

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'étude

Le choix des limites du périmètre d'étude 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 événements 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).

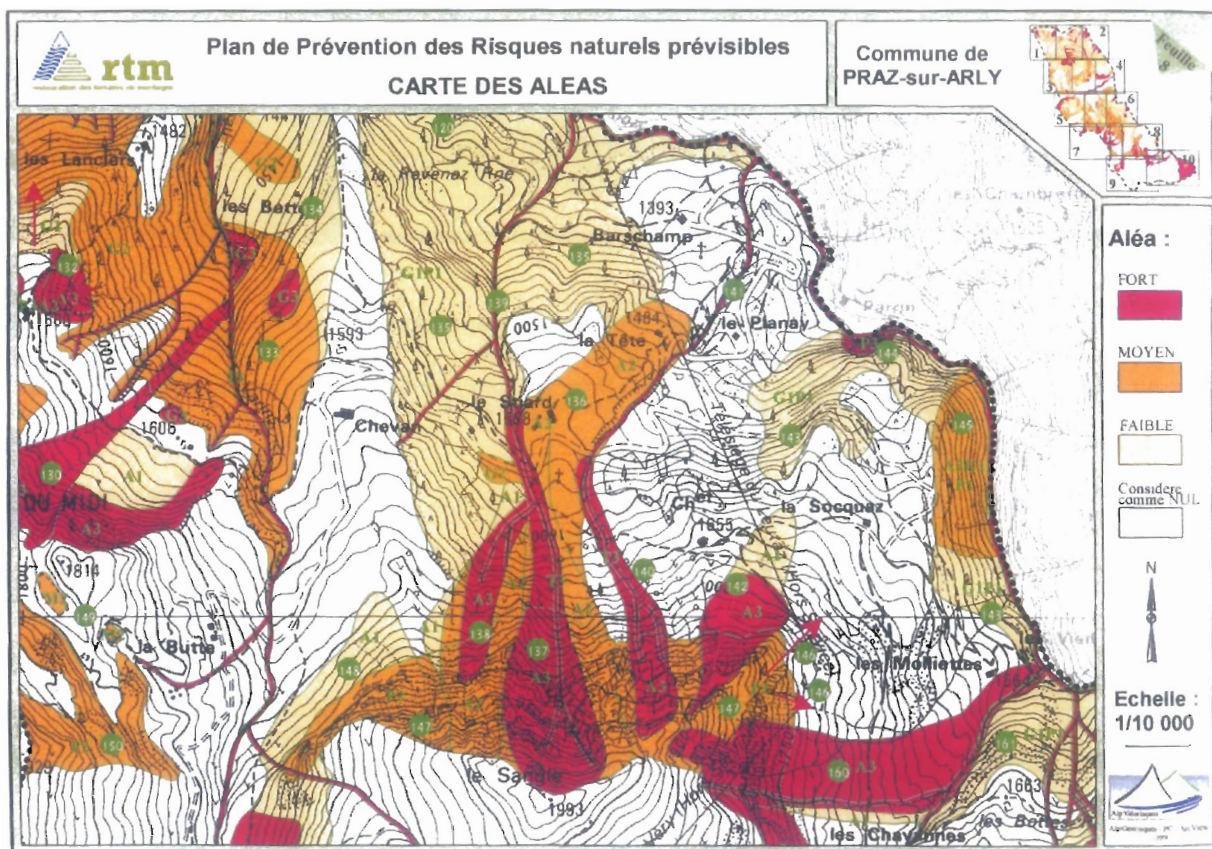


## Le mode de qualification de l'aléa avalanche

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

Page 10 sur 10

Feuille 8 - CHAUX, LE PIZ (74)					tableau 11
n	Phénomène	Degré d'aléa	Description	Occupation du sol	
131	Glissemment de terrain Chutes de pierres	Faible	couverture de collations sur un substratum schisteux (lilas supérieur) dans des zones à pente moyenne à faible, sous et autour de chalets, zones très faibles aux gisements de terrain.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale	
135	Glissemment de terrain Chutes de pierres	Faible	couverture de collations sur un substratum schisteux (lilas supérieur) dans les zones à pente moyenne à forte. Des escarpements rocheux peuvent générer des chutes de pierres localisées.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale	
80	Avalanche	Moyen	extension maximale de l'avalanche du Stard (n° 2 CLPA) responsable des dégâts au chalet (S1, S2).	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale, chalet d'alpage	
137	Avalanche	Fort, Moyen	avalanche du Stard (n° 2 CLPA). Cette avalanche atteint le chalet (S1, S2) au moins à deux reprises.	pâturages, forêt, piste forestière et pastorale, chalet d'alpage	
138	Avalanche	Fort, Moyen	avalanche du Sargle (n° 13 CLPA). Cette avalanche est susceptible de contribuer à l'augmentation de celle du Stard (n° 2 CLPA).	milieu naturel, forêt	
136	Chute rocher/trafic	Fort	El débouche de la combe du Stard, affluent de rive gauche du torrent de Cassioz.	milieu naturel	
143	Avalanche	Fort	avalanche du Sanglé est répertoriée au plan national sur la CLPA.	milieu naturel, pâturages	
13	Chute torrentielle	Fort	trébuchement de la combe du Planay, affluent de rive gauche du torrent de Cassioz.	milieu naturel	
147	Avalanche	Fort, Faible	zone avalancheuse qui domine le S1, S2. Cette avalanche est répertoriée au plan national sur la CLPA.	milieu naturel, pâturages	
142	Glissemment de terrain Chutes de pierres	Faible	couverture de collations sur un substratum schisteux (lilas 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	
48	Avalanche	Moyen	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	
145	Glissemment de terrain Chutes de pierres	Faible		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 cultureaux ;
- 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 sur lesquelles il peut y avoir 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 peut pas conduire à justifier l'augmentation de la vulnérabilité du secteur ;
- la constructibilité et donc l'augmentation des enjeux sous les ouvrages ne pourront être envisagées que très exceptionnellement, 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 trois conditions suivantes sont simultanément réunies :

- 1) Il n'y a pas d'autres sites d'implantation possibles sur un secteur proche non soumis à ce niveau d'aléa ;
- 2) 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 ;
- 3) 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 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**

Aléa	Espaces non urbanisés	Espaces urbanisés	
		non protégés	protégés
Fort A3	Interdiction de construire	Interdiction de construire + limitation des arbres	Interdiction ou exceptionnellement prescriptions strictes + limitation des arbres
Moyen A2	Interdiction de construire	Interdiction ou exceptionnellement prescriptions et mise en œuvre des mesures de prévention + limitation des arbres	Prescription et mesures d'entretien des ouvrages de protection + limitation des arbres
Zone non exposée source d'aléa	Interdiction de construire + sylviculture pour une forêt à fonction de protection	Sans objet	
Faible A1	Sylviculture pour une forêt à fonction de protection Mesures individuelles de prévention	Mesures individuelles de prévention	Prescriptions et mesures d'entretien des ouvrages de protection
AE	Réglementation pour les ERP avec hébergement et les équipements nécessaires à l'organisation des secours		
Négligeable ou nul mais accès menacés			



## Éléments de cartographie

Le PPRN annexé obligatoirement au PLU, lorsqu'il existe, 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, 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.

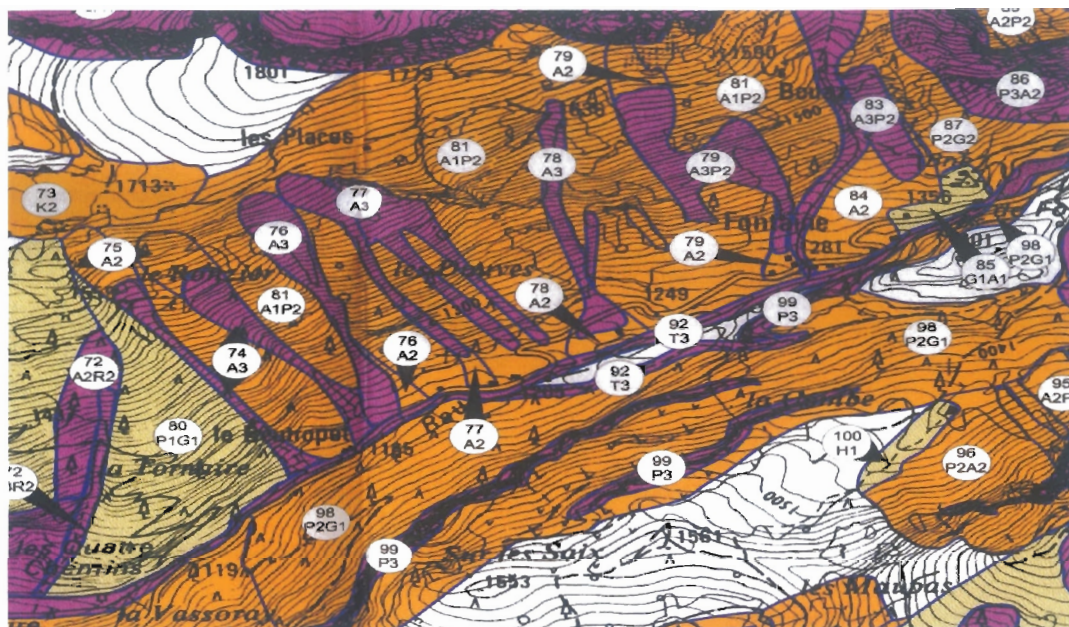
Par convention, la couleur rouge est adoptée pour les zones inconstructibles et la couleur bleue pour les zones constructibles sous condition. Il est proposé d'utiliser la couleur verte pour les zones au seul règlement sylvicole et enfin une couleur claire (jaune, bistre, etc.) pour les zones qui ne 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.

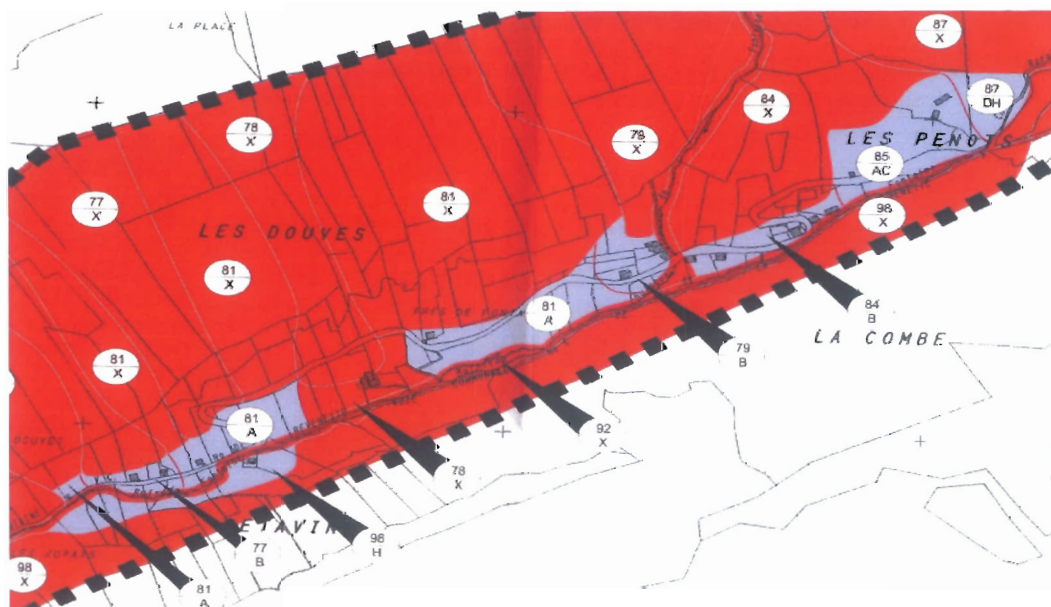
Pour faciliter le renvoi au texte et notamment au règlement, les zones qui le nécessitent posséderont également une désignation alphanumérique.

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 1/500



## 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.

## 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			Recom mandat ions
Règles d'urbanisme	Règles de construction	Autres règles		Règles d'aménagement	Règles de construction	Autres règles	
			<b>1. Occupations et utilisations du sol</b>				
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
			<b>2. Constructions</b>				
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 <b>Pour toute construction</b> , 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 <sup>2</sup> ), 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 <sup>2</sup> )				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
			<b>3. Établissements recevant du public</b>				
		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
			<b>4. Camping/Caravanage</b>				
		X	4.1 Interdit du 1 <sup>er</sup> novembre au 1 <sup>er</sup> 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 constructions nouvelles, 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<sup>2</sup> d'emprise au sol.

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 soumise à permis de construire. En conséquence, les règles d'interdiction s'imposent à la reconstruction sauf si le règlement du PPRN précise le contraire. En matière d'avalanches, le principe à retenir est l'interdiction de reconstruire les bâtiments totalement détruits, quelle que soit l'origine du sinistre.

Toutefois, l'application de ce principe nécessite une réflexion préalable lors de l'élaboration du zonage du PPRN.

### **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, ...
  - La définition par une étude technique des conditions de construction (nivologie, résistance des matériaux...) : ces études ne font pas partie de la demande de permis de construire et ne peuvent faire l'objet de vérification (article R. 421-2 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 est interdite sur ces zones (centre de secours, centre de gestion de crise, hôpital, hélicoptère...).

### **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 désormais 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'avalanche 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).

---

**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

---

<b>Aléa</b>	Phénomène naturel de probabilités d'occurrence et d'intensité données.
<b>Anthropique</b>	Qui est dû directement ou indirectement à l'action de l'homme.
<b>Danger naturel</b>	État qui correspond aux préjudices potentiels d'un phénomène naturel probable sur les personnes.
<b>Enjeux</b>	Personnes, biens, activités, moyens, patrimoines susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.
<b>Névé</b>	Plaque de neige isolée, mais relativement importante persistant l'été, de masse volumique supérieure à 500 kg/m <sup>3</sup> .
<b>Nivologie</b>	Science de la neige et par extension des avalanches.
<b>Risque naturel</b>	Perte probable en vie humaine, en biens et en activités consécutives à l'occurrence d'un aléa naturel.
<b>Talweg</b>	Ligne qui relie les points les plus bas d'une vallée.
<b>Vulnérabilité</b>	Au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisible d'un phénomène naturel sur les enjeux.

# SIGLES

---

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

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 et du Développement durable.

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

<http://www.ana.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.

## 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**

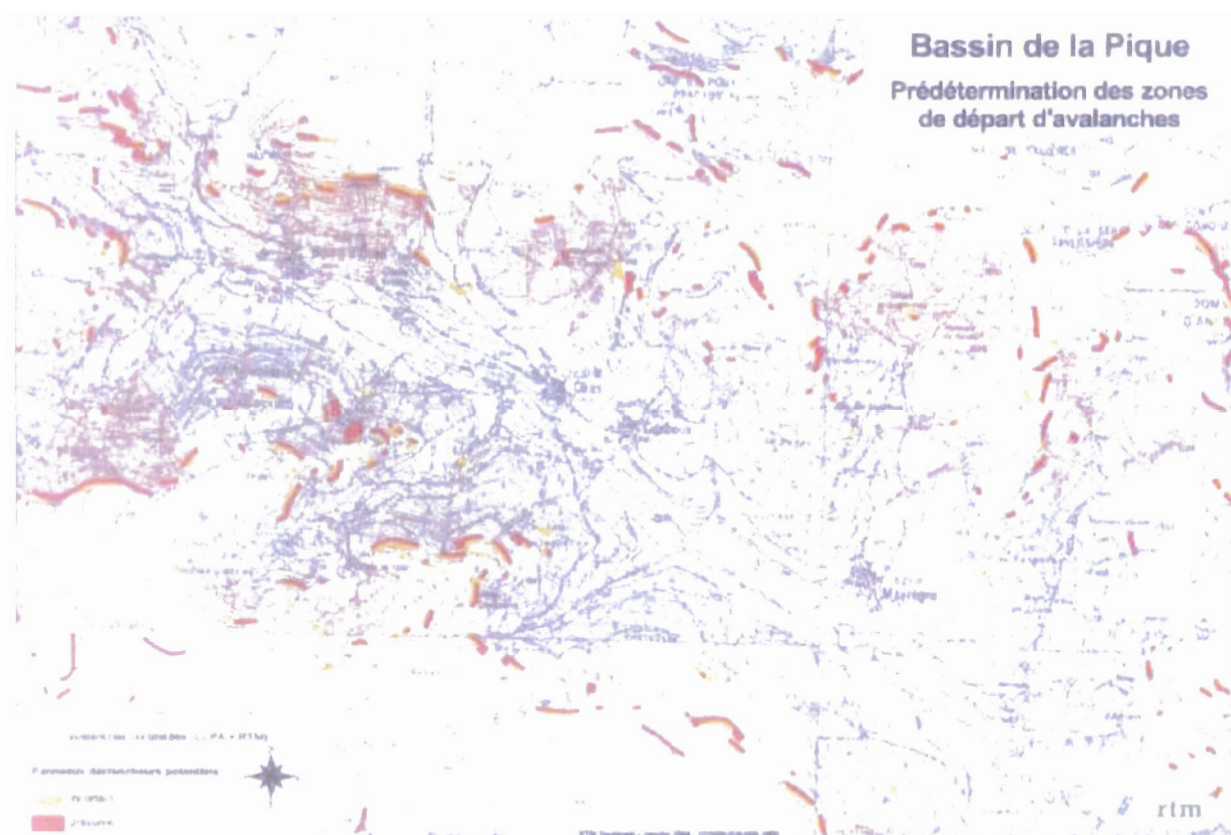
Le résultat est une cartographie au 1/25 000 où est représenté sur fond IGN l'ensemble des « panneaux déclencheurs » classés en deux types : présumé et incertain (*cf.* cartes 13 et 14). Ces cartes (couches



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 sophistication 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

- |                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Carte 1</b>         | Localisation des communes recensées comme présentant un risque d'avalanche  |
| <b>Carte 2</b>         | CLPA partielle de AU68 sur St Cololmban-des-Villards (73)   |
| <b>Carte 3</b>         | Exemple de carte de vigilance de Météo France   |
| <b>Carte 4</b>         | Découpage des massifs pour le Bulletin d'estimation des risques d'avalanche (BRA)   |
| <b>Carte 5</b>         | Périmètre d'étude et périmètre réglementé du PPRN de Thollon-les-Mémises (74)   |
| <b>Carte 6</b>         | Carte informative des phénomènes naturels dans la haute vallée de la Pique (31)   |
| <b>Carte 7</b>         | Exemple de la carte des aléas du projet à Valmaure (74)   |
| <b>Carte 8</b>         | Extrait du PIDA de Morzine-Avoriaz (74)   |
| <b>Carte 9</b>         | Extrait de la carte de localisation des événements à St Martin Vésubie (06)   |
| <b>Carte 10</b>        | Extrait de la carte des aléas du PPRN de Praz-sur-Arly (74)   |
| <b>Cartes 11 et 12</b> | Extrait sur un même secteur d'une carte d'aléa et d'une carte réglementaire à Vacheresse (74)                                       |
| <b>Carte 13</b>        | 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) |

#### 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),

## Documents

#### Document 1

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

#### Document 2

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

#### Document 3

Les perturbations économiques dues aux risques d'avalanches

#### Document 4

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

#### Document 5

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

#### Document 6

« Papillon jaune » d'avis d'avalanche

#### Document 7

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

#### Document 8

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

#### Document 9

Les principales sources d'informations utiles aux études

#### Document 10

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

#### Document 11

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

#### Document 12

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

#### Document 13

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

## 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

### Photographie 2

Avalanche déclenchée artificiellement au col d'Ornon dans l'Isère

### Photographie 3

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

### Photographie 4

Travaux de reboisement paravalanche au Chazelet dans les Hautes-Alpes

### Photographie 5

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

### Photographie 6

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

### Photographie 7

Avalanche du Theil à Barèges (65) devant l'hôpital militaire le 2 février 1907

### Photographie 8

Filets paravalanches à La Clusaz en Haute-Savoie

### Photographie 9

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

### Photographie 10

Chantier de reboisement sur banquette à Oulles en Isère en juillet 1985

### Photographie 11

Tourne efficace à Tours-en-Savoie (73)

### Photographie 12

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

### Photographie 13

Galerie de protection routière à Courette (64)

### Photographie 14

Gazex aux Orres (05)

### Photographie 15

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

### Photographie 16

Avalanche du 31 janvier 1942 sur le sanatorium de Guébriant à Passy (74)



## Photographie 17

Témoignage d'un événement historique à Chamonix (74)

## Tableaux

<b>Tableau 1</b>	Classification morphologique des avalanches
<b>Tableau 2</b>	Échelle européenne du risque d'avalanche à l'intention du public pratiquant la montagne hors des pistes balisées et ouvertes
<b>Tableau 3</b>	Récapitulatif des techniques de protection paravalanche
<b>Tableau 4</b>	Les étapes d'analyse et de cartographie du risque
<b>Tableau 5</b>	Niveaux d'aléas avalanches
<b>Tableau 6</b>	Procédure
<b>Tableau 7</b>	Principes de zonage réglementaire

## Figures

<b>Figure 1</b>	Définition de l'avalanche
<b>Figure 2</b>	Schéma classique de site
<b>Figure 3</b>	Rupture en pente convexe
<b>Figure 4</b>	Le rôle du couvert forestier dans la stabilisation du manteau neigeux
<b>Figure 5</b>	Récapitulatif des différentes zones d'aléas possibles
<b>Figure 6</b>	Synthèse, pour un couloir donné, des étapes conduisant à la cartographie des aléas



**Ministère de l'Écologie,  
du Développement durable et de l'Énergie**  
Direction générale de la Prévention des risques  
Grande Arche, paroi Nord  
92055 La Défense cedex  
Tel : 01 40 81 21 22

