

CARTES DES  
DANGERS NATURELS  
EN ZONE PRÉALPINE  
DU CANTON DE  
FRIBOURG

Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions  
Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts

Fribourg, janvier 2006

Des catastrophes naturelles, de même que des événements naturels de moindre ampleur et peu médiatisés, se produisent périodiquement, que ce soit à l'échelle mondiale ou nationale, ou encore dans le canton de Fribourg. De tels événements peuvent mettre en danger la vie des personnes et occasionner des dégâts aux biens assurés comme aux biens non assurables. Les coûts et problèmes qui en résultent pour les particuliers et les collectivités peuvent être considérables. Les événements du mois d'août 2005, avec des dommages totaux estimés à 2,5 milliards de francs sont encore dans les mémoires. Face à une telle situation, la mise en place de structures et mesures capables d'exercer une prévention durable et efficace des dangers naturels est nécessaire.

Reconnaître les dangers naturels et identifier les secteurs menacés sont la condition préalable à toute action de prévention. Fort de ce constat, le Conseil d'Etat, représenté par les deux Directions concernées (DAEC, DIAF), a décidé d'entreprendre en 1999 une cartographie des dangers naturels sur l'ensemble du territoire cantonal. Cette cartographie s'inscrit à la suite des études entreprises dans le canton depuis 1976 dans le domaine des dangers naturels (cartes indicatives préliminaires pour les glissements de terrain et les avalanches) et se réfère aux standards fixés par les recommandations et directives fédérales ainsi qu'aux résultats d'un projet pilote.

Placés sous l'égide de la Commission des dangers naturels, les travaux ont été pilotés par des représentants de plusieurs services cantonaux (Section lacs et cours d'eau du Service des ponts et chaussées, Service des constructions et de l'aménagement, Service des forêts et de la faune) et exécutés par des groupements de bureaux privés. L'Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments, de même que deux offices fédéraux (Office fédéral des eaux et de la géologie, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage) ont permis un bon déroulement du projet, notamment par leur soutien financier et leur appui technique. Que tous les acteurs concernés trouvent ici l'expression de notre reconnaissance.

En raison d'une plus forte exposition, la zone préalpine a été étudiée en priorité. La présente publication concerne ainsi les résultats de cette première et importante étape du programme global de cartographie. Les cartes de dangers, le rapport explicatif et la documentation se trouvant sur le CD-ROM sont destinés en priorité aux communes dont le territoire se trouve, en totalité ou en partie, dans les Préalpes.

Si le canton est en mesure de coordonner et d'effectuer les études de base, la mise en œuvre des cartes de dangers incombe indéniablement aux autorités communales, soutenues dans cette mission par les services cantonaux. Les cartes de dangers n'apportent en elles-mêmes aucune protection, mais nécessitent une application et une mise en œuvre dans les domaines suivants:

- aménagement du territoire et constructions (mesures de prévention);
- protection de la population, des infrastructures et des biens d'une valeur notable (mesures de protection);
- gestion de situations d'urgence: évacuation de personnes, fermetures de routes, etc. (mesures d'organisation et de sauvegarde);
- sensibilisation et information de la population.

Les communes ont ainsi un rôle de premier plan à jouer dans la prévention des dommages causés par les éléments naturels. Cette mission s'inscrit dans un effort à long terme et peut se révéler ardue en fonction des circonstances, dans la mesure où elle peut aller à l'encontre d'autres intérêts, également justifiés. Nous restons persuadés que la sécurité des personnes et des biens est un objectif prioritaire et invitons les communes à œuvrer dans cette voie.

*Beat Vonlanthen  
Conseiller d'Etat  
Directeur de l'aménagement,  
de l'environnement et des  
constructions*

*Pascal Corminboeuf  
Conseiller d'Etat  
Directeur des institutions,  
de l'agriculture et des forêts*

## Table des matières

1.	<b>Problématique</b>	<b>3</b>
2.	<b>Cadre légal</b>	<b>3</b>
3.	<b>Instruments</b>	<b>4</b>
4.	<b>Déroulement du projet</b>	<b>4</b>
4.1	Organisation, financement	5
4.2	Calendrier	5
4.3	Lots de cartographie	6
4.4	Nature des résultats	7
4.5	Agregation des données, travaux rédactionnels	7
5.	<b>Cartes indicatives de dangers et cartes de dangers</b>	<b>8</b>
5.1	Carte indicative de dangers	8
5.2	Carte de dangers	8
5.3	Carte de synthèse	8
6.	<b>Légende des cartes de dangers et signification des degrés de danger</b>	<b>9</b>
6.1	Secteurs avec carte indicative des dangers	9
6.2	Secteurs avec carte de dangers	9
7.	<b>Méthodologie</b>	<b>10</b>
7.1	Avalanches	11
7.2	Chutes de blocs, pierres et éboulements	13
7.3	Glissements de terrain	15
7.4	Crues, débordement avec épandage alluvial, érosion des berges	17
7.5	Laves torrentielles	19
8.	<b>Portée et utilisation des cartes</b>	<b>20</b>
8.1	Aménagement du territoire et constructions: (mesures de prévention)	20
8.2	Mesures de protection	21
8.3	Mesures d'organisation et de sauvegarde (mesures d'urgence)	21
8.4	Limites d'utilisation de la carte de dangers	22
9.	<b>Remarques finales</b>	<b>23</b>
	<b>Annexes</b>	<b>24</b>
A1	Références	24
A2	Glossaire	25
A3	Mandataires	26
A4	Abréviations	27
A5	Documentation, liens Internet	28



## 1. PROBLÉMATIQUE

Notre milieu de vie est exposé à de nombreux dangers d'origine naturelle: tremblements de terre, grêle, foudre, tempêtes, avalanches, crues, laves torrentielles, mouvements de terrain, etc. Des catastrophes naturelles se produisent périodiquement en Suisse et le canton de Fribourg n'est pas épargné par de tels événements. Ces phénomènes peuvent mettre en danger la vie des personnes, provoquer des dommages matériels, compromettre le fonctionnement normal de notre société et mettre en péril notre environnement; il peut en résulter des coûts considérables pour les collectivités et les particuliers. Face à une telle situation, des structures et mesures permettant de prévenir les dangers naturels sont nécessaires.

Par 'dangers naturels', on entend l'ensemble des phénomènes et influences de la nature susceptibles de causer des dommages aux personnes, aux biens matériels et à l'environnement.

Indépendamment des dangers de nature sismique ou climatique (grêle, tempêtes, foudre, etc.), dont la prévention par des mesures d'aménagement du territoire reste limitée, les dangers naturels auxquels le canton de Fribourg doit faire face font partie des processus gravitaires. Le programme cantonal de cartographie des dangers naturels traite ainsi les phénomènes suivants:

- avalanches,
- chutes de pierres et de blocs, éboulements,
- glissements de terrain (y compris coulées boueuses),
- crues, inondations,
- laves torrentielles.

Les caractéristiques physiques, les modes d'occurrence, les intensités et les effets dommageables possibles sur les personnes et/ou les biens matériels sont variables d'un phénomène à l'autre. Les 5 dangers ci-dessus sont ainsi étudiés de façon distincte, chacun faisant l'objet d'une carte de dangers spécifique. Une vue d'ensemble, appelée carte de synthèse (ou carte synoptique), est obtenue par la superposition des 5 cartes thématiques.

## 2. CADRE LÉGAL

La loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) oblige la Confédération, les cantons et les communes à tenir compte, dans l'accomplissement de leurs tâches, des données naturelles et par conséquent également des dangers naturels. En vue d'établir leurs plans directeurs, les cantons doivent ainsi désigner les parties du territoire qui sont gravement menacées par des forces naturelles.

Ces dispositions ont été renforcées par la loi fédérale sur les forêts (LFo), la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) et par leurs ordonnances respectives (OFo, OACE). Ces textes de loi visent à assurer, par une gestion préventive, la protection des personnes, des biens matériels et de l'environnement contre l'action dommageable des événements naturels. La politique mise en œuvre a pour objectif de ramener le risque, c'est-à-dire la grandeur et la probabilité d'occurrence d'un dommage, à un niveau acceptable, en pesant le coût (proportionnalité), l'utilité et l'efficacité des mesures envisagées.

La stratégie «dangers naturels» de la Confédération, comme celle du canton, donne la priorité aux actions de prévention

► Un glossaire et une liste d'abréviations se trouvent en Annexe A2, respectivement A4.

sur celles de protection: les possibilités d'action offertes par l'aménagement du territoire doivent être utilisées avant d'envisager la construction d'ouvrages de protection; ou alors, les mesures de protection doivent être accompagnées de mesures d'aménagement du territoire adéquates.

Afin d'accompagner les cantons dans leur mission de prévention, les services fédéraux ont édité des directives et recommandations pour la prise en compte des avalanches (1984), des crues (1997) et des mouvements de terrain (1997) dans les tâches d'organisation du territoire. Une récente recommandation (2005) précise comment les cartes de dangers naturels peuvent être transposées dans les instruments de l'aménagement du territoire (voir liste de références en Annexe A1).

Au niveau cantonal, les dispositions applicables aux dangers naturels sont principalement contenues dans:

- la loi du 12 novembre 1964 sur la police du feu et la protection contre les éléments naturels;
- la loi du 26 novembre 1975 sur l'aménagement des eaux;
- la loi du 9 mai 1983 sur l'aménagement du territoire et les constructions;
- la loi du 2 mars 1999 sur les forêts et la protection contre les catastrophes naturelles.

### 3. INSTRUMENTS

Conformément au cadre légal ci-dessus, la mission donnée aux cantons est ainsi double:

- Désigner les parties du territoire menacées par les forces naturelles en établissant et en tenant à jour les études de bases appropriées.
- Tenir compte des zones dangereuses lors de toute activité ayant des effets sur l'organisation du territoire, en particulier dans l'établissement des plans directeurs et d'affectation.

La première mission est remplie notamment par une cartographie systématique des dangers naturels. Les cartes de dangers permettent en effet de mettre en évidence des secteurs de conflits, existants ou potentiels, entre dangers naturels et utilisation du sol.

La carte des dangers est l'outil principal de prévention et de limitation des dommages. Sa prise en compte dans les documents de planification permet de réaliser le second objectif. Les mesures de mise en œuvre sont fixées de façon détaillée dans le plan directeur cantonal (chapitre Espace rural et naturel, thèmes 17, 18, 19, avec rapport explicatif).

### 4. DÉROULEMENT DU PROJET

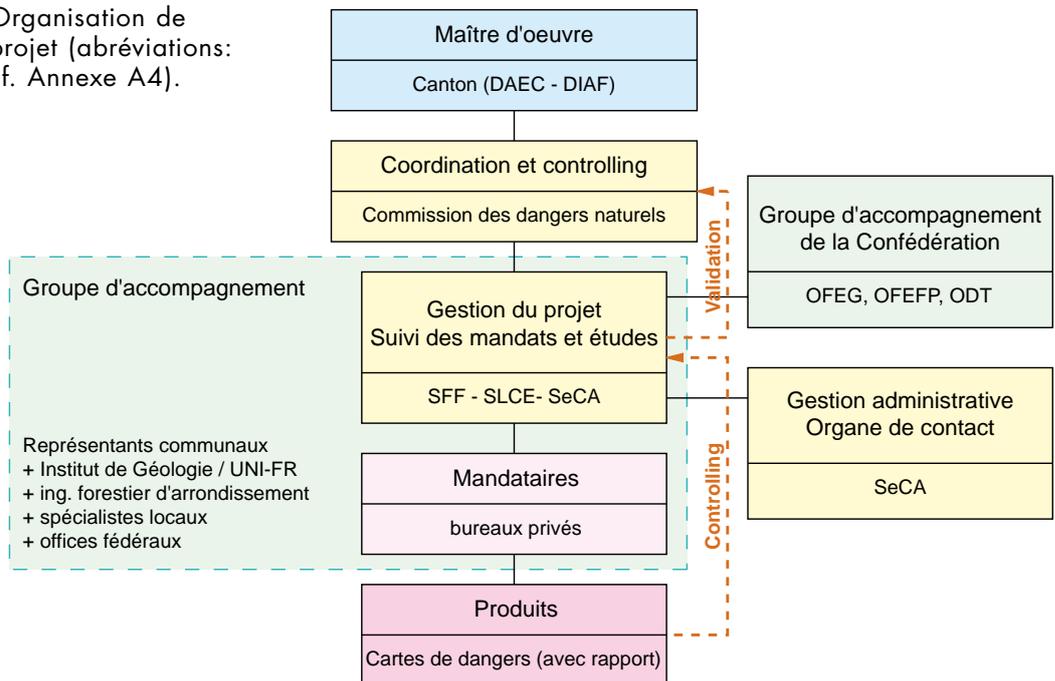
Sur proposition de la Commission des dangers naturels (CCDN), le Conseil d'Etat, représenté par les deux Directions concernées (DAEC, DIAF), a décidé d'entreprendre en 1999 une cartographie des dangers naturels sur l'ensemble du territoire cantonal, la zone préalpine devant être étudiée dans une première phase. Cette cartographie devait s'inscrire à la suite des études entreprises depuis 1976 dans le domaine des dangers naturels (voir détails dans le rapport explicatif du plan directeur cantonal).

## 4.1 ORGANISATION, FINANCEMENT

Placés sous l'égide de la CCDN, les travaux se sont déroulés selon l'organisation de projet ci-dessous (Figure 1). Les communes ont été associées aux travaux par le biais de plusieurs séances d'information et de présentation des résultats (intermédiaires et définitifs). Chaque commune a pu déléguer au moins un représentant dans le groupe d'accompagnement.

Les travaux ont été financés par le Canton (SFF et SLCE) et subventionnés par la Confédération (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Office des eaux et de la géologie), la part cantonale étant prise en charge par l'Établissement cantonal d'assurance des bâtiments (ECAB).

Figure 1: Organisation de projet (abréviations: cf. Annexe A4).



## 4.2 CALENDRIER

L'établissement des cartes de dangers sur l'ensemble du territoire cantonal se déroule en deux étapes distinctes (Figure 2).

- 1995 - 2005:
  - Préalpes: projet pilote, cartes indicatives de dangers (\*) et cartes de dangers (\*) (objet de la présente publication).
  - Plaine: carte indicative des dangers de crues.
- dès 2006:
  - Plaine: achèvement des cartes indicatives et réalisation des cartes de dangers.

(\*) voir définitions ci-dessous.

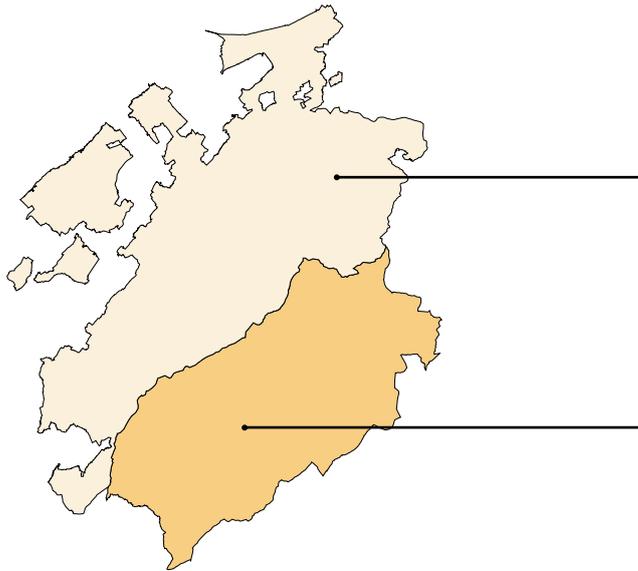


Figure 2: Etapes de réalisation des cartes de dangers

**Plaine**

*Phase 1 (2000 - 2005):*

- cartes indicatives «eau»

*Phase 2 (dès 2006):*

- cartes indicatives «glissements» et «chutes de pierres»
- cartes de dangers

**Préalpes (1995 - 2005):**

- projet pilote
- cartes indicatives de dangers et cartes de dangers (5 thèmes)

### 4.3 LOTS DE CARTOGRAPHIE

Six lots de cartographie, correspondant à des bassins versants hydrographiques (Figure 3), ont été délimités:

Nom	Surface (km <sup>2</sup> )	Années (relevés)
Jaun (projet pilote)	47	1995 - 1998
Niremout - Moléson	176	2001 - 2002
Berra - Plasselbschlund	95	2001 - 2002
Intyamon	106	2002 - 2004
Schwarzsee	85	2002 - 2005
Jogne	112	2002 - 2004

Après avoir mené les procédures des marchés publics, les travaux ont été adjugés à plusieurs groupements de bureaux (voir Annexe A3).

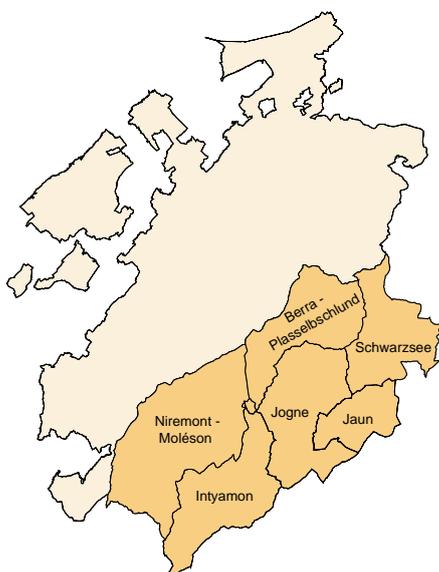


Figure 3: Lots de cartographie

#### 4.4 NATURE DES RÉSULTATS

Outre les cartes de dangers, les bureaux mandatés ont établi et remis au canton une très abondante documentation permettant de retracer les résultats obtenus et les analyses effectuées. Les produits des mandats sont ainsi les suivants (pour chaque lot):

- 5 cartes thématiques, avec partie «indicative» au 1:10'000 ou au 1:25'000 et partie «carte de dangers» au 1:5'000: avalanches, chutes de pierres et éboulements, glissements de terrain, crues, laves torrentielles;
- 1 carte de synthèse au 1:25'000;
- rapport technique général;
- rapports explicatifs sectoriels (par processus);
- dossier technique, avec calculs, modélisations, profils, cartes de détails, cartes localisées de phénomènes, cartes d'intensité (pour les processus liés à l'eau);
- inventaire des points faibles;
- liste des zones de conflits majeurs entre danger et utilisation du sol, avec priorités d'intervention.

Cette documentation est déposée auprès des services compétents (SeCA, SFF, SLCE); seules les cartes sont publiées.

#### 4.5 AGREGATION DES DONNÉES, TRAVAUX RÉDACTIONNELS

A l'achèvement des relevés dans les 6 lots préalpins, les différentes cartes remises pour chaque périmètre par les bureaux mandatés ont été agrégées afin d'obtenir 5 cartes thématiques couvrant l'ensemble des Préalpes; les services compétents (SeCA, SFF, SLCE) se sont chargés de ces travaux. A cette occasion, afin d'assurer une continuité et une cohérence des secteurs exposés, certaines adaptations mineures aux limites de lots ont dû être faites; de même, quelques modifications minimales ont été apportées à certains contenus (notamment suite à des mesures de protection réalisées entre l'achèvement des relevés et la synthèse rédactionnelle). La carte de synthèse a ensuite été générée par superposition des 5 cartes thématiques (voir chapitre 5.3).

Sur le CD-ROM, et plus précisément par le biais du projet ArcReader, les 5 cartes thématiques de même que la carte de synthèse peuvent être consultées pour l'ensemble des Préalpes. Pour les communes situées au bord préalpin, seule la partie 'montagne' du territoire est actuellement disponible. En fonction des conditions morphologiques et d'altitude, certains types de danger peuvent ne pas être présents sur le territoire d'une commune (avalanches notamment).

## 5. CARTES INDICATIVES DE DANGERS ET CARTES DE DANGERS

Deux niveaux d'analyse sont possibles, choisis en fonction de l'occupation du sol (Figure 4).

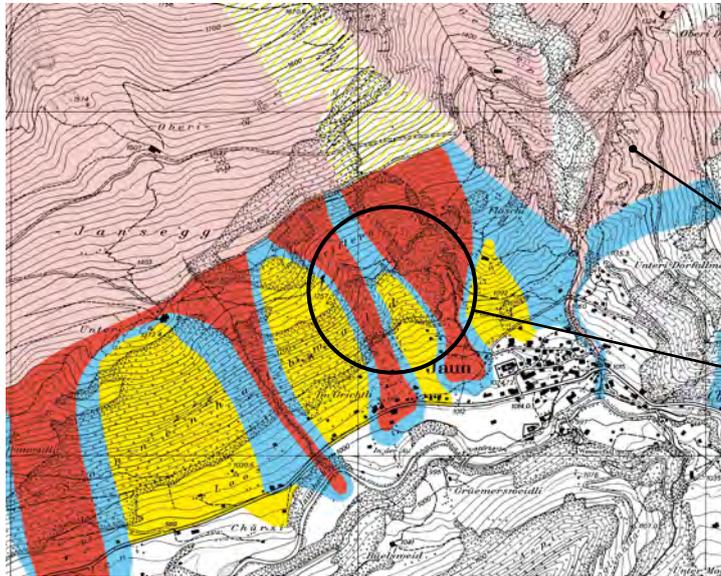


Figure 4: Carte indicative de dangers et cartes de dangers

Niveau carte indicative:  
danger présent  
(importance non définie)

Niveau carte de dangers:  
danger présent, avec détermination  
de son degré

Source: *Projet pilote Jaun, thème avalanches*

### 5.1 CARTE INDICATIVE DE DANGERS

Dans une première étape une analyse généralisée dresse un constat global pour l'ensemble d'un territoire (1:10'000 - 1:50'000). Une «carte indicative de dangers» est alors établie sur la base d'une compilation de données existantes et de méthodes informatisées; une validation est faite sur le terrain par des contrôles ponctuels de plausibilité. Une telle carte renseigne sur la présence ou l'absence d'un type de danger et permet de fixer les priorités pour l'établissement des cartes détaillées.

### 5.2 CARTE DE DANGERS

Sur la base d'analyses préalables (cadastre, cartes indicatives, cartes des phénomènes, modélisations, etc.), le danger occasionné par chaque type de processus est synthétisé dans une «carte de dangers», selon 3 degrés: danger faible (jaune), danger moyen (bleu), danger élevé (rouge). Les cartes de dangers sont établies pour les secteurs où il existe un potentiel significatif de dommages (personnes et biens matériels exposés); l'échelle des cartes, au 1:5'000, rend possible leur transposition dans les documents de l'aménagement du territoire. Cinq cartes thématiques, une par processus, sont établies.

### 5.3 CARTE DE SYNTHÈSE

La carte de synthèse est générée par la superposition des 5 cartes thématiques de dangers, en respectant les principes suivants:

- lorsqu'un secteur est menacé par plusieurs processus dangereux, avec des degrés de dangers différents, le degré de danger le plus élevé lui est attribué;
- la coïncidence de plusieurs dangers de même degré n'engendre pas un classement dans un degré de danger plus élevé;

- l'attribution du degré de danger se fait selon l'ordre hiérarchique suivant: rouge, indicatif, bleu, jaune, hachuré jaune-blanc, blanc;
- la nature du processus à l'origine du danger dominant n'est pas indiquée.

## 6. LÉGENDE DES CARTES DE DANGERS ET SIGNIFICATION DES DEGRÉS DE DANGER

Pour chacun des processus étudiés, la légende des cartes de dangers et la signification des degrés de danger sont identiques (selon directives et recommandations fédérales).

### 6.1 SECTEURS AVEC CARTE INDICATIVE DES DANGERS

Rose: danger indicatif
Dans ce secteur, la présence d'un danger a été identifiée, sans que son degré (intensité, probabilité) n'ait été évalué.
Blanc
Aucun danger connu selon l'état des connaissances actuelles et les méthodes utilisées pour l'élaboration de la carte indicative.

### 6.2 SECTEURS AVEC CARTE DE DANGERS

<b>Rouge: danger élevé</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les personnes sont en danger aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments.</li> <li>• Il faut s'attendre à la destruction rapide de bâtiments.</li> </ul> <p>ou:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les événements se manifestent avec une intensité plutôt faible, mais avec une probabilité d'occurrence élevée. Dans ce cas, les personnes sont surtout menacées à l'extérieur des bâtiments ou les bâtiments deviennent inhabitables.</li> </ul> <p>La zone rouge correspond essentiellement à une zone d'interdiction.</p> <p>Pour les bâtiments existants, les travaux d'entretien, de réparation et de rénovation sont admis (voir les thèmes 17 à 19 du chapitre <i>Espace rural et naturel</i> du plan directeur cantonal).</p>
<b>Bleu: danger moyen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les personnes sont en danger à l'extérieur des bâtiments, mais peu ou pas à l'intérieur.</li> <li>• Il faut en principe compter dans cette zone sur des dégâts aux bâtiments, mais non sur leur destruction rapide, pour autant que le mode de construction ait été adapté aux conditions en présence.</li> </ul> <p>La zone bleue est essentiellement une zone de réglementation, où de sévères dommages peuvent être réduits par des mesures de précaution appropriées.</p>

<p>Jaune: danger faible</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le danger pour les personnes est faible ou inexistant. (*)</li> <li>• Il faut s'attendre à de faibles dégâts aux bâtiments.</li> </ul> <p>La zone jaune est essentiellement une zone de sensibilisation.</p> <p>(*) pour les dangers «subits», comme les chutes de pierres ou les avalanches, les conséquences pour une personne non protégée peuvent, selon les circonstances, déjà être mortelles dans cette zone de danger.</p>
<p>Hachuré jaune-blanc: danger résiduel.</p> <p>Des dangers avec une très faible probabilité d'occurrence et une forte intensité peuvent être signalés par un hachuré jaune-blanc. La zone hachurée en jaune-blanc est une zone de sensibilisation, mettant en évidence un danger résiduel.</p> <p>Ce figuré est également utilisé pour indiquer les secteurs dans lesquels le danger a été diminué de façon importante par des mesures de protection.</p>
<p>Blanc</p> <p>Aucun danger connu, ou danger négligeable, selon l'état des connaissances actuelles. Des phénomènes à caractère exceptionnel et imprévisible ne peuvent pas y être totalement exclus.</p>

## 7. MÉTHODOLOGIE

Les cartes de dangers sont établies en tenant compte des conditions cadre et exigences suivantes:

- chaque type de danger fait l'objet d'une carte de danger distincte;
- les cartes tiennent compte des connaissances scientifiques et techniques les plus récentes, ainsi que des normes et directives se rapportant à ce domaine. Il s'agit notamment des directives et recommandations fédérales, et du projet pilote Jaun (étude fixant la méthodologie cantonale à appliquer pour la détermination des degrés de dangers);
- les degrés de dangers tels que délimités dans les cartes ont un niveau d'expertise et résultent non seulement d'analyses historiques (chroniques, cadastre des événements), de calculs, de modélisations, d'analyses topographiques et géomorphologiques (photos aériennes), etc., mais aussi d'une analyse de terrain détaillée;
- les cartes décrivent l'état des lieux au moment de leur élaboration. L'efficacité et l'état des ouvrages de protection sont appréciés et pris en compte dans l'évaluation du danger. Les éventuels projets de construction ou de réparation d'ouvrages de protection ne sont pris en compte qu'à l'issue des travaux;
- les cartes résultent de critères scientifiques, les degrés de dangers ne tenant compte ni du potentiel de dommages, actuel ou planifié, ni des conséquences possibles pour l'utilisation du sol;
- les cartes sont élaborées à une échelle minimale de 1:5'000. L'impression à d'autres échelles est possible sans toutefois influencer sur la précision de la carte. Cette dernière ne doit

toutefois pas être surévaluée et est de l'ordre de quelques mètres;

- tous les résultats sont reproductibles, ce qui implique que toutes les notes de calcul et tous les levés de terrain soient fournis dans un dossier séparé (cf. chapitre 4.4). Ces documents sont conservés par le service compétent;
- en cas de changement significatif de la situation du danger, notamment suite à la construction d'ouvrages de protection, un entretien déficient des ouvrages, ou de nouveaux événements naturels, les cartes de dangers sont remises à jour par les services compétents;
- le degré de danger est obtenu par la combinaison dans une matrice de l'intensité et de la probabilité d'occurrence d'un phénomène considéré:
  - les probabilités de référence sont les mêmes pour tous les processus:

Probabilité		Période de retour
<i>qualificatif</i>	<i>probabilité d'occurrence (à titre d'exemple sur une période de 50 ans)<sup>(*)</sup></i>	<i>période de retour comme indication de la probabilité en année</i>
élevée	100 à 82%	1 à 30
moyenne	82 à 40%	30 à 100
faible	40 à 15%	100 à 300

(\*) ce chiffre est calculable pour des événements répétitifs, pour lesquels une probabilité d'occurrence (période de retour) basée sur une statistique à long terme est disponible. Le calcul admet que cette probabilité annuelle reste stable pour la période de 50 ans.

- les intensités dépendent des caractéristiques physiques et mécaniques de chaque phénomène étudié (voir chapitres 7.1 à 7.5).
- les degrés de danger sont choisis de telle manière qu'ils impliquent des prescriptions précises en matière d'utilisation du sol (voir chapitre 6 ci-dessus).

## 7.1 AVALANCHES

### 7.1.1 Processus

Une avalanche est le mouvement rapide d'une masse de neige ou de glace par glissement, roulement, écoulement, ou sous forme d'un nuage s'élevant en tourbillons. La distance parcourue dépasse 50 mètres. De tels phénomènes peuvent se produire dans les cas suivants:

- altitude minimale de la zone de déclenchement 900 - 1000m (pour la Suisse);
- pentes de la zone de déclenchement entre 28° à 50°.

L'ampleur potentielle d'une avalanche - déterminante pour la délimitation de la zone de transit et de dépôt - dépend du volume de neige disponible et de la topographie des secteurs parcourus par l'avalanche.

Les facteurs climatiques et les conditions locales sont enfin déterminants pour les situations concrètes de danger: accroissement extrême du manteau neigeux en trois jours, exposition du versant (vents et températures), stratification du manteau neigeux et présence de forêt, en particulier dans la zone de déclenchement



Source: [www.planat.ch](http://www.planat.ch)

(les cartes de dangers tiennent compte de la présence de la forêt). Ces facteurs influencent fortement la stabilité des couches neigeuses et la progression d'une avalanche déclenchée.

Trois types de mouvement de neige peuvent être distingués, le premier n'étant pas directement associé au terme «avalanches»:

- déplacement très lent ou lent, avec faible perturbation des couches de neige et exercice d'une pression plutôt statique sur les obstacles (reptation, coulées de neige);
- mouvement de masses coulantes avec vitesse, forme et densité de l'avalanche très variables;
- mouvement de masses sous forme de mélange d'air et de neige ou glace.

### Avalanche de neige mouillée

Avalanche avec très grande densité de neige (350 à 500 g/m<sup>3</sup>). La transformation de la neige en eau dans la couche qui repose sur le sol provoque une perte d'adhésion (réchauffement du sol, fonte superficielle, pluie). L'écoulement est généralement plus lent (20 à 60 km/h) qu'une avalanche de neige sèche. Ce type d'avalanche se produit normalement au printemps.



Source: [wa.slf.ch](http://wa.slf.ch)

### Avalanche poudreuse

Avalanche constituée de neige fraîche et sèche qui se produit en principe pendant ou juste après des chutes de neige importantes, avant que la consolidation des couches n'ait lieu. Elle déferle à de très grandes vitesses (jusqu'à ~300 km/h). Un mélange d'air et de neige s'élève au-dessus du sol (aérosol) et forme de grands nuages bien visibles. La partie réellement dangereuse, avec une part de neige et une densité plus élevées, reste cachée sous les nuages.



Source: [www.planat.ch](http://www.planat.ch)

### Avalanche de plaque de neige

Avalanche consécutive à la rupture d'une plaque de neige peu reliée à la couche précédente. Ces avalanches résultent d'un équilibre précaire à l'intérieur du manteau neigeux. Elles sont souvent déclenchées par des skieurs et causent, pour cette raison, le plus de victimes. Elles sont dangereuses car difficilement détectables ou prévisibles, les couches faibles pouvant se préserver sur une longue durée.



Source: [www.irma-grenoble.com](http://www.irma-grenoble.com)

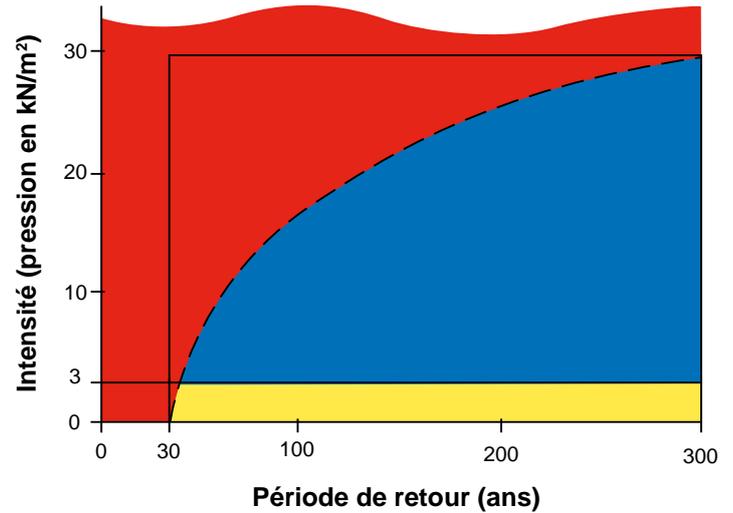
## 7.1.2 Critères d'intensité, détermination du degré de danger

La carte des dangers d'avalanches distingue quatre degrés de dangers, représentés par différentes couleurs (rouge, bleu, jaune et blanc). La couleur hachurée jaune/blanc indique les secteurs sécurisés par des mesures de protection (voir chapitre 6.2).

Le degré de danger est évalué selon une matrice standard intensité/probabilité (Figure 5):

- la probabilité d'une avalanche d'une ampleur donnée (ou «période de retour»), est fixée selon les classes 30 ans, 100 ans et 300 ans (voir aussi début du chapitre 7);
- l'intensité de l'avalanche est déterminée par la pression exercée sur un obstacle dans sa trajectoire; la pression est calculée par modélisation.

Figure 5: Détermination du degré de danger d'avalanches



## 7.2 CHUTES DE BLOCS, PIERRES ET ÉBOULEMENTS

### 7.2.1 Processus

Les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les écroulements sont des mouvements brusques et rapides de masses rocheuses. Les sources les plus communes de tels phénomènes sont les parois et pentes rocheuses. Les pierres et blocs peuvent également provenir des formations meubles (moraine par exemple) ou être remobilisés dans une pente.

Les principaux facteurs responsables du déclenchement d'un phénomène rocheux sont les suivants:

- les conditions géologiques (type de roche, orientation des couches, etc.);
- le degré de fragmentation de la roche (nature et orientation des discontinuités);
- les actions climatiques (variations de températures avec gel et dégel, présence d'eau, pluie, altération, etc.);
- la topographie.

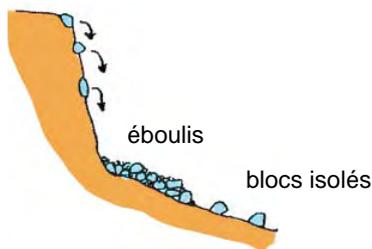
La présence d'arbres peut accélérer ou déclencher de tels processus par leur système racinaire dans les fissures ou par des effets de dislocation.

Les principaux facteurs qui caractérisent les conditions de transit et de dépôt, ainsi que la délimitation de ces zones, sont les suivants:

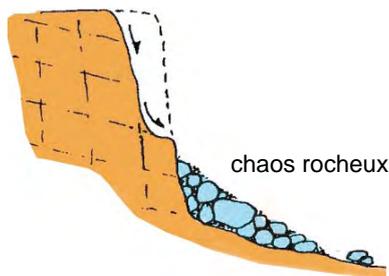
- les caractéristiques du bloc (type de roche, masse, fragmentation lors de la chute, forme, etc.);
- la topographie (pente, obstacles, etc.);
- la nature des sols (terrain meuble, rocher, etc.);
- le type de mouvement des blocs (rebond, roulement, glissement);
- la forme et la densité de la végétation (des arbres peuvent freiner ou stopper la progression des blocs).

La délimitation des secteurs de transit et de dépôt tient compte des incertitudes sur les différentes trajectoires possibles à partir d'un même secteur de déclenchement.

#### Chutes de pierres et de blocs



#### Eboulement



Source: [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

### Chutes de pierres et blocs

Les chutes de pierre et de blocs sont définies comme une chute sporadique de blocs plus ou moins isolés. Ce processus répété n'excède pas un volume de 100 m<sup>3</sup> par événement.

On parle:

- de chutes de pierres quand le diamètre est inférieur à 50 cm (soit env. 1/8 m<sup>3</sup> ou 300 - 400 kg),
- de chutes de blocs quand le diamètre est supérieur à 50 cm.



Source: www.bdmag.com

### Eboulements

Les éboulements correspondent à la rupture de paquets importants de rocher, entre 100 m<sup>3</sup> et 100'000 m<sup>3</sup>, qui se détachent et tombent brusquement. La masse de roche se fragmente plus ou moins et forme un cône de déjection.

Les écroulements correspondent à un phénomène comparable, mais avec des volumes beaucoup plus importants (> 1 million de m<sup>3</sup>), une fragmentation intense des blocs et de très grandes distances parcourues; ils sont très rares en comparaison avec les éboulements.



Source: SeCA

## 7.2.2 Critères d'intensité, détermination du degré de danger

La carte de dangers pour les phénomènes rocheux distingue quatre degrés de dangers, représentés par différentes couleurs (rouge, bleu, jaune et blanc). La couleur hachurée jaune/blanc indique les secteurs où le danger a été éliminé suite à une mesure de protection (voir chapitre 6.2).

Le degré de danger est évalué selon une matrice standard intensité/probabilité (Figure 6):

- la probabilité du phénomène rocheux (ou «période de retour») est fixée selon les classes 30 ans, 100 ans et 300 ans (voir aussi début du chapitre 7);
- l'intensité du phénomène est déterminée par l'énergie (E) des pierres ou blocs, qui dépend principalement de leur masse et de leur vitesse à un endroit donné.

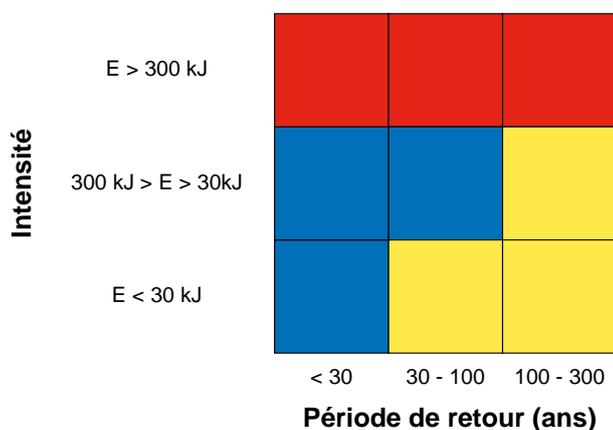


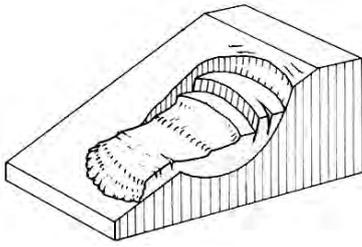
Figure 6: Détermination du degré de danger de chutes de pierres

E = énergie

Par exemple, la limite de 30 kJ correspond à l'énergie d'une pierre de 300 kg tombant d'une hauteur de 10 m.

## 7.3 GLISSEMENTS DE TERRAIN

### 7.3.1 Processus



Source: irc.nrc-cnrc.gc.ca

Le processus de glissement est un mouvement de pente vers l'aval, affectant une masse rocheuse et/ou de terrain meuble. Le mouvement se fait le long d'une ou plusieurs surfaces de glissement ou selon des zones relativement minces de déformation par cisaillement. Outre la gravité, servant de moteur, l'eau dans les terrains constitue la cause déterminante de tels phénomènes.

En fonction du mode de déclenchement, des vitesses et de la teneur en eau, plusieurs processus peuvent être distingués, chacun présentant des caractéristiques spécifiques.



Source: SeCA

#### Glissement permanent

Glissement de terrain présentant, à long terme, des déplacements continus, avec des phases d'accélération et de réactivation.



Source: SeCA

#### Glissement spontané

Glissement de terrain se déclenchant de façon subite, avec des vitesses instantanées élevées.



Source: SeCA

#### Coulée de boue (ou coulée boueuse)

Déplacement rapide survenant sur des pentes relativement raides, d'un mélange de matériaux solides (sol meuble et couverture végétale) et de beaucoup d'eau, sans que se manifeste ou se développe une surface de glissement.

D'autres phénomènes, aux conséquences généralement moins dommageables, et caractérisés par une composante verticale du mouvement, sont également analysés sous le thème «glissements de terrain»:

- zones de dissolution et d'effondrement sur sous-sol soluble (dolines et autres phénomènes karstiques);
- zones de tourbières, dépôts lacustres et palustres, etc., regroupés sous l'appellation de 'sols compressibles', sujets aux tassements.

La carte des dangers étudiée et représente l'ensemble des processus mentionnés ci-dessus.

### 7.3.2 Critères d'intensité, détermination du degré de danger

Il n'y a pas de mesure de validité générale pour évaluer l'intensité des phénomènes de glissement de terrain. Selon les mécanismes des divers processus, on peut toutefois fixer des valeurs indicatives pour définir les limites des classes d'intensité forte, moyenne et faible. Les critères appliqués à cet effet se réfèrent en général à la zone où se développe le processus ou à la zone menacée

#### Glissements de terrain permanents

Le degré de danger est en principe obtenu par la combinaison de l'intensité et de la probabilité d'occurrence d'un phénomène considéré (voir début du chapitre 7). Pour les glissements permanents, la notion de probabilité ne peut être utilisée que pour qualifier les éventuelles phases d'accélération. La détermination du degré de danger s'opère, dans ce cas particulier, en combinant la vitesse (déplacement annuel moyen) et l'épaisseur de la masse en mouvement (ou profondeur de la surface de glissement) (Figure 7).

A l'instar de sa vitesse, la profondeur du glissement est un facteur important: elle exerce une influence sur les possibilités en matière d'utilisation du sol et en matière d'assainissement des terrains (volume de la masse en mouvement). Les valeurs des critères «vitesse» et «profondeur» peuvent être extraites de la *Carte d'inventaire des terrains instables*; elles sont validées ou adaptées selon les constats et hypothèses de terrain, et, le cas échéant, en fonction du contenu de rapports géologiques ou d'autres documents de base.

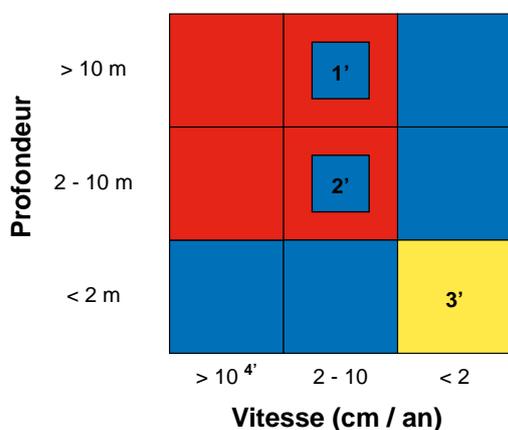


Figure 7: Détermination du degré de danger de glissement de terrain

- 1' bleu si profondeur >> 10 m avec mouvements réguliers
- 2' bleu si petite surface concernée et mesures d'assainissement possibles
- 3' de plus, au moins en jaune: glissements historiques et potentiels
- 4' critères complémentaires:
  - forts mouvements différentiels
  - ou:  $v > 0,1\text{m/j}$  pour les glissements superficiels
  - ou: déplacement > 1m par événement

#### Glissements spontanés

Pour ce type de mouvement de terrain, l'intensité est déterminée sur la base de l'épaisseur de la couche mobilisable.

### Coulées de boue

Les coulées de boues représentent un cas particulier des mouvements spontanés. Elles sont évaluées avec les mêmes intensités que les glissements spontanés, car elles correspondent, sur le lieu et au moment de leur déclenchement, à ce type de phénomène (critère: épaisseur de la couche mobilisable).

Dans les zones de transit et de dépôt, c'est le processus de transport qui est déterminant: on utilise ici les critères d'intensité des laves torrentielles, à savoir l'épaisseur du dépôt de la coulée (voir paragraphe 7.5.2).

### Dissolution, effondrement, sols compressibles

Les terrains soumis à des phénomènes d'affaissement et d'effondrement par dissolution souterraine ou par karstification de la roche, ainsi que les sols compressibles sujets au tassement (sédiments meubles, marécages, tourbes, etc.) sont en principe classés en zone de danger moyen (bleu).

## 7.4 CRUES, DÉBORDEMENT AVEC ÉPANDAGE ALLUVIAL, ÉROSION DES BERGES

### 7.4.1 Processus



Source: SICE

Les différents processus traités dans ce chapitre résultent tous d'un phénomène de crue. Les autres mécanismes liés à l'eau, comme le ruissellement sur les versants ne sont pas pris en compte; ils restent néanmoins non négligeables. Les laves torrentielles sont traitées séparément (chapitre 7.5).

Pour qu'une crue puisse engendrer une inondation, un débordement avec épandage alluvial ou une érosion des berges, il faut que plusieurs conditions initiales et facteurs soient réunis conjointement:

- la topographie du bassin versant;
- la saturation en eau des sols;
- la végétation;
- la quantité de matériaux mobilisables;
- ou encore le manteau neigeux accumulé.

De plus, un certain nombre de facteurs déclenchants participent à la mise en place des aléas. Des précipitations prolongées ou/et fortes, une augmentation rapide des températures entraînant une fonte rapide des neiges, ou encore une altitude élevée de la limite du zéro degré augmentent ainsi la quantité d'eau accumulée.

**Inondation**

Débordement d'une rivière de son lit. Deux types d'inondations sont possibles:

- inondation statique (écoulement lent de l'eau),
- inondation dynamique (écoulement rapide de l'eau).



Source: SFF

**Débordement avec épandage alluvial**

Dépôt d'alluvions grossières hors du lit du cours d'eau lors d'une inondation dynamique.



Source: SFF

**Erosion des berges**

Erosion latérale et verticale des berges provoquée par l'écoulement de l'eau. L'érosion peut entraîner des glissements ou des effondrements des berges.



Source: Bureau Norbert

**7.4.2 Critères d'intensité, détermination du degré de danger**

La carte des dangers des phénomènes liés aux crues distingue cinq degrés de dangers, représentés par différentes couleurs (rouge, bleu, jaune, hachuré jaune/blanc et blanc). Le hachuré jaune/blanc peut également indiquer les secteurs sécurisés par des mesures de protection (voir chapitre 6.2).

La classification du danger pour les inondations, les débordements avec épandage et les érosions de berges, se fait avec la même matrice intensité/probabilité (Figure 8):

- la probabilité (ou «période de retour») est fixée selon les classes 30 ans, 100 ans et 300 ans (voir aussi début du chapitre 7);
- l'intensité est fonction de la vitesse d'écoulement (v) et de la hauteur de l'inondation (h). Pour l'épandage alluvial on tient compte du débit, de la capacité de transport et du matériel mobilisable. Pour l'érosion des berges, la profondeur moyenne (d) de la brèche prévisible est déterminante.

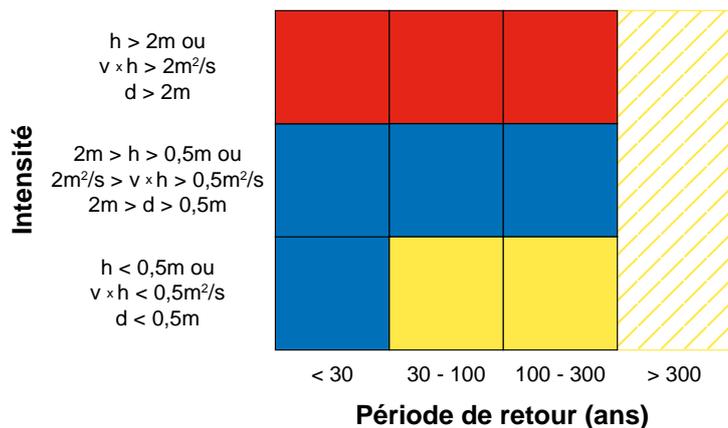


Figure 8: Détermination du degré de danger de crues

d = épaisseur de la couche érodée  
h = hauteur de l'eau  
v = vitesse de l'eau

## 7.5 LAVES TORRENTIELLES

### 7.5.1 Processus

Les laves torrentielles constituent un processus particulier lié aux crues, causant des débordements avec épandage de matériaux. Elles sont couramment assimilées à des notions telles que coulées de boue ou de débris. Les laves torrentielles ne surviennent que dans des zones de torrents très raides, généralement avec une pente du lit supérieure à 15%. Leur dangerosité provient de leur grande vitesse (40 à 60 km/h) et de leur densité élevée (jusqu'à 2000 kg/m<sup>3</sup>).

Les laves torrentielles ne se déclenchent pas par hasard. Lorsque les conditions topographiques, géomorphologiques et géologiques sont réunies, l'accumulation de matériaux instables peut se liquéfier lors d'orages, de pluies abondantes ou pendant la fonte des neiges. Ce mélange d'eau, de limon, de sable, de pierres et d'arbres arrachés dévale au fond de la vallée.



Source: [www.planat.ch](http://www.planat.ch)

#### Laves torrentielles

Mélange, à flux rapide, de matériaux solides liquéfiés contenant des bois, des pierres, et des blocs. Les matériaux déplacés sont souvent déposés sur les côtés du torrent sous forme de bourrelets latéraux.

Les dégâts sont occasionnés en front de coulée, là où la masse en mouvement entre en collision avec des objets. Ils peuvent être amplifiés par des blocs présents dans la partie frontale.

### 7.5.2 Critères d'intensité, détermination du degré de danger

L'effet de choc dynamique des laves torrentielles est principalement estimé à partir d'observations de la hauteur du dépôt de lave torrentielle et du dévers dans une courbe (comme indice de la vitesse d'écoulement).

La carte des dangers de laves torrentielles distingue cinq degrés de dangers, représentés par différentes couleurs (rouge, bleu, jaune, hachuré jaune/blanc et blanc). Le hachuré jaune/blanc peut également indiquer les secteurs sécurisés par des mesures de protection (voir chapitre 6.2).

Comme pour les autres processus, la classification du danger de laves torrentielles se fait par le biais d'une matrice intensité/probabilité (Figure 9):

- la probabilité d'une lave torrentielle d'une ampleur donnée (ou «période de retour») est fixée selon les classes 30 ans, 100 ans et 300 ans (voir aussi début du chapitre 7);
- seules deux intensités sont utilisées pour les laves torrentielles (moyenne et forte). Cependant, des secteurs de plus faibles intensités sont représentés sur la carte des dangers liés aux laves torrentielles: en effet, cette dernière intègre également les inondations qui peuvent résulter comme phénomène secondaire d'une lave torrentielle. Les degrés de dangers faibles et résiduels correspondent donc aux débordements avec épandage d'eau et de particules fines.

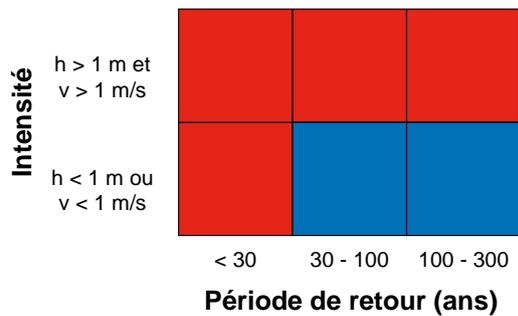


Figure 9: Détermination du degré de danger de laves torrentielles

h = hauteur de dépôt  
v = vitesse d'écoulement

## 8. PORTÉE ET UTILISATION DES CARTES

Les cartes indicatives de dangers et les cartes de dangers montrent, à dire d'experts, les dangers existants, avec leur répartition et leur importance. L'identification de conflits existants ou potentiels requiert, de la part des autorités compétentes, et en premier lieu des communes, une analyse détaillée des risques (grandeur et probabilité d'occurrence d'un dommage possible); le cas échéant, si le risque est jugé inacceptable, des interventions devront être planifiées, tout en respectant le principe de proportionnalité et les priorités d'action dictées par l'importance des risques.

Les cartes de dangers vont ainsi déployer des effets dans plusieurs domaines d'activités, la commune ayant chaque fois un rôle déterminant à jouer, que ce soit dans la définition des mesures, dans leur mise en œuvre ou dans leur contrôle.

### 8.1 AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET CONSTRUCTIONS (MESURES DE PRÉVENTION)

Il s'agit du domaine d'application prioritaire des cartes de dangers. La commune est ici invitée à prendre des mesures de prévention dans le cadre de l'aménagement de son territoire, tâche lui incombant conformément à la loi. De telles mesures permettent d'éviter, voire de réduire les dommages potentiels, en privilégiant une utilisation adéquate du sol par rapport aux dangers et en évitant l'exposition des personnes et des biens. L'objectif principal est ainsi de localiser les zones d'habitat et les infrastructures en dehors des secteurs exposés aux dangers naturels.

Le mode de transposition des cartes de danger dans la planification communale est décrit de façon détaillée dans le plan directeur cantonal et dans le *Guide pour l'aménagement local*; ces deux documents sont consultables sur le site Internet du SeCA.

Les cartes de dangers sont des études de base au sens de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire. Elles n'ont pas de portée juridique en tant que telles et n'acquiescent une force obligatoire pour les autorités et les propriétaires fonciers que dans le cadre des procédures d'aménagement du territoire (plan d'affectation communal, règlement communal d'urbanisme) ou de construction (demande de permis de construire). C'est également dans ce cadre qu'un requérant (commune ou privé) peut réaliser à ses frais, notamment en cas de contestation du danger, des études complémentaires ayant pour but de préciser, compléter voire modifier le contenu des études de base cantonales.

## 8.2 MESURES DE PROTECTION

En fonction de l'occupation actuelle du sol et de la présence d'infrastructures et de population dans des zones exposées, les mesures de prévention peuvent être complétées par des mesures de protection: la carte des dangers permet ainsi d'identifier les parties du territoire déjà bâties où il pourrait exister un déficit de sécurité. Ces mesures, dites actives, s'opposent au développement du phénomène naturel ou modifient son déroulement, son intensité ou sa probabilité d'occurrence. Elles permettent de réduire les dangers potentiels dans les zones exposées; elles ne sont prises que si l'utilisation du sol est digne de protection.

Les ouvrages de protection sont des mesures constructives à caractère ponctuel ou localisé telles que murs de soutènement, filets, digues, dépotoirs à alluvions, etc. De tels ouvrages offrent une protection directe et leur réalisation permet une réduction des risques.

Selon les circonstances et les processus en présence, des mesures extensives peuvent également s'avérer nécessaires, notamment dans la zone de provenance ou de déclenchement du phénomène: reboisement, drainage systématique, entretien des forêts à fonction protectrice. De telles mesures offrent une protection indirecte et déploient leurs effets sur le moyen et le long terme.

Des investigations complémentaires dans le cadre d'un concept de mesures ou d'un avant-projet permettent de définir les variantes possibles, et celle qui est optimale aux plans de la sécurité, des coûts et de l'environnement.

Les cartes de dangers sont réalisées en tenant compte de la présence et de la fonctionnalité des ouvrages de protection. Il est essentiel, afin de maintenir durablement le niveau de protection atteint, de prévoir un contrôle et si nécessaire un entretien régulier des ouvrages.

Comme pour les mesures d'aménagement du territoire, les autorités communales sont directement concernées par la définition et la mise en œuvre des mesures de protection: c'est en effet aux communes qu'incombe l'obligation de veiller à la sécurité publique et d'assurer la protection de la population et des biens d'une valeur notable. Les communes sont secondées par les services cantonaux dans l'exécution de ces tâches. Les particuliers, à titre individuel ou regroupés en association (syndicats à buts multiples p. ex.), peuvent également être impliqués en tant que bénéficiaires des mesures prises (exécution, financement, entretien, etc.).

## 8.3 MESURES D'ORGANISATION ET DE SAUVEGARDE (MESURES D'URGENCE)

Une partie des dommages et des dangers potentiels peut être maîtrisée par les mesures de prévention et de protection ci-dessus. Ces dernières peuvent cependant se révéler insuffisantes, disproportionnées, voire impossibles à réaliser, pour atteindre un niveau de sécurité acceptable, et ce plus particulièrement durant des périodes de crise (précipitations intenses ou de longue durée, très fort enneigement, etc.). Dans un tel contexte, des mesures dites d'urgence et destinées à réduire les risques peuvent être prises. Elles concernent surtout les processus à déclenchement subit (avalanches, éboulements, laves torrentielles, crues), impliquant un temps de réaction court et caractérisés par des effets pouvant entraîner la mort des personnes et des dommages importants.

Ces actions, aux effets parfois limités, comportent par exemple les systèmes d'alarme automatiques, les services d'alerte et de surveillance, la préparation et l'exercice de plans d'évacuation, l'organisation de cellules de crise, la formation d'organismes d'intervention en cas de catastrophe, l'évacuation des personnes, la fermeture de routes ou d'autres accès. La carte des dangers doit en conséquence être mise à disposition des organes chargés des mesures d'intervention.

Les communes sont au premier plan lors de situations d'urgence: elles sont les premières à pouvoir détecter les prémices d'une crise due aux processus naturels et à pouvoir mobiliser les moyens et forces d'intervention requis. Pour que des mesures de sauvegarde puissent être efficaces en temps voulu, il est impératif que la commune et ses organes (sapeurs-pompiers notamment) mettent en place les moyens techniques et exercent les procédures de façon anticipée. Comme pour l'exécution des autres types de mesures, les services et organes cantonaux peuvent épauler les autorités communales dans l'accomplissement de cette mission.

### 8.4 LIMITES D'UTILISATION DE LA CARTE DE DANGERS

La carte de dangers est un instrument prioritairement destiné aux mesures de prévention par le biais de l'aménagement du territoire. Elle permet d'apprécier d'une manière correcte les dangers qui menacent les constructions destinées à l'habitat, à l'agriculture, à l'artisanat et à l'industrie. Elle facilite également les tâches des communes dans le domaine de l'intervention en cas de catastrophe naturelle, pour les phénomènes représentés.

La carte de dangers n'est pour autant pas l'instrument adéquat pour apprécier les risques encourus par les personnes et les véhicules sur les infrastructures telles que routes, chemins, voie ferrée, etc. La délimitation du tracé des routes et chemins ne peut pas se baser uniquement sur la carte des dangers. Les mesures de sécurité à considérer pour ces infrastructures reposent sur des considérations différentes de celles à la base des cartes de dangers (appréciation des risques, faisabilité, coûts, proportionnalité, etc.).

Il faut d'autre part relever que la carte des dangers d'avalanches ne peut pas directement servir pour l'appréciation du risque dans la pratique des sports d'hiver. De même la carte des dangers de chutes de pierre ne constitue pas un outil pertinent pour la gestion des sentiers pédestres.

Les documents suivants fournissent des compléments sur le rôle des communes dans la mise en œuvre des cartes de dangers:

- Plan directeur cantonal. Fribourg 2002.
- Aménagement du territoire et dangers naturels - recommandations. ODT, OFEG, OFEFP, Berne 2005.
- Cadre juridique des cartes de dangers. PLANAT, Bienne 2004.

## 9. REMARQUES FINALES

- Les cartes originales, de même que tous les documents annexes, sont déposés auprès de la CCDN, des services compétents (SFF, SLCE, SeCA) et de l'ECAB.
- Les informations relatives aux mises à jour des cartes de dangers sont disponibles sur le site Internet du SeCA (<http://admin.fr.ch/seca/fr/pub/>; page Section aménagement cantonal/Dangers naturels).
- Services compétents pour toute information complémentaire:

Domaines	CCDN	SeCA	SFF	SLCE
Stratégie générale «prévention des dangers naturels»	X			
Programme cantonal de cartographie	X			
Transposition des cartes dans l'aménagement du territoire		X		
Conséquences pour les constructions		X		
Aspects particuliers, mesures de protection, etc.				
• avalanches			X	
• chutes de pierres		X	X	
• glissements de terrain		X	X	
• crues				X
• laves torrentielles				X

CCDN Commission des dangers naturels  
p.a. SeCA, Rue des Chanoines 17, Case postale  
1701 Fribourg,  
036/305 36 13

SeCA Service des constructions et de l'aménagement  
Rue des Chanoines 17, Case postale  
1701 Fribourg,  
036/305 36 13

SFF Service des forêts et de la faune  
Route du Mont Carmel 1, Case postale 155,  
1762 Givisiez,  
026/305 24 43

SLCE Section lacs et cours d'eau  
(Service des ponts et chaussées)  
Route du Mont Carmel 1, 1762 Givisiez,  
026/305 37 37

ECAB Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments  
Maison-de-Montenach 1, Case postale 486,  
1701 Fribourg,  
026/305 92 92

## ANNEXES

### A1 - RÉFÉRENCES

- Aménagement du territoire et dangers naturels - recommandations. Office fédéral du développement territorial, Office fédéral des eaux et de la géologie, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne 2005.
- Attention, dangers naturels! Responsabilité du canton et des communes en matière de dangers naturels. Office des forêts, Office des ponts et chaussées, Office des affaires communales et de l'organisation du territoire, Berne 1999.
- Cadre juridique des cartes de dangers. Lüthi, R., Série PLANAT 5/2004, PLANAT, Bienne 2004.
- Carte d'inventaire des terrains instables du canton de Fribourg, 1:10'000. Direction des travaux publics, Commission cantonale des dangers naturels, Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments, Fribourg 1993-1999.
- Carte générale des régions exposées aux avalanches, 1:50'000. Direction des travaux publics, Fribourg 1976.
- Carte préliminaire des glissements de terrain, 1:50'000. Direction des travaux publics, Fribourg 1976.
- Directives pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire. Office fédéral des forêts, Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, Berne 1984.
- Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umwelt-Materialien Nr. 85, Bern 1998 (n'existe qu'en allemand).
- Plan directeur cantonal. Fribourg 2002 (actualisation permanente).
- Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire - recommandations. Office fédéral de l'économie des eaux, Office fédéral de l'aménagement du territoire, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne 1997.
- Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire - recommandations. Office fédéral de l'aménagement du territoire, Office fédéral de l'économie des eaux, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne 1997.
- Projet-pilote Jaun (directives techniques et méthodologie cantonale pour l'établissement des cartes de dangers). Commission cantonale des dangers naturels, Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments, Fribourg 1998.
- Protection contre les crues des cours d'eau - directive de l'OFEG. Office fédéral des eaux et de la géologie, Bienne 2001.
- Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Band I: Methode, Band II: Fallbeispiele und Daten. Bortler, P., Bart, R., Egli, Th. & Gächter, M., Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umwelt-Materialien Nr. 107/I-II, Bern 1999. (n'existe qu'en allemand).

## A2 - GLOSSAIRE

### (D'APRÈS LES RECOMMANDATIONS FÉDÉRALES)

<b>Cadastre d'événement</b>	Inventaire systématique, structuré et interprétable des événements naturels passés (sous forme de base de données et de carte).
<b>Carte de danger</b>	Carte détaillée (échelle: environ 1:5'000 à 1:2'000) établie sur la base de critères objectifs et scientifiques, comportant, à l'intérieur d'un périmètre d'investigation bien défini, les indications suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• menace, respectivement absence de menace pour une zone donnée du territoire, avec extension spatiale probable des processus dangereux;</li> <li>• nature du processus dangereux (type de danger);</li> <li>• intensité et probabilité d'occurrence (fréquence) prévues du processus concerné.</li> </ul>
<b>Carte indicative de danger</b>	Carte d'ensemble (échelle environ 1:50'000 à 1:10'000) établie selon des critères scientifiques et objectifs et renseignant sur les problèmes/dangers qui ont été reconnus (identifiés) et localisés, mais qui n'ont pas été analysés et évalués en détail.
<b>Danger</b>	Etat, circonstance ou processus susceptible de se produire, et dont peut résulter un dommage pour l'homme, l'environnement ou les biens matériels.
<b>Dangers naturels</b>	Ensemble des phénomènes et influences de la nature susceptibles de causer des dommages aux hommes et/ou à leurs biens.
<b>Danger potentiel</b>	Somme des facteurs mettant en danger ou à même de causer des dommages.
<b>Domages potentiels</b>	Ampleur des dommages possibles.
<b>Mesure active</b>	Mesure de protection dont l'effet s'oppose activement au développement de l'événement naturel en vue de réduire le danger ou mesure de protection qui modifie le déroulement d'un événement ou sa probabilité d'occurrence (barrages dans un torrent, digues de protection contre les crues, drainage, reboisement).
<b>Mesure passive</b>	Mesure de prévention qui doit conduire à une réduction du dommage, sans influence active sur le déroulement de l'événement naturel (p.ex. mesures d'aménagement du territoire, de protection d'un objet, plan d'urgence).
<b>Mesures d'urgence</b>	Mesures temporaires, prises en présence d'un danger menaçant, pour le sauvetage des personnes et la protection des biens.
<b>Protection d'objet</b>	Mesure constructive prise pour protéger un objet (bâtiment ou installation), l'ouvrage étant disposé soit directement sur l'objet, ou au voisinage de ce dernier.
<b>Risque</b>	Au sens large: possibilité de survenance d'un dommage.  Au sens restreint: grandeur (importance) et probabilité d'occurrence d'un dommage possible (financier ou humain).
<b>Risque (danger) résiduel</b>	Risque (ou danger) subsistant au-delà d'un certain seuil (p.ex. utilisé en lien avec des événements d'une rareté extrême, ou pour décrire une situation après réalisation de toutes les mesures de sécurité).

### A3 - MANDATAIRES

Lot	Bureaux mandatés	Thématiques traitées
<b>Jaun (projet pilote)</b>	<i>Philipona &amp; Brügger, Plaffeien</i>	tous, sauf avalanches
	Ingenieurbüro André Burkard, Brig	avalanches
	différents experts internes et externes pour la validation	tous les processus
<b>Niremout - Moléson</b>	<i>Kellerhals + Haefeli SA, Bern</i>	chutes de pierres, glissements
	Geo7 SA, Bern	laves torrentielles
	Schälchli, Abegg + Hunzinger, Bern	crues
	IMPULS, Thun	avalanches
<b>Berra - Plasselbschlund</b>	<i>Philipona &amp; Brügger, Plaffeien</i>	crues, laves torrentielles
	GEOTEST SA, Givisiez	chutes de pierres, glissements
	Ingenieure Bart AG, St Gallen	crues, laves torrentielles
	Ingenieurbüro André Burkard, Brig	avalanches
<b>Intyamou</b>	<i>CSD Ingénieurs Conseils SA, Fribourg</i>	chutes de pierres, glissements, laves torrentielles
	CSD/Nivalp SA, Ayer	avalanches
	Monnard & Partenaires SA, Châtel-St-Denis	crues
<b>Schwarzsee</b>	<i>Kellerhals + Haefeli SA, Bern</i>	chutes de pierres, glissements
	Geo7 SA, Bern	laves torrentielles
	Schälchli, Abegg + Hunzinger, Bern	crues
	IMPULS, Thun	avalanches
<b>Jogne</b>	<i>Philipona &amp; Brügger, Plaffeien</i>	crues, laves torrentielles
	Ingenieure Bart AG, St Gallen	avalanches, chutes de pierres, glissements

Le bureau en charge de la coordination du groupement est indiqué en italique.

<

#### A4 - ABRÉVIATIONS

CCDN	Commission des dangers naturels
DAEC	Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions
DIAF	Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts
ECAB	Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments
ODT	Office fédéral du développement territorial
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (dés le 1.1.2006: Office fédéral de l'environnement)
OFEG	Office fédéral des eaux et de la géologie (dés le 1.1.2006: Office fédéral de l'environnement)
SeCA	Service des constructions et de l'aménagement
SFF	Service des forêts et de la faune
SLCE	Section lacs et cours d'eau (du Service des ponts et chaussées)

## A5 - DOCUMENTATION, LIENS INTERNET (DISPONIBLES SUR LE CD-ROM)

### DOCUMENTATION

Document	Nom du fichier au format PDF
<i>Canton de Fribourg</i> (Plan directeur cantonal, chapitre Espace rural et naturel)	
Dangers naturels: Mouvements de terrain (état au 1.7.2002).	Plan_directeur_FR_mouvements_de_terrain_2002.pdf
Dangers naturels: Avalanches (état au 1.7.2002).	Plan_directeur_FR_avalanches_2002.pdf
Dangers naturels: Crues (état au 1.7.2002).	Plan_directeur_FR_crues_2002.pdf
Rapport explicatif (pour tous les dangers traités; état au 1.7.2002).	Plan_directeur_FR_rapport_dangers_naturels_2002.pdf
<i>Confédération</i> (avec l'autorisation des organes fédéraux compétents)	
Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire - recommandations. Berne 1997.	Recommandations_CH_crues_1997.pdf
Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire - recommandations. Berne 1997.	Recommandations_CH_glissements_1997.pdf
Protection contre les crues des cours d'eau - directives de l'OFEG. Bienne 2001.	Directives_CH_crues_2001.pdf
Cadre juridique des cartes de dangers. Lüthi, R., Série PLANAT 5/2004, PLANAT, Bienne 2004.	Cadre_juridique_PLANAT_2004.pdf
Aménagement du territoire et dangers naturels - recommandations. Berne 2005.	Recommandations_CH_amén_terr_dangers_naturels_2005.pdf
<i>Canton de Berne</i> (avec l'autorisation des offices compétents)	
Attention, dangers naturels! Responsabilité du canton et des communes en matière de dangers naturels. Office des forêts, Office des ponts et chaussées, Office des affaires communales et de l'organisation du territoire. Berne 1999.	Brochure_BE_Attention_dangers_naturels_1999.pdf

Cette publication, destinée aux communes bernoises, contient des éléments applicables de façon exclusive au canton de Berne (notamment: cadre légal, répartition des tâches et des compétences, instruments d'aménagement, etc.).

### LIENS INTERNET

Une sélection de sites Internet en lien avec les dangers naturels se trouve sur le CD-ROM:

- offices de l'administration fédérale (OFEG, OFEFP, etc.),
- services cantonaux (SFF, SeCA, ECAB, etc.),
- bases légales (recueils systématiques du droit fédéral et du droit cantonal),
- instances de recherche, organismes divers (CREALP, PLANAT, AEAI, etc.).