

# Une nouvelle échelle d'intensité pour les avalanches

François Rapin<sup>a</sup> et Richard Guillaude<sup>b</sup>

*Comment qualifier une « catastrophe naturelle » après qu'elle se soit produite, en la comparant avec d'autres de même nature survenues dans le passé ? Cette appréciation, fort utile en terme d'aménagement du territoire et de gestion prévisionnelle des événements, est possible avec l'aide d'une échelle d'intensité construite à partir de certains paramètres physiques du phénomène lui-même, et des endommagements observés sur les enjeux standards, tels que différents types de bâti, infrastructures, réseaux, milieu naturel... Cet article présente les étapes de réalisation d'une échelle d'intensité pour les avalanches.*

Le concept d'échelle d'intensité pour qualifier une « catastrophe naturelle » est une initiative du ministère de l'Écologie et du Développement durable. L'étude (Guillaude *et al.*, 2002) a été coordonnée par le bureau Géosciences Consultants (GSC) et réalisée en partenariat avec Météo-France et le Cemagref. Les risques naturels concernés étaient météorologiques (tempête, cyclone, orage, grêle, etc.), hydrauliques (inondation, crue torrentielle, avalanche, submersion par remontée de nappe), volcaniques (éruption), sismiques, dus à des feux de forêts (Lampin Cabaret C. *et al.*, 2002) ou à des mouvements de terrain, etc.

Après une présentation du concept d'échelle d'intensité appliqué aux risques naturels, nous exposons ici le principe d'une échelle « avalanche », puis nous ferons le point sur son champ d'application ; nous aborderons ensuite la description des paramètres de cette échelle et les effets prévisibles sur les enjeux retenus. Plusieurs exemples sont ensuite proposés.

## Les objectifs d'une méthode commune à plusieurs risques naturels

Les échelles d'intensité souhaitées devaient permettre de qualifier une intensité et les dommages théoriques correspondants même s'il n'y avait pas eu de réel endommagement (absence d'enjeu sur le site). Elles devaient donc être indépendantes du site concerné et de la vulnérabilité réelle présente

sur ce site : ceci a imposé d'avoir une palette variée de critères, afin d'être certain qu'au moins un indice permette d'attribuer une intensité.

Cela signifie aussi qu'en présence d'enjeux sur la zone impactée, le niveau d'intensité ne devait pas être décrit en fonction du nombre d'enjeux présents (ce qui reviendrait à qualifier un niveau de vulnérabilité), mais selon le niveau d'endommagement observé sur ces enjeux. De plus, dans un souci de reproductibilité, il fallait construire ces échelles sur des enjeux standards, très répandus.

Il a donc fallu identifier quelques paramètres physiques assez facilement quantifiables et des gammes correspondantes de types d'endommagement : personnes, bâtiments, infrastructures, espaces naturels et agricoles, autres...

À un niveau d'intensité décrit par un paramètre physique donné, correspond un niveau d'endommagement maximal supposé possible sous l'effet des sollicitations physiques. Bien évidemment, des niveaux moindres peuvent être observés selon l'éloignement, la position de l'enjeu relativement au phénomène source et à son maximum d'intensité qui peut être très localisé, étendu, se déplacer. On se rattache donc à une position théorique de l'enjeu, la plus défavorable par rapport à la sollicitation physique.

Un guide d'usage de ces échelles d'intensité a été écrit et mis à disposition des utilisateurs.

### Les contacts

<sup>a</sup> Cemagref,  
UR Érosion torrentielle,  
neiges et avalanches,  
2 rue de la Papeterie,  
BP 76, 38402 Saint-  
Martin-d'Hères  
<sup>b</sup> Géosciences  
Consultants,  
157 rue des Blains,  
92220 Bagneux

## 1. Érosion torrentielle, neiges et avalanches.

### La construction de l'échelle d'intensité « avalanche »

La principale échelle d'intensité préexistante et utilisée est canadienne (Mac Clung *et al.*, 1993). D'origine assez ancienne (Perla *et al.*, 1976), elle est sur 5 niveaux, mais elle reste très rudimentaire sur l'endommagement.

Plus récemment, l'unité ETNA<sup>1</sup> du Cemagref travaillait déjà avec le Centre d'études de la neige de Météo-France au développement d'une échelle avalanche plus complète, essentiellement axée sur les paramètres physiques du phénomène.

C'est à partir de cet acquis que le Cemagref a poursuivi en 2001 et 2002 ses travaux pour la réalisation de l'échelle avalanche souhaitée par le ministère chargé de l'environnement. En développant la description des endommagements possibles, l'échelle s'est progressivement sophistiquée et complétée, en s'appuyant notamment sur l'analyse d'événements survenus en France comme les avalanches de Chamonix-Montroc et Chamonix-Taconnaz (1999), des Crots-Crête du Lauzet (1998) ou de Peisey-Les-Lanches (1995).

Divers documents et rapports de mission constituant des retours d'expérience ont été consultés, ainsi que bien évidemment, des ressources généralistes sur la typologie du phénomène. Une consultation de plusieurs experts a été ensuite effectuée afin de mieux déterminer les critères ainsi que les seuils de l'échelle.

### Le champ d'application

**L'échelle d'intensité des avalanches de neige peut s'appliquer à tout événement avalancheux**, en particulier ceux entraînant des dégâts ; elle mesure le potentiel d'endommagement des avalanches. Dans la plupart des cas, c'est l'impact du fluide qui produit l'endommagement, mais lorsque des personnes sont ensevelies dans la neige, c'est surtout l'effet d'étouffement qui, en quelques minutes, suffit pour provoquer la mort.

Une avalanche est d'abord constituée par un départ dans une zone continue souvent appelée panneau. Selon la morphologie du site et la qualité de la neige en mouvement, cet écoulement peut parfois provoquer dans la zone d'arrivée plusieurs flots espacés dans le temps de quelques dizaines de secondes (maximum 2 minutes), et parfois espacés dans l'espace : il s'agit néanmoins du même événement.

Dans les sites complexes, d'autres panneaux plus ou moins voisins peuvent se déclencher ultérieurement en initiant ainsi un nouvel écoulement dans la même zone d'arrivée : si cette distinction est possible formellement, on peut distinguer les 2 avalanches dans l'utilisation de l'échelle, bien que l'effet de la seconde soit influencé par le dépôt de la première.

### Le fonctionnement de l'échelle

Le but consiste à classer un événement selon son intensité constatée, par rapport à d'autres événements connus dans le passé.

Cette évaluation s'effectue à partir d'une inspection visuelle pouvant provenir de différents observateurs, sur la base des critères détaillés dans l'échelle de référence représentée par le tableau 1 (pages 40-41). Sauf exception justifiée, le choix final du degré d'intensité est fait en retenant le niveau correspondant au maximum observé et renseigné sur les paramètres physiques, sur les bâtiments et les infrastructures. L'effet sur les personnes, sur les milieux naturels et la comparaison avec d'autres critères se situe à un niveau largement inférieur qui ne peut à lui seul emporter le niveau de classement.

Les critères retenus s'incrémentent à chaque niveau : si l'un d'entre eux n'a pas été repris au degré immédiatement supérieur, c'est qu'il s'établit au moins à la valeur ou à l'énoncé précédent.

### Les paramètres physiques

Ils ont été limités au nombre de 4 : la surface, l'épaisseur, le volume et la pression d'impact. Sauf pour la pression d'impact, les paramètres physiques s'évaluent avec des références assez facilement accessibles immédiatement après l'événement. La valeur citée correspond à une ordre de grandeur typique possible. Elle ne constitue pas un seuil, minimal ou maximal, déterminant dans l'appréciation du degré d'intensité.

#### LA SURFACE AFFECTÉE

Cette surface s'évalue en hectare en projection plane, sur un plan, sur une carte, en comprenant l'ensemble des zones concernées par l'écoulement au sol : depuis la rupture dans la zone de départ jusqu'au dépôt dans la zone d'arrivée. Dans le cas d'un aérosol, le simple passage du nuage n'est pas compris dans cette surface. Inversement, un secteur sans trace d'écoulement mais complètement enserré entre des zones ayant connu le passage d'une même avalanche est compris.

**L'ÉPAISSEUR DE NEIGE MOBILISÉE**

Elle s'évalue en centimètres dans la zone de départ selon une moyenne le long d'une possible fracture du manteau neigeux. Elle est normalement perpendiculaire au sol (et non pas prise verticalement).

**LE VOLUME DÉPOSÉ**

Il s'évalue en centaines ou milliers de mètre cubes, à partir de l'emprise constatée au sol et d'une hauteur qui peut être estimée en moyenne.

Une relative cohérence interne entre les critères surface-épaisseur-volume a été recherchée : la moitié de la surface affectée dans la zone de départ multipliée par l'épaisseur moyenne de neige mobilisée correspond sensiblement au double du volume déposé (pour tenir compte du tassement fréquent lors de l'écoulement).

**LA PRESSION D'IMPACT (P)**

Exprimée en kilopascal (unité internationale ; 10 kPa = 1 t/m<sup>2</sup>), son évaluation résulte normalement d'un calcul tenant compte à la fois de la densité  $\rho$  et du carré de la vitesse  $v$  de l'écoulement :

$$P = k \frac{1}{2} \rho v^2$$

Le critère  $k$  dépend de la taille de l'obstacle, du type d'écoulement et de la direction de la pression (longitudinale, latérale, subverticale). Le maintien de ce critère relativement difficile d'accès se justifie par le fait que c'est lui qui caractérise le mieux l'impact. Il s'évalue *a priori* en début de zone d'arrêt.

**Les effets prévisibles sur les enjeux**

Comme pour les autres aléas, les enjeux se distinguent selon les mêmes catégories : les personnes, les bâtiments, les infrastructures et ouvrages, les espaces naturels et agricoles et les autres critères. Il n'y a aucune restriction d'utilisation suivant le type d'avalanche, de neige ou de dégâts constatés.

**LES PERSONNES**

Ce critère n'est vraiment pas pertinent en terme d'effectif (le nombre de personnes physiquement concernées) pour établir l'intensité de l'événement. Plusieurs avalanches qui seraient bien du degré 1 (très faible) ont tué (surtout des skieurs). Et de nombreuses avalanches de degré 5 (exceptionnel) n'ont fait aucun blessé, heureusement. Mais

il est apparu important de conserver ce critère pour justement distinguer encore mieux le nombre de victimes du degré d'intensité de l'avalanche. Les personnes ainsi prises en compte se distinguent soit en « observateur », soit en « emporté » par l'écoulement : cette différence est essentielle car l'effet est radicalement différent. Et parmi les personnes emportées, il est apparu nécessaire de distinguer les atteintes psychologiques, les blessures et la mort.

**LES BÂTIMENTS**

C'est l'importance de l'endommagement structural qui identifie les effets prévisibles. Les exemples sont données sur les ouvertures, les murs, les toits. L'ensevelissement est également un critère facile d'accès.

**LES INFRASTRUCTURES ET OUVRAGES**

Il s'agit surtout des voies de circulation (routes et parfois voies ferrées). Toutefois, la voie est rarement endommagée en tant que telle (le bitume n'est pas emporté/déformé/crevassé par l'avalanche). Mais la voie peut être rendue impraticable par son ensevelissement et/ou par des dégâts sur les superstructures, la signalisation, les glissières ou les lignes aériennes qui la longent. De plus, les véhicules présents peuvent eux être directement et gravement atteints. Enfin, dans les degrés les plus élevés, les ouvrages de protection paravalanche peuvent être concernés.

**LES ESPACES NATURELS ET AGRICOLES**

Il s'agit surtout d'effets sur la végétation arbustive et la forêt. Parfois, des rochers plus ou moins gros sont transportés, un cours d'eau peut être obstrué, mais dans la très grande majorité des cas, l'écoulement parvient à se maintenir sous le dépôt neigeux. Si l'avalanche tombe dans un lac, une onde de submersion peut être générée.

**LES AUTRES CRITÈRES**

Il s'agit de possibles manifestations sonores ou d'effet de souffle (constaté sur des enjeux fixes). La notion de crue avalancheuse s'entend sur un nombre d'avalanches naturelles ayant parcouru la très grande partie de chaque site connu (proche de l'enveloppe maximale), au cours de 3 jours consécutifs. Un autre effet est celui qui conduit à des mesures d'évacuation et/ou de consignation en cas d'avalanche relativement exceptionnelle, sans véritable dégâts.

Classe	Paramètres physiques (ordre de grandeur)	Effets prévisibles sur les enjeux	
		Personnes *	Bâtiments
<b>1</b> Très faible	Surface affectée : ~ 0,2 ha Épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 20 cm Volume déposé : ~ 100 m <sup>3</sup> Pression d'impact : ~ 2 kPa	Observateur : restant calme (sauf si une personne est emportée). Personne emportée : – état de choc possible : trouble psychologique passager, – blessure légère (ne nécessitant que des soins médicaux de base sans hospitalisation), – mort rarissime (sauf si enfouissement de la tête et délai d'intervention supérieur à 15 minutes).	Généralement pas de dégâts. Endommagement structurel léger : – mobilier : endommagé, – ouverture : porte poussée, vitre de fenêtre brisée. Bâtiments atteints : ensevelissement partiel et très localisé.
<b>2</b> Faible	Surface affectée : ~ 1,0 ha Épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 40 cm Volume déposé : ~ 1 000 m <sup>3</sup> Pression d'impact : ~ 8 kPa	Observateur : calme mais « sur le qui-vive » (sauf si une personne est emportée). Personne emportée : – état de choc fréquent : trouble psychologique courant pouvant se prolonger, dépression nerveuse possible, – blessure légère fréquente, mais habituellement sans séquelles ni invalidité, – blessure grave (requérant des soins poussés/intensifs avec une hospitalisation : traumatisme, hypothermie...) possible, – mort possible dès l'arrêt de l'écoulement.	Endommagement structurel faible : – ouverture : portes, fenêtres, volets souvent inutilisables, – balcon : endommagé, – mur en maçonnerie : fissuration et effondrement partiel possible, – toiture : écrasement partiel, débord arraché, cheminée effondrée. Bâtiments atteints : ensevelissement important ou étendu et/ou destructions ponctuelles d'une minorité.
<b>3</b> Moyen	Surface affectée : ~ 5 ha Épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 80 cm Volume déposé : ~ 10 000 m <sup>3</sup> Pression d'impact : ~ 30 kPa	Observateur : agité commençant à craindre pour lui-même. Personne emportée : – état de choc systématique : fort trouble psychologique, dépression nerveuse possible, – blessure grave fréquente, avec possibilité de séquelles ou d'invalidité, – mort fréquente.	Endommagement structurel modéré : – ouverture : détruites, – gros œuvre : fissuration, déformation, effondrement de certains murs, – toiture : écrasement général ou transport partiel. Bâtiments atteints : ensevelissement complet ou généralisé et/ou destructions notoires sur une moitié ; destruction possible d'une ou deux vieilles (> ~ 100 ans) habitations.
<b>4</b> Élevée	Surface affectée : ~ 20 ha Épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 150 cm Volume déposé : ~ 80 000 m <sup>3</sup> Pression d'impact : ~ 100 kPa	Observateur : pouvant paniquer. Personne emportée : – blessure grave quasi systématique, – mort rapide et très fréquente.	Endommagement structurel important : – gros œuvre : arasions (possibles par niveau de construction), effondrement multiples, – toiture : destruction. Bâtiments atteints : ensevelissement complet et généralisé et/ou destructions fortes sur la majorité ; destruction de plusieurs vieilles habitations.
<b>5</b> Exceptionnelle	Surface affectée : ~ 50 ha Épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 250 cm Volume déposé : ≥ ~ 400 000 m <sup>3</sup> Pression d'impact : ~ 300 kPa	Observateur : paniquant si proche. Personne emportée : blessure fatale ou mort instantanée quasi systématique.	Endommagement structurel total, généralisé : – gros œuvre : arasions, effondrement systématiques, – structure en béton armé particulièrement renforcée : fissuration/destruction au moins partielle. Bâtiments atteints : destruction complète de la quasi-totalité.

\* Critère vraiment non pertinent dans son effectif.

**Avertissement :** ces valeurs, ces qualifications « typiques » possibles n'ont pour ambition que de donner un ordre de grandeur, une unité pertinente de mesure du paramètre concerné, une référence appropriée. D'autres paramètres ne sont pas pris en compte (ex. : caractéristiques de la neige mobilisée, ampleur de la zone de départ, topographie, variations suivant la dénivellée, largeur et longueur d'écoulement, type d'écoulement, etc.) pour la définition de cette échelle d'intensité. Ainsi les qualifications retenues peuvent être assez différentes pour une avalanche particulière : elles ne sont donc pas forcément toujours cohérentes suivant une même ligne : il faut alors choisir la classe selon les paramètres qui paraissent les plus représentatifs.

		Autres critères
Infrastructures et ouvrages	Espaces naturels et agricoles	
<p>Généralement pas de dégâts.</p> <p>Voie de circulation : rendue localement et momentanément glissante et obstruée mais pouvant rester praticable pour un véhicule 4x4 équipé.</p>	<p>Branches d'arbre : cassées.</p>	
<p>Endommagement faible :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- poteau bois/treillis, ligne aérienne : destruction partielle,</li> <li>- voiture, car, dameuse : renversement (et enfouissement).</li> </ul> <p>Voie de circulation : pouvant être rendue localement et momentanément impraticable (même pour un véhicule 4x4 équipé) avec perte du tracé sous le dépôt et/ou nécessité de déblaiement.</p>	<p>Arbres isolés ou en groupes : cassés.</p> <p>Transport de branches.</p>	<p>Perception sonore de l'écoulement : possible.</p>
<p>Endommagement modéré :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- glissière, poteau béton/acier : destruction généralisée,</li> <li>- camion chargé, wagon : renversement (et enfouissement).</li> </ul> <p>Voie de circulation : impraticable avec perte du tracé et/ou nécessité d'importants travaux de déblaiement.</p>	<p>Forêt mature : cassée localement (&lt; 0,5 ha) ; transport d'arbres.</p> <p>Arrachement et transport de pierres et de blocs inférieurs au m<sup>3</sup>.</p> <p>Obstruction possible de cours d'eau par le dépôt.</p>	<p>Perception sonore de l'écoulement : fréquente.</p> <p>Effet de souffle : possible.</p> <p>Manifestation de l'événement au sein d'une crue avalancheuse : possible.</p> <p>Mesures consécutives d'évacuation ou de consignation : possibles.</p>
<p>Endommagement important :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- superstructure non spécialement adaptée et formant obstacle : destruction généralisée,</li> <li>- locomotive : renversement possible.</li> </ul> <p>Voie de circulation : complètement impraticable avec recouvrement total/dégâts sur une longueur et/ou épaisseur importante(s).</p> <p>Ouvrage de protection paravalanche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- débordement partiel possible,</li> <li>- destruction partielle possible.</li> </ul>	<p>Forêt mature : destruction de l'ordre d'un hectare.</p> <p>Arrachement et transport de blocs rocheux supérieurs au m<sup>3</sup>.</p> <p>Génération d'une vague dans un lac.</p> <p>Modification temporaire notoire de la topographie locale (dépôt de neige) ; formation possible d'un barrage avec retenue sur un cours d'eau.</p>	<p>Prise d'une trajectoire originale/rare : locale.</p> <p>Effet de souffle : fort.</p> <p>Manifestation de l'événement au sein d'une crue avalancheuse : fréquent.</p> <p>Mesures consécutives d'évacuation ou de consignation : fréquentes.</p>
<p>Endommagement très important et généralisé.</p> <p>Ouvrage de protection paravalanche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- débordement répété et/ou étendu possible,</li> <li>- destruction fréquente et/ou étendue possible.</li> </ul>	<p>Forêt mature : destruction de plusieurs hectares.</p> <p>Paysage radicalement transformé par cette destruction.</p> <p>Entassement d'objets transportés : fort.</p>	<p>Prise d'une trajectoire originale/rare : étendue.</p> <p>Mesures consécutives d'évacuation ou de consignation : généralisées.</p>

▲ Tableau 1 –  
Échelle d'intensité  
des avalanches  
(version 6,  
décembre 2002).



▲ Photo 1 – Les sauveteurs en action après l'avalanche de Montroc de 1999, près d'un toit déplacé de plusieurs dizaines de mètres.

### Validation de l'échelle

L'échelle proposée a été testée sans difficulté majeure sur plusieurs événements passés relativement bien documentés. Une validation a été effectuée sur les premiers événements avalanchieux de l'hiver 2002 : seules quelques formulations ont alors été ajustées. La validation ne semble pas devoir actuellement présenter de difficultés, mais elle ne pourra être complète qu'après mise en œuvre sur de réelles nouvelles « catastrophes avalanches ». ».

### Exemples de test de validation sur des événements récents

L'AVALANCHE À CHAMONIX (74) DE MONTROC DU 09/02/1999 (PHOTO 1 ET TABLEAU 2)

– **Paramètres physiques** : surface affectée ~ 40 ha ; épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 150 cm ; volume déposé : ~ 150 000 m<sup>3</sup> ; pression d'impact (en zone d'arrêt) : ~ de 50 à 80 kPa – Niveau élevé à exceptionnel.

– **Effets sur les personnes** : « observateur » proche : état de choc fréquent à systématique ; personnes « emportées » : blessure grave quasi systématique, mort instantanée (12) et très fréquente (il y a eu, heureusement, quelques survivants) – Niveau élevé à exceptionnel.

– **Effets sur les bâtiments existants** : endommagement structurel total (arasions, effondrement systématique) à faible (ouvertures, balcons endommagés) ; destruction de la majorité des bâtiments atteints (14 sur 20), de vieilles habitations (maxi 50 ans), d'un bâtiment spécialement renforcé (à 30 kPa selon PPR) – Niveau élevé.

– **Effets sur infrastructures et ouvrages** : recouvrement total (plusieurs mètres d'épaisseur) sur plus de 150 m de voirie ; destruction partielle de ligne électrique MT – Niveau élevé.

– **Effets sur les espaces naturels et agricoles** : destruction de moins d'un ha de forêt ; modification temporaire notoire de la topographie locale par le dépôt de neige ; fort entassement d'arbres transportés – Niveau élevé.

Paramètres physiques	Effets prévisibles sur les enjeux				Autres critères	Échelle	
	Personnes	Bâtiments	Infrastructures et ouvrages	Milieux naturels		Niveau	Intensité
Magnitude						Très faible	
						Faible	
						Moyen	
XXXX		XXXX	XXXX	XXXX		Élevé	XXXXX
	XXXXX				XXXXX	Exceptionnel	

▲ Tableau 2 – Grille d'évaluation pour l'avalanche de Chamonix/Montroc du 09/02/1999.

– **Autres critères** : effet de souffle, prise d'une trajectoire originale/rare ou s'étendant au-delà des limites de la carte de localisation probable des avalanches (CLPA) ; intégration dans une crue dans la vallée ; prise consécutive de mesures d'évacuation – Niveau exceptionnel.

– **Intensité élevée** (degré 4) à exceptionnelle (degré 5).

L'AVALANCHE À CHAMONIX-LES HOUCHES (74) DE TACONNAZ DU 11/02/1999 (PHOTO 2 ET TABLEAU 3)

– **Paramètres physiques** : surface affectée : ~ 150 ha ; épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ 200 cm ; volume déposé : ~ 750 000 m<sup>3</sup> ; pression d'impact (en zone d'arrêt) : ~ de 500 à 20 kPa – Niveau exceptionnel.

– **Effets sur les personnes** : pas d'« observateur » (événement pendant la nuit) ; aucune personne « emportée ».

– **Effets sur les bâtiments existants** : endommagement structurel faible (ouvertures, balcon, cheminées) à léger (ouvertures) hors de la zone de dépôt ; aucune destruction de bâtiments.

– **Effets sur infrastructures et ouvrages** : recouvrement (~ 2 m) d'une quinzaine de mètres de voirie ; destruction partielle de 2 ouvrages en béton (très) armé (P ~ 500 kPa) et d'un tas freineur ; débordement très étendu de digues de protection (frontale et latérale) – Niveau exceptionnel.



– **Effets sur les espaces naturels et agricoles** : destruction d'environ 2 ha de forêt, mais paysage modifié seulement localement ; arrachement et transport de blocs rocheux supérieur au m<sup>3</sup> ; modification temporaire notoire de la topographie locale par le dépôt de neige (amont digue frontale) – Niveau élevé à exceptionnel.

▲ Photo 2 – Une lame déflectrice en béton armé partiellement détruite par l'avalanche de Tacconnaz en 1999.

– **Autres critères** : fort effet de souffle (sur RN et au-delà) ; prise d'une trajectoire originale/rare (débordements CLPA, sur piste de ski) étendue ; effet conséquent, mais pas suffisant, des ouvrages de protection paravalanche existant ; intégration de l'événement dans une crue dans la vallée – Niveau exceptionnel.

– **Intensité** exceptionnelle (degré 5).

Paramètres physiques	Effets prévisibles sur les enjeux				Autres critères	Échelle	
	Personnes	Bâtiments	Infrastructures et ouvrages	Milieux naturels		Niveau	Intensité
Magnitude						Très faible	
		?XX				Faible	
						Moyen	
				XXXX		Élevé	
XXXXX	?		XXXXX		XXXXX	Exceptionnel	XXXXX

▲ Tableau 3 – Grille d'évaluation pour l'avalanche de Chamonix/Taconnaz du 11/02/1999.

Paramètres physiques	Effets prévisibles sur les enjeux				Autres critères	Échelle	
	Personnes	Bâtiments	Infrastructures et ouvrages	Milieux naturels		Niveau	Intensité
			?			Très faible	
XX		?		XX	XX	Faible	XX
						Moyen	
	XXXX					Élevé	
						Exceptionnel	

▲ Tableau 4 – Grille d'évaluation pour l'avalanche des Crots/Crête du Lauzet du 23/01/1998.

#### L'AVALANCHE AUX CROTS (05) DE LA CRÊTE DU LAUZET DU 23/01/1998 (TABLEAU 4)

– **Paramètres physiques** : surface affectée : ~ 2 ha ; épaisseur moyenne de neige mobilisée : ~ de 20 à 120 cm ; volume déposé : ? ~ 4 000 m<sup>3</sup> ; pression d'impact : ~ de 10 kPa – Niveau faible.

– **Effets sur les personnes** : 32 personnes « emportées » ; 11 tuées, 17 blessées (14 légèrement, 3 plus gravement) ; très fort trouble psychologique, se prolongeant parfois (plusieurs semaines) – Niveau fort.

– **Effets sur les bâtiments existants** : aucun bâtiment concerné.

– **Effets sur infrastructures et ouvrages** : aucun concerné.

– **Effets sur les espaces naturels et agricoles** : destruction de branches et de quelques arbres – Niveau faible.

– **Autres critères** : perception sonore de l'écoulement possible ; retentissement médiatique très élevé (causé notamment par la présence d'enfants en sortie scolaire).

– **Intensité faible** (degré 2).

## Conclusion et perspectives

Cette nouvelle échelle d'intensité des avalanches a permis de mieux identifier et de partager les paramètres essentiels permettant une évaluation rapide de la magnitude de l'événement survenu.

Inséré avec les autres échelles, comme celles produites par le Cemagref (feux de forêts, inondations, crues torrentielles), ce nouvel outil sans équivalent mondial permet de renseigner le système d'information et de retour d'expériences sur les risques naturels, appelé GÉDÉON, mis en place par le ministère de l'Écologie et du Développement durable.

À l'avenir, les catastrophes naturelles qui pourront survenir en France seront ainsi mieux caractérisées et comparées, et les nouvelles informations ainsi acquises devraient trouver toute leur utilité dans de nouvelles approches en matière d'aménagement du territoire et, le cas échéant, au niveau du système d'indemnisation. □

### Résumé

Après différentes catastrophes naturelles survenues en France ces dernières années, le ministère chargé de l'environnement a voulu construire de nouvelles échelles d'intensité sur les différents risques naturels comme les phénomènes météorologiques (tempête, cyclone, orage, grêle...) hydrauliques (inondations, crues torrentielles, avalanches) éruptifs (volcaniques) ou de feux de forêts. Le but était de mieux qualifier chaque nouvel événement vis-à-vis de ses prédécesseurs. Les principaux critères retenus sont :

- quelques paramètres physiques du phénomène lui-même,
- le dommage effectif ou possible sur les personnes, les bâtiments, infrastructures, espaces agricoles ou naturels,
- d'autres critères.

L'échelle avalanche a 5 degrés, de 1, très faible, à 5, exceptionnel, avec une description spécifique. Ces niveaux sont relativement indépendants de la vulnérabilité du site. Les non-spécialistes du phénomène peuvent la comprendre et l'utiliser très souvent. Pour un événement, il arrive fréquemment que les différents paramètres ne se trouvent pas sur un même niveau : le choix doit préférentiellement être fait sur le plus fort.

Pour l'avalanche, les paramètres physiques sont la surface affectée, l'épaisseur de la neige mobilisée au départ, le volume déposé et la pression d'impact. L'effet sur les personnes s'évalue en distinguant les observateurs des personnes emportés. Les effets sur les différentes parties de bâtiments (ouvertures, mur, toit) sont précisés. Les diverses possibilités pour les routes (véhicule, dégâts, enfouissement) et pour les arbres et forêts sont détaillées. Cette nouvelle échelle utilise aussi le bruit possible, les trajectoires originales et les possibles effets sur les ouvrages de protection.

### Abstract

After different natural disasters occurred in France these last years, French Ministry of Environment wanted to build new scales about of natural phenomena intensity such as volcanic eruption, flooding, forest's fires, atmospheric phenomena (wind, hail storm, ...) and avalanches. The goal is to better qualify each event after it's coming. The main criteria are:

- a few physical parameters on the phenomenon itself,
- the effective or possible damages on people, buildings, substructures, natural area,
- others criteria.

The avalanche scale has got 5 degrees, from 1, very low, to 5, exceptional, with a coordinate description. They are independent from the site vulnerability. Non specialists of the phenomenon can understand or use them very often. For one event, usually all the describe parameters are not on the same line level : the choice can be made with the strongest.

The physical parameters are surface area, depth of the starting snow, volume of the snow deposit, impact pressure. Human beings are distinguished between observant and carrying along. The effects on the different building parts (openings, wall, roof) are mentioned. The many possibilities for road (vehicle, damages, burying) and for tree and forest are detailed. This new scale uses also the possible noise or unexpected path, and the effects on engineering works for avalanche protection.

### Bibliographie

GUILLANDE *et al.*, 2002, *Détermination d'une échelle d'intensité en 5 classes par type d'aléa*, Rapport au MEDD, 155 p.

LAMPIN CABARET, C. *et al.*, 2002, Prototype d'une échelle d'intensité pour le phénomène incendie de forêt, *Ingénieries-EAT*, n° 31, p. 49-56.

MAC CLUNG, D. ; SCHAERER, P., 1993, *The avalanche Handbook*, The Mountaineers, 272 p.

PERLA, R. ; MARTINELLI, J., 1976 (revised in 1978), *Avalanche Handbook*, USDA Agricultural Handbook 489 Washington DC, US Government Printing Office, 238 p.