent aux espaces urbanisés, aux infrastructures et équipements de services et de secours ainsi qu'à certains espaces non directement exposés aux aléas mais qui peuvent les aggraver, ou dont l'utilisation ou le fonctionnement peuvent être perturbés.

Les principaux enjeux qu'il convient de décrire sont les suivants :

1) Les espaces urbanisés :

- les centres urbains et les zones d'habitations denses ;
- les autres parties actuellement urbanisées ;
- les zones actuellement protégées par des ouvrages ;
- le patrimoine historique.

2) Les infrastructures et équipements de services ou de secours :

- les voies de circulation structurantes existantes ou en projet ;
- les voies de desserte locale de l'habitat et des équipements quels que soient leurs régimes ;
- les Établissements recevant du public (ERP) tels que les hôpitaux, les écoles, les maisons de retraite, les salles des fêtes, etc. ;
- les équipements sensibles tels que les centres de secours, les centraux téléphoniques, les transformateurs et pylônes électriques, les plates-formes pour la dépose d'hélicoptère (DZ), les barrages... ;
- les activités économiques en particulier celles classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les commerces pour l'approvisionnement en nourriture en cas de route coupée par les avalanches...

Par ailleurs, en complément de ces enjeux, devront être également décrits :

3) Les espaces non directement exposés aux risques, mais concourant à la protection des zones exposées, notamment les espaces forestiers.

4) Les ouvrages de défense active ou passive (et leurs maîtres d'ouvrage).

5) Les pistes de ski et voies de circulation sécurisées par des déclenchements préventifs.

6) Les secteurs urbanisés, situés dans des zones indemnes d'aléa, mais dont l'accès nécessite de traverser une zone avalancheuse.

7) Les enjeux futurs, plus particulièrement ceux qui pourraient aggraver le risque, tels qu'ils apparaissent dans les divers documents d'urbanisme et de planification : SCOT, PLU, carte communale, ZAC, UTN...

Ce recensement doit, dans la plupart des cas, faire l'objet d'une carte spécifique d'enjeux.

C'est à ce stade que le croisement entre les aléas et les enjeux détermine les risques pour les personnes et les biens, ce qui permet de justifier la cartographie réglementaire et de définir les mesures de prévention adaptées.

Les principes d'élaboration des cartes

Ils concernent notamment les cartes informatives des phénomènes naturels, des aléas et des enjeux. Les documents graphiques doivent être facilement lisibles et compréhensibles par les non-spécialistes. Ils présenteront une homogénéité dans les choix graphiques avec les documents réalisés sur les mêmes territoires mais traitant d'autres aléas.

La carte informative des phénomènes naturels

On utilise en général le fond topographique de l'IGN à l'échelle du 1/25 000 éventuellement agrandi au 1/10 000, sur lequel figurera le périmètre d'étude. Les dates des événements majeurs, lorsqu'elles sont connues, peuvent être mentionnées sur la carte.

Il est souhaitable de distinguer de manière graphique, à ce niveau, les couloirs pour lesquels on possède des archives et témoignages authentifiés des sites ou des extensions de sites sur lesquels il n'y a aucune donnée historique.

La localisation des ouvrages de protection actifs ou passifs ainsi que les appareils de déclenchement préventif, lorsqu'ils sont fixes, peuvent déjà être mentionnés sur ce document. La CLPA, lorsqu'elle existe, servira de base à ce document mais elle sera complétée en tant que de besoins.

La carte des aléas

Comme pour la carte informative, on utilise en général le fond topographique de l'IGN à l'échelle du 1/25 000, agrandi au 1/10 000 (*cf.* la carte 7) ou les ortho-photographies. En présence de forts enjeux et si l'importance des données exploitables le permet, il est possible de cartographier les aléas d'avalanche sur des fonds topographiques plus précis.

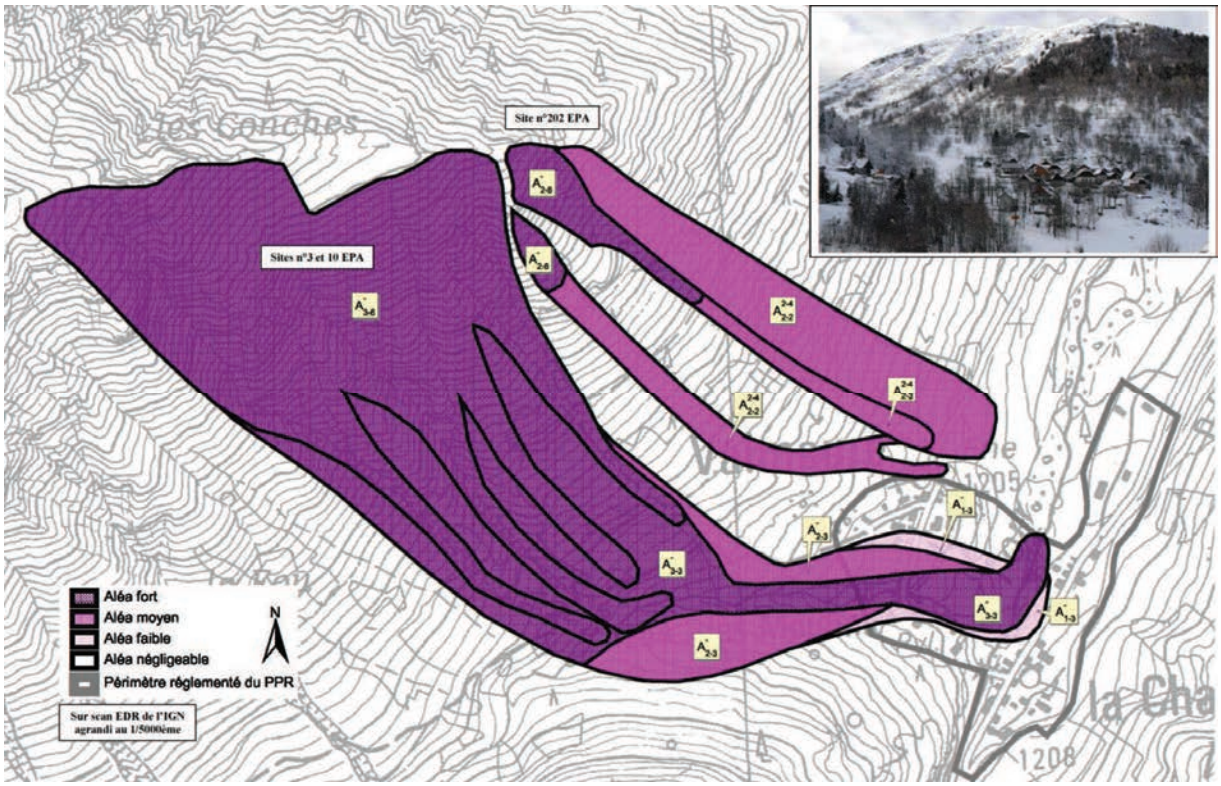
Dans tous les cas on doit éviter, à ce stade, d'utiliser le fond parcellaire cadastral.

Cette carte comporte :

- le **périmètre d'études** qui englobe nécessairement les zones sources d'aléa ;
- la **délimitation des zones** homogènes d'aléa fort, moyen, faible, d'AE et zones vertes ;
- la **coloration** de ces différentes zones avec des teintes ou trames bien différenciées (déclinaison d'une même couleur en trois nuances ou succession de couleur logique) ;
- une **nomenclature** alpha-numérique permettant au lecteur de faire le lien avec le rapport de présentation.

En cas de PPRN multirisques (avalanche et mouvements de terrains ou inondations...), il est souhaitable de présenter également une carte de synthèse des aléas naturels pour le périmètre d'études.

Carte 7 : Exemple de la carte des aléas du hameau de Valmaure à St Colomban-des-Villards (73)



Source : RTM.

La carte des enjeux

On dessine de préférence cette carte sur le même fond topographique que celui utilisé pour la carte des aléas, facilitant ainsi le croisement des informations pour le lecteur.

Cette carte comporte les éléments décrits précédemment. Il faut garder à l'esprit qu'il est préférable de présenter une carte lisible plutôt qu'une carte qui se voudrait très détaillée.

Dans la plupart des cas, une seule carte des enjeux sera établie dans le cadre d'un PPRN multirisques.

La localisation des ouvrages de protection actifs ou passifs ainsi que les appareils de déclenchement préventif, lorsqu'ils sont fixes, peuvent utilement figurer sur cette carte.

Le report sur cette carte, du périmètre du zonage réglementaire permet de justifier les choix.

ÉLABORATION DU DOSSIER PPRN AVALANCHES

Les caractéristiques du PPRN

Le PPRN est régi par les articles L. 562-1 à L. 562-9 et R. 562-1 à R. 562-12 du Code de l'environnement. Ses caractéristiques, sommairement rappelées ici, sont détaillées dans le « guide général ».

Domaine d'intervention

Le PPRN a pour objet de délimiter les zones directement exposées à des risques et les zones non directement exposées, mais où certaines occupations ou usages du sol pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux (article L. 562-1-II 1e et 2e du Code de l'environnement).

Il y réglemente en premier lieu des projets d'installations nouvelles :

- Avec un champ d'application étendu puisqu'il peut intervenir sur tous types de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle, pour leur réalisation, leur utilisation ou leur exploitation.

- Avec des moyens d'action variés allant de prescriptions de toute nature (règles d'urbanisme, de construction, d'utilisation et d'exploitation) jusqu'à l'interdiction totale.

Le PPRN peut également définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques et par les particuliers. Cette possibilité vise notamment les mesures liées à la sécurité des personnes et à l'organisation des secours, et des mesures d'ensemble qui ne seraient pas associées à un projet particulier comme de maintenir ouverte une voie de circulation réservée en priorité aux véhicules de sécurité (article L. 562-1-II 3e du Code de l'environnement).

Le plan communal de sauvegarde (PCS) définit, sous l'autorité du maire, l'organisation prévue par la commune pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques connus (les communes devant élaborer ce PCS dans un délai de deux ans à compter de la date d'approbation du PPRN).

Enfin, le PPRN peut agir sur les biens et activités existants, avec un champ d'application équivalent à celui ouvert pour les projets nouveaux. Toutefois, pour les biens régulièrement autorisés, il ne peut imposer que des « aménagements limités » dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée de ces biens (article

R. 562-5 du Code de l'environnement).

Application du PPRN

Le PPRN approuvé vaut servitude d'utilité publique (article L. 562-4 du Code de l'environnement). Il est donc impératif de veiller à la cohérence entre les règles du PLU et celles du PPRN. Lorsqu'il porte sur des territoires couverts par un PLU ou une carte communale, il doit lui être annexé au plus tard dans les douze mois de son approbation, conformément à l'article L. 126-1 du Code de l'urbanisme. Cette disposition est impérative car seules les servitudes annexées au plan peuvent être opposées aux demandes d'occupation du sol.

Par ailleurs, les manquements à l'application des dispositions d'un PPRN sont passibles des sanctions pénales mentionnées à l'article L. 562-5 du Code de l'environnement.

Le PPRN peut également rendre obligatoire, dans un délai maximal de cinq ans, la réalisation de certaines mesures de prévention, de travaux de protection et de sauvegarde ou de mesures applicables à l'existant. À défaut de mise en conformité dans le délai prévu, le préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur (article L. 562-1-III du Code de l'environnement). Ce type de mesures très contraignantes n'est à utiliser que dans les cas extrêmes d'insécurité des personnes.

Les assureurs ont la possibilité d'appliquer certaines dérogations à l'obligation de garantie des catastrophes naturelles, en cas de violation des règlements PPRN et des règles administratives de prévention des catastrophes naturelles en vigueur (article L. 125-6 du Code des assurances).

Les conditions d'élaboration

Le décret n°2011-765 du 28 juin 2011 modifiant l'article R562-2 du Code de l'environnement prévoit que le PPRN soit approuvé dans les trois ans qui suivent sa prescription. Ce délai est prorogeable une fois d'une durée maximale de 18 mois par arrêté motivé du Préfet si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte la complexité du plan ou l'ampleur et la durée des consultations.

Les conditions d'élaboration sont résumées dans le tableau 6. La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la prévention des dommages a élargi la consultation et renforcé la concertation. L'article L.562-2 du Code de l'environnement prévoit désormais que les modalités de concertation pour chaque projet de PPRN doivent être définies par le préfet dès le début de la procédure.

De plus, les collectivités territoriales et les EPCI concernés sont désormais associés à chaque étape d'avancement du projet de PPRN. L'élaboration réserve donc un temps à une consultation formalisée, selon les procédures habituelles notamment la consultation des collectivités territoriales et des EPCI concernés et, le cas échéant, du centre régional de la propriété forestière et de la chambre d'agriculture.

En l'absence de réponse, tous les avis sont réputés favorables dans le délai de deux mois après la consultation. L'enquête publique est également une étape importante. Pour faciliter l'information et l'explication du projet, un rôle plus important est donné au commissaire enquêteur qui doit notamment auditionner le maire. La mise en œuvre de l'enquête publique tient compte des nouvelles dispositions applicables au 1er juin 2012 apportées par le décret n°2011-2018 du 29 décembre 2011. La décision finale revient au préfet à qui la loi confie la responsabilité d'approuver le PPRN.

Evaluation environnementale des PPRN

Le décret n°2012-616 du 2 mai 2012 relatif à l'évaluation de certains plans et documents ayant une incidence sur l'environnement impose que tous les plans de prévention des risques naturels prescrits à compter du 1er janvier 2013, fassent l'objet d'une évaluation environnementale après un examen au cas par cas.

L'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement, le Préfet de département pour les PPRN, détermine au regard des informations fournies par la personne publique responsable et des critères de l'Annexe II de la directive n° 2001/42/ CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à

l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, si une évaluation environnementale doit être réalisée (article R122-18 du CE).

L'arrêté de prescription mentionne si une évaluation environnementale est requise en application des dispositions de l'article R.122-18 du CE. Lorsque la décision de soumettre (ou non) le PPRN à évaluation environnementale est explicite, elle est annexée à l'arrêté de prescription.

Importance du dialogue local

Ce point qui est déjà abordé dans le paragraphe « intérêt d'une association et d'une concertation précoces », mérite d'être souligné à ce stade de l'avancement de la procédure. La concertation du public et l'association des collectivités doivent débuter dés le début du processus d'élaboration.

Si l'élaboration et l'approbation du PPRN sont de la responsabilité de l'État, le document vise directement les conditions d'occupation et d'utilisation du sol qui relèvent de domaines de compétences principalement dévolus aux communes, notamment l'urbanisme et la sécurité.

Le dialogue avec les élus et acteurs locaux est donc nécessaire avant, pendant et même après la phase procédurale. Depuis la loi du 30 juillet 2003, le préfet définit les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet de PPRN (article L. 562-3 du Code de l'environnement).

Les partenaires sont :

- les élus des collectivités locales ;
- les services déconcentrés de l'État ;
- les experts du domaine scientifique ;
- les socioprofessionnels concernés par le risque d'avalanche (gestionnaires des domaines skiables, agriculteurs, forestiers...) ;
- les représentants d'associations dont les associations de sinistrés et des associations locales ayant une connaissance particulière du patrimoine, des milieux et de leur histoire...

On pourra utilement s'inspirer de la composition de la commission départementale des risques naturels majeurs.

Cette démarche doit contribuer à l'instauration d'un climat de confiance indispensable à l'appropriation des risques et des choix qui fondent le projet de PPRN. Il sera également plus aisé d'aboutir à une vision commune de la démarche de prévention.

Un délai de maturation peut, dans certain cas, être nécessaire et donc conduire à prolonger la phase de concertation. Le cas échéant certaines mesures urgentes peuvent être mises en application anticipée. En cours d'élaboration, et si l'urgence le justifie, le préfet peut rendre certaines dispositions du projet de PPRN immédiatement opposables en application de l'article L.562-2 du Code de l'Environnement. Ces dispositions ne peuvent concerner que les projets nouveaux et ne visent que les zones dans lesquelles il est réglementé. Le préfet peut, après consultation des maires concernés, les rendre immédiatement opposables à toute personne publique ou privée par une décision rendue publique. Ces dispositions cessent d'être opposables si elles ne sont pas reprises dans le plan approuvé.

Enfin, l'approbation du PPRN devra être suivie de l'élaboration par le maire de la commune concernée d'un plan communal de sauvegarde (article 13 de la loi de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004).

Dans tous les cas, une attention particulière sera accordée à la cohérence des différentes mesures définies par chacun des documents.

Le dossier réglementaire

Il résulte de l'article R.562-3 du code de l'environnement que le dossier du projet de PPRN comprend les pièces réglementaires, donc obligatoires, suivantes :

1) 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.

2) Un ou plusieurs documents graphiques délimitant le zonage réglementaire.

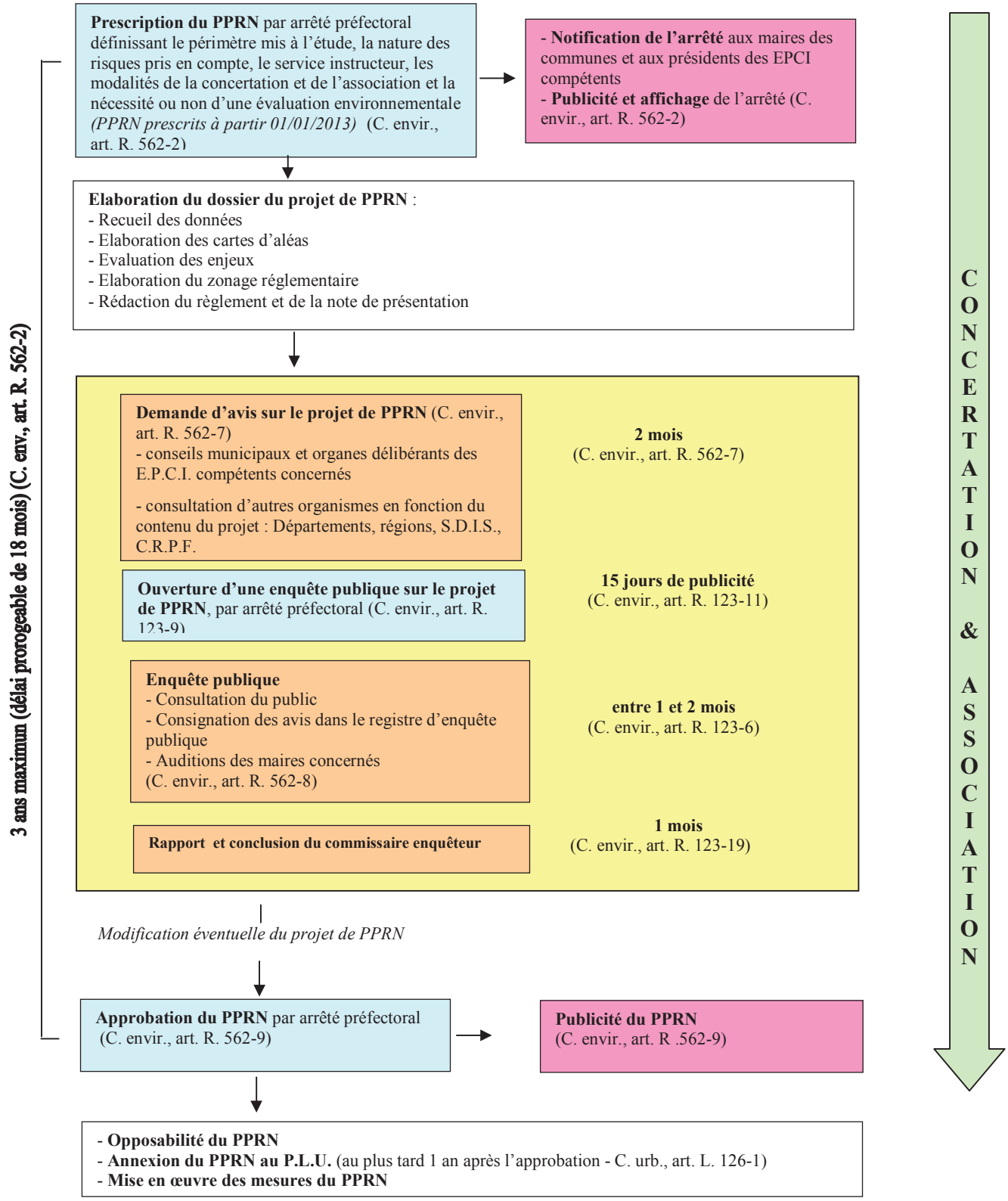
3) Un règlement précisant en tant que de besoin :

- les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune des zones délimitées par les documents graphiques ;
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;
- les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés, existants à la date d'approbation du plan.

Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est rendue obligatoire et le délai fixé pour leur réalisation (ce délai ne peut dépasser cinq ans).

Dans un souci de pédagogie et d'information, il est indispensable de joindre les cartes établies : carte informative des phénomènes naturels, carte des aléas, carte des enjeux, etc.

Tableau 6 : Procédure d'élaboration du PPRN



Procédure de révision et de modification des PPRN

La procédure de révision et de modification des PPRN est définie par l'article L.562-4-1 et par l'article R.562-10 et 10-1 et 10-2 du code de l'environnement.

Lorsque les circonstances l'exigent (évolution des facteurs naturels ou de la connaissance du problème, prise en compte de travaux importants de sécurisation), un PPRN peut être révisé, sur tout ou partie de la surface couverte, selon la même procédure et les mêmes modalités que son élaboration initiale : prescription, élaboration, consultation, approbation.

Toutefois, lorsque le PPRN couvre l'ensemble d'un bassin de risques et que les modifications apportées ne concernent que l'une des communes, voire qu'une partie de cette commune, l'enquête publique se limite à cette commune, ce qui contribue à simplifier la procédure.

Le PPRN peut également être modifié sans enquête publique, en application du décret n° 2011-765 du 28 juin 2011 (article R.562-10-1 et 10-2 du code de l'environnement). Cette procédure simplifiée peut être utilisée à la condition que la modification ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan et qu'elle ait comme objectif de :

- rectifier une erreur matérielle ;
- modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ;
- modifier le zonage réglementaire du PPRN, pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait.

En lieu et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification. La circulaire du 28 novembre 2011 précise les modalités de recours à cette procédure.

La note de présentation

La note de présentation est un document important qui a pour fonction d'expliquer et de justifier la démarche PPRN et son contenu. Elle doit être suffisamment claire, étayée et pédagogique pour convaincre de l'opportunité de la réglementation mise en place par le PPRN.

Elle peut être plus ou moins succincte en fonction des informations disponibles et de la superficie traitée, et doit présenter clairement :

- la gestion actuelle du risque avalanche ;
- les études et documents existants sur le secteur ;
- les raisons de la prescription du PPRN ;
- le périmètre d'étude ;
- les événements naturels passés connus ou supposés ;
- le mode de qualification de l'aléa avalanche ;
- les enjeux humains, socio-économiques et environnementaux ;
- le zonage et le règlement.

La gestion actuelle du risque avalanche

La prise en compte du risque lié aux avalanches est très variable d'une commune à l'autre, voire d'un couloir à l'autre. Elle est directement issue des événements passés et de la perception qu'ont les divers acteurs du territoire de l'importance des enjeux. Dans tous les cas, il est de la responsabilité du maire (article L. 2211 et suivants du Code général des collectivités territoriales) d'assurer la sécurité publique.

La note de présentation détaillera les objectifs recherchés par la prévention des risques, les principaux dispositifs existants aux niveaux de la surveillance, de l'information, de l'alerte, de la protection des lieux habités et resituera le PPRN dans le contexte général de l'intervention de l'État en matière d'avalanche. Elle décrira la concertation engagée aussi bien sur le plan technique que réglementaire et pourra comprendre le bilan de la concertation réalisée.

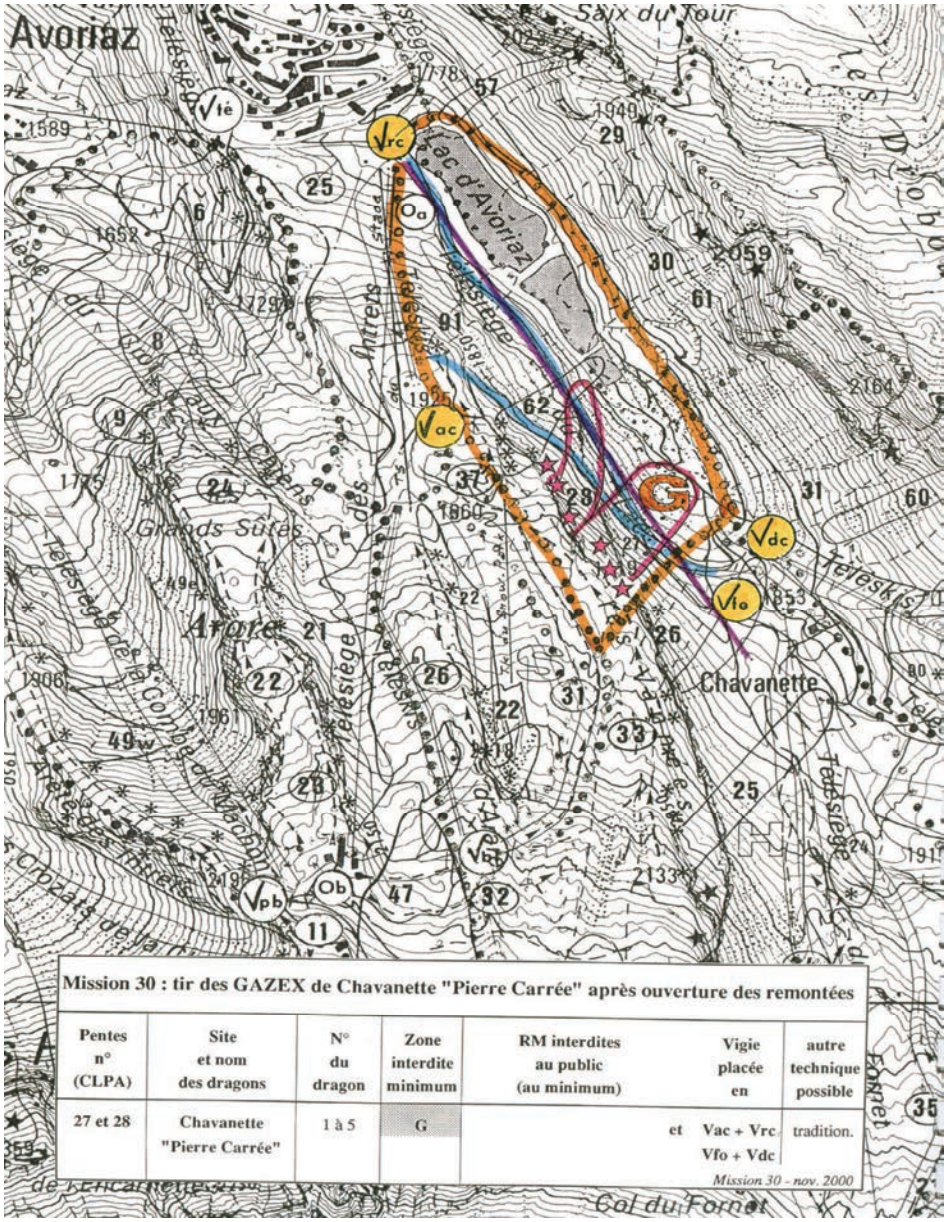
Pour ces raisons, il est nécessaire de rappeler dans la note de présentation quels sont les acteurs présents sur la zone concernée :

- direction interdépartementale des routes pour les routes nationales ;
- services du conseil général pour les routes départementales ;
- SNCF, RFF ou société locale pour les voies ferrées ;
- services des pistes pour les stations de ski ;
- services communaux pour les zones habitées et les voix communales ;
- diverses structures en charge de l'exploitation ou l'entretien d'espaces ou d'équipements publics tels que des aménagements hydroélectriques, des antennes de transmissions hertziennes, des forêts publiques, etc.

Les différents modes de gestion sont également récapitulés dans le dossier, par exemple :

- fermetures saisonnières ou circonstancielles d'accès ou de tronçons de voies ;
- déclenchement préventif décrit dans un Plan d'intervention pour le déclenchement des avalanches (PIDA) (*cf.* la carte 8) ;
- traitement de la forêt pour conserver ou améliorer sa fonction de protection ;
- aménagement et entretien d'ouvrages de défense active ou passive ;
- plan communal de sauvegarde définissant les modalités de surveillance, d'alerte et d'évacuation ou de confinement ;
- arrêtés communaux réglementant la fréquentation saisonnière d'un secteur ou de bâtiments ;
- etc.

Carte 8 : Extrait du PIDA de Morzine-Avoriaz (74)



Source : RTM 74 (échelle approximative 1/12 500).

Les moyens non obligatoires

La note de présentation peut également décrire des moyens relativement légers ou non-structurels qui ne peuvent être rendus obligatoires aux collectivités dans le cadre du PPRN, mais constituent des recommandations. Elle pourra également utilement rappeler les obligations réglementaires de la commune en termes d'information des populations.

Ce sont par exemple :

- la réunion, en tant que de besoin, d'une commission de sécurité consultative sur le danger d'avalanche par le maire ;
- l'information, permanente ou circonstancielle, de la population sur le risque d'avalanches et les précautions à prendre ;
- la signalisation circonstancielle sur le terrain du danger d'avalanches ;
- la formation, notamment scolaire, sur la neige et les avalanches ;
- l'écriture des usages et coutumes locales en matière de déneigement.

Les études et documents existants sur le secteur

Ce sont tous les documents antérieurs au PPRN qui ont permis la prise en compte, voire l'affichage d'un niveau de risque. Cela peut aller d'un simple rapport circonstancié à l'étude détaillée par un organisme spécialisé, voire d'anciens zonages réglementaires. La note rappellera la documentation analysée ainsi que la validité et les limites des informations collectées.

Les raisons de la prescription du PPRN

La note exposera succinctement les motifs qui ont conduit à la prescription du PPRN. Ils résultent principalement de l'existence d'un risque connu et de la probabilité de conséquences pour les populations, les biens et les activités.

Si la prescription du PPRN a pour objet la révision d'un document antérieur, on justifiera les raisons de la révision (événement majeur imprévu, production de nouvelles données ou accroissement notable de la vulnérabilité par exemple) et les améliorations qui sont recherchées (article R.562-10 et 10-1 et 10-2 du code de l'environnement).

Le périmètre d'études

Le choix des limites du périmètre d'études est justifié par une description succincte du contexte géomorphologique et de la localisation des enjeux.

Ce périmètre doit apparaître clairement sur une carte adaptée et dans la note de présentation.

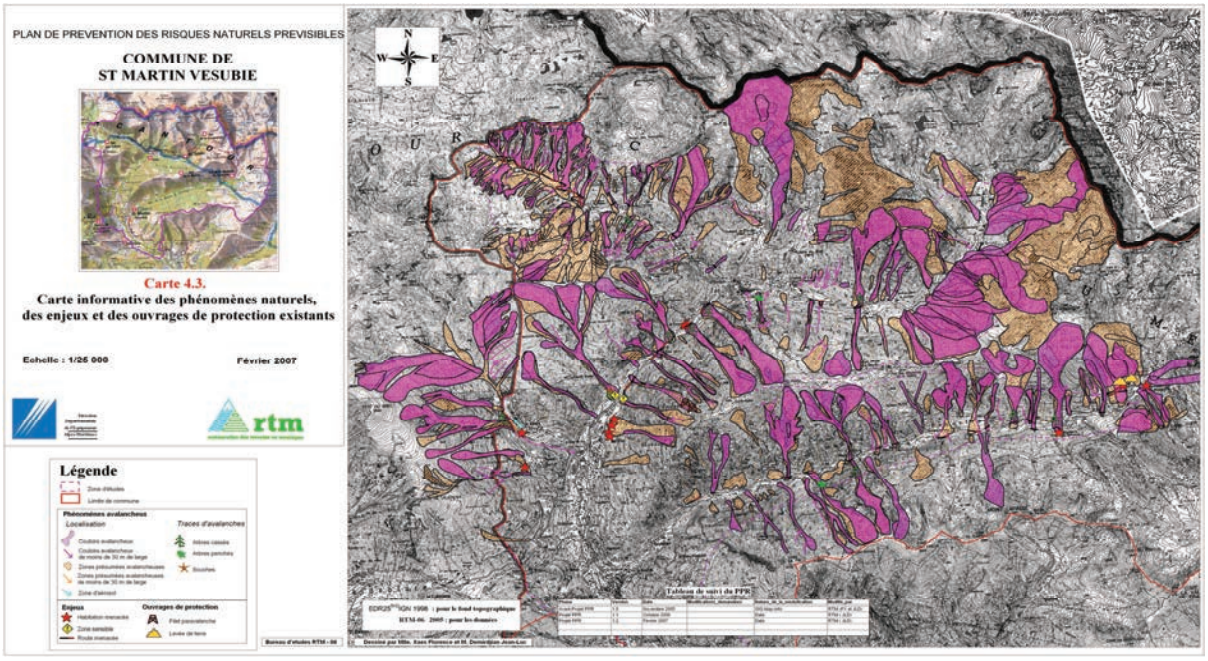
Les événements naturels passés

Ces évènements sont connus et documentés avec plus ou moins de précisions. Ils seront décrits dans le texte à partir de l'enquête pratiquée au travers des archives, des témoignages et de la prospection de terrain. Ils seront également localisés sur la carte informative, avec les autres phénomènes naturels liés au contexte montagnard (*cf.* la carte 9). Le texte peut commenter la carte.

Le rappel des principaux événements passés, ainsi que des dommages et des victimes occasionnés, est indispensable pour raviver la mémoire collective. Il constitue un des meilleurs moyens de justifier la prescription du PPRN.

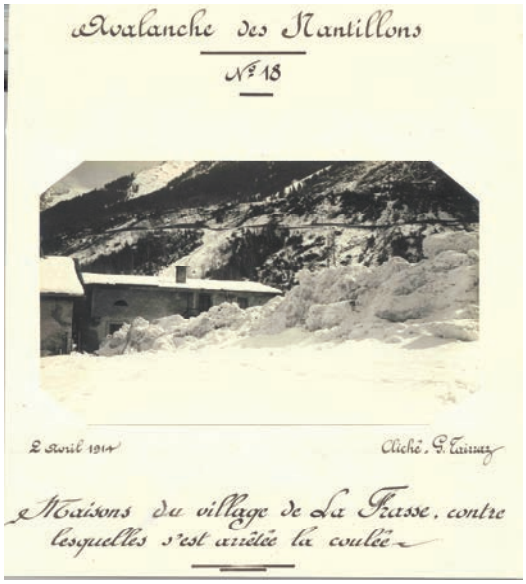
Quelques photographies, coupures de presse ou documents d'archives illustreront utilement le dossier (*cf.* photographie 17).

Carte 9 : Extrait de la carte de localisation des phénomènes à St Martin Vésubie (06)



Source : RTM 06.

Photographie 17 : Témoignage d'un événement historique à Chamonix (74)



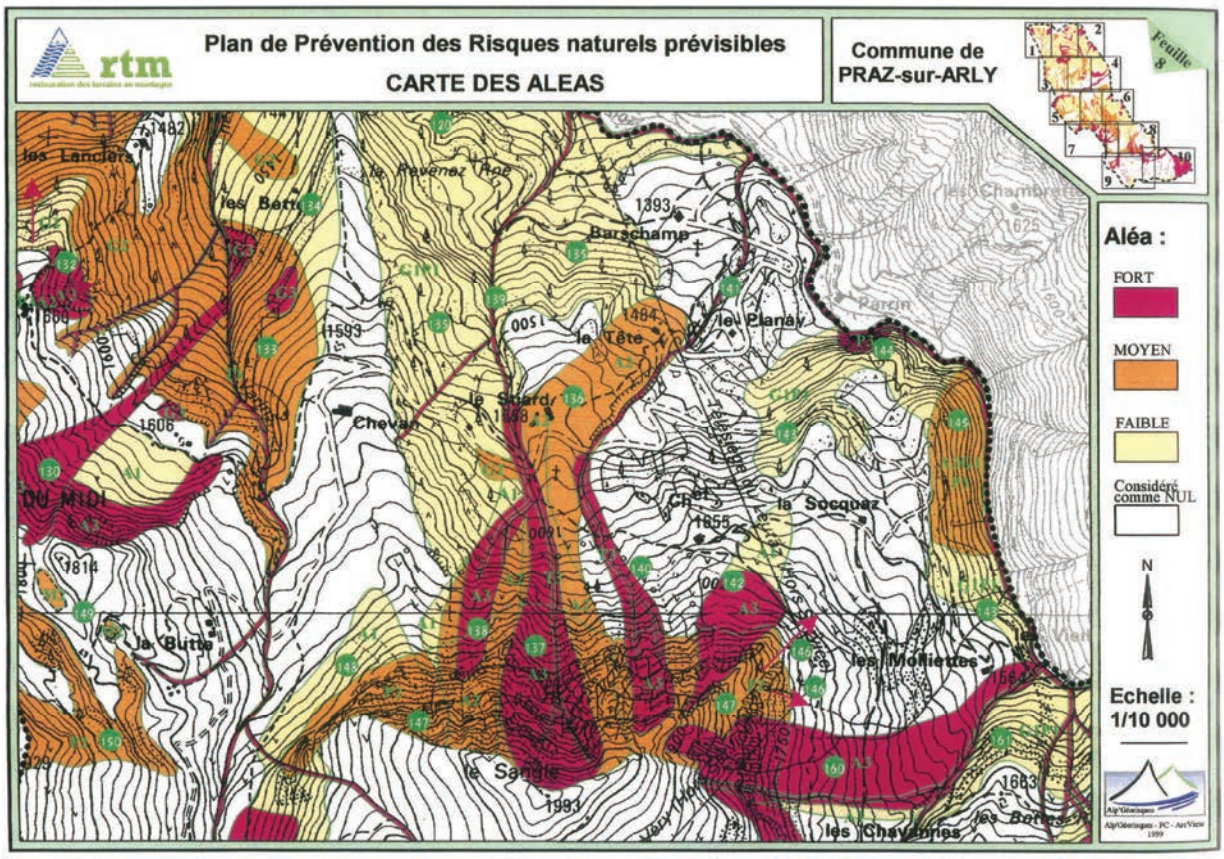
Source : RTM 74.

Le mode de qualification de l'aléa avalanche

La note définit les « règles du jeu » en matière d'aléa de référence en faisant la part des certitudes, des incertitudes, et en précisant les hypothèses retenues pour chaque couloir. Elle explique le mode de qualification de l'aléa et justifie pour chaque zone les raisons du classement opéré. Elle présente la carte d'aléa et notamment le choix de la représentation graphique (*cf.* la carte 10 et le document 10).

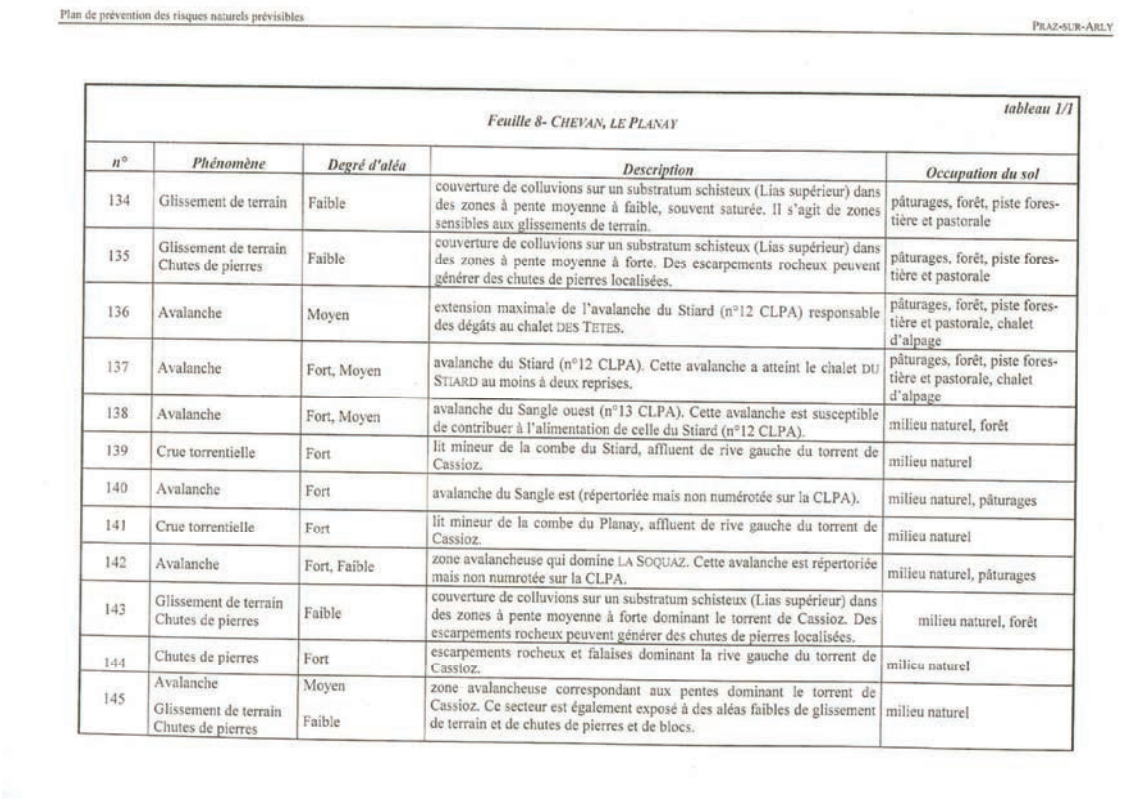
Une attention particulière est portée à l'explication des deux aléas de référence choisis ainsi que leurs conséquences réglementaires. Pour ce faire, l'expert pourra s'appuyer sur la définition donnée par le présent guide.

Carte 10 : Extrait de la carte des aléas du PPRN de Praz-sur-Arly (74)



Document 10

Extrait du tableau récapitulatif des zones d'aléas du PPRN de Praz-sur-Arly (74)



Plan de prévention des risques naturels prévisibles — PRAZ-SUR-ARLY

tableau 1/1

Feuille 8- CHEVAN, LE PLANAY

n°	*Phénomène*	*Degré d'aléa*	*Description*	*Occupation du sol*
134	Glissement de terrain	Faible	couverture de colluvions sur un substratum schisteux (Lias supérieur) dans des zones à pente moyenne à faible, souvent saturée. Il s'agit de zones sensibles aux glissements de terrain.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale
135	Glissement de terrain Chutes de pierres	Faible	couverture de colluvions sur un substratum schisteux (Lias supérieur) dans des zones à pente moyenne à forte. Des escarpements rocheux peuvent générer des chutes de pierres localisées.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale
136	Avalanche	Moyen	extension maximale de l'avalanche du Stiard (n°12 CLPA) responsable des dégâts au chalet DES TETES.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale, chalet d'alpage
137	Avalanche	Fort, Moyen	avalanche du Stiard (n°12 CLPA). Cette avalanche a atteint le chalet DU STIARD au moins à deux reprises.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale, chalet d'alpage
138	Avalanche	Fort, Moyen	avalanche du Sangle ouest (n°13 CLPA). Cette avalanche est susceptible de contribuer à l'alimentation de celle du Stiard (n°12 CLPA).	milieu naturel, forêt
139	Crue torrentielle	Fort	lit mineur de la combe du Stiard, affluent de rive gauche du torrent de Cassioz.	milieu naturel
140	Avalanche	Fort	avalanche du Sangle est (répertoriée mais non numérotée sur la CLPA).	milieu naturel, pâturages
141	Crue torrentielle	Fort	lit mineur de la combe du Planay, affluent de rive gauche du torrent de Cassioz.	milieu naturel
142	Avalanche	Fort, Faible	zone avalancheuse qui domine LA SOQUAZ. Cette avalanche est répertoriée mais non numrotée sur la CLPA.	milieu naturel, pâturages
143	Glissement de terrain Chutes de pierres	Faible	couverture de colluvions sur un substratum schisteux (Lias supérieur) dans des zones à pente moyenne à forte dominant le torrent de Cassioz. Des escarpements rocheux peuvent générer des chutes de pierres localisées.	milieu naturel, forêt
144	Chutes de pierres	Fort	escarpements rocheux et falaises dominant la rive gauche du torrent de Cassioz.	milieu naturel
145	Avalanche Glissement de terrain Chutes de pierres	Moyen Faible	zone avalancheuse correspondant aux pentes dominant le torrent de Cassioz. Ce secteur est également exposé à des aléas faibles de glissement de terrain et de chutes de pierres et de blocs.	milieu naturel

Source : RTM 74.

Les enjeux humains, socio-économiques et environnementaux

La note rappelle l'importance de l'analyse des enjeux pour mieux évaluer le risque et en déduire une réglementation adaptée. Elle décrit pour chaque zone d'aléa homogène la nature des enjeux humains, socio-économiques et environnementaux. Elle commente la carte des enjeux ainsi que le choix de la représentation graphique dans le but de mieux cerner les risques.

Le zonage et le règlement

Ils constituent le fondement de la démarche PPRN et sont définis au regard des objectifs recherchés pour la prévention des risques.

Il faut apporter beaucoup de soin à :

- expliciter la méthode retenue pour aboutir au zonage, en partant des limites décrites par la carte des aléas y compris la gestion des incertitudes et des enjeux existants ou à venir ;
- justifier et motiver les mesures du règlement et notamment les prescriptions qui sont rendues obligatoires par le PPRN, ainsi que leur délai de réalisation, les règles d'utilisation du sol (urbanisme, espace naturel agricole ou forestier) et les modes constructifs, sylvicoles ou culturaux ;

- préciser si nécessaire les mesures de sauvegarde pour assurer la sécurité des personnes ;
- indiquer la correspondance entre les zones et les prescriptions ;
- reproduire des cartes techniques (localisation des phénomènes passés, aléas, enjeux) sous un format facilement consultable peut être incluse dans la note pour en aider la compréhension.

Enfin, il apparaît souhaitable de reproduire en annexe du rapport les extraits du Code de l'environnement applicables au PPRN (L. 562-1 à L. 562-9 et R. 562-1 à R. 562-12 du Code de l'environnement)et l'arrêté de prescription.

Le plan de zonage réglementaire

L'élaboration du zonage réglementaire doit se faire sous la responsabilité directe du service instructeur, avec l'assistance technique de l'expert chargé de la qualification des aléas.

Les principes de délimitation

Le plan délimite les zones dans lesquelles sont applicables des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes et/ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

Conventionnellement, ces zones sont définies sur des critères de constructibilité et de gestion de l'espace mais aussi en fonction des mesures à prendre pour la protection de la vie des personnes.

Ceci conduit à considérer plusieurs types de zones :

- Dans les zones directement exposées

- celles sur lesquelles les nouvelles constructions sont interdites (traditionnellement représentées en **rouge**). Toutefois, des dérogations à la règle générale sont possibles notamment pour les ouvrages nécessaires au fonctionnement des missions de services publics lorsqu'aucune implantation alternative moins dangereuse n'est possible. Les travaux permettant de réduire la vulnérabilité des bâtiments existants seront soumis à prescription.
- celles sur lesquelles de nouvelles implantations sont, *a priori*, refusées mais où les bâtiments existants peuvent être aménagés et étendus, voire certains bâtiments construits moyennant des protections adaptées et uniquement lorsque la parcelle est déjà entourée de constructions, et ceci avec un Coefficient d'emprise au sol (CES) limitatif (traditionnellement représentées en **bleue**). Ce principe vise à ne pas augmenter les enjeux tout en assurant la continuité de vie et le renouvellement urbain.
- celles sur lesquelles des implantations nouvelles sont soumises à des prescriptions urbanistiques, constructives ou d'exploitation (également représentées en **bleue**).
- celles qui sont dans l'emprise de l'aléa de référence exceptionnel (qu'il est proposé de représenter en **jaune**) et soumises à des prescriptions urbanistiques, visant notamment les équipements nécessaires à l'organisation d'évacuation et plus généralement à la gestion des situations dangereuses. Y seront notamment interdits les nouveaux ERP avec hébergement qui ne posséderaient pas de zones de confinement sécurisées, ainsi que les bâtiments utiles à l'organisation des secours. Même dans l'hypothèse où le règlement ne prévoirait pas de prescription urbanistique particulière, cette zone devra être cartographiée sur le document réglementaire. Dans ce cas, seule la note de présentation expliquera la signification de l'AE telle qu'elle apparaît sur la carte des aléas et ses conséquences en matière de sécurité. Cette zone devra être prise en compte dans l'élaboration du PCS.

- **Les zones non directement exposées aux risques :**

Ce sont les zones où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations forestières, artisanales, commerciales ou industrielles qui pourraient aggraver le risque ou en provoquer de nouveaux sont interdites. Elles sont généralement non urbanisées et le peuplement forestier présente une fonction de protection qui doit être préservée ou améliorée (il est proposé de les représenter en **vert**).

- **Les secteurs situés hors zone d'aléa mais concernés par la gestion du risque d'avalanche.**

Ils sont généralement urbanisés ou urbanisables mais le ou les accès sont menacés. Ils feront l'objet d'une réflexion et selon les cas d'une ou plusieurs prescriptions, concernant par exemple les équipements nécessaires à l'organisation des mesures d'évacuation et plus généralement la gestion des périodes dangereuses : information de la population, mise en sécurité des réseaux, etc.

La prise en compte des ouvrages de protection

Les sites dont la protection actuelle passe par des ouvrages actifs ou passifs doivent faire l'objet d'une attention particulière.

Ces sites seront toujours considérés comme restant soumis aux phénomènes étudiés.

En règle générale, l'efficacité des ouvrages, même les mieux conçus et réalisés, ne peut être entièrement garantie à long terme, notamment si leur maintenance et leur gestion ne sont pas assurées par un maître d'ouvrage clairement identifié.

La qualification de l'aléa doit, par conséquent, être établie sans tenir compte des éventuels ouvrages de protection qui ne suppriment pas l'aléa ni ne réduisent son importance.

Dans les secteurs situés sous des ouvrages et dispositifs de protection, le zonage réglementaire doit être établi dans le respect des principes suivants :

- la construction d'ouvrage (s) de protection a pour but de réduire l'exposition des enjeux existants. Elle ne doit en aucun cas servir à permettre l'urbanisation d'une zone ;
- la constructibilité et donc l'augmentation des enjeux sous les ouvrages ne pourront être envisagées que très exceptionnellement et uniquement dans les espaces déjà urbanisés, si d'une part, ces ouvrages sont considérés comme fiables, et d'autre part, leur maintenance est garantie par une solution technique et institutionnelle également fiable et l'assurance de ressources financières pérennes (prise en charge par les communes par exemple).

Notamment et pour répondre aux besoins d'habitat, d'emploi, de service dans un secteur donné, des dérogations au principe de non constructibilité en zones d'aléa fort, mais situées derrière les ouvrages de protection existants, ne peuvent être envisagées avec les acteurs locaux que si les quatre conditions suivantes sont simultanément réunies :

1) Le secteur donné présente déjà un certain niveau d'urbanisation ;

2) Il n'y a pas d'autres sites d'implantation possibles sur un secteur proche non soumis à ce niveau d'aléa (cette réalité devra être démontrée par l'aménageur) ;

3) Les ouvrages existants présentent des niveaux de sécurité, de fiabilité et de maintenance garantis avec un maître d'ouvrage clairement identifié et un financement pérenne. Le maître d'ouvrage de ces ouvrages de protection accepte l'augmentation des enjeux protégés, et donc l'extension de sa responsabilité vis-à-vis de ces nouveaux enjeux ;

4) L'aménagement de ces secteurs, notamment en terme d'équilibre social ou d'emploi, procure des avantages suffisamment importants pour compenser les coûts des ouvrages de protection et de leur maintenance.

Le critère relatif à la sécurité et à la fiabilité des ouvrages sera apprécié en fonction notamment des caractéristiques suivantes :

- la qualité de conception et de réalisation des ouvrages anciens (qualité des ancrages des filets ou râteliers paravalanches par exemple) ;
- l'importance du risque résiduel (le débordement d'une digue frontale par exemple) ;
- l'absence d'effets aggravants,– la garantie de maintenance basée sur des procédures d'entretien, d'auscultation, de surveillance bien définies ainsi qu'un maître d'ouvrage clairement identifié et d'un financement pérenne.

Ce raisonnement peut s'appliquer pour traiter le cas de certains espaces interstitiels (ou dents creuses) en milieu urbain, mais en aucun cas dans les zones vierges ou faiblement urbanisées. Il est toutefois nécessaire de bien continuer à afficher le type d'exposition au risque du secteur concerné, et de ne nier ni l'existence ni le niveau de l'aléa.

De ce principe, il découle que pour chaque projet prévu dans une zone constructible sous conditions, correspondant à un aléa fort ou moyen mais bénéficiant d'une protection, on maintiendra les prescriptions individuelles propres aux zones d'aléa moyen ne bénéficiant pas de protections collectives.

La démarche de zonage

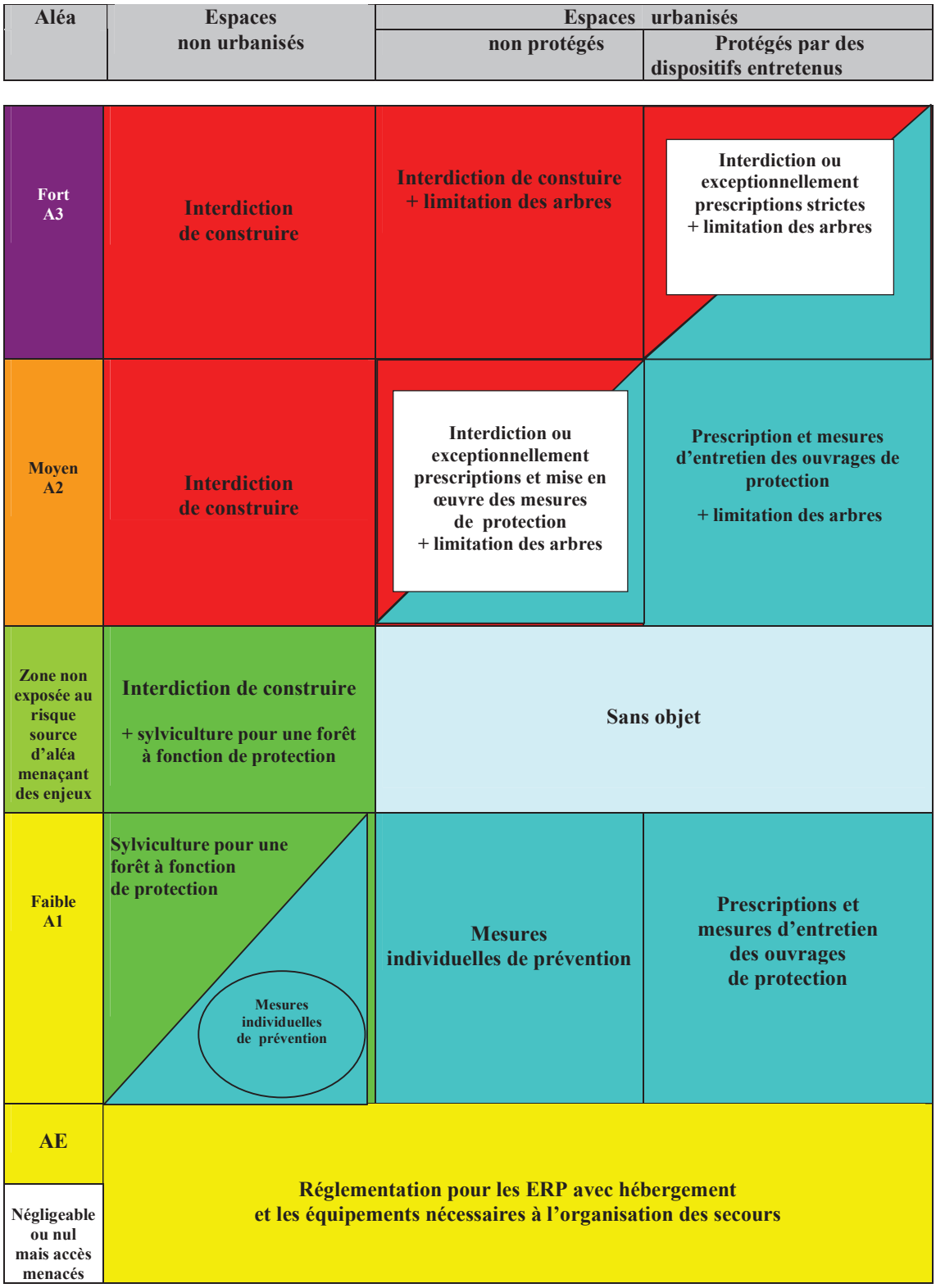
La combinaison des critères précédents est résumée dans le tableau 7. Son application peut conduire à un premier projet de zonage réglementaire, qui doit être confronté avec les particularités des vallées de hautes montagnes pour s'assurer de leur cohérence.

En particulier, les contraintes relatives à la gestion de concentrations urbaines (activités, contraintes urbanistiques et architecturales, gestion de l'habitat et des commerces, etc.) peuvent justifier des adaptations spécifiques et ponctuelles.

Il est particulièrement important, pour la réussite de la procédure, que le choix du zonage fasse l'objet d'explications et de discussions avec les partenaires locaux.

Pour l'ensemble des zones, il est nécessaire de mettre en œuvre un plan de surveillance, d'alerte et d'évacuation.

Tableau 7 : Principes de zonage réglementaire - Principe de délimitation, de constructibilité et de gestion



Éléments de cartographie

Le PPRN annexé obligatoirement au PLU ou à la carte communale, lorsqu'ils existent, doit être suffisamment lisible pour être applicable dans les décisions d'urbanisme. La lisibilité du zonage réglementaire dépend en particulier du choix de l'échelle du document, de la précision du trait et du mode de représentation graphique.

Le fond de carte est retenu en fonction des besoins (*cf.* cartes 11 et 12) :
– carte IGN au 1/25 000 agrandie au 1/10 000, plus appropriée pour les « zones vertes » non directement exposées ;
– fond cadastral au 1/5 000, plus adapté pour les zones urbanisées ou susceptibles de l'être.

Dans ce dernier cas, le passage de la carte d'aléa, généralement dressée sur un fond IGN agrandi au 1/10 000 où à l'échelle de la CLPA au 1/5000, à un document parcellaire impose un travail de transcription qui doit être pratiqué accompagné de l'expert, en retournant si nécessaire sur le terrain.

L'utilisation d'un fond de plan sur ortho-photographies est également possible.

Les limites de zones s'appuient presque toujours sur celles des aléas qui sont déterminantes. Lorsque le zonage tient compte des autres critères, tels que l'occupation effective des sols, les limites des zones pourront évidemment s'y référer.

Il n'y a pas lieu de déplacer les limites de zones d'aléas pour épouser les limites des parcelles cadastrales lors de la transcription du fond topographique sur le fond parcellaire.

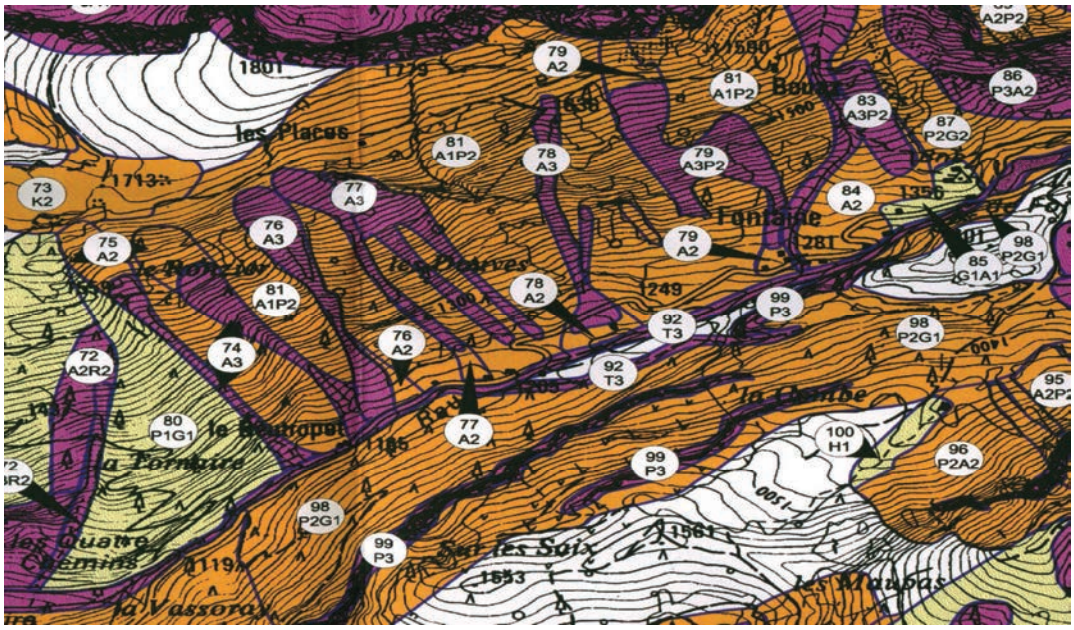
Par convention, la couleur rouge est adoptée pour les zones inconstructibles et la couleur bleue pour les zones constructibles sous condition. Il est proposé d'utiliser la couleur verte pour les zones au seul règlement sylvicole et enfin une couleur claire (jaune, bistre, etc.) pour les zones qui ne se verront concernées que par la seule mise en œuvre des mesures et prescriptions liées à l'AE.

Les zones qui sont non réglementées au titre du PPRN ne font l'objet d'aucune représentation particulière.

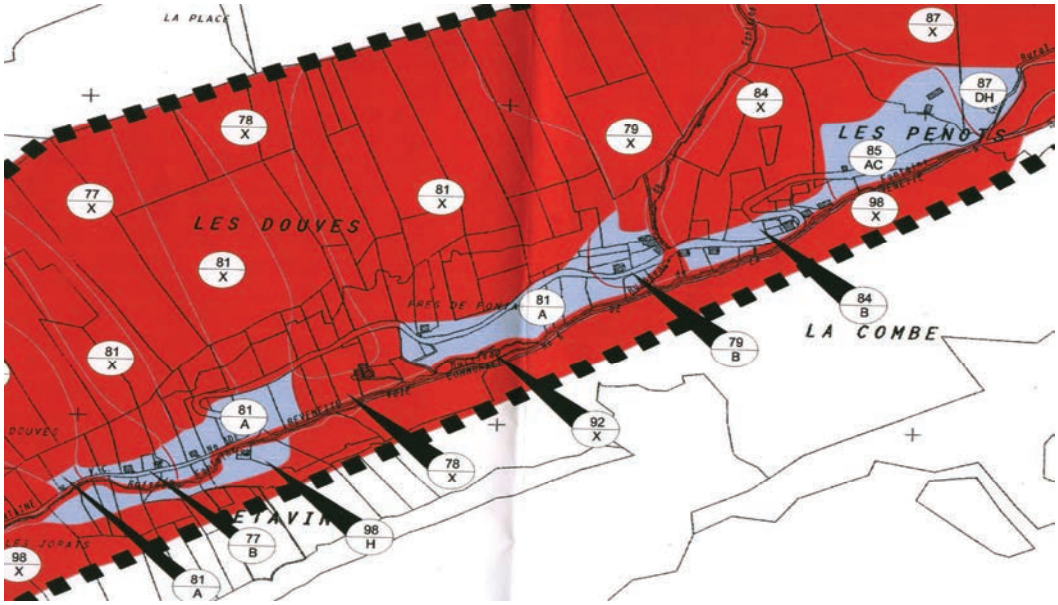
Pour faciliter le renvoi au texte et notamment au règlement, les zones qui le nécessitent posséderont également une désignation alphanumérique.

Cartes 11 et 12 : Extrait sur un même secteur d'une carte d'aléa et d'une carte réglementaire à Vacheresse (74)

La carte des aléas établie sur un fond de plan au 1/10 000



La carte réglementaire établie sur un fond de plan au 1/5000



Le règlement

Principes généraux

Les dispositions réglementaires ont pour objectifs, d'une part, d'améliorer la sécurité des personnes, d'autre part, d'arrêter la croissance de la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones exposées, et si possible de la réduire.

Elles doivent être simples, claires, efficaces et réalistes pour :
– différencier sans ambiguïté les zones dans la diversité des prescriptions et des mesures ;
– être comprises par les utilisateurs du PPRN et par les personnes et institutions consultées au cours de la procédure ;
– être facilement applicables.

La clarté et l'efficacité des mesures, bien plus que l'exhaustivité, doivent être recherchées.

Ces mesures peuvent être plus souples pour les constructions nécessaires à l'entretien des terrains exposés ou générateurs de risques, telles que les bâtiments d'exploitations agricoles ou les infrastructures nécessaires aux travaux sylvicoles.

Au contraire, elles doivent être plus strictes lorsque les projets concernent des espaces urbanisés ou des équipements sensibles, des activités particulièrement vulnérables telles que des hôpitaux, des écoles, des centres de vacances, des maisons de retraite, des centres de secours, des centres commerciaux, etc.

Le règlement précise les trois catégories de mesures suivantes :
– les interdictions et les prescriptions concernant les projets nouveaux pour chaque zone ;
– les mesures concernant les bâtiments et ouvrages existants et visant à diminuer le risque, certaines peuvent être rendues obligatoires dans un délai qui n'excède pas cinq ans ;
– les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde d'ordre général.

Dans la pratique et pour faciliter la compréhension, il peut être intéressant de présenter, en complément du règlement, une synthèse des interdictions, prescriptions et mesures concernant une même zone, à l'exemple du document 11, page suivante.

Document 11

Exemple de synthèse du règlement d'après le service RTM interdépartemental 64-65

Projets nouveaux			**Règlement A** **Avalanches avec aérosol**	**Biens et activités préexistants**			
Prescriptions				**Mesures obligatoires**			Recommandations
Règles d'urbanisme	Règles de construction	Autres règles		Règles d'aménagement	Règles de construction	Autres règles	
			1. Occupations et utilisations du sol				
X		X	1.1 Le stockage de produits polluants ou dangereux doit être à l'abri d'enceintes aux efforts mentionnés dans le règlement ci-dessous	X			X
			2. Constructions				
X			2.1 L'implantation, la forme et l'orientation des bâtiments ne devront pas aggraver les risques pour les propriétés voisines				
X			2.2 Les entrées seront aménagées sur les façades non exposées ou indirectement exposées ; en cas d'impossibilité, elles devront résister	X			
	X		2.3 **Pour toute construction**, une étude préalable définira les conditions particulières permettant d'adapter le projet au site (détermination des contraintes que l'avalanche de référence – avalanche centennale ou plus forte avalanche connue par le passé – peut exercer sur le projet, implantation précise,...)				X
	X		2.4 La structure et les fondations des bâtiments seront adaptées pour résister aux contraintes définies par l'étude				X
	X		2.5 À défaut de réalisation de l'étude mentionnée au 2.3 ci-dessus, les façades et toitures directement exposées (sur toute leur hauteur et y compris leurs ouvertures) devront au moins résister à des surpressions ou à des dépressions de 5 KPa (~ 500 kg/m^2), dirigées dans le sens d'écoulement moyen de l'avalanche				X
	X		2.6 À défaut de réalisation de l'étude mentionnée au 2.3 ci-dessus, les autres façades et toitures (sur toute leur hauteur et y compris leurs ouvertures) devront au moins résister à des surpressions ou à des dépressions perpendiculaires de 3 KPa (~ 300 kg/m^2)				X
	X		2.7 Les débords de toitures sur les façades seront évités. S'ils sont nécessaires, ils seront soit renforcés pour résister efficacement à l'arrachement, soit isolés du reste de la toiture par une ligne de rupture aménagée au droit des façades				X
X			2.8 Les regroupements de bâtiments se protégeant mutuellement et protégeant les zones de circulation ou de stationnement seront privilégiés				
X			2.9 L'implantation, l'orientation et la forme des bâtiments tiendront compte du sens de propagation du phénomène				
X			2.10 Les principales pièces habitables seront situées sur les façades les moins exposées				X
X			2.11 Les façades directement exposées ne devront pas avoir de redans ou d'angles rentrant pouvant augmenter localement les surpressions				X
			3. Établissements recevant du public				
		X	3.1 Pour les bâtiments et leurs annexes ou abords, une étude de risque définira les conditions de mise en sécurité des occupants et usagers, et, s'il s'agit d'un service public lié à la sécurité, les modalités de continuité de celui-ci			X	
	X		3.2 Réalisation des protections définies par l'étude de risque				X
		X	3.3 Application des mesures définies par l'étude de risque				X
			4. Camping/Caravanage				
		X	4.1 Interdit du 1er novembre au 1er juin			X	

Source : RTM 64-65.

Règlement des projets nouveaux

Les conditions de réalisation des nouvelles constructions constituent l'essentiel de cette partie du règlement.

Mais les possibilités du PPRN ouvertes par l'article L. 562-1 du Code de l'environnement sont plus larges et visent l'ensemble des occupations et utilisations du sol incluses dans le champ d'application de la loi.

Par exemple, dans une zone où l'interdiction est la règle, des exceptions seront possibles sous conditions pour certaines catégories d'aménagements, d'ouvrages, d'exploitations, etc. C'est le cas par exemple des remontées mécaniques dans la zone rouge ou de pistes forestières nécessaires aux travaux sylvicoles en zone verte. Inversement, dans une zone constructible avec des prescriptions, certains aménagements, ouvrages, exploitations peuvent être interdits. C'est le cas des centres hospitaliers, des garages pour engins de déneigement, ou simplement les arbres de grande hauteur.

D'une manière générale, les aménagements qui pourraient augmenter le risque soit en densifiant les enjeux dans les zones d'aléa moyen (comme la création d'un lotissement), soit en aggravant l'aléa (comme un défrichement en zone verte de départ potentiel d'avalanches), doivent être proscrits ou strictement encadrés.

DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE D'INTERDICTION DE CONSTRUIRE

Les projets nouveaux, notamment les habitations et les extensions de bâtiments, y sont interdites. Les exceptions à ce principe doivent être limitées strictement et soumises à prescription afin de ne pas aggraver les risques et ne pas en provoquer de nouveaux.

Ce sont en particulier les équipements suivants qui ne comportent aucun logement :
– les infrastructures et équipements nécessaires au fonctionnement des services d'intérêt général (réseaux de desserte, réservoir d'eau, etc.) ;
– les ouvrages nécessaires au maintien ou au développement d'activités qui contribuent à la gestion du territoire, spécialement les activités agricoles ou forestières ;
– l'implantation d'équipements à vocation sportive ou touristique tels que les remontées mécaniques, les terrains de sports collectifs ou individuels ;
– les travaux et les aménagements permettant de réduire le risque ;
– les abris légers, annexes de bâtiments existants sous réserve qu'ils ne soient pas destinés à l'occupation humaine et qu'ils ne dépassent pas les 40 m^2 d'emprise au sol ;
- les piscines enterrées quelque soit la surface ou les piscines hors sol d'une emprise au sol inférieure à 40 m².

Les obligations portent également sur l'entretien de la végétation en limitant la hauteur des arbres dans les zones de souffle potentiel par exemple.

La reconstruction d'un bâtiment sinistré par une avalanche ou par tout autre phénomène, y compris l'incendie, est soumis à permis de construire.

L'article L.111-3 du code l'urbanisme pose le principe du droit à reconstruire à l'identique après sinistre dès lors que le bâtiment a été régulièrement édifié. Cet article indique que ce droit à reconstruire pourra être limité par le plan local d'urbanisme ou la carte communale.

DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE DE PRESCRIPTIONS

Des aménagements ou constructions sont possibles sous réserve d'appliquer des prescriptions adaptées aux risques. Le guide relatif aux techniques de construction en montagne donne des éléments pour la détermination de ces prescriptions. L'expérience montre que seules des règles simples sont couramment appliquées.

- Celles-ci portent d'abord sur des critères urbanistiques :

– La position des bâtiments les uns par rapport aux autres : par exemple maintenir une distance de 50 mètres vierge de tout obstacle entre deux bâtiments situés à la même cote altitudinale, ou encore imposer un alignement parfait dans le sens de la pente et avec une séparation inférieure à 10 mètres entre les bâtiments, voire organiser en étrave l'ensemble des immeubles. On peut également chercher à limiter le Coefficient d'emprise au sol (CES).

– La destination de ces bâtiments : logements privatifs, établissements recevant du public, bâtiments nécessaires au fonctionnement des services de secours, bâtiments agricoles, etc. Il peut être préférable de n'avoir que des bâtiments facilement évacuables, en interdisant par exemple les internats ou centres destinés au séjour de vacances pour mineurs.

– La sécurisation de l'accès à ces bâtiments directement menacés, notamment pour les périodes d'alerte. Il est impératif qu'ils possèdent aussi un itinéraire qui permette une évacuation qui n'augmente pas l'exposition.

– Les caractéristiques externes des bâtiments telles que l'orientation et la pente des toitures, l'incrustation dans le contexte topographique, l'orientation des murs exposés, l'existence et la taille des ouvertures, l'absence d'angles rentrants, etc.

– Les clôtures massives et lourdes forment des projectiles plus dangereux que celles qui sont légères et facilement démontables ; pour cette raison elles doivent être interdites.

Ces prescriptions sont contrôlables au moment d'une autorisation d'urbanisme (permis de construire, déclaration de travaux, autorisation de lotir) et du certificat de conformité.

- Elles portent ensuite sur des « règles particulières de construction » mentionnées à l'article R. 126-1 du Code de la construction et de l'habitation :

– La capacité d'une façade ou d'une toiture exposée de résister, en tout point comme dans sa globalité, à une contrainte de 30 kPa par exemple. Cette contrainte doit être pondérée pour les façades suivant leur orientation et la forme du projet ;

– La réalisation et la répartition des pièces en fonction de leur usage : par exemple, création d'un ou plusieurs espaces de confinement au sous-sol prévus pour accueillir les occupants en période d'alerte, implantation des chambres derrière le mur le moins exposé, ...

Toute construction projetée subordonnée par le PPR à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation, est soumise à l'obligation de joindre à la demande de permis de construire une attestation établie par l'architecte du projet ou par un expert certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend bien en compte ces conditions au stade de la conception (article R 431-16 du code de l'urbanisme).

Les maîtres d'ouvrage s'engagent à respecter les règles générales de construction lors du dépôt des demandes de permis de construire, tout comme les professionnels chargés de réaliser les projets ; ils sont responsables de la mise en œuvre de ces dispositions.

En fonction de leur nature, de leur localisation ou de la sensibilité du milieu, les projets sont soumis à une étude d'impact obligatoire ou après une vérification préliminaire dite « examen au cas par cas » effectuée par l'Autorité environnementale compétente. La décision autorisant le projet mentionnera les mesures d'évitement, de réduction et de compensation à la charge du pétitionnaire ou maître d'ouvrage et précisera les modalités de suivi (décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements).

En plus des conditions de réalisation des projets nouveaux qui se traduisent par des règles d'urbanisme et de construction, le règlement du PPRN peut définir, le cas échéant, les conditions d'utilisation et d'exploitation de ces projets.

Il est rappelé qu'il ne saurait y avoir de recommandations pour les projets nouveaux mais uniquement des prescriptions voire des interdictions.

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX ZONES CONCERNEES PAR L'ALEA DE REFERENCE EXCEPTIONNEL OU DONT L'ACCES EST MENACE

Elles ne visent qu'à faciliter la prévention, la protection et la sauvegarde des enjeux humains.

Il s'agit par exemple de prescrire pour toute nouvelle extension d'urbanisation un cheminement d'évacuation sécurisée ou des confinements fiables, ceci notamment lorsque des établissements recevant du public avec hébergement sont projetés.

L'implantation d'équipements publics nécessaires à la gestion des périodes à haut risque d'avalanches (centre de secours, centre de gestion de crise, hôpital, héliport…) est interdite sur ces zones. Les établissements recevant du public (ERP) avec hébergement et ne possédant pas de zones de confinement sécurisées sont également interdits, conformément aux principes de délimitation édictés page 75 du présent guide.

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX ZONES NATURELLES NON DIRECTEMENT EXPOSEES

En ce qui concerne les projets nouveaux, ces zones sont parfaitement assimilables aux zones d'interdiction de construire auxquelles on ajoute un règlement sylvicole à l'exemple du document 12.

Document 12

Règlement en zone verte de protection contre le départ d'avalanche dans le PPRN de Faverges (74)

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles
FAVERGES

V10

Interdictions	
1 – Au titre du Code forestier :	• interdiction de défrichement,
2 – Au titre du PPRN :	• interdiction de coupe à blanc de plus de 50 ares d'un seul tenant et de 50 mètres, calculée dans le sens de la pente, sauf si elle fait moins de 15 mètres de large.

Prescriptions

- Maintenir un mélange des essences avec au moins 20 % des pieds non résineux,
- Ne pas poser de câble de débardage perpendiculairement aux courbes de niveaux,
- Mener une sylviculture par pied ou par bouquet.

Source : RTM 74.

Mesures applicables aux biens existants

Elles sont relatives à l'aménagement, à l'utilisation ou à l'exploitation des constructions y compris commerciales, des ouvrages, des espaces naturels existants à la date de l'approbation du PPRN. Elles doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Elles peuvent être de nature très diverses et s'appliquer tant aux bâtiments qu'aux autres types d'aménagements ou d'occupations du sol, susceptibles de subir ou d'aggraver le risque. Elles peuvent être définies sur une seule zone ou sur l'ensemble des zones. Ces mesures doivent être intégrées dans un chapitre à part pour faciliter la lecture et la compréhension.

Certaines mesures individuelles concernant les bâtiments sont explicitées dans le document sur les techniques de construction en zone de montagne (*cf.* bibliographie). Ce peut être :

- la pose de volets protecteurs devant les ouvertures exposées ;
- la protection des accès ;
- la suppression d'ouvertures ;
- le renforcement de la totalité des façades exposées par un voile capable de résister à la pression dynamique de référence ;
- l'aménagement d'un espace de confinement ;
- l'élagage des arbres trop hauts.

Elles peuvent être rendues obligatoires en fonction de la nature et de l'intensité du risque. Dans ce cas, les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du Code de l'urbanisme avant l'approbation du plan, ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du plan. Le règlement doit préciser clairement les mesures obligatoires et le délai fixé pour leur mise en œuvre, sans que ce dernier ne puisse excéder cinq ans (article R562-5 du code de l'environnement).

Pour ces mesures rendues obligatoires et incombant aux propriétaires, exploitants ou utilisateurs, la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, prévoit la possibilité d'un financement du fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM). Ce financement est porté à 40 % des mesures rendues obligatoires par le PPRN pour les biens existants des particuliers et des entreprises de moins de 20 salariés.

Les travaux courants d'entretien et de gestion des bâtiments implantés antérieurement à l'approbation du PPRN, notamment les aménagements internes, les traitements de façades et la réfection des toitures ne peuvent être interdits, y compris en zone inconstructible, sauf s'ils augmentent les risques ou en créent de nouveaux ou s'ils conduisent à une augmentation de la population exposée.

Ces principes doivent être mis en œuvre avec le souci de permettre à leurs occupants de mener une vie et des activités normales en dehors des périodes de danger.

À l'issue du délai prescrit, il appartient au préfet de veiller à la réalisation effective des mesures obligatoires. À défaut, il peut mettre en demeure le propriétaire, l'exploitant ou l'utilisateur de les exécuter. Si la mise en demeure reste sans effet, il peut ordonner leur réalisation aux frais du responsable.

Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

LES PRINCIPES GENERAUX

Ces mesures d'ensemble ne sont pas directement liées à un projet spécifique. Elles doivent être mises en œuvre, en tant que de besoin, dans les zones déjà urbanisées ou occupées ainsi que sur les zones non directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver le risque ou en provoquer de nouveaux, ainsi que sur les voies d'accès et de circulation.

Il convient de distinguer ces mesures suivant qu'elles relèvent du domaine de la prévention, de la protection ou de la sauvegarde.

Le règlement précise si ces mesures relèvent de la responsabilité des collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences ou incombent aux particuliers. Elles sont notamment destinées à assurer la sécurité des personnes et à faciliter l'organisation des secours (pour ces mesures, la cohérence entre le PPRN et le PCS sera recherchée).

Elles portent par exemple sur l'entretien de la végétation en limitant la hauteur des arbres dans les zones de souffle potentiel. Une hauteur de huit mètres maximum peut être exigée. Il convient alors de rappeler que l'entretien de la végétation est de la responsabilité du propriétaire.

Selon l'efficacité des mesures constructives envisagées sur les bâtiments existants, il est également possible de définir des travaux de protection des bâtiments (mur d'arrêt, tourne, étrave...).

En ce qui concerne la prise en compte de l'aléa de référence exceptionnel, des mesures de prévention et de sauvegarde peuvent être définies à l'attention des collectivités. Il peut s'agir de la mise en place d'un dispositif physique de surveillance et d'alerte, de travaux nécessaires à un correct dimensionnement de la voirie pour permettre une éventuelle évacuation.

Le PPRN peut également définir la réalisation de travaux de plus grande envergure :

- travaux de protection actifs ou passifs (filets, râteliers, tourne, galerie, etc.) conçus à l'échelle du site. La réalisation de ce type d'ouvrage n'est justifiée que pour la protection des lieux déjà urbanisés ou encore des voies de circulation tant existantes qu'à créer, en aucune façon ils ne permettent de libérer de l'espace constructible ;
- réhabilitation, surveillance et entretien des ouvrages existants. S'il existe des dispositifs ou des ouvrages de protection, il est indispensable de rappeler la nécessité de les entretenir sous peine de perte d'efficacité et d'accroissement corrélatif du risque (c'est particulièrement le cas des ouvrages de protection actifs) ;
- entretien ou amélioration par une sylviculture adaptée du couvert forestier en place lorsqu'il présente une fonction de protection (article L. 425-1 du Code forestier).

La mise en œuvre de ces mesures peut être rendue obligatoire dans un délai maximal de cinq ans. À défaut de mise en conformité, le préfet peut imposer leur réalisation au frais du propriétaire, de l'utilisateur ou de l'exploitant.

Toutefois, cette obligation ne peut être envisagée sans que soient au préalable analysées les conditions dans lesquelles ces mesures pourraient effectivement être réalisées : maîtrise d'ouvrage, financement, procédure d'autorisation comportant éventuellement une déclaration d'utilité publique ou une étude d'impact, etc.

La maîtrise d'ouvrage des travaux de protection, s'ils sont d'intérêt collectif, revient aux communes dans la limite de leurs ressources :

- d'une part, en application des pouvoirs de police que détiennent les maires au titre du Code général des collectivités territoriales (CGCT) : *« soin de prévenir par des précautions convenables et de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires »*, les accidents et risques naturels (article L. 2212-2-5° du CGCT) ;
- d'autre part, en raison de leurs caractères d'intérêt général ou d'urgence du point de vue agricole, forestier ou de l'aménagement des eaux (article L. 151-36 du Code rural).

Ces dispositions peuvent aussi s'appliquer à des gestionnaires d'infrastructures publiques (ligne de chemin de fer par exemple) et à des associations syndicales de propriétaires (syndicat mixte pour l'exploitation d'un domaine skiable, regroupement de propriétaires forestiers). Le PPRN peut définir les conditions de stationnement des véhicules en période hivernale.

Outre les contraintes qu'il impose par le PPRN, l'État peut intervenir directement pour élaborer des plans de secours spécialisés, prendre des mesures de police lorsqu'elles ont une vocation pluricommunale ou en cas de carence du maire (article L. 2215-1 du CGCT).

LES MESURES APPLICABLES AUX ZONES NATURELLES NON DIRECTEMENT EXPOSEES

La loi d'orientation sur la forêt du 9 juillet 2001 a modifié le Code forestier pour permettre de réglementer la sylviculture des forêts à fonction de protection dans le cadre des PPRN (document 13).

Document 13

Article L. 425-1 – chapitre V, titre II – livre IV du Code forestier

Les plans de prévention des risques naturels prévisibles établis en application des articles L. 562-1 à L. 562-7 du Code de l'environnement, dont l'objet est de prévenir les inondations, les mouvements de terrains ou les avalanches, peuvent prévoir des règles de gestion et d'exploitation forestières dans les zones de risques qu'ils déterminent. Le règlement approuvé s'impose aux propriétaires et exploitants forestiers ainsi qu'aux autorités chargées de l'approbation des documents de gestion forestière établis en application des livres Ier, II et IV du présent Code ou de l'instruction des autorisations des coupes prévues par le présent code ou par le Code de l'urbanisme. Dans ce cas, les propriétaires forestiers et les usagers bénéficient des garanties prévues par l'article L. 413-1 et les textes pris pour son application.

Si les défrichements et les coupes à blanc sont à proscrire absolument, il conviendra aussi de faciliter la polyvalence des fonctions : protection, production, accueil et biodiversité. En effet, l'expérience montre que la seule fonction de protection ne suffit pas à motiver les propriétaires pour intervenir dans leurs parcelles.

Pour l'essentiel, il s'agira donc de prescrire une sylviculture minimale et adaptée en vue de pérenniser la fonction de protection de la forêt en place, notamment par l'étalement des classes d'âge (mode « jardinatoire » par bouquets de 5 à 25 ares), la multiplication de l'effet de lisière et la diversification des essences (1/3 des arbres seront par exemple d'essence à feuilles caduques). Le document 12 donne un exemple de règlement de ce type.

Dans certains cas moins fréquents, il conviendra de créer un peuplement destiné à compléter, voire à prendre le relais d'ouvrages de protection actifs tels que des râteliers.

On s'assurera de la compétence d'un homme de l'art pour l'expertise du potentiel de la station forestière et la rédaction de la partie du règlement correspondante.

GLOSSAIRE

Aléa

Phénomène naturel de probabilités d'occurrence et d'intensité données.

Anthropique

Qui est dû directement ou indirectement à l'action de l'homme.

Danger naturel

État qui correspond aux préjudices potentiels d'un phénomène naturel probable sur les personnes.

Enjeux

Personnes, biens, activités, moyens, patrimoines susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Névé

Plaque de neige isolée, mais relativement importante persistant l'été, de masse volumique supérieure à 500 kg/m^3.

Nivologie

Science de la neige et par extension des avalanches.

Risque naturel

Perte probable en vie humaine, en biens et en activités consécutives à l'occurrence d'un aléa naturel.

Talweg

Ligne qui relie les points les plus bas d'une vallée.

Vulnérabilité

Au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisible d'un phénomène naturel sur les enjeux.

SIGLES

AMSFSHE	Association des maires des stations françaises de sport d'hiver et d'été
ANENA	Association nationale pour l'étude de la neige et des avalanches
BRGM	Bureau des recherches géologiques et minières
Irstea (ex Cemagref)	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
CGCT	Code général des collectivités territoriales
CEN	Centre d'études de la neige (Météo France)
CG-GREF	Conseil général du génie rural des eaux et des forêts
DDT	Direction départementale des territoires
DGFAR	Direction générale de la forêt et des affaires rurales
DGUHC	Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction
DGPR	Direction générale de la prévention des risques
ETNA	Érosion torrentielle, neige et avalanches (Irstea)
IGN	Institut géographique national
IFN	Inventaire forestier national
MEDDE	Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
MNT	Modèle numérique de terrain
ONF	Office national des forêts
PCS	Plan communal de sauvegarde
PGHM	Peloton de gendarmerie de haute montagne
PLU	Plan local d'urbanisme
PPRN	Plan de prévention des risques naturels
RAA	Recueil des actes administratifs
RTM	Service de restauration des terrains en montagne (ONF)
SCOT	Schéma de cohérence territorial
SIG	Système d'information géographique
UTN	Unité touristique nouvelle
ZAC	Zone d'aménagement concerté

BIBLIOGRAPHIE

Ancey C., *Guide neige et avalanche*, Edisud, 1996.

« Avalanche », Encyclopaedia Universalis, 1997.

Brugnot G. et Marrocco B., « Avalanches le coût de la prévention », *Neige et avalanches n° 75*, septembre 1996.

Hurand A. *et al.*, *Gestion forestière et risques naturels*, Pyrénées centrales, ONF, 1994.

MEDD, CNDP, « Les risques en montagne, aléas et enjeux », supplément gratuit du *TDC n° 841*, octobre 2002.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, La Documentation française, *Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) guide général*, août 1997.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, *Retour d'expérience sur l'avalanche du 9 février 1999 à Montroc, commune de Chamonix,* Inspection générale de l'environnement, octobre 2000.

Ministère de l'Écologie et du Développement durable, ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du territoire, du Tourisme et de la Mer, *Éléments de mitigation : construire en montagne, la prise en compte du risque d'avalanche*, première édition, Cemagref, 2004.

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, *Retour d'expérience sur les avalanches de l'hiver 2008-2009*, Conseil général de l'environnement et du développement durable, mars 2010.

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités territoriales et de l'Immigration, *Modalités de prise en compte des avalanches exceptionnelles pour améliorer la prévention des risques et renforcer la sécurité des personnes*, Conseil général de l'environnement et du développement durable et Inspection générale de l'Administration, juillet 2011.

Office fédéral des forêts, Berne (CH), Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, Directive pour la prise en considération du danger d'avalanche lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire, Davos, octobre 1984.

Publication de l'École moderne française, « Les avalanches », *BT n° 1083*, (destiné à la jeunesse), 1996.

Tout savoir (ou presque) sur la neige et les avalanches, ANENA, février 2001.

SITES INTERNET

http://www.ecologie.gouv.fr
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Energie.

http://www.prim.net
http://ppr.prim.net
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Energie.

http://www.anena.org
Association nationale pour l'étude de la neige et des avalanches.

http://www.meteo.fr
Météo France.

http://www.avalanches.fr
Site de consultation des CLPA, EPA et sites sensibles.

http://rtm-onf.ifn.fr
Site de consultation des événements survenus dans les départements disposant d'un service RTM de l'ONF

http://www.lebensministerium.at
Ministère autrichien de l'Aménagement du Territoire.

http://www.crealp.ch
Centre de recherche valaisan sur l'environnement.

http://www.slf.ch
Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches de Davos).

http://www.avalanche.org
USFS National Avalanches, site nord-américain.

http://www.securitepublique.gc.ca/res/em/nh/lsa/index-fra.aspx
Bureau de la protection civile du gouvernement du Canada.

http://www.avalanche.ca
Canadian Avalanche Association, Colombie britannique.

http://www.csac.org
Site canadien anglophone sur le thème des avalanches.

ANNEXES

LA PÉRIODE DE RETOUR ET LA PROBABILITÉ D'OCCURRENCE

La période de retour est une traduction en langage courant d'une grandeur mathématique très largement utilisée en statistique qui est la probabilité de non-dépassement *(F)*, c'est-à-dire la probabilité pour qu'une valeur donnée ne soit pas dépassée. Par exemple, une probabilité de non-dépassement 0,99 signifie qu'il y a 99 % de chances pour que cette valeur ne soit pas dépassée ou réciproquement 1 % de chances qu'on trouve une valeur qui lui soit supérieure sur un laps de temps donné. En pratique, on définit la période T exprimée en années comme suit :

$$T=1/(1-F)$$

À la probabilité de non-dépassement de 0,99 est donc associée la période de retour T = 100 ans ; c'est le phénomène qui a 1 % de chance d'être dépassé en moyenne sur une période d'un an.

Il faut bien retenir que le phénomène centennal n'est pas le plus gros phénomène qui intervient une fois tous les cent ans, mais celui qui a 1 % de chance de se produire ou d'être dépassé chaque année, c'est-à-dire celui qu'on verrait en moyenne une fois par siècle si l'on disposait d'une très longue période d'observations. Il peut y avoir plusieurs événements de probabilité d'occurrence centennale sur un siècle.

La probabilité P pour qu'il y ait n événements de période de retour T (ou de fréquence $p = 1-F = 1/T$) pendant un laps de temps de N années, peut être représentée à l'aide d'une loi dite de Poisson : $e^{-Np}(Np)^n/n$!. La probabilité qu'il y ait au moins un événement de période de retour T pendant N années est :

$$1-P(0)=1-e^{-Np}$$

La probabilité d'avoir un événement d'occurrence centennale est donc de 18 % dans les vingt ans à venir, de 63 % dans le prochain siècle, et de 95 % dans les trois siècles à venir. De même la probabilité d'avoir vu se produire l'événement d'occurrence décennale durant les vingt dernières années n'est que de 86 %.

PRÉDÉTERMINATION DES ZONES DE DÉPART D'AVALANCHES À L'AIDE D'UN MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN (MNT)

Rédigé par le Service de restauration des terrains de montagne pour la chaîne des Pyrénées

La localisation des avalanches, qu'il s'agisse ou non de secteurs couverts par des CLPA, est le fruit d'une analyse basée sur la chronique des événements passés, sur la photo-interprétation et sur des observations de terrain.

Ces cartes de phénomènes peuvent omettre des avalanches dans des secteurs moins observés, notamment lorsqu'il n'existe pas de données CLPA ou EPA et prennent peu ou pas en compte des phénomènes potentiels. En particulier bon nombre de versants forestiers connaîtraient, en raison de leurs caractéristiques topographiques, des phénomènes avalancheux s'ils n'étaient pas boisés.

La possibilité de départ d'une avalanche est liée aux paramètres de terrain, si par ailleurs les conditions nivologiques sont réunies. La bibliographie et les travaux du Cemagref (devenu Irstea) (thèse F. Berger) en retiennent cinq principaux :

- pente ;
- altitude ;
- rupture de pente ;
- surface ;
- angle de ligne de rupture.

Il était donc intéressant de développer un outil d'aide à l'expertise permettant de prédéterminer les zones de départ. La combinaison dans un SIG de ces données, issues d'un modèle numérique de terrain (MNT), le rend possible.

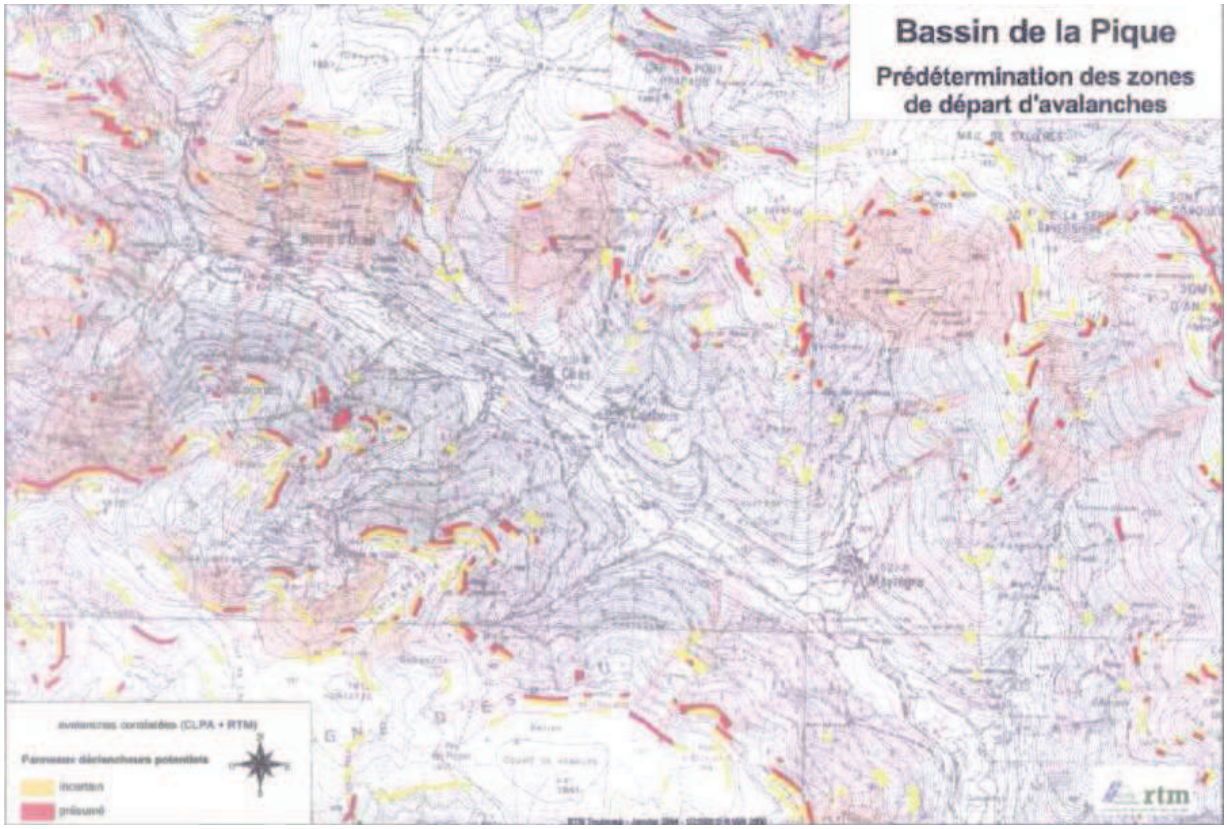
Ce développement, réalisé par l'ONF (service RTM et bureau d'étude spécialisé) a consisté à définir les valeurs de ces paramètres représentant le terrain, expliquant au mieux les avalanches constatées dans divers secteurs test couverts par des CLPA dans les Alpes et les Pyrénées, puis à générer à l'aide du MNT de l'IGN (BD ALTI®) au pas de 50 mètres une couche d'information localisant les secteurs répondant aux cinq critères de départ retenus.

Schéma : Critères de localisation des zones de départ potentiel d'avalanche

Le résultat est une cartographie au 1/25 000 où est représenté sur fond IGN l'ensemble des « panneaux déclencheurs » classés en deux types : présumé et incertain (*cf.* cartes 13 et 14). Ces cartes (couches numériques) couvrent les massifs alpin et pyrénéen et peuvent être communiquées sur demande d'un bureau d'étude chargé de réaliser un PPRN avalanche.

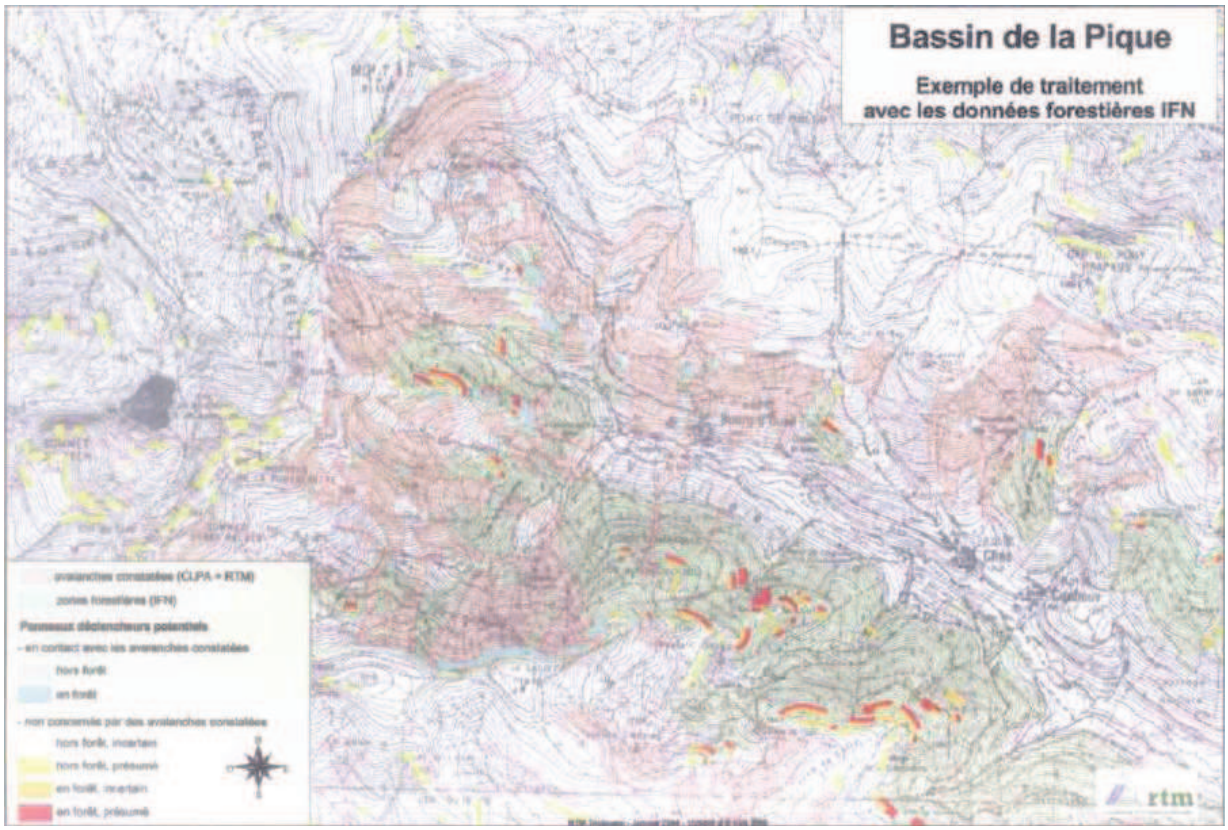
Elles ne constituent pas une localisation des zones de départ d'avalanches, mais sont seulement un outil complémentaire d'aide à l'analyse, amenant le chargé d'études PPRN à visiter ou à regarder d'un autre œil, certains secteurs mal connus au plan de l'historicité, ou qui ont pu être mal appréciés. Elles sont utilisées par ailleurs pour la gestion des zones forestières sans avalanche connue, où une structure convenable des peuplements doit être maintenue pour éviter le développement d'avalanches.

Carte 13 : Prédétermination des zones de départ d'avalanches à l'aide d'un MNT à partir d'un fond de plan au 1/25 000. Bassin de la Pique (31)



Source : RTM.

Carte 14 : Même traitement que la carte précédente, complété par les données forestières de l'IFN. Les « panneaux déclencheurs » identifiés dans les secteurs boisés ont, moins qu'ailleurs, donné lieu à des avalanches observées à partir d'un fond de plan au 1/25 000. Bassin de la Pique (31)



Source : RTM.

LA MODÉLISATION DES AVALANCHES

Le recours à un ou plusieurs modèles d'avalanches aide souvent une analyse experte pour quantifier le risque, par exemple pour mieux déterminer une distance d'arrêt pour une période de retour donnée. L'usage d'un tel outil complémentaire s'avère de plus en plus fréquent et nécessaire. Il peut y être fait appel lors de l'élaboration d'un PPRN avalanches, mais il ne doit en aucun cas se substituer seul à l'étude historique et à l'analyse géomorphologique.

La modélisation des avalanches regroupe un grand nombre d'approches. Actuellement, on peut ainsi identifier plus de cinquante « modèles d'avalanches ». Cette diversité témoigne à la fois de la complexité du phénomène (exemples : avalanche coulante et/ou en aérosol, reprise et/ou dépôt de neige) et de la multiplicité des questions posées (exemple : distances d'arrêt et/ou pressions d'impact et/ou géométrie). **En 2002 et sur le plan scientifique**, il n'existe donc aucun jeu d'équations mathématiques de la neige en mouvement qui soit communément admis comme reflétant correctement toute l'étendue du phénomène. De plus, il n'est pas possible d'étudier à volonté les propriétés mécaniques des avalanches, soit *in situ*, sans attendre des années et en identifiant les particularités du site, soit en laboratoire sans corrections de similitude. Ainsi tout modèle d'avalanche n'est qu'une représentation particulière du phénomène. La « bonne » approche consiste donc à vérifier l'adaptation du modèle utilisé avec le phénomène étudié et la question posée. Dans la plupart des cas, cette opportunité s'examine en comparant quelques résultats proposés par le modèle utilisé à des « données » de terrain. Malheureusement celles-ci sont quasi systématiquement à la fois en petit nombre et de qualité très inégale. Il s'agit ensuite malgré tout de « caler le modèle », c'est-à-dire d'ajuster certains de ses paramètres afin qu'ils produisent des résultats en accord avec les événements connus. Naturellement le succès du calage d'un modèle ne présage ni de sa pertinence globale, ni de la possibilité de l'utiliser dans d'autres circonstances ou pour d'autres couloirs d'avalanche.

Du point de vue des concepts scientifiques mis en œuvre, on peut distinguer plusieurs types d'approche :

L'approche déterministe/dynamique

Elle consiste à décrire le mouvement d'une avalanche à partir d'un jeu d'équations différentielles (bilans de masse, de quantité de mouvements, et parfois d'énergie). Un des modèles les plus connus a été popularisé par le suisse Voellmy dans les années 50 et, depuis lors, a fait l'objet de très nombreuses variantes visant à sophistiquer le traitement mathématique des équations du mouvement.

La grande force de cette approche est de permettre le calcul d'un grand nombre de variables dynamiques de l'avalanche telles que les vitesses, les hauteurs, ou les pressions en tout point de la trajectoire.

Les défauts des modèles déterministes sont bien identifiés :
– ils reposent sur des hypothèses spéculatives concernant les processus élémentaires impliqués dans le déclenchement, le mouvement et l'arrêt de l'avalanche ;
– ils nécessitent le calage de paramètres internes sans que l'on sache réellement si les valeurs ainsi calées sont transposables en toutes circonstances à d'autres sites ;
– ils imposent de connaître les conditions initiales (quantité et qualité du manteau neigeux, topographie, frottements...) avant le début de l'avalanche ; ceci reste très difficile à préciser quand on travaille en prédétermination (exemple : pour le zonage).

Cette approche est très employée.

L'approche statistique

Elle exploite directement les données de terrain et recherche les corrélations entre celles-ci. Quand, sur un site donné, il existe une série de données suffisamment longue dans le temps, cette approche peut permettre d'estimer avec une bonne confiance la relation entre la distance d'arrêt et la période de retour de l'avalanche. Mais il est très rare de disposer d'un nombre suffisant de données pour arriver à cette relation dans de bonnes conditions théoriques. Toutefois la régionalisation des données augmente leur nombre, ce qui autorise le traitement statistique.

Ainsi, au début des années 80, des chercheurs ont montré qu'il existait en Norvège une corrélation forte entre le profil en long régulier du terrain et la distance d'arrêt d'une avalanche. L'hypothèse de travail (un comportement similaire de tous les couloirs d'avalanche à une échelle régionale) n'a pourtant pas été montrée et la transposition de la méthode ne peut se faire sans grandes précautions. Un autre inconvénient de cette approche est qu'elle ne fournit qu'un très petit nombre de paramètres de l'avalanche (en général seulement une distance d'arrêt en fonction de la période de retour choisie). Enfin, contrairement à la pratique en hydrologie, le caractère fortement non linéaire des relations statistiques obtenues limite la possibilité de les extrapoler pour les grandes périodes de retour.

Malgré un large écho en Amérique et en Europe du Nord, l'utilisation de cette approche reste marginale en France.

L'approche conceptuelle

Elle combine des outils issus des deux approches ci-dessus, en essayant de pallier leurs défauts respectifs tout en gardant leurs points forts. Ainsi, de l'approche déterministe, elle emprunte l'idée que la propagation d'une avalanche doit bien obéir à quelques lois élémentaires de la physique, d'où la possibilité d'utiliser des équations dynamiques. De l'approche statistique, elle retient le caractère fortement aléatoire dans la distribution des variables d'entrée (le volume de neige mobilisé par exemple) ou de sortie (comme la distance d'arrêt), d'où la nécessité de traiter les variables relatives à une série d'événements sur un site comme des variables aléatoires. Les variables de sortie ne sont plus reliées aux variables d'entrée par des corrélations fixes mais à l'aide de relations obtenues numériquement par des simulations dites de Monte-Carlo (par allusion aux jeux de hasard qui s'y pratiquent).

Ses principaux inconvénients sont la lourdeur de mise en œuvre et la nécessité d'un calage des paramètres internes.

Ce type d'approche développé maintenant depuis une dizaine d'années en Europe est particulièrement utile quand on recherche à établir des caractéristiques diverses d'avalanches (une pression d'impact par exemple) en fonction de la période de retour.

L'approche physique

Elle tente de reproduire physiquement, dans un laboratoire, l'avalanche étudiée. Elle nécessite un support topographique tridimensionnel, ainsi qu'un choix déterminant des critères de similitude.

Ainsi on ne peut généralement pas d'une part étendre à d'autres sites les résultats obtenus et d'autre part apprécier en même temps les paramètres géométriques (comme les distances d'arrêt) et les paramètres physiques (comme les pressions d'impact).

Elle offre néanmoins une bonne visualisation du phénomène dans le site considéré. La reprise de neige reste difficile à réaliser.

Elle est relativement peu utilisée dans des applications spécifiques.

L'approche symbolique

Elle tente de reproduire le raisonnement effectué par un expert face à un site avalancheux. Les règles de fonctionnement et les connaissances sont recueillies dans un système informatique de gestion de ces données.

Elle n'était pas opérationnelle en 2012.

Il existe donc aujourd'hui toute une panoplie d'outils de calcul permettant de répondre à la plupart des questions posées en ingénierie avalanche, avec une qualité certes variable mais néanmoins généralement satisfaisante. Les conditions d'utilisation sont elles aussi très différentes, selon les données de site (ex. : de quelques points d'un profil en long jusqu'à un modèle numérique de terrain détaillé), selon les données historiques et/ou nivologiques (de quelques repères jusqu'à des séries très longues), selon le temps passé (quelques secondes à plusieurs jours). Aucune approche n'est cependant foncièrement meilleure que les autres. La pertinence d'un modèle reste toujours subordonnée au nombre et à la qualité des données disponibles sur un site. Son caractère prédictif ne peut donc jamais être garanti *a priori*.

INDEX DES DOCUMENTS ET ILLUSTRATIONS

Cartes

Carte 1 Localisation des communes recensées comme présentant un risque d'avalanche, p.16

Carte 2 CLPA partielle de AU68 sur St Cololmban-des-Villards (73), p.25

Carte 3 Exemple de carte de vigilance de Météo France, p.30

Carte 4 Découpage des massifs pour le Bulletin d'estimation des risques d'avalanche (BRA), p.31

Carte 5 Périmètre d'étude et périmètre réglementé du PPRN de Thollon-les-Mémises (74), p.49

Carte 6 Carte informative des phénomènes naturels dans la haute vallée de la Pique (31), p.52

Carte 7 Exemple de la carte des aléas du projet à Valmaure (74), p.61

Carte 8 Extrait du PIDA de Morzine-Avoriaz (74), p.69

Carte 9 Extrait de la carte de localisation des événements à St Martin Vésubie (06), p.71

Carte 10 Extrait de la carte des aléas du PPRN de Praz-sur-Arly (74), p.72

Cartes 11 et 12 Extrait sur un même secteur d'une carte d'aléa et d'une carte réglementaire à Vacheresse (74), p.79

Carte 13 Prédétermination des zones de départ d'avalanches à l'aide d'un MNT à partir d'un fond de plan au 1/25 000. Bassin de la Pique (31), p.94

Carte 14

Même traitement que la carte précédente, complété par les données forestières de l'IFN. Les « panneaux déclencheurs » identifiés dans les secteurs boisés ont, moins qu'ailleurs, donné lieu à des avalanches observées à partir d'un fond de plan au 1/25 000. Bassin de la Pique (31), p.95

Documents

Document 1

Extraits d'un article paru dans le n° 98 de la revue *Neige et Avalanche, p.17*

Document 2

Coupure de presse au lendemain de la catastrophe de Val-d'Isère (73) en 1970, p.19

Document 3

Les perturbations économiques dues aux risques d'avalanches, p.20

Document 4

Extrait du premier carnet d'avalanche de Samoëns (74), p.26

Document 5

Fiche encochable du deuxième carnet d'enquête permanente sur les avalanches à Samoëns (74), p.27

Document 6

« Papillon jaune » d'avis d'avalanche, p.27

Document 7

Extrait d'un rapport manuscrit sur une avalanche à Flaine (74) en mars 1914, p.29

Document 8

Extrait du rapport sur le retour d'expérience sur l'avalanche du 9 février à Montroc, commune de Chamonix, p.41

Document 9

Les principales sources d'informations utiles aux études, p.51

Document 10

Extrait du tableau récapitulatif des zones d'aléas du PPRN de Praz-sur-Arly (74), p.73

Document 11

Exemple de synthèse du règlement d'après le service RTM interdépartemental 64-65, p.81

Document 12

Règlement en zone verte de protection contre le départ d'avalanche dans le PPRN de Faverges (74), p.84

Document 13

Article L. 425-1 – chapitre V, titre II – livre IV du Code forestier, p.87

Photographies

Photographie de couverture
Avalanche dans le couloir du Baptieu aux Contamines- Montjoie (74), le 8 février 1984, *couverture*

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, p.7

Photographie 2
Avalanche déclenchée artificiellement au col d'Ornon dans l'Isère, p.9

Photographie 3
Chalet détruit par l'avalanche du 9 février 1999 au hameau de Montroc à Chamonix (74), p.18

Photographie 4
Travaux de reboisement paravalanche au Chazelet dans les Hautes-Alpes, p.20

Photographie 5
Coulée de neige en forêt et à proximité d'une zone urbanisée le 24 mars 1981 à Allemont dans l'Isère, p.22

Photographie 6
Vallée de Casterino (06), couloir n° 59, branche nord. Forêt ravagée durant l'hiver 1971-1972, p.22

Photographie 7
Avalanche du Theil à Barège (65) devant l'hôpital militaire le 2 février 1907, p.29

Photographie 8
Filets paravalanches à La Clusaz en Haute-Savoie, p.35

Photographie 9
Les peuplements irréguliers d'altitude favorisent l'ancrage du manteau neigeux, p.36

Photographie 10
Chantier de reboisement sur banquette à Oulles en Isère en juillet 1985, p.36

Photographie 11
Tourne efficace à Tours-en-Savoie (73), p.37

Photographie 12
Étrave accolée au bâtiment à protéger à Bonneval-sur-Arc (73), p.38

Photographie 13
Galerie de protection routière à Gourette (64), p.38

Photographie 14
Gazex aux Orres (05), p.39

Photographie 15
Photographie stéréoscopique infra-rouge de l'Inventaire forestier national (IFN) sur la commune de Novel (74), p.50

Photographie 16
Avalanche du 31 janvier 1942 sur le sanatorium de Guébrian à Passy (74), p.53

Photographie 17
Témoignage d'un événement historique à Chamonix (74), p.714

Tableaux

Tableau 1
Classification morphologique des avalanches, p.12

Tableau 2
Échelle européenne du risque d'avalanche à l'intention du public pratiquant la montagne hors des pistes balisées et ouvertes, p.32

Tableau 3
Récapitulatif des techniques de protection paravalanche, p.34

Tableau 4
Les étapes d'analyse et de cartographie du risque, p.47

Tableau 5
Niveaux d'aléas avalanches, p.56

Tableau 6
Procédure d'élaboration du PPRN, p.66

Tableau 7
Principes de zonage réglementaire, p.77

Figures

Figure 1
Définition de l'avalanche, p.8

Figure 2
Schéma classique de site, p.10

Figure 3
Rupture en pente convexe, p.10

Figure 4
Le rôle du couvert forestier dans la stabilisation du manteau neigeux, p.21

Figure 5
Récapitulatif des différentes zones d'aléas possibles, p.57

Figure 6
Synthèse, pour un couloir donné, des étapes conduisant à la cartographie des aléas, p.58

Ministère de l'Écologie
du développement durable et de l'Énergie

Direction générale de la prévention des risques
Tour Sequoia
92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 22

www.developpement-durable.gouv.fr