

GUIDE PRATIQUE

Versants rocheux

Phénomènes, aléas, risques
et méthodes de gestion



MINISTÈRE
DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE



Photo de couverture : Cerema DTer Sud-Ouest

Préface

Parmi les aléas naturels, ceux associés aux versants rocheux (les éboulements, les chutes de blocs et de pierres) se distinguent par leur caractère soudain et souvent imprévisible. Les instabilités rocheuses constituent des dangers pour les vies humaines, même pour de faibles volumes, et peuvent entraîner des dommages significatifs aux biens et aux infrastructures de communication.

Si les massifs montagneux sont particulièrement concernés par les instabilités rocheuses, il ne faut pas sous-estimer l'exposition à ces mêmes phénomènes d'une grande partie du littoral français et des vallées où la roche sous-jacente a été entaillée par les cours d'eau, au fil des temps géologiques. Ces aléas concernent donc bien, de façon plus ou moins diffuse, l'ensemble du territoire français. Pourtant la perception du risque qui en découle est très différente d'un site à l'autre, ce qui conduit à une gestion inégale du risque.

Par ailleurs, les études relatives à l'impact du changement climatique sur les mouvements de terrain laissent craindre une augmentation des instabilités gravitaires.

Ces constats ont conduit la direction générale de la prévention des risques à confier à l'INERIS et au Cerema l'élaboration d'un ouvrage traitant des instabilités de versants rocheux. Elle remercie vivement les membres des comités de rédaction et de suivi pour le travail réalisé. Il a permis d'aboutir à la conception et à la diffusion du présent guide à destination notamment des collectivités territoriales. Il constitue un véritable outil d'aide à la compréhension des aléas liés aux versants rocheux et des risques associés, à leur prise en compte et à leur gestion.

Objectifs et public visé

Le présent guide a pour finalité de faire comprendre et percevoir les spécificités des phénomènes associés aux versants rocheux et d'éclairer les collectivités territoriales (élus, services techniques, services « urbanisme ») et les autres maîtres d'ouvrage sur le cadre réglementaire, les moyens et les méthodes permettant de mieux évaluer, prévenir et gérer les risques associés.

Il a été conçu sous la forme d'un document de synthèse, pratique, simple, didactique et illustré, qui a pour vocation essentielle d'éclairer les maîtres d'ouvrage et de leur servir d'outil de bonne pratique au quotidien. Le lecteur pourra utilement, s'il souhaite plus d'informations, se référer aux ouvrages de référence cités dans ce guide.

Réalisation du guide

Rédacteurs

Nicolas FLOUEST (Cerema - direction territoriale Sud-Ouest),
Christian FRANCK (INERIS)
Auxane CHERKAOUI (INERIS)

Le comité de rédaction

Marwan AL HEIB (INERIS),
Laurent DUBOIS (Cerema - direction territoriale Centre-Est),
Laurent EFFENDIANTZ (Cerema - direction territoriale Centre-Est),
Johan KASPERSKI (Cerema - direction territoriale Centre-Est)

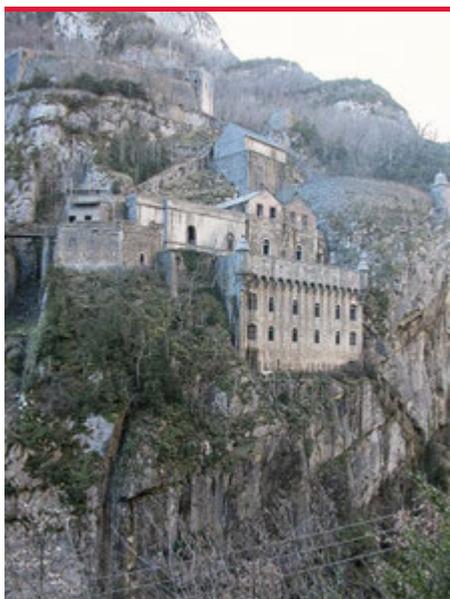
Le comité de suivi

François HEDOU (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie – direction générale de la prévention des risques),
Vincent COURTRAY (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie – direction générale de la prévention des risques),
Jean-Louis DURVILLE (Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable),
Pierre POTHERAT (Cerema - direction territoriale Centre-Est)

Sommaire

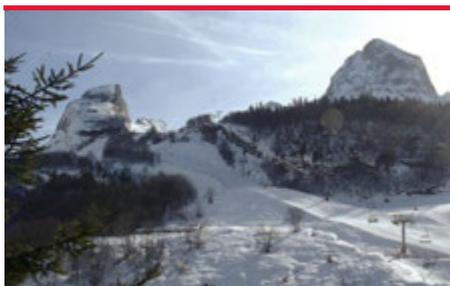
6	Introduction
8	Phénomène et acteurs de la prévention
9	Versants rocheux et phénomènes gravitaires associés
10	Problématique des instabilités rocheuses
12	Problématique du risque et vocabulaire associé
13	Perception du risque rocheux
15	Prévention des risques et principaux acteurs
18	Aléas liés aux versants rocheux
19	Aléa de rupture
21	Propagation : qualification et étude
24	Aléa résultant : évaluation et cartographie
28	Enjeux et conséquences
29	Enjeux
30	Vulnérabilité
30	Dommages et gravité
32	Évaluation du risque
32	Exemples de conséquences et de coûts associés
38	Gestion du risque
39	Connaissance du risque
42	Surveillance du risque
44	Information sur le risque
50	Maîtrise de l'urbanisation
59	Réduction de la vulnérabilité
65	Gestion de crise
72	Après-crise
76	Annexes
76	Annexe 1 : Recommandations sur les études
78	Annexe 2 : Pouvoirs de police du Maire
79	Glossaire
80	Abréviations
81	Bibliographie

Introduction



© Cerema DTer Sud-Ouest

Fort du Portalet - vallée d'Aspe
(Pyrénées-Atlantiques).



© Cerema DTer Sud-Ouest

Station de sport d'hiver de Gourette
(Pyrénées-Atlantiques)

De tout temps l'Homme a vécu à proximité des versants rocheux, que ce soit en milieu montagneux ou en pied de *falaises**, trouvant dans ce contexte de relief à la fois un refuge et une position stratégique.

Ces lieux sont devenus d'occupation pérenne lorsque l'habitant a pu trouver de façon durable, l'eau, la nourriture et les matériaux nécessaires, en continuant à se protéger des agressions humaines potentielles.

Néanmoins, au fil du temps, les dangers et les conflits ont disparu. Le mode de vie de l'occupant s'en est trouvé modifié, mais l'accoutumance à la présence des versants rocheux et une certaine posture de fatalité face aux risques qu'ils pouvaient engendrer ont perduré.

Depuis le milieu du XX^e siècle, on observe concomitamment la désaffection des campagnes ainsi que le développement du tourisme et des voyages.

Des personnes séduites par le « cachet » de certains sites ou leur attrait touristique (stations de sports d'hiver notamment), mais ne connaissant pas les dangers qu'ils recèlent, sont venues progressivement s'installer, de manière définitive ou temporaire, en se substituant aux anciens occupants. Les premiers habitants d'origine montagnarde avaient une bonne connaissance du risque et avaient développé une certaine capacité à faire face à la menace pour en limiter les dégâts. Les nouveaux habitants, avec leurs références urbaines, ne disposent pas de cette culture du risque. Ainsi la perception du danger a évolué de façon négative dans le temps.

Dans ces territoires où les escarpements, les falaises, les fronts ou les versants rocheux sont présents, les chutes de blocs et éboulements sont, selon les circonstances, des phénomènes possibles, probables, voire fréquents. Lorsqu'ils se produisent à proximité d'habitations, de zones urbanisées ou de voies de communication, ils peuvent, du fait de leur soudaineté et de l'énergie des masses en mouvement, occasionner des dégâts et faire des victimes. Ainsi déplore-t-on chaque année, en France, des maisons, des portions de routes ou des véhicules détruits ou endommagés, et parfois la perte de vies humaines.

*Les termes en *italique* sont expliqués dans le glossaire



© site Prim.net

La Roque Gageac (Dordogne) éboulement de janvier 1957 5000 m³,
3 morts, 12 maisons détruites.

Au cours des dernières décennies, la notion de fatalité, qui prévalait jusqu'alors, face aux événements et désastres d'origine naturelle a été progressivement remplacée par le souhait de sécurité et une meilleure appréciation des responsabilités, publiques ou privées. Ainsi, même en l'absence d'une maîtrise de la réglementation, les personnes concernées ont conscience qu'en cas de dommages, leur responsabilité pourra être recherchée, voire engagée.

Dans le même temps, l'amélioration des connaissances scientifiques et techniques a permis de mieux comprendre les phénomènes de chutes de blocs.

Dans ce contexte d'évolution des mentalités et des connaissances, la prise en compte des risques étant devenue un enjeu de société, l'État a mis en place un éventail d'actions et d'outils, aussi bien techniques que réglementaires. Ces nombreuses dispositions visent toutes à améliorer l'information et la caractérisation de l'aléa et du risque, ainsi qu'à proposer des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde des biens et personnes. Elles permettent de mieux prévoir et gérer les risques liés aux éboulements rocheux tout en améliorant l'aménagement du territoire en agissant sur les règles d'urbanisme.

Il faut cependant être conscient que le « risque zéro » est impossible à atteindre.

Phénomène et acteurs de la prévention

- 9 Versants rocheux et mouvements gravitaires associés
- 10 Problématique des instabilités rocheuses
- 12 Problématique du risque et vocabulaire associé
- 13 Perception du risque rocheux
- 15 Prévention des risques et principaux acteurs
 - 15 Le citoyen
 - 16 L'État
 - 16 Les collectivités territoriales et le maire
 - 17 Les autres acteurs

Phénomène et acteurs de la prévention



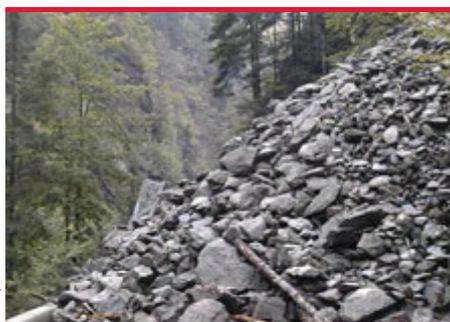
Chute de pierres



Chute de blocs



Chute d'un bloc



Éboulement en masse



Éboulement majeur

Versant rocheux et mouvements gravitaires associés

Les roches formant les talus, *falaises* et versants ont connu une histoire géologique parfois longue et complexe. Ces roches sont marquées par des *discontinuités* naturelles d'origines diverses, qui découpent le massif rocheux en blocs de formes et de volumes variables.

L'assemblage résultant est soumis à la gravité et aux actions naturelles et climatiques (pluie, variation de température, cycles de gel et dégel, vent, marée, houle, etc.) qui agissent sur la roche et ses discontinuités, conduisant à une détérioration lente du massif rocheux. De plus, ces mécanismes de démantèlement peuvent être déclenchés ou amplifiés par :

- la végétation (action des racines dans les discontinuités de la roche) ;
- les activités humaines (terrassements, extractions de matériaux) ;
- les secousses sismiques.

Les volumes mobilisés lors des instabilités de versants rocheux sont très variables, allant du décimètre cube à la dizaine de millions de mètres cubes. Les appellations usuelles et les volumes correspondant sont :

- les pierres (volumes inférieurs à quelques décimètres cubes) ;
- les blocs (de quelques décimètres cubes jusqu'à environ cent mètres cubes)

Lorsque plusieurs éléments sont mobilisés on parle d'éboulement, qui peut être en masse, majeur, voire catastrophique.

Phénomène et acteurs de la prévention

Problématique des instabilités rocheuses

Parmi les aléas naturels, ceux associés aux versants rocheux n'ont pas l'ampleur territoriale d'un séisme, d'une inondation ou d'une tempête. Cependant ces phénomènes se rencontrent sur une grande partie du territoire national, affectée de façon plus ou moins diffuse. Si cette problématique est particulièrement marquée au sein des massifs montagneux, cela ne doit pas pour autant occulter la réalité des phénomènes observés sur une grande partie du littoral français (falaises de Normandie, corniche du Pays basque, calanques méditerranéennes, etc.), et dans toutes les vallées où la roche sous-jacente a été entaillée par les cours d'eaux, au fil des temps géologiques (vallées de la Loire, de la Seine, etc.). A cela s'ajoute les aménagements anthropiques comme le cas des *fronts rocheux* présents dans les carrières à ciel ouvert et les talus de déblai des voies de communication.

Les événements les plus fréquents en France concernent des chutes de blocs ou des éboulements en masse d'un volume généralement inférieur à 1000 m³. Néanmoins, ceux-ci peuvent causer d'importants dégâts matériels et faire des victimes, la plupart sur des voies de communication.

Date	Département	Décès	Détails
10 août 2005	Haute-Savoie	1	Chute de pierres sur un véhicule à Saint-Jeoire
7 septembre 2005	Alpes-Maritimes	1	Chute de blocs sur deux poids-lourds et une voiture sur l'autoroute A8
5 février 2006	Bouches-du-Rhône	1	Éboulement dans la calanque de Sugiton
20 février 2006	La Réunion	1	Chute de blocs sur un véhicule, route du littoral
4 mars 2006	Savoie	2	Chute d'un bloc sur un véhicule sur la RD215 à Aussois
24 mars 2006	La Réunion	2	Éboulement de 20 000 m ³ sur la route du littoral : véhicules ensevelis, voie coupée durant cinq semaines
16 octobre 2006	La Réunion	1	Chute de blocs sur un véhicule - route du littoral
2 novembre 2007	Isère	2	Chute de blocs sur une voiture dans les gorges de la Bourne
9 janvier 2008	La Réunion	1	Chute de blocs sur un véhicule sur la route du littoral
30 octobre 2008	Haute-Savoie	3	Chute de blocs sur un véhicule sur la RD210 à Dingy-Saint-Clair
8 août 2009	Ardèche	7	Éboulement sur le site touristique de la cascade du Ray-Pic à Péreyres
4 juin 2010	La Réunion	1	Chute d'un bloc sur un véhicule à Saint-Joseph
25 janvier 2012	Haute-Savoie	1	Chute de blocs sur un véhicule dans les Gorges de l'Arly
1 ^{er} mars 2012	Ain	1	Chute de blocs sur un véhicule sur la RD1504 à Tenay
16 décembre 2012	Loir-et-Cher	1	Chute de blocs sur une maison à Montoire-sur-le-Loir
8 février 2014	Alpes-de-Haute-Provence	2	Chutes de blocs sur un train en circulation.

Quelques exemples d'événements graves recensés en France, entre 2005 et 2014

Phénomène et acteurs de la prévention

© Préfecture de l'Isère



Obstruction d'une route par un éboulement

© Cerema Dter Centre-Est



Cicatrice de l'éboulement de 20 000 m³, avril 1992, fermeture définitive de la RD218, accès à Autrans via le tunnel du Mortier, Isère.

© Cerema Dter Sud-Ouest



Exemple de dommages causés par la chute de blocs rocheux (volumes de 1 à 2 m³) sur un réservoir d'eau en béton armé, Foulayronnes, Lot-et-Garonne.

Cependant, ils ne sauraient faire oublier la multitude de désordres de moindre ampleur que l'on pourrait presque qualifier de «quotidiens» et qui peuvent être très pénalisants. Ainsi ces désordres ont des incidences multiples en termes économiques et sociétaux :

- un éboulement obstruant une route peut isoler une partie de la population d'une vallée ;
- la présence d'une instabilité rocheuse peut conduire au déplacement de la population exposée.

Pour classer les instabilités rocheuses, on s'intéresse au potentiel destructeur d'une masse rocheuse au moment de l'impact, assez bien représenté par son énergie cinétique. Ainsi pour donner quelques ordres de grandeur :

- l'énergie d'un bloc rocheux d'1 m³ tombant d'une hauteur de 10 m est équivalente à l'énergie d'une automobile roulant à 70 km/h ;
- l'énergie d'une masse rocheuse de 10 m³ tombant d'une hauteur de 16 m est équivalente à l'énergie libérée par l'explosion d'1 kg de dynamite.

Phénomène et acteurs de la prévention

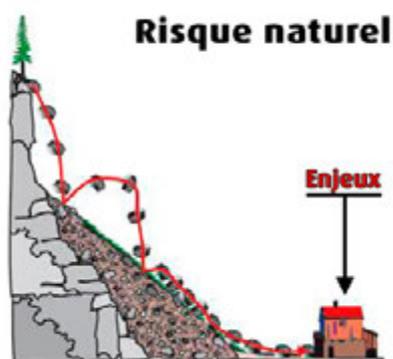
Problématique du risque et vocabulaire associé



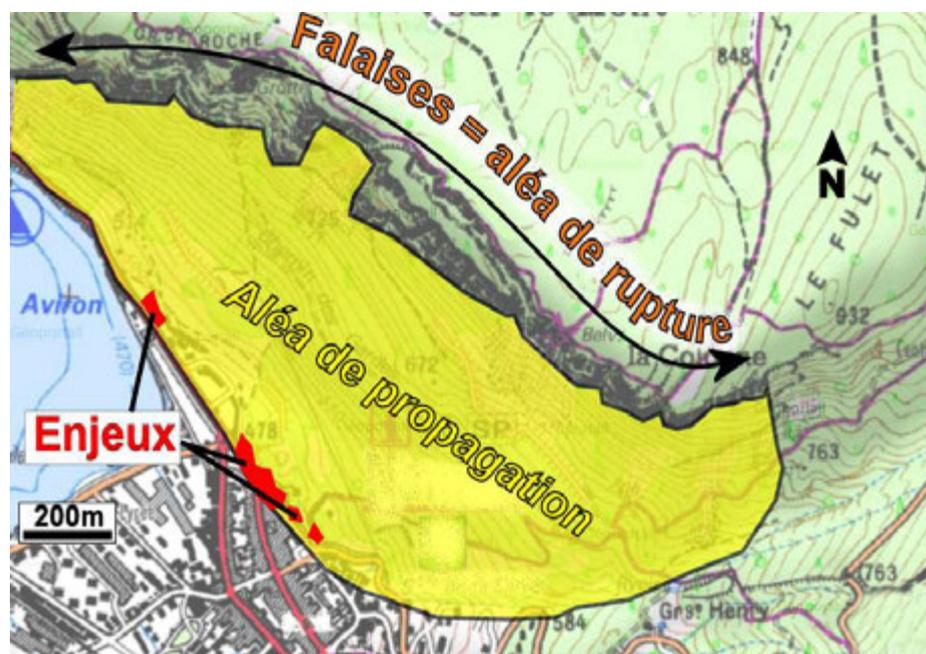
Aléa naturel = Description du phénomène (occurrence, fréquence, intensité, emprise géographique)

Les risques naturels prennent une place de plus en plus forte dans la vie quotidienne, et s'il convient de prendre les mesures adéquates pour les gérer, il convient également de les définir et d'en connaître les termes.

D'une façon générale, le risque correspond à la superposition spatiale et temporelle d'un enjeu caractérisé par sa vulnérabilité et d'un aléa. Les enjeux sont les vies humaines, les bâtiments et les infrastructures. L'aléa (le croisement de l'intensité d'un phénomène par sa probabilité d'occurrence) provient ici d'une partie d'un massif rocheux susceptible de rompre (aléa de rupture) et de se propager vers l'aval (propagation). Ainsi rappelons-le : sans enjeux, et quelle que soit l'importance de l'aléa, il n'existe pas de risque. C'est de la superposition d'un enjeu à un aléa que naît la notion de risque.

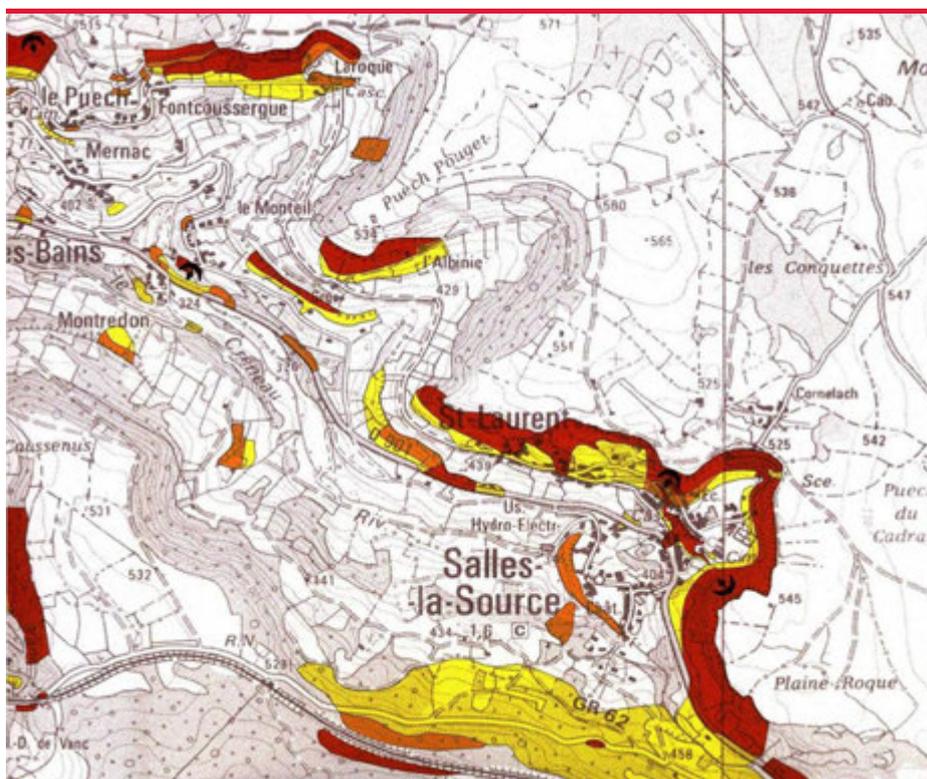


Risque naturel = Aléa x enjeu (x) (un ou plusieurs enjeux sont exposés à l'aléa naturel)



Schémas et carte illustrant la différence entre l'aléa et le risque naturel

Phénomène et acteurs de la prévention



Extrait de carte d'aléa * « chutes de blocs », Salles-la-Source (Aveyron)
(l'aléa fort est représenté en marron, l'aléa moyen en orange et l'aléa faible à très faible en jaune).

Perception du risque rocheux

Les éboulements se produisent le plus souvent de manière sporadique et la mémoire collective ne retient en général que le dernier événement important ayant fait des victimes ou ayant occasionné des destructions de bâtiments ou des coupures d'itinéraires. C'est pourquoi beaucoup d'événements de faible ampleur ou n'impliquant pas un enjeu ne sont pas répertoriés.

* Les notions d'aléa « fort », « moyen » et « faible » seront définies dans le paragraphe « Aléa résultant : évaluation et cartographie », p24

Phénomène et acteurs de la prévention



©CGEDD

Poitiers (Vienne), un centre-ville situé à l'aplomb de parois rocheuses

La perception du risque rocheux par les habitants et acteurs locaux se constitue notamment à partir des expériences vécues et des souvenirs des événements passés. Pour sa part, l'évaluation du risque rocheux se heurte fréquemment à la difficulté d'appréciation du phénomène et ceci complique d'autant plus son acceptation. Deux cas se présentent régulièrement :

- au fil du temps, les personnes vivant en zone de montagne ou à proximité immédiate d'un versant rocheux acquièrent une bonne culture de ce type de risque, ce qui permet leur bonne appréhension. Le travers fréquemment observé dans ce contexte provient généralement du côtoiement journalier du risque : vivre sous une falaise devient une habitude dont on s'accommode ;
- les personnes ne côtoyant guère les falaises n'ont a priori pas la culture de ce type de risque. Elles peuvent en toute bonne foi ne pas percevoir l'imminence du risque rocheux et, dans le cas où elles le prennent en compte, cette perception est au contraire souvent exagérée.

Par ailleurs la perception du risque rocheux peut être différente en pied ou au sommet d'un versant rocheux. Le propriétaire situé en pied vit constamment avec la vision de la falaise, s'en accommode au prix d'une certaine vigilance, alors que le propriétaire situé au sommet n'en a pas la même perception. Pourtant, le recul d'une corniche rocheuse représente un risque important dans certains contextes, comme par exemple celui des falaises littorales et des vallées encaissées.

Dans tous les cas, l'impact psychologique d'un accident est fort, car le phénomène apparaît comme soudain, brutal et particulièrement destructeur voire meurtrier. Il l'est d'autant plus que la plupart des gens le pensent « maîtrisable », à l'inverse d'autres phénomènes qui apparaissent « inéluctables et récurrents » comme les tempêtes et les séismes par exemple.

Phénomène et acteurs de la prévention

Prévention des risques et principaux acteurs

Le citoyen

La loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile fait du citoyen un acteur de sa propre sécurité, notamment vis-à-vis des risques naturels.

Il ne faut donc pas oublier les responsabilités qui incombent à chaque citoyen, parmi lesquelles :

- celle de s'informer sur la nature des risques auxquels sa personne et ses biens (ou ceux d'autrui) sont soumis ;

- celle de prendre toute mesure visant à les rendre moins vulnérables. Ainsi dans ce cadre un propriétaire doit « entretenir » sa falaise dans la mesure où elle pourrait faire courir des risques à des tiers. En effet conformément au Code civil et notamment ses articles 552, 553 et 1384, cette falaise fait partie intégrante de sa propriété car le propriétaire du fonds (terrain de surface) emporte la propriété et la responsabilité du tréfonds (et ce théoriquement jusqu'au centre de la Terre);

- celle d'informer le maire de sa commune de tout risque menaçant la sécurité publique.

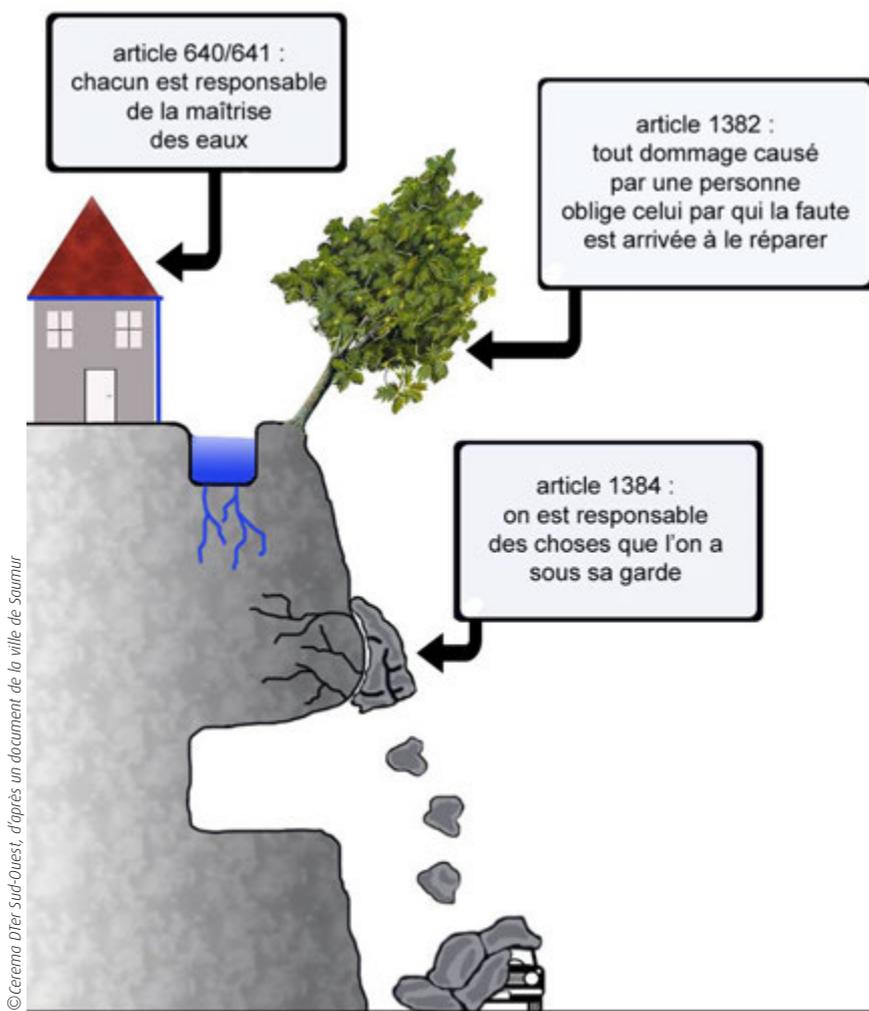


Illustration de quelques responsabilités incombant aux propriétaires (Code Civil)

Phénomène et acteurs de la prévention

L'État

L'État définit et coordonne les politiques publiques d'intérêt national pour l'ensemble des collectivités territoriales. Il est ainsi en charge des politiques de prévention des risques naturels, technologiques et sanitaires, et s'assure de la bonne intégration des exigences portées par les textes dans les politiques publiques locales.

Le préfet et les services déconcentrés de l'État doivent notamment :

- porter le risque à la connaissance des collectivités territoriales, afin que ces dernières puissent les intégrer dans leur gestion du territoire communal (urbanisme, gestion de crise) et dans l'information des citoyens ;
- élaborer les documents réglementaires locaux tels que, par exemple, les Plans de Prévention des Risques naturels (PPRn) ;
- exercer un rôle d'impulsion locale de la politique de prévention des risques.

Par ailleurs, le préfet est le pilote des opérations de secours en cas de catastrophe majeure ou impliquant plusieurs communes, ou bien encore lorsqu'une collectivité territoriale est défaillante ou ne peut supporter financièrement les opérations.

Les collectivités territoriales et le maire

L'intégration des risques dans l'aménagement des territoires relève des collectivités territoriales, en vertu des pouvoirs et prérogatives données par les lois de décentralisation. Dans le cas de l'urbanisme notamment, les collectivités doivent « harmoniser leurs prévisions et leurs décisions d'utilisation de l'espace » (article L. 110 du Code de l'Urbanisme), notamment pour garantir la sécurité publique.

Dans ce cadre, le maire exerce un rôle déterminant dans le domaine de la prévention des risques par le biais de la délivrance des permis de construire, sauf cas spécifiques.



www.mementodumaire.net

Phénomène et acteurs de la prévention

Le maire a la responsabilité de porter à la connaissance de ses administrés tous les éléments d'information sur les risques existant sur sa commune, et peut avoir certaines obligations dans ce domaine (établissement d'un document d'information communal sur les risques majeurs - DICRIM, voire d'un plan communal de sauvegarde - PCS).

Les pouvoirs de polices générale et spéciale du maire, relatifs au bon ordre, à la sûreté, à la sécurité et à la salubrité publiques, lui donnent compétence pour intervenir rapidement lorsqu'un risque concerne sa commune. Ainsi, en tant que directeur des opérations de secours, il doit prendre les premières mesures conservatoires dans la limite de ses moyens, pour protéger la population et les biens.

Les autres acteurs

Il est parfois complexe de définir précisément les propriétés et donc les responsabilités afférentes à chacun. Les collectivités territoriales et les gestionnaires d'infrastructures se substituent donc parfois au(x) propriétaire(s) riverain(s).

Un maître d'ouvrage, quelle que soit la nature du bien exposé (infrastructure, bâtiment, site naturel, Établissement Recevant du Public – ERP, etc.) se doit de signaler l'existence du danger que représente les chutes de pierres/blocs pour l'utilisateur et de réduire le risque existant.

Les notaires, les agents immobiliers et les bailleurs ont un devoir d'information et de conseil auprès de leurs clients, notamment par le biais de l'Information Acqureur-Locataire (IAL) via le formulaire État des Risques Naturels, Miniers et Technologiques (ERNMT).

Les bureaux d'études et les entreprises sont également des acteurs de la prévention. Leur responsabilité peut être engagée à titre de sachant, pour absence de mise en garde du maître d'ouvrage sur les risques encourus. Des informations et conseils peuvent être obtenus auprès :

- des services de l'État : préfecture, DDT(M), DREAL;
- des organismes techniques publics : BRGM, Cerema, INERIS, ONF-RTM, IFSTAR.

Aléas liés aux versants rocheux

19 Aléa de rupture : définition et qualification

- 19 Définition
- 20 Qualification

21 Propagation : qualification et étude

- 21 Définition
- 21 Qualification
- 23 Étude de trajectographie

24 Aléa résultant : évaluation et cartographie

- 24 Évaluation
- 25 Cartographie
- 26 Recommandations et bonnes pratiques de l'étude d'aléas

Aléas liés aux versants rocheux

Un aléa est défini comme un phénomène auquel on peut associer la probabilité, sur une période fixée, qu'il se produise sur un site donné en atteignant une certaine intensité.

Pour les versants rocheux, outre la mise en péril des personnes, l'intensité de l'aléa est liée à la puissance destructrice potentielle des impacts de blocs sur les bâtiments, les infrastructures et les activités humaines. Elle est liée au volume des pierres ou blocs en mouvement, et à leur vitesse.

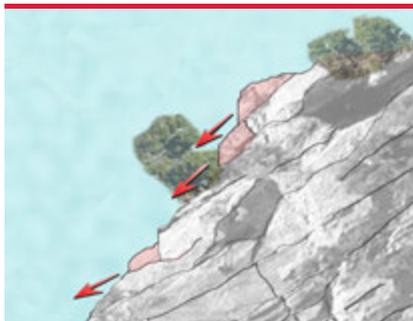
De manière pratique, la caractérisation de l'aléa « rocheux » se décompose en deux mécanismes qui suivent les phases d'évolution du mouvement rocheux :

- la déstabilisation et la mobilisation initiale des matériaux (aléa de rupture);
- le mouvement des masses suivant une certaine trajectoire, jusqu'à leur arrêt (propagation).

La combinaison de ces deux mécanismes aboutit à un « aléa résultant ».

Les échelles d'évaluation de ces aléas sont multiples, de l'analyse d'un bassin de risque dans sa globalité à l'étude ponctuelle d'un *front rocheux* spécifique.

Exemples de l'influence du pendage et de la structure du terrain sur le déclenchement d'un éboulement



Pendage conforme à la pente, les blocs se détachent, glissent banc sur banc.



Pendage très redressé, les blocs basculent peu à peu et se détachent.

Aléa de rupture : définition et qualification

Définition

L'aléa de rupture désigne la possibilité de déstabilisation et de mobilisation de matériaux rocheux, indépendamment des volumes en jeu. Cette rupture est issue de la combinaison :

- de conditions dites « permanentes » (nature de la roche, découpage des masses rocheuses par les discontinuités issues de l'héritage géologique – *fractures, failles, diaclases, schistosité*, etc...);
- et de facteurs déclenchants, variables dans le temps, comme la pluie, la fonte des neiges, les alternances de gel et de dégel, des activités anthropiques ou un séisme.

La combinaison voire l'imbrication des facteurs rendent ces phénomènes complexes. Leur description impose donc une simplification pour identifier les paramètres dont le rôle est déterminant (cas de la fréquence, de l'orientation et du *pendage* des discontinuités au regard de la pente naturelle).

A cette complexité structurale initiale, s'ajoute la prise en compte de l'*altération* qui peut accélérer le déclenchement du mouvement : on parle ici de la déstructuration ou de la notion de maturité du massif.

Aléas liés aux versants rocheux

Aléa de rupture : définition et qualification

Qualification

L'appréciation de la stabilité d'un versant rocheux ou d'une falaise se fait à l'aide d'observations de terrain, de reconnaissances et investigations spécifiques (si nécessaire) et de la connaissance des types et des processus d'évolution. Elle suppose d'identifier :

- les volumes rocheux en jeu ;
- la nature de la roche ;
- la structure et la morphologie du massif rocheux ;
- les facteurs d'instabilité ;
- les signes d'évolution ;
- le degré d'altération du massif.

L'histoire géologique a contribué à « découper » le massif rocheux en volumes de géométrie complexe et irrégulière, auxquels sont attribués de nombreux noms en fonction de leurs caractéristiques géométriques ou morphologiques - on parle souvent de *dièdres*, de « panneaux » de « colonnes » ou d'« écailles » pour définir l'élément potentiellement instable du massif rocheux et son futur comportement.

Pour caractériser la composante temporelle de l'aléa, on utilise couramment la méthode dite « probabilité-délai » qui synthétise deux paramètres :

- la « probabilité » de survenue de l'éboulement : cette probabilité est évaluée en prenant en compte les facteurs géologiques et morphologiques de prédisposition (ou facteurs « permanents ») que sont le type de roche, sa résistance mécanique, la fissuration du massif (orientation, ouverture, remplissage, densité), et les forces en présence (dites motrices, lorsqu'elles concourent au mouvement, et résistantes lorsqu'elles s'y opposent). La probabilité d'occurrence est généralement exprimée de façon qualitative, par exemple de « très élevée » à « très faible » ;
- le délai estimé de l'éboulement : ce critère est apprécié en fonction des facteurs d'évolution du massif comme les observations de déformations de la structure d'origine, les chutes récentes à proximité, l'altération du matériau, l'exposition aux intempéries, les indices de ruissellements, l'évolution de la végétation. Le délai peut aller de l'imminent (heures/jours/mois) au long terme (le siècle ou plus).

Ces deux paramètres sont difficilement quantifiables du fait des nombreux facteurs en jeu et sont généralement estimés « à dire d'experts ».



Gorges du Tarn - exemple d'une colonne rocheuse dont la ruine est évaluée comme étant probable dans les 30 prochaines années (occurrence élevée à moyen terme) - vue de côté



vue de dessus, on distingue clairement les enjeux en contre-bas

Aléas liés aux versants rocheux

Propagation : qualification et études

La propagation désigne la phase de déplacement des éléments rocheux, depuis leur départ au droit du massif rocheux jusqu'à leur arrêt.

Le tracé de l'étendue des zones exposées nécessite de déterminer la limite maximale susceptible d'être atteinte par les éléments rocheux ainsi que le volume attendu. Pour implanter et dimensionner des parades (voir le chapitre «les parades» page 59-61), il est nécessaire en outre d'évaluer l'énergie cinétique des éléments rocheux et la hauteur de passage le long de leur trajectoire.

Qualification

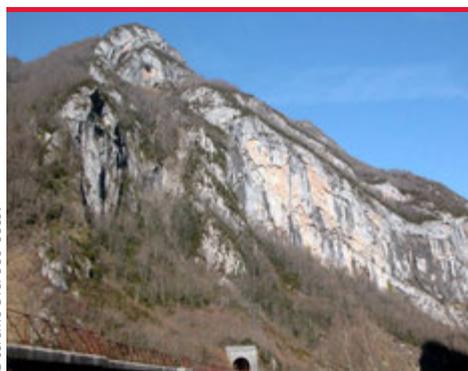
L'étude de propagation tient compte des conditions de départ et des propriétés du versant où les blocs vont transiter.

Les conditions de départ, déterminées par l'étude de l'aléa de rupture, correspondent à la localisation et à la morphologie de la zone rocheuse, ainsi qu'aux mécanismes de rupture mis en œuvre.

Les photographies ci-contre présentent deux contextes d'instabilités rocheuses très différents :



1 - Saint-Antoine de Ficalba – Lot et Garonne



2 - Défilé du Portalet – Pyrénées Atlantiques

- **1** : banc calcaire décimétrique mis en surplomb par une érosion différentielle, entraînant des chutes de pierres et blocs, d'une hauteur maximale de 2 m sur un terrain plat avec un substratum argileux, absorbant une grande partie de l'énergie lors de l'impact au sol, limitant ainsi la propagation à quelques mètres.
- **2** : front rocheux de 200 m de hauteur, intensément plissé et fracturé, pouvant générer des éboulements rocheux d'un volume supérieur à 1000 m³ par rupture d'écailles en paroi et pouvant se propager sur de fortes pentes d'éboulis, plus ou moins boisées, sur près de 500 m.

Aléas liés aux versants rocheux



© Cerema Dter Sud-Est

Traces au sol, laissées par les rebonds d'un bloc de 13 m³, Crolles, Isère

Pour évaluer correctement la propagation, il est primordial de déterminer les caractéristiques du versant, notamment sa topographie et sa constitution (pente, régularité de celle-ci, roches, sols ou matériaux en présence, obstacles naturels – arbres par exemple – ou artificiels – talus routier, chemin, terrasse, bâtiment).

Ces caractéristiques sont prépondérantes pour les propagations sur de longues distances. Dans le cas d'enjeux situés immédiatement au pied d'une paroi rocheuse instable, le spécialiste s'attachera principalement à évaluer au mieux l'aléa de rupture du bloc ou de la masse rocheuse.

Aléas liés aux versants rocheux



La qualité de l'étude dépend fortement de la qualité des données d'entrée.



La modélisation d'éboulement en masse relève de logiciels spécifiques de recherche.

Étude de trajectographie

Cette étude a pour but d'évaluer ou de préciser l'extension des zones menacées par la propagation de blocs (sans interaction entre eux) et de fournir des éléments nécessaires à la détermination d'éventuelles parades, à l'aide d'outils de calculs informatiques. Les propriétés et la complexité des versants étant prépondérantes dans de nombreux cas de figure, une cartographie ou un dimensionnement de parade correct nécessitent des données topographiques précises dont l'échelle devra être adaptée au niveau d'étude souhaité, ainsi qu'à la géomorphologie du site (voir Annexe 1).

Dans une étude de trajectographie il convient :

- d'apprécier la nature physique du versant rocheux (formations superficielles, éboulis, etc.) ;
- de quantifier les volumes susceptibles de se propager ;
- de définir les formes des éléments rocheux concernés ;
- de quantifier la hauteur de chute initiale ;
- de localiser et de définir les obstacles éventuels.

Cette étude doit permettre :

- de tracer des trajectoires réalistes, prenant en compte les déviations latérales possibles notamment au passage des talwegs, d'intégrer les traces d'anciennes trajectoires, de prendre en compte les protections pérennes déjà en place, etc. ;
- de prendre en compte les obstacles naturels ou les aménagements construits (comme les chemins) ainsi que leur pérennité ;
- de repérer l'extension « limite » (enveloppe des trajectoires) des événements antérieurs ;
- de proposer, si nécessaire, une implantation optimale des protections (écrans, merlons).

Aléa liés aux versants rocheux

Aléas résultant : évaluation et cartographie

Évaluation

Cette notion d'aléa résultant est utilisée essentiellement dans le cadre de l'élaboration d'une carte de zonage d'aléa. Elle permet de qualifier l'aléa en un point donné de l'espace cartographié, en combinant l'aléa de rupture et la propagation. Il existe différents types d'expression de l'aléa résultant, cependant le concept reste identique au principe général énoncé ci-dessus.

		Probabilité d'atteinte		
		Faible	Moyenne	Forte
Intensité de l'aléa (énergie cinétique)	Faible < 30 kJ	Aléa faible	Aléa moyen	Aléa moyen
	Moyenne	Aléa moyen	Aléa moyen	Aléa fort
	Forte > 300 kJ	Aléa moyen	Aléa fort	Aléa fort

Exemple d'expression de l'aléa résultant tel qu'il est défini en Suisse.

Dans certains contextes où la phase de propagation n'est pas prépondérante, une autre approche, communément employée pour caractériser l'aléa résultant, consiste à croiser l'intensité du phénomène (le volume en jeu et l'énergie cinétique qu'il peut générer) et sa probabilité d'occurrence. L'intensité du phénomène peut être aussi définie en utilisant uniquement le volume en jeu.

Degré d'intensité	Probabilité d'occurrence		
	Faible Les facteurs déterminants reconnus sur le site sont confondus, mal circonscrits	Moyenne De nombreux facteurs déterminants sont reconnus sur le site. Certains facteurs non répertoriés peuvent apparaître dans le temps	Forte Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site. L'intensité des facteurs est forte
Faible Chutes de pierres (< 1dm ³)	Aléa très faible à faible	Aléa très faible à faible	/
Modéré Chutes de blocs (< 100m ³)	Aléa très faible à faible	Aléa moyen	Aléa fort
Forte Eboulements(> 100m ³)	/	Aléa fort	Aléa fort

Exemple d'application – PPRn de Salles-la-Source (Aveyron)

Le terme « facteurs déterminants » utilisé dans le tableau ci-dessus est à rapprocher du terme « conditions permanentes » défini au § « l'aléa de rupture définition » p19.

De même la notion de probabilité d'occurrence (sous forme qualitative) est définie au § « l'aléa de rupture-qualification » p20.

Aléas liés aux versants rocheux

Cartographie

Le support de restitution de l'aléa peut être par exemple le SCAN25® ou la BD ORTHO® de l'IGN, un plan topographique, voire le cadastre ou une simple photographie. Dans tous les cas, l'échelle de restitution retenue sera adaptée au niveau et à la précision souhaitée pour l'étude et à l'étendue de la zone à étudier, ainsi qu'aux incertitudes liées aux simulations trajectographiques.

Ainsi, dans la pratique, les cartes d'aléas communales, seront rendus à des échelles allant du 1/5000 à 1/25000*. En ce qui concerne les études spécifiques, les échelles pourront être beaucoup plus grandes et fonction du support de restitution retenu (plan à 1/1000, 1/500, etc.)

Ce point est particulièrement important pour que la qualité du document final soit en adéquation avec la demande initiale.

Néanmoins ces documents cartographiques ont toujours une limite de résolution et il s'avère que ponctuellement certains projets sont implantés sur ou à proximité immédiate d'une limite cartographique. Dans ce cas, il est recommandé de faire intervenir sur site un spécialiste qui sera à même d'affiner très localement cette limite.



Quel que soit son mode d'évaluation, l'aléa doit être cartographié sur un support adapté à son usage.

* Les marges d'erreur du document sont directement liées à l'échelle de cartographie de l'étude. Ainsi sur une carte à 1/10000, une limite cartographique d'épaisseur millimétrique sur la carte, se traduira sur le terrain par une bande de 10 m de largeur.

Aléas liés aux versants rocheux

Recommandations et bonnes pratiques de l'étude d'aléas

Le cahier des charges est établi par le Maître d'Ouvrage assisté par un spécialiste. Il doit définir précisément et clairement les résultats attendus.

L'objectif et le contenu de l'étude doivent être clairement précisés dans le cahier des charges. Il faut choisir entre :

- une **étude de zonage cartographique**, à des fins d'aménagement du territoire ;
- des **études spécifiques** de différentes teneurs :
 - étude de niveau préparatoire à l'étude opérationnelle (avant projet comportant une estimation de référence du coût des parades),
 - étude opérationnelle débouchant sur des préconisations de parades, de surveillance (faisabilité technique et interprétation des résultats des mesures) ou des mesures préventives d'évacuation.

Le tableau de la page suivante précise les éléments indispensables à la réalisation d'une étude d'aléa si elle est réalisée dans le cadre d'un PPR ou s'il s'agit d'une étude d'aléa ponctuelle.

Aléas liés aux versants rocheux

Études d'aléas dans le cadre d'un P.P.R.	Études ponctuelles d'aléas
<p>Le contenu de l'étude est à définir dans chaque cas en reprenant tout ou partie des points ci-après :</p> <ul style="list-style-type: none"> · Bibliographie (étude historique spécifique, exploitation des archives et des études antérieures, témoignages, analyse des cartes thématiques, des photos aériennes, des documents et bibliographies spécifiques) ; · Levés de terrain (données morphologiques, structurales, lithologiques,...) ; · Élaboration d'un fond de plan pour report des données de terrain et étude de propagation (simulations trajectographiques) dans les cas complexes à forts enjeux ; · Interprétation, synthèse, caractérisation, cartographie et zonage de l'aléa résultant. 	<p>Le contenu de l'étude (définie conformément à la norme NF P 94-500) est à définir dans chaque cas en reprenant tout ou partie des points ci-après :</p> <ul style="list-style-type: none"> · Bibliographie (étude historique spécifique, exploitation des archives et des études antérieures, témoignages, analyse des cartes thématiques, des photos aériennes, des documents et bibliographies spécifiques) ; · Levés de terrain (données morphologiques, structurales, lithologiques,...) avec le cas échéant inspections sur cordes ; · Élaboration d'un fond de plan pour report des données de terrain et étude de propagation ; · Étude de propagation, (simulations trajectographiques) ; · Interprétation, synthèse, caractérisation des phénomènes et des aléas, cartographie ; · Définition des parades (pré-dimensionnement ou dimensionnement, estimation des coûts, spécifications techniques) ; · Rédaction des pièces techniques intégrables au Dossier de Consultation des Entreprises ; · Assistance technique pendant les travaux.
Études d'aléas dans le cadre d'un P.P.R.	Études ponctuelles d'aléas
<p>La délimitation de la zone d'étude est essentielle à la bonne conduite de l'étude et présente un caractère contractuel.</p> <p>Idéalement la zone d'étude devrait couvrir l'intégralité d'un « bassin de risque » homogène en termes de phénomènes potentiels.</p> <p>Les instabilités observées à l'extérieur du périmètre d'étude, lors des phases de travail sur le terrain, doivent être portées à connaissance du donneur d'ordre.</p>	<p>La délimitation de la zone d'étude est essentielle à la bonne conduite de l'étude et présente un caractère contractuel. Elle nécessite donc en général une réunion préalable et une visite de la zone concernée :</p> <ul style="list-style-type: none"> · les limites seront de préférence calées sur des limites topographiques et morphologiques caractéristiques et significatives vis-à-vis de la localisation et de l'évaluation de l'aléa d'éboulement et de propagation (lignes de talwegs et de crêtes définissant un découpage naturel du site) ; · à défaut d'être connues ou déterminées par le Maître d'Ouvrage, les limites devront être précisées explicitement dans la proposition d'étude ; · il peut s'avérer nécessaire de modifier la délimitation au cours de l'étude en fonction des données mises en évidence par celle-ci. Ces nouvelles limites feront l'objet d'une procédure de validation par le donneur d'ordre ; · les instabilités observées à l'extérieur du périmètre d'étude lors des phases de travail sur le terrain seront portées à connaissance du donneur d'ordre.
<p>Dans la mesure du possible, la période d'étude doit être compatible avec les contraintes du site, notamment pour les levés topographiques (masque dû au feuillage ou à la neige et problème d'ombres portées) et pour la saison d'intervention sur le terrain (problème de visibilité lié à la végétation, difficulté d'accès liée à la neige en altitude et prise en compte des conditions de sécurité au travail).</p>	

Enjeux et conséquences

- 29 Enjeux
- 30 Vulnérabilité
- 30 Dommages et gravité
- 32 Évaluation du risque
- 32 Exemples de conséquences et de coûts associés
 - 33 Conséquences d'éboulements en zone habitée
 - 36 Voies de communication soumises à des éboulements

Enjeux et conséquences

L'aléa rocheux n'est pris en considération que si la chute d'éléments rocheux peut impacter des personnes, des bâtiments ou des infrastructures. Les conséquences directes possibles sont des dommages matériels, voire des victimes. Les conséquences peuvent également être indirectes, de nature économique, sociale ou psychologique.

Enjeux

Les enjeux peuvent être définis comme l'ensemble des personnes, des biens, des activités susceptibles d'être affectés par un aléa.

Ils peuvent être locaux (une maison) ou globaux (une ville, une route d'accès à un site économique ou touristique). Ils sont en premier lieu humains et matériels mais peuvent être évalués selon des critères socio-économiques et environnementaux.

Les **enjeux humains** correspondent à la population qui réside, travaille ou se déplace dans des lieux où des instabilités peuvent se déclencher.

Les **enjeux matériels** sont les bâtiments (dont les usages sont très variables : habitation, agricole, industriel, école, ERP, lieu de travail, ...), les Installations Ouvertes au Public (telles que les terrains de campings), les voies et ouvrages de communication (routes, voies ferrées, ponts, tunnels), les réseaux de distribution et de transport de l'électricité, du gaz, d'eau potable, etc., ou toute autre infrastructure ou superstructure particulière.

À plus grande échelle, les **enjeux socio-économiques** sont les conséquences humaines, matérielles et les coûts que peuvent engendrer la survenue d'un aléa. Ces conséquences peuvent être la réduction ou l'arrêt d'une activité industrielle, l'isolement d'une zone touristique, la fermeture d'une école, le relogement des habitants... Cette évaluation est fréquemment sous-estimée, notamment sur les territoires où les aléas ne sont pas fréquents ou lorsque leurs conséquences n'ont pas été appréciées.

Les **enjeux environnementaux** sont également à prendre en considération : les ressources naturelles, les lacs et rivières, les zones d'intérêt faunistiques ou floristiques, etc.

Enjeux et conséquences

Vulnérabilité

La vulnérabilité exprime la sensibilité d'un enjeu (ou les conséquences prévisibles sur un enjeu) vis-à-vis d'un niveau d'aléa résultant. On distingue la **vulnérabilité économique**, qui traduit le degré de perte ou d'endommagement des biens et des activités exposés au phénomène, et la **vulnérabilité humaine**, qui est la propension des sociétés à répondre à une crise en évaluant les préjudices potentiels sociaux, psychologiques ou culturels.

La **vulnérabilité physique** d'un bâtiment est fonction de la nature et de l'intensité du phénomène naturel, mais également de sa résistance et de son exposition. Par exemple, le mur d'un bâtiment est peu vulnérable à une chute de pierres ou de petits blocs, mais il l'est à un éboulement.

Les échelles de valeur et de comparaison de la vulnérabilité sont variables selon les domaines d'étude (technique, économique, sociologique...) et les critères choisis.

Dommages et gravité

Outre les pertes humaines, les phénomènes naturels peuvent générer des dommages : la destruction de biens matériels, la destruction ou l'altération de systèmes de production, une atteinte à l'organisation sociale et institutionnelle, ou bien encore des effets sur l'environnement. Les conséquences matérielles sont souvent décrites selon deux classes : fonctionnelle* et structurelle*.

Associés à ces dommages, on peut retenir trois grands ensembles de coûts : les coûts matériels stricts, les coûts environnementaux et les coûts humains. La notion de gravité traduit l'importance de ces dommages.

Les éboulements rocheux peuvent conduire à des accidents graves. En France, on dénombre en moyenne une dizaine de morts par an résultant essentiellement des mouvements rapides de type « chute de blocs ». Rappelons à ce titre que les personnes peuvent être mortellement touchées par l'impact d'une pierre de petite taille ($\pm 1\text{dm}^3$).

***Dégradation fonctionnelle :**

Dégradation mineure de certains éléments du bâti (portes, fenêtre, toiture, etc.) et des infrastructures (barrières de sécurité, caténares, etc.). Réparation suffisante.

***Dégradation structurelle :**

Dégradation majeure d'éléments structureux (par exemple murs porteurs pour les bâtis, tablier de pont détruit pour les infrastructures). Reconstruction partielle ou totale nécessaire

Enjeux et conséquences

Le tableau ci-dessous permet de visualiser, selon la taille et de l'énergie des volumes rocheux, les dommages pouvant être occasionnés et la gravité des événements potentiels.

		Volume		
		Pierres	Blocs	Gros blocs ou éboulement
Type de dommage	Infra-structure	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel à structurel
	Bâti	Fonctionnel	Structurel	Structurel

Nature et illustrations des dommages générés par les éboulements rocheux.



Chute de bloc sur route à Breil sur Roya (Alpes-maritimes). Destruction du véhicule et dommage fonctionnel pour la voirie.



Éboulement de gros blocs sur route en Lozère. Dommage fonctionnel à structurel pour la voirie.



© photos DR

Chutes de blocs à Rochecorbon (Indre-et-Loire). Dommage fonctionnel pour la maison.



Éboulement de gros blocs à Salles la Source (Aveyron). Dommage structurel pour le bâti.

Enjeux et conséquences

Évaluation du risque

Le risque s'évalue par croisement de l'aléa avec les enjeux présents sur la zone qui lui est soumise.

En pratique l'évaluation du niveau de risque est beaucoup plus complexe que ne le laisse apparaître cette définition.

En effet l'aléa intègre les notions d'intensité et de probabilité d'occurrence. Ainsi, un même niveau d'aléa qualifié de « moyen » ou « fort », peut autant correspondre à un éboulement en masse redouté à moyen ou long terme, qu'à des chutes de blocs extrêmement fréquentes. Pour un même type d'enjeu (par exemple une habitation isolée), la vulnérabilité et les dommages occasionnés ne sont pas identiques selon le phénomène attendu.

De même, pour un type de phénomène bien défini, la nature des enjeux influe sur le niveau du risque. Par exemple un ERP situé au pied d'une falaise où peuvent se produire des chutes de blocs sera considéré comme étant plus sensible qu'un bâtiment d'entreposage de matériel agricole.

Le spécialiste doit donc souvent revenir à la nature même du phénomène pour apporter son expertise à l'évaluation du risque.

L'évaluation du risque est un travail complexe de réflexion conjointe entre le maître d'ouvrage et le spécialiste, en vue notamment d'en limiter les aspects subjectifs. Cette évaluation doit permettre d'apprécier ce que peut être le risque acceptable (défini par le maître d'ouvrage concerné : propriétaire, maire, gestionnaire de voirie) et de prioriser les actions permettant de mettre en sécurité les personnes et les biens.

Exemples de conséquence et de coûts associés

Conséquences d'éboulements en zone habitée

- BARJAC, (Lozère) fiche page 33
- SALLES LA SOURCE, (Aveyron) fiche page 34
- NERAC, (Lot et Garonne) fiche page 35

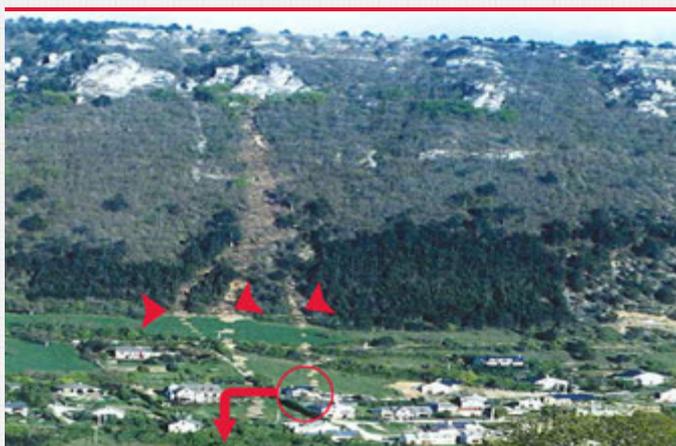
Voies de communication soumises à des éboulements

- RD 1212, gorges de l'ARLY (Savoie) fiche page 36
- RN 134, Vallée d'ASPE (Pyrénées Atlantiques) fiche page 37

Enjeux et conséquences

Conséquences d'éboulements en zone habitée BARJAC (Lozère)

Le 8 octobre 1995, un volume de 300 m³ s'est détaché d'une falaise calcaire dominant le bourg, d'environ 250 m.



Trois blocs de plus de 25 m³ ont atteint une zone bâtie.

Une maison a été détruite, faisant une victime.

En 1999 ont été édifiés trois merlons pare-blocs de 7 mètres de haut, avec un parement amont (coté falaise) constitué de pneumatiques, sur un linéaire cumulé d'environ 1 km

Le coût de ces travaux a avoisiné 10 millions de francs (1,5 millions d'euros) dont 20% ont été supportés par la commune.

Le PPRn prescrit en janvier 1996 fut approuvé en mai 2005.

Clichés issus du guide LCPC 2004

Enjeux et conséquences

Conséquences d'éboulements en zone habitée SALLES LA SOURCE (Aveyron)

Avant 2005, aucun incident n'avait été répertorié même si une cicatrice et des cônes d'éboulis pouvaient indiquer que de tels événements s'étaient déjà produits par le passé.

En juin 2005, une masse rocheuse de 500 m³ s'est détachée de la falaise surplombant Salles-la-Source. L'éboulement s'est propagé sur la voie communale et a éventré une maison. Il s'est finalement arrêté sur une grange qui a été partiellement détruite.



Suite à cet éboulement, des études des aléas rocheux ont été réalisées. Les conclusions de ces études ont conduit à :



- éliminer par micro-minage les blocs instables restant au niveau de la cicatrice d'arrachement;
- effectuer une purge manuelle de l'ensemble de la paroi avec destruction de certains blocs à l'explosif;
- mettre en place des ancrages, des câbles et des nappes de filets pour clouer et emmailloter des masses potentiellement instables;
- édifier un merlon en pied avec les matériaux issus de l'éboulement.

De plus, un arrêté municipal a interdit l'accès à la zone comprise depuis la voie communale et la maison sinistrée jusqu'au pied de la falaise.

Enfin, une surveillance de la falaise en cas de fortes précipitations a été préconisée. Simultanément à ces études techniques, un PPRn a été prescrit sur la commune.

Clichés Cerema DTer Sud Ouest

Enjeux et conséquences

Conséquences d'éboulements en zone habitée NEYRAC (Lot et Garonne)

Le 26 avril 2009, un éboulement s'est produit, sur les bords de la Baïse, en plein centre historique du bourg de Nérac. Un bloc de 300 tonnes ($V > 120 \text{ m}^3$) s'est détaché de la paroi calcaire située 15 m plus haut et s'est écrasé sur la promenade aménagée le long de la rive droite de la Baïse.



La masse a enfoncé le quai de la Baïse, broyant le réseau d'eaux usées qui y était enterré, entraînant une pollution des eaux. La terrasse et la loggia de la maison située en tête de la corniche calcaire se sont effondrées et les fondations de l'habitation se sont retrouvées dans le vide.

Par mesure de précaution, la mairie a fait évacuer les six habitations riveraines et à mis en place un périmètre de sécurité en contrebas. Après un premier diagnostic, 5 habitations sur 6 ont pu être réintégrées, seule celle directement affectée étant toujours évacuée.

En parallèle les services de l'État ont lancé une réflexion dont il ressort que ce phénomène de "chutes de blocs / éboulement en grande masse" était récurrent sur la commune. Il a donc été décidé de doter la commune de Nérac d'un atlas « Mouvement de terrain », avant d'envisager à terme la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques.



Cet aléa n'est pas seulement préjudiciable pour la partie aval du phénomène, mais aussi pour la partie amont du versant (habitations et infrastructures en tête du coteau). Ces enjeux sont directement exposés au recul du front rocheux, qui entraîne des dommages irréremédiables. Ainsi, s'il paraît nécessaire de gérer et de maîtriser l'urbanisation et le type d'activité humaine en pied de versant et en bord de Baïse, il convient donc également de ne pas négliger la maîtrise de l'occupation des sols en tête du versant. Cette dernière doit permettre de :

- minimiser les conséquences de l'aléa sur les enjeux, en les éloignant au maximum du bord du versant, et en évitant leur accroissement ;
- mieux contrôler certains facteurs à l'origine même de la manifestation (et/ou de l'accélération) du phénomène, notamment les circulations d'eaux (assainissement) et la végétation.

Enjeux et conséquences

Voies de communication soumises à des éboulements Gorges de l'ARLY (Savoie)

La route départementale RD 1212 assure la liaison directe entre les vallées de l'Isère (depuis Albertville en Savoie) et de l'Arve (jusqu'à Sallanches via Megève en Haute-Savoie). Le trafic journalier actuel est estimé à 5000 véhicules (dont 2,5 % de poids lourds) en moyenne annuelle, avec des pics à 10 000 véhicules lors de périodes hivernales touristiques (accès aux stations de sports d'hiver des Saisies et de Megève).

La route emprunte, sur un linéaire d'environ 17 km, le fond des gorges de l'Arly très exposé aux aléas naturels. Des éboulements rocheux, chutes de pierres et de blocs, avalanches, chutes de plaques de glace, crues, affouillements et glissements de terrain, ont provoqué de nombreux accidents (quatre morts depuis 1945) et entraîné des fermetures sur de longues périodes pour la réalisation de travaux de réparation et de sécurisation (84 jours de fermeture en moyenne par an entre 1999 et 2003).

Les falaises et versants rocheux surplombant la route sont à l'origine de fréquents éboulements pouvant mettre en jeu des volumes de plusieurs milliers de mètres cubes. À partir des années 1970, d'importants travaux de protection contre les éboulements rocheux (galeries et merlons pare-blocs, parfois innovants) ont été mis en œuvre.

En 2000, le Conseil Général de la Savoie a engagé un vaste programme de sécurisation vis à vis du risque rocheux, s'étalant sur dix ans et d'un montant total de 21 millions d'euros.

Parmi les travaux entrepris, 3,5 millions d'euros ont été consacrés à la construction de la galerie pare-blocs de Poniente (longueur : 91 m), 7 millions d'euros à la casquette pare-blocs de Combe Noire (longueur : 180 m, cf. photographie), 0,8 millions d'euros à des merlons pare-blocs et 7 millions d'euros à des travaux en falaise (purges, ancrages, grillages et filets plaqués, écrans de filets pare-blocs).



Cependant, ces travaux n'ont pas permis de traiter tous les aléas rocheux potentiels : plusieurs éboulements (dont un de plusieurs milliers de m³ en janvier 2014) ont entraîné des fermetures provisoires de la route pendant plusieurs semaines.

Cliché <http://savoieactu.typepad.fr>

Enjeux et conséquences

Voies de communication soumises à des éboulements Vallée d'ASPE (Pyrénées-Atlantiques)

Le 3 janvier 2008 un éboulement s'est produit en vallée d'Aspe (Pyrénées-Atlantiques), coupant la RN 134.

Cet axe, reliant la France à l'Espagne, présente un trafic journalier légèrement supérieur à 1000 véhicules, dont 20% de poids lourds.

Cet éboulement en masse de 300 m³ a barré la route, qui a été coupée dans les deux sens de circulation durant 11 jours. Trois villages de la haute vallée ont été isolés durant cette période

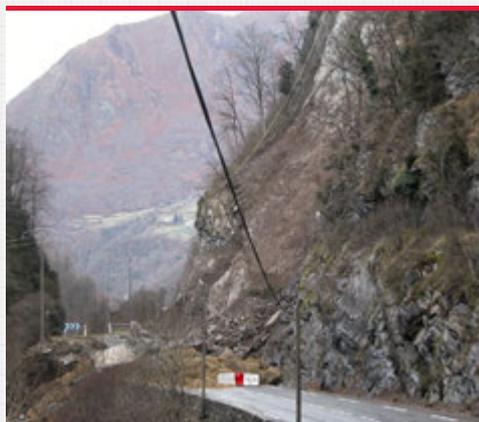
Le montant des travaux d'urgence et de mise en sécurité de la RN 134 s'est élevé à 550000 euros.

Outre le blocage de personnels de la station de ski du Somport et de certains employés d'industries locales, la station et les villages n'ont pu être accessibles et ravitaillés que par l'Espagne.

Les poids-lourds venant d'Espagne ont eu leurs trajets augmentés de plus de 200 km pour rejoindre Pau.

La fermeture de deux hôtels et la baisse drastique d'activité du bourg de Canfranc ont été constatées.

Une quarantaine de collégiens sont restés chez eux en raison de l'interruption des transports scolaires.



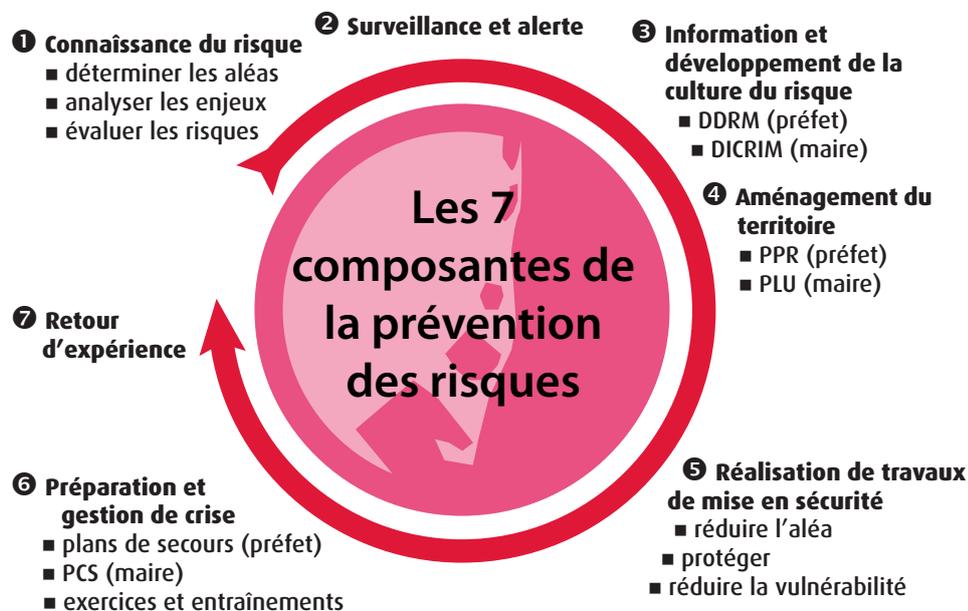
Clichés Cerema DTer Sud Ouest et DIR Atlantique

Gestion du risque

- 39 Connaissance du risque
- 42 Surveillance du risque
- 44 Information sur le risque
 - 44 Base réglementaire et juridique
 - 47 Outils disponibles
- 50 Maîtrise de l'urbanisation
 - 50 Base réglementaire et juridique
 - 53 Outils disponibles
- 55 Réduction de la vulnérabilité
 - 59 Les parades
 - 62 L'entretien des parois rocheuses et des dispositifs de protection
 - 64 Mise en oeuvre des mesures de prévention
- 65 Gestion de crise
 - 65 Mise en oeuvre des documents réglementaires
 - 69 Responsabilités administratives relatives à la sécurité publique
- 72 L'après crise
 - 72 Études approfondies
 - 73 Retour d'expérience
 - 74 Indemnisation

Gestion du risque

La gestion du risque implique l'ensemble des acteurs publics et privés confrontés à l'aléa rocheux. Elle s'organise autour de sept principes résumés dans la figure ci-dessous et abordés dans ce chapitre.



Les sept composantes de la prévention des risques

(d'après le MEDDE, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Introduction,24018.html>)

Connaissance du risque

La connaissance du risque repose sur la connaissance des phénomènes naturels et des aléas associés, ainsi que des enjeux exposés. Il existe plusieurs niveaux et natures d'études qui doivent être adaptés aux objectifs recherchés. À l'échelle nationale, de nombreux travaux méthodologiques et de recherche sont ou ont été menés par des services techniques spécialisés dans ce domaine (Cerema, IFSTTAR, INERIS, BRGM, IRSTEA, ONF-RTM).

En ce qui concerne le recensement des aléas, la base de données « Mouvements de terrain » inventorie et cartographie les mouvements de terrain, dont font partie les éboulements et chutes de blocs. Gérée par le BRGM pour le Ministère de l'Écologie, avec l'aide d'autres organismes (IFSTTAR -ex LCPC-, ONF-RTM), elle est mise à jour régulièrement. Elle n'est donc pas exhaustive et évolue au gré de l'amélioration des connaissances et de la collecte d'informations relatives à des événements naturels. Le site « GEORISQUES » a été créé en 2014 et permet l'utilisation et le partage des données et des informations cartographiques sur les risques naturels et technologiques. Il suffit de rentrer une localisation pour connaître précisément l'ensemble des risques sur le site considéré. La base de données « Mouvements de terrain » est accessible à l'aide du site GEORISQUES. (www.georisques.gouv.fr)

Gestion du risque



Portail du site Internet GEORISQUES

Les conclusions des travaux méthodologiques spécifiques à l'aléa rocheux, ou plus généraux sur le risque, sont présentées sous forme de guides techniques nationaux. On pourra en trouver la liste en bibliographie (ci-contre un exemple de guide).

La complexité des phénomènes rocheux conduit à poursuivre des travaux de recherche visant à faire progresser la connaissance dans de nombreux domaines. On peut citer l'amélioration de la connaissance des mécanismes et des paramètres de déclenchement des éboulements, et de propagation des blocs. L'amélioration des techniques d'auscultation, de surveillance et d'alerte est aussi un domaine important de recherche.



Guide du LCPC relatif à l'aléa lié aux éboulements rocheux

Gestion du risque

A l'échelle d'un territoire (une ou plusieurs communes), des études peuvent être engagées pour connaître l'exposition des personnes et des biens et gérer voire réglementer l'occupation du sol. Ces études permettent en particulier d'élaborer des PPRn (Plan de Prévention des Risques naturels).

Dans ce cas, une étude d'aléas est menée. Elle est basée sur une phase dite informative qui consiste à exploiter les documents techniques ou d'archives, et à enquêter sur le terrain. Une cartographie de l'aléa conclut cette étude. Elle résulte de l'évaluation et de l'argumentation du niveau de l'aléa et de son étendue géographique. Cette étude doit bénéficier d'une phase informative solide qui en constitue son fondement. En outre, elle s'appuie sur une bonne connaissance des paramètres prépondérants et des configurations sensibles, notamment grâce au retour d'expérience du spécialiste et des guides techniques nationaux.

Dans un PPR, la carte des aléas résultants est croisée à celle des enjeux existants ou projetés (bâtis, infrastructures, enjeux économiques ou stratégiques). Ce croisement permet à la puissance publique d'apprécier l'exposition des biens, personnes et projets et de décider de réglementer ou non, le territoire.

À l'échelle d'une ou de quelques parcelles, il peut être également entrepris une étude ponctuelle, lorsqu'un propriétaire ou une commune souhaite connaître le risque pour les biens et personnes exposés, ou lorsqu'un aménageur souhaite apprécier la faisabilité et les possibilités d'adaptation de son projet au phénomène naturel. Cette étude vise à évaluer le risque généré par le versant rocheux et à proposer des mesures techniques de mise en sécurité de l'existant ou du projet.

Dans ce cas il est nécessaire d'entreprendre une étude beaucoup plus détaillée du versant (relevés de fracturation, désordres anciens ou récents, facteurs aggravants, existence et nature d'une pente facilitant la propagation des blocs, trajectographie, ...) associée parfois à des reconnaissances spécifiques pour préciser les paramètres (topographie plus précise, sondages, essais en laboratoire).

En fonction du site, les parcelles peuvent être situées au pied ou en bordure de falaise, ou bien en être éloignées mais soumises à d'éventuelles chutes de blocs provenant d'*escarpements* en amont. Une étude trajectographique pourra être nécessaire.

Gestion du risque

Surveillance du risque

La surveillance a pour objectif la compréhension du comportement du versant pour anticiper à terme un événement et évaluer son intensité afin de pouvoir informer et alerter rapidement les autorités et la population, et ainsi préparer la gestion de crise (voir page 65). L'un des moyens utilisés est l'auscultation du versant.

L'auscultation consiste à instrumenter un versant pour mieux appréhender le phénomène, en évaluer l'extension spatiale ou la vitesse d'évolution. Dans des contextes spécifiques et à titre temporaire, lorsqu'un risque d'éboulement a été identifié et dans l'attente de la mise en place de parades ou de toute autre mesure (le déplacement des enjeux par exemple), une surveillance peut être mise en place. Ce sera aussi le cas lorsque les parades existantes sont insuffisantes ou économiquement inenvisageables au regard de l'ampleur de l'éboulement potentiel.

Dans ces contextes de risque spécifique, l'objectif de la surveillance est d'anticiper le phénomène par l'analyse de paramètres tels que le déplacement ou l'inclinaison de la paroi d'une falaise, l'écartement d'une fissure, etc. La définition des critères (ou seuils) d'alerte associés à la surveillance est un processus qui se base sur l'acquisition de nombreuses mesures, généralement enregistrées au moins pendant un cycle climatique. Ainsi, entre l'instrumentation et la mise en place d'une alerte raisonnée au moins deux ans peuvent s'écouler.



La définition de seuils d'alerte à partir de surveillance est complexe et demande au préalable un temps de suivi conséquent.

La pertinence de cette instrumentation repose sur une bonne connaissance du phénomène attendu, qui oriente le choix des capteurs et des moyens de mesures adaptés. L'efficacité du dispositif repose, en plus, sur la fiabilité de tous les maillons de la chaîne allant des capteurs sur le terrain jusqu'aux autorités qui décident d'évacuer la population menacée ou de fermer une route.

De nombreuses techniques existent pour mesurer les déplacements des masses rocheuses en mouvement, de la plus simple à la plus élaborée. Selon le problème considéré, on peut mesurer, isolément ou conjointement :

- l'évolution des distances, des ouvertures des fissures, fractures, etc. Les dispositifs classiquement employés sont des fissuromètres, des extensomètres et des distancemètres. Des technologies nouvelles (laser, radar, mesure de fréquences de résonance d'un panneau rocheux pour suivre la dégradation du massif) commencent à apparaître sur le marché ;

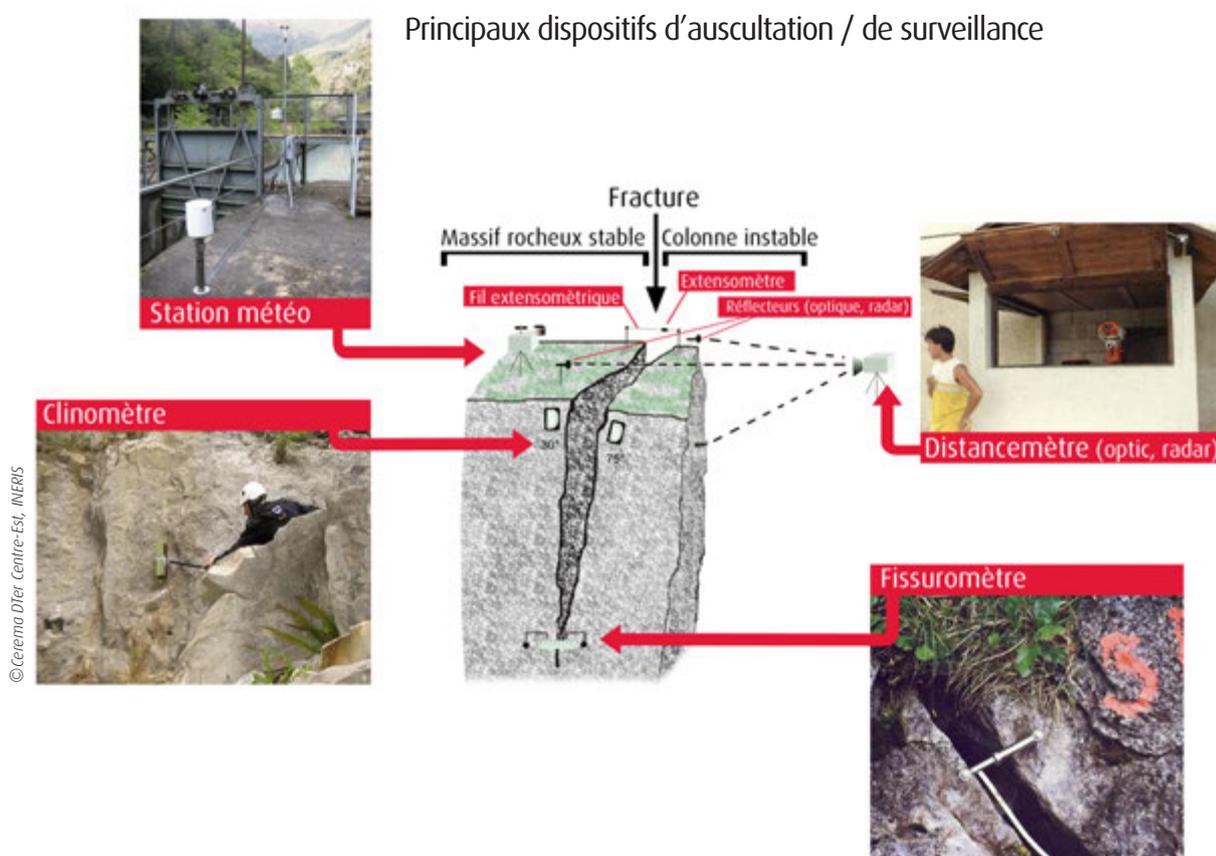
Gestion du risque

- le nivellement pour déterminer la composante verticale des déplacements ;
- l'évolution des basculements avec un clinomètre (ou nivelle) ou un inclinomètre.

La géodésie permet de déterminer les déplacements en X, Y et Z des repères disposés sur la surface d'un versant. Le détail et le contexte d'emploi de ces techniques peuvent être consultés dans les guides de référence.

Lorsque la stabilité du volume rocheux est tributaire d'une surface ou d'une zone de faiblesse en profondeur, on peut également mesurer les déformations par la réalisation de forages et la mise en place d'inclinomètres. Des piézomètres peuvent également être mis en œuvre dans la mesure où les variations du niveau d'eau dans le terrain jouent un rôle prépondérant dans certaines instabilités.

A cette instrumentation peut être ajoutée une station locale de mesures météorologiques, car la pluviométrie et les déplacements des masses rocheuses sont souvent corrélés.



Gestion du risque

Information sur le risque

Base réglementaire et juridique

Les documents réglementaires selon les acteurs concernés

Toute personne doit pouvoir accéder aux informations relatives à l'environnement, détenues, reçues ou établies par l'Autorité Publique (État, Collectivités, Établissements Publics, etc.) et notamment «*l'état de la santé, la sécurité et les conditions de vie des personnes, etc...*» Les informations recueillies doivent être «*précises, tenues à jour, et susceptibles de donner lieu à comparaison.*» Certaines informations doivent faire l'objet d'une diffusion publique, notamment les «*rapports établis par les autorités publiques sur l'état de l'environnement*».



Code de l'Environnement, articles L/R124-x

L'information à l'échelon départemental est organisée dans un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) établi par le **préfet**. Ce document énumère notamment les communes couvertes par un PPRn approuvé, ainsi que celles désignées en raison de leur exposition à un risque majeur particulier. La présentation et la description des risques auxquels les communes sont exposées, des conséquences prévisibles et des mesures de prévention, protection et sauvegarde prévues par les autorités publiques sont contenues dans ce dossier. Le DDRM est transmis aux communes et à leurs groupements, où le document doit pouvoir être consulté. Le **préfet** se doit aussi de respecter la procédure « transmission des informations au maire » (TIM) pour les communes concernées par le risque naturel ainsi que les cartographies existantes des zones exposées.

L'obligation de réaliser un Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) s'impose au **maire** d'une commune figurant dans la liste du DDRM. Ce document présente les caractéristiques des risques naturels connus dans la commune, les mesures prises par celle-ci pour gérer le(s) risque(s), les modalités d'alerte et d'organisation des secours, la liste des arrêtés de catastrophe naturelle, etc.

Par ailleurs, le **maire** d'une commune concernée par un PPRn approuvé doit également établir un Plan Communal de Sauvegarde (PCS) visant à mieux intégrer son territoire dans le dispositif de secours du département et contenant l'organisation et la diffusion de l'alerte, les moyens disponibles, les mesures de

Gestion du risque

sauvegarde, de protection et de soutien à la population. Le **maire** doit également informer la population, au moins une fois tous les deux ans, sur les risques, les mesures et dispositions associées, avec l'assistance des services de l'État.



*Code de l'Environnement, articles R/L125-x,
Sécurité Civile, Loi 2004-811 du 13 août 2004
et Décret n° 2005-1156 du 13 septembre 2005*

Les personnes désireuses de vendre ou louer un bien immobilier doivent informer les acquéreurs ou locataires (IAL) des risques dans les zones couvertes par un PPRn, approuvé ou prescrit. Ce document est disponible sur le site internet des services de l'État de chaque département. La même obligation d'information s'exerce pour le vendeur ou le bailleur dont le bien a été sinistré du fait d'une catastrophe naturelle reconnue par arrêté, et ce dans n'importe quelle zone.



*Information des acquéreurs et locataires, Circulaire du 27 mai
2005,
Code de l'Environnement article L125-1*

Les responsabilités civiles et pénales

La **responsabilité civile** délictuelle d'une personne peut être engagée par des faits qui lui sont reprochés et qui ont causé un dommage à autrui, que ces faits soient volontaires ou involontaires. Ainsi, le propriétaire d'un terrain peut voir sa responsabilité engagée sur le fondement du Code Civil, du fait «*des dommages provoqués par un mouvement du sol dont ce terrain constitue l'origine*».

Cette responsabilité civile est également engagée dans le cadre d'édifices menaçant ruine, lorsque le dommage causé résulte d'un «*défaut d'entretien de l'édifice* » ou d'un «*vice de construction*».

La force majeure, cas fréquemment invoqué par le propriétaire en cas d'éboulement ou de ruine, est retenue rarement dans la jurisprudence dès lors que, par exemple, «*ce n'était pas un éboulement imprévisible et des travaux pouvaient être réalisés*», ou qu'il est «*établi que la ruine résulte d'un défaut d'entretien*». Est en effet qualifié au sens juridique d'événement de force majeure l'événement qui revêt simultanément trois caractéristiques : «*extériorité (par rapport à la personne dont la responsabilité est recherchée), irrésistibilité (anormalité qui ne peut être appréciée uniformément sur un territoire) et imprévisibilité (qui ne peut être raisonnablement envisagé en fonction de la connaissance du risque)*».

Gestion du risque

Le propriétaire d'une falaise est donc responsable de son état, des dommages éventuellement occasionnés par des éboulements détachés de cette falaise, ainsi que des travaux d'entretien et de confortement. La question de la propriété d'une falaise est souvent complexe notamment du fait de l'imprécision des limites cadastrales par rapport à la crête ou au pied de falaise, et de l'évolution même de la falaise (recul). Il est clair cependant que l'on ne peut pas exiger qu'un propriétaire privé (voire une petite commune) finance seul des travaux de mise en sécurité pouvant coûter quelques millions d'euros (voir le chapitre «Réduction de la vulnérabilité» page 55).

Le propriétaire du fonds est également propriétaire du tréfonds, c'est-à-dire du sous-sol, mais la dissociation dans certains cas (carrière souterraine, maison troglodyte, grotte, etc.) de la propriété du sol et du sous-sol rend la recherche de responsabilité délicate.



*Code Civil, articles 552, 1382, 1383, 1384, 1386,
Jurisques 2010, Fiches 35, 45, 50, 53*

La **responsabilité pénale** d'une personne est engagée en cas de délit(s) ayant pour cause le manquement à une obligation de sécurité et de prudence, ainsi que la mise en danger d'autrui.

Ainsi, «*le comportement fautif d'une personne qui a créé ou contribué à créer la situation qui a permis la réalisation d'un dommage, ou qui n'a pas pris les mesures permettant de l'éviter*» constitue un délit. La faute pénale d'une personne est caractérisée lorsque «*celle-ci s'abstient, par maladresse, imprudence, inattention, négligence ou manquement à une obligation de sécurité ou de prudence [...] d'accomplir les diligences appropriées qui sont en son pouvoir alors qu'elle a une parfaite connaissance du risque encouru*». La gravité des conséquences dommageables peut entraîner le délit de blessure involontaire, voire d'homicide.

Est également considéré délictueux lorsque «*une personne expose directement autrui à un risque immédiat de mort ou de blessure [...] par la violation délibérée d'une obligation de sécurité ou de prudence imposée par la loi ou le règlement*».



*Code Pénal, articles 121-3, 221-6 et 222-19, 223-1,
Jurisques 2010, Fiche 55*

Gestion du risque

Les outils disponibles

L'information sur les risques est un droit pour les citoyens concernés. Ainsi chacun d'entre eux doit prendre conscience de sa propre vulnérabilité face aux dangers naturels qui le menacent et pouvoir l'évaluer pour la minimiser. Pour cela il est primordial de se tenir informé et de connaître la nature des risques sur son secteur, ainsi que les consignes de comportement à adopter en cas d'événement.

Internet est depuis quelques années une source importante d'information, cependant, parfois erronée ou imprécise. Les sites de confiance les plus régulièrement consultés sont présentés ci-après.

Pour la connaissance et la gestion du risque, le site Prim.net du ministère de l'Écologie (www.prim.net) recense les textes en vigueur et propose également des éléments de connaissances et d'information, notamment sur les documents réglementaires existants par commune, comme l'Information Acquéreur/Locataire (IAL) par exemple. Ce site complet permet également de s'orienter vers des sites plus spécifiques ou régionaux (les sites des préfetures notamment).



Prim.net favorise la mise à disposition, le partage et l'actualisation d'informations relatives aux risques naturels et technologiques pour renforcer notre résilience individuelle et collective.

Un autre site a été mis à disposition du public en 2014 par le ministère de l'Écologie : GÉORISQUES (voir page 40). Il permet de mettre à disposition du public un certain nombre de bases de données géoréférencées sur les risques, depuis les risques technologiques jusqu'aux risques naturels (pollution, risque accidentel, risque naturel).

Gestion du risque



Informations à donner à l'acquéreur ou au locataire
(plaquette téléchargeable sur www.paca.pref.gouv.fr)

Si je vends ou je loue,	j'informe sur les risques l'acheteur ou mon locataire	j'informe sur les sinistres l'acheteur ou mon locataire
A partir de quand ?		A partir du 1 ^{er} juin 2004
Dans quel cas suis-je concerné ?	Si ma propriété se situe à l'intérieur du périmètre d'un plan de prévention des risques naturels ou technologiques ou en zone sismique réglementée.	Si ma propriété a fait l'objet depuis 1982, d'une (ou plusieurs) indemnisation après un événement reconnu comme catastrophe naturelle ou technologique.
Que dois-je faire ?	Remplir l'imprimé état des risques* et l'annexer au contrat de vente ou de location. * Cet imprimé est disponible en mairie, préfecture ou téléchargeable sur Internet aux adresses : www.ecologie.gouv.fr et www.prim.net	Établir sur papier libre la liste des sinistres subis par mon immeuble depuis 1982 lors d'événements reconnus comme catastrophes et l'annexer au contrat de vente ou de location.
Pour quel type de propriété ?	Pour tout bien immobilier bâti ou non bâti : appartement, maison, terrain ...	
Pour quel type de contrat ?	<p>Sont concernés : les promesses de vente ou d'achat, les contrats de vente, les contrats écrits de location ou donnant lieu à un bail "3,6,9 ans", les locations saisonnières ou de vacances, les locations meublées, les contrats de vente en état futur d'achèvement, les cessions gratuites, les échanges avec ou sans soulte, les donations, les partages successoraux ou actes assimilés, les baux emphytéotiques.</p> <p>Ne sont pas concernés : les contrats de construction de maison individuelle sans fourniture de terrain, les contrats de séjour avec services (hôtel, logement foyer, maison de retraite), les ventes dans le cadre de procédures judiciaires, les transferts de propriété réalisés dans le cadre de procédures de préemption, de délaissement ou d'expropriation lorsqu'ils sont réalisés au bénéfice des attributaires des droits.</p>	
Comment savoir si je suis concerné ?	En consultant la liste des communes concernées à la mairie, à la préfecture, en sous-préfecture ou sur Internet :	En consultant la liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou technologique à la mairie, à la préfecture, en sous-préfecture ou sur Internet.
Où trouver les informations ?	En consultant le dossier communal d'information à la mairie, à la préfecture ou sous-préfecture et pour la plupart des départements sur le site Internet de la préfecture : www.bouches-du-rhone.pref.gouv.fr	Au regard des indemnisations versées par mon assureur depuis 1982 et des informations dont j'ai eu connaissance par les propriétaires précédents.
A quoi cela sert-il ?	A acheter ou à louer en toute transparence par une bonne connaissance des risques pris en compte, des catastrophes passées et des précautions en matière d'urbanisme ou de construction à respecter.	
Et si je ne le fais pas ?	Le non-respect de ces deux obligations d'information de la part du vendeur ou du bailleur peut entraîner la résiliation du contrat ou une diminution du prix.	

La liste ainsi que certains contenus de documents réglementaires (DDRM, PPRn, DICRIM, PCS) évoqués (page 44) sont également accessibles sur Internet.



Extrait du DDRM du Maine-et-Loire relatif aux communes concernées par des mouvements de versant (www.maine-et-loire.gouv.fr)



Gestion du risque



Extraits de DICRIM des communes de La Tronche en Isère et La Léchère en Savoie

LE RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou de sous-sol ; il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Il est dû à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme. La Léchère présente des risques d'affaissements, de glissements de terrain et de chutes de blocs.

LES EFFONDEMENTS ET AFFAISSEMENTS

Le contexte géologique (présence de gypse) et la saturation des terrains en eau (sources, fortes précipitations, fonte des neiges brutales), contribuent à la formation de cavités dans le sous-sol et donc d'affaissements. À Combelouvière, on peut remarquer une dépression bien marquée d'une dizaine de mètres de diamètre. Des dolines existent par ailleurs au sud des Charmettes et des effondrements dus au gypse se sont d'autre part produits par le passé à Château Feuillet et vers les thames de La Léchère. De plus, la présence d'anciennes galeries de mines aggrave le risque.

LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

Ils se produisent généralement suite à une saturation du sol en eau. Les secteurs les plus à risque sont ceux en forte pente (abords des routes notamment) ou plus humides. La nature du terrain composé de schistes recouverts de colluvions ainsi que l'action érosive du Morel en pied de versant, expliquent la sensibilité marquée du versant de Doucy aux glissements.

LES CHUTES DE BLOCS

L'instabilité des falaises et des versants rocheux résulte de la nature et de la structure du terrain, de la pente et de la quantité d'eau infiltrée dans la roche. La fonte des neiges, l'alternance gel-dégel ainsi que les périodes de fortes précipitations favorisent la chute des rochers en montagne. L'ensemble des versants qui dominent Petit Caour et Notre-Dame-de-Briançon, caractérisés de formations schisteuses, sont particulièrement concernés par les éboulements et les chutes de blocs.

ÉVÈNEMENTS MARQUANTS

Le 4 novembre 1983, un éboulement d'environ 7 000 m³ se produit à l'aval du tunnel de la voie ferrée. Les rails sont tordus et arrachés sur 50 m. Un bloc de 60 m³ s'arrête sur la voie. La route nationale est défoncée sur 100 m et une maison est partiellement détruite.

Le 15 février 1983, un éboulement estimé à 10 000 m³ se produit au niveau de la gare de Notre-Dame-de-Briançon. Il détruit une maison et génère après fragmentation des blocs dont le plus volumineux atteint 120 m³.

Le 7 janvier 2006, au milieu de la nuit, 500 m³ de roche se détachent de la falaise surplombant le cimetière au Vernay, arrachant l'écran de protection avant de s'écraser sur la route.

LES MESURES DE PRÉVENTION À LA LÉCHÈRE

La prise en compte du risque dans l'aménagement (limitation de l'extension des habitations exposées, renforcement des façades...) est là encore la mesure de prévention numéro 1 !

La commune compte tout un panel d'ouvrages de protection afin de sécuriser les zones exposées aux chutes de blocs : fosses à blocs, merlons pare-blocs, remblais, filets et écrans pare-blocs et autres confortements. Des travaux de purges complètent ces dispositifs.

Pour les glissements de terrain et les affaissements, l'eau est l'ennemi numéro un. La maîtrise de celle-ci est assurée par l'entretien des buses, caniveaux, collecteurs publics ou privés, drains... Une galerie de dérivation du torrent du Morel a été réalisée au droit du glissement de la Croix du Nanet afin de lutter contre l'affouillement du pied de versant et protéger le chef-lieu de Doucy.

Consignes de sécurité

Consignes générales

- 1- Consignes spécifiques
 - Éloignez-vous immédiatement de la zone dangereuse.
- 2- Après l'évènement
 - Évitez les locaux touchés.

LES BONS RÉFLEXES

En prévention

- A la suite d'études techniques, des travaux de sécurisation ont été entrepris : mise en place de filets, de blocs de béton pour la stabilisation de corniches, etc. Ces installations sont régulièrement surveillées par les services de la ville et entretenues par des entreprises spécialisées, missionnées par la commune.
- Le Plan de prévention des risques naturels (PPRN) de la commune délimite les zones exposées et détermine des règles de construction et d'urbanisme pour ce type de risque.

N'allez pas chercher vos enfants à l'école

N'entrez pas dans un bâtiment endommagé

Fuyez latéralement, c'est à dire pas dans le sens de la coulée

RISQUES MAJEURS, LES BONS RÉFLEXES



Enfin les textes de loi fondateurs de la gestion du risque naturel, dont certains ont été rappelés à partir de la page 44, peuvent être consultés dans leur intégralité sur le site de service public de diffusion du droit « Legifrance » (www.legifrance.gouv.fr).

Gestion du risque

Maîtrise de l'urbanisation

Base réglementaire et juridique

La procédure de délivrance du permis de construire offre au **maire** des moyens juridiques pour prévenir les risques naturels. Le PLU (Plan Local d'Urbanisme) peut délimiter des zones inconstructibles pour raison de risque naturel en les affectant par exemple en zones naturelles « N ». Même si le permis de construire doit être conforme aux documents d'urbanisme en vigueur (carte communale ou PLU), il peut cependant « être refusé ou n'être accordé que sous réserve de prescriptions spéciales si les constructions, par leur situation ou dimensions, sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique ». « Il en est de même si les constructions projetées, par leur implantation à proximité d'autres installations, leurs caractéristiques ou leur situation, sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique ».



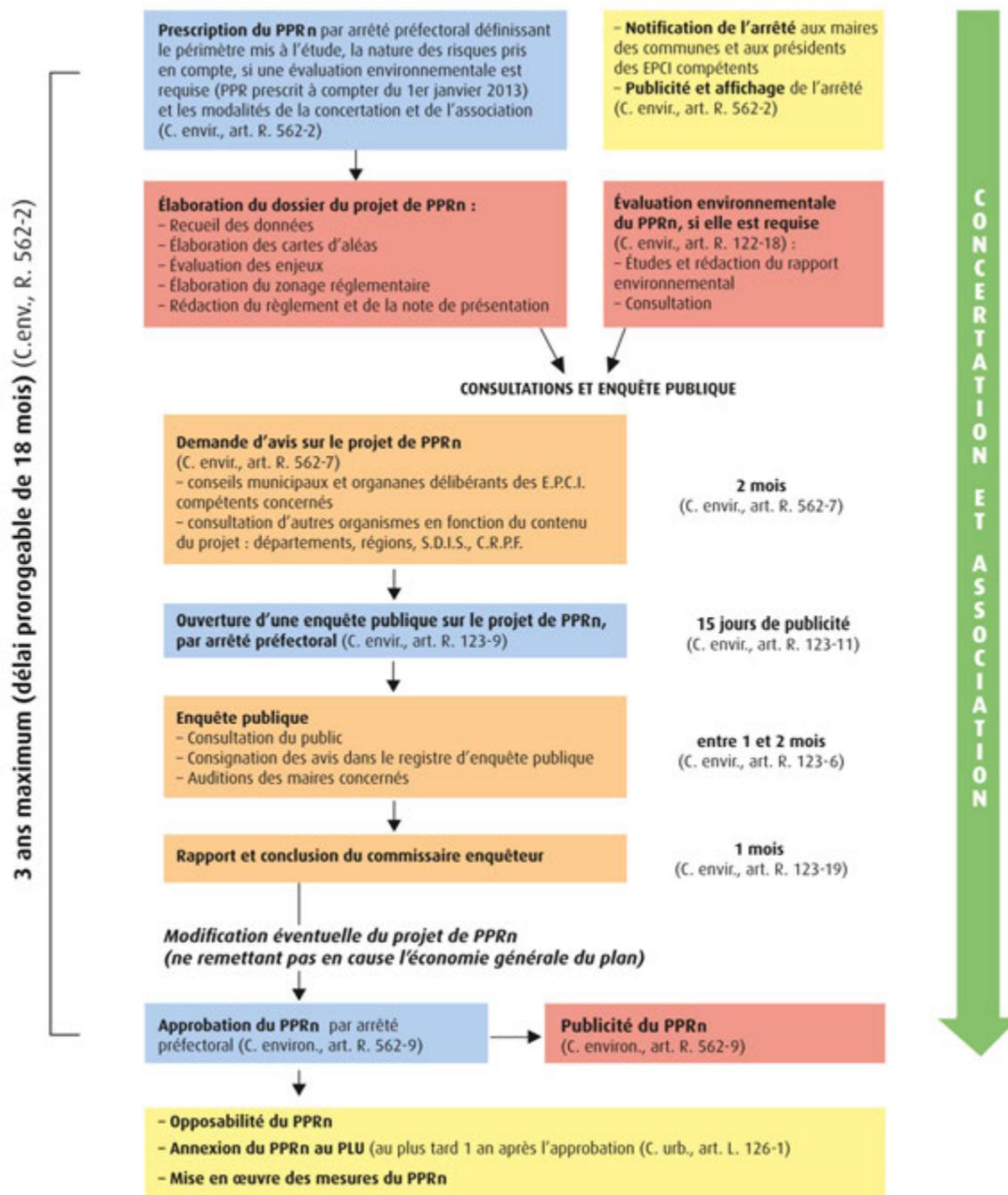
Code de l'Urbanisme articles L/A410-x, L123-1, R111-2

Le maire peut également solliciter le **préfet** afin de lancer la procédure d'élaboration d'un PPRn (Plan de Prévention des Risques naturels). Après son élaboration par les services de l'État, le projet de PPRn est soumis à enquête publique. L'approbation du Plan est finalement notifiée, par arrêté préfectoral, aux maires ainsi qu'aux présidents des collectivités territoriales (schéma page 51).

Les mesures de prévention, protection et sauvegarde stipulées dans le PPRn peuvent être rendues obligatoires, en fonction de la nature et de l'intensité du risque, dans un délai maximal de cinq ans. Le délai de réalisation des mesures doit être précisé dans le document et peut être réduit en cas d'urgence. Les mesures applicables aux biens et activités existants imposées aux propriétaires dans le PPRn visent à adapter les biens et activités en vue de réduire la vulnérabilité des personnes, mais également à limiter les dommages aux biens ou à l'environnement.

Gestion du risque

Schéma d'élaboration d'un PPRn (d'après le Guide méthodologique PPRn du MEDDE)



Gestion du risque

Un PPRn, du fait de l'évolution des caractéristiques des risques, de la vulnérabilité des territoires exposés ou de l'apport de nouvelles connaissances, peut être amendé.

On distingue alors deux types de procédures différentes:

- La révision. Elle peut être générale ou partielle (lorsque les changements apportés ne concernent que l'une des communes couvertes par le PPR ou qu'une partie de cette commune). Cette procédure s'applique lorsque le PPR fait l'objet d'évolutions substantielles de son contenu (cartographie, règlement, etc.) Dans ce cas la même procédure et les mêmes modalités que pour son élaboration initiale sont suivies et notamment la réalisation d'une enquête publique.
- La modification. Elle ne doit pas porter atteinte à l'économie générale du plan. Celle-ci doit avoir pour objectif de rectifier une erreur matérielle, de modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ou de modifier le zonage réglementaire du PPRn pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait. Dans ce cas, l'enquête publique n'est pas nécessaire. Cependant, en lieu et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ces motifs sont portés à connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédent l'approbation par le préfet de la modification.

Le PPRn vaut servitude d'utilité publique. Il doit être annexé en cela au PLU établi par la commune. Lorsqu'il n'existe pas de PLU les servitudes décrites dans le PPRn sont applicables de plein droit.



*Code de l'Environnement, articles L/R562-x,
Consultation et concertation, Circulaire du 3 juillet 2007
Circulaire du 28 novembre 2011,
Code de l'Urbanisme, articles L/R126-x*

Gestion du risque

Lorsque le préfet reçoit la décision d'une commune de réviser son PLU, il porte à la connaissance du maire les dispositions particulières applicables au territoire concerné. Il fournit également les études techniques dont dispose l'État en matière de prévention des risques et de protection de l'environnement.



Code de l'Urbanisme, articles R/L121-x, R/L122-x

Une réflexion est actuellement en cours concernant l'élaboration du volet « chute de blocs » d'un PPRn dans le cas restreint des zones de montagne où la phase de propagation des blocs est significative. Cette étude s'inscrit dans le cadre du groupe de travail MEZAP (MEthodologie de Zonage de l'Aléa chutes de Pierres) du ministère de l'Écologie et donnera lieu à une note technique.

Maîtrise de l'urbanisation

Les outils disponibles

La prise en compte des risques liés aux mouvements de terrain dans les réflexions d'aménagement et d'occupation du territoire suppose la connaissance préalable des aléas, par l'intermédiaire d'études, de recherches, de cartographie.

La connaissance préalable des aléas permet une optimisation du développement durable du territoire et le choix judicieux des outils dédiés.

Ainsi, certaines communes sans réelle pression foncière n'ont pas ou peu de difficulté à orienter leur urbanisation vers les zones non exposées et ne mettent donc pas en place de documents d'urbanisme approfondis. Dans ce cadre, l'article R111-2 du Code de l'Urbanisme permet de refuser le permis de construire sur les rares secteurs dangereux éventuels ou de le subordonner à des prescriptions spéciales.

A l'inverse, certaines communes exposées à l'aléa rocheux se trouvent confrontées à des contraintes de gestion de leur urbanisation. Dans ce cas, elles peuvent, se doter d'un document d'urbanisme de type PLU.

Gestion du risque

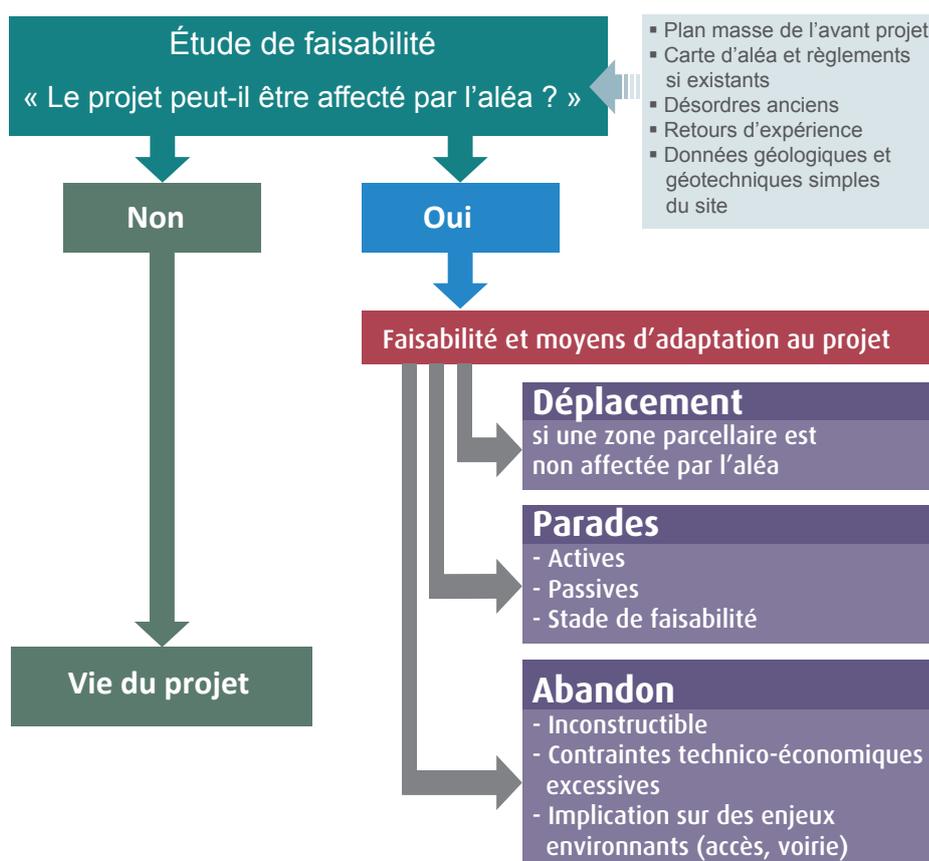
Cependant, si la problématique liée aux aléas rocheux est récurrente et/ou affecte une étendue conséquente du territoire communal (et ceux de communes environnantes), pour optimiser le développement de celui-ci, la réalisation d'un PPRn « Mouvements de Terrain », est pertinente. Un exemple de règlement de PPRn relatif aux éboulements rocheux est donnée ci-dessous.

● Prescriptions		
Règles d'urbanisme	Règles de construction	Règles d'utilisation et d'exploitation
Règlement H Type de zone : Eboulements rocheux Risque moyen RÈGLEMENTATION DES PROJETS NOUVEAUX		
1. Tout bâtiment		
●		1.1. Une étude trajectographique (de type Avant-Projet G12 au moins selon la norme NF-P94-500) adaptera le projet au site en donnant le dimensionnement correct de tous les éléments de la construction : estimation des probabilités d'atteintes et des protections nécessaires vis-à-vis du risque centennial, en particulier la hauteur et l'énergie des blocs, l'implantation précise du bâtiment, le renforcement des façades et/ou les ouvrages de protection des abords... (voir Partie I, paragraphe 2.3.)
●		1.2. Une entrée sera aménagée sur les façades non exposées.
●		1.3 L'implantation de bâtiments, équipements et installations dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public est interdite sur cette zone
●		1.4. L'implantation de camping / caravanage est interdite.
●		1.5. Les abris légers, annexes de bâtiment existant, ne dépassant pas 25m ² d'emprise au sol et non destinés à l'occupation humaine, sont autorisés et ne sont pas soumis aux prescriptions 1.1 à 1.2.
2. Établissement recevant du public du premier groupe (catégories 1 à 4)		
●		2.1. Pour les bâtiments, abords et annexes des ERP du premier groupe, une étude de danger définira les conditions de mise en sécurité des occupants et usagers.

Extrait du règlement du PPR de Saint-Gervais-les-Bains relatif aux éboulements rocheux pour les projets nouveaux (www.haute-savoie.gouv.fr)

Gestion du risque

Dans l'objectif d'appliquer la réglementation en matière d'urbanisme, des études de faisabilité peuvent être réalisées pour déterminer la viabilité d'un projet par rapport aux aléas naturels présents. Le schéma ci-dessous résume les différentes étapes de validation d'une telle démarche.



Principe de l'étude de faisabilité d'un projet pour une zone soumise à un aléa

Réduction de la vulnérabilité

La réduction de la vulnérabilité des enjeux (population, bâtiments, aménagements divers...) passe avant tout par la maîtrise de l'urbanisation (voir page 50) au moyen des documents d'urbanisme (PLU) ou des PPRn (prescriptions et recommandations), voire par l'adaptation des constructions dans les zones à risque (figure page 56).

Gestion du risque

Règlement H Type de zone : Eboulements rocheux risque moyen RÈGLEMENTATION DES BIENS ET ACTIVITES EXISTANTS
1. Constructions, occupations et utilisations du sol
Mesures recommandées
Dans un délai de 5 ans à compter de la date d'approbation du présent PPR, aménager un accès de secours sur les façades non exposées, ou à défaut mettre en place une protection (filets, merlons). Dans un délai de 5 ans à compter de la date d'approbation du présent PPR, les bâtiments existants devront être protégés contre tout impact.
2. Établissement recevant du public du premier groupe (catégories 1 à 4)
Dans un délai de 2 ans à compter de la date d'approbation du présent PPR, pour les bâtiments, leurs abords et annexes, préexistants et recevant du public, une étude de danger incluant une étude trajectographique définira les conditions de mise en sécurité des occupants et usagers, et, s'il s'agit d'un service public lié à la sécurité, les modalités pour assurer la continuité de celui-ci, conditions et modalités qui seront à réaliser dans le délai de 2 ans.
3. Camping / Caravanage
Pour chaque terrain aménagé, exposé à un risque naturel prévisible : respect des prescriptions d'alerte, d'information et d'évacuation prescrites par le maire ou, le cas échéant, par le préfet. (article L 443-2 du Code de l'Urbanisme.)

Extrait du règlement du PPR de Saint-Gervais-les-Bains relatif aux éboulements rocheux pour les biens et activités existants (www.haute-savoie.gouv.fr)

Dans le cas des éboulements rocheux, les **mesures d'adaptation** de la construction sont très réduites et peu employées. Elles sont limitées aux cas où la construction peut être soumise à des chutes de pierres ou de petits blocs dont l'énergie est suffisamment faible pour ne pas provoquer la ruine du bâti.

Sur des bâtiments existants, ces mesures peuvent consister à rendre aveugle les façades exposées (fermeture des portes et fenêtres), et/ou à mettre en place des structures amortissantes, des coffrages et des renforcements de façades, portes et fenêtres, voire de toitures.

Beaucoup de facteurs limitent l'emploi de ces mesures : d'une part l'incertitude relative à la taille, l'énergie et la zone d'impact potentiel des blocs ; d'autre part le fait que ces mesures ne traitent que du bâti mais ne protègent pas les abords de la construction (accès, jardin, parking, etc.) et enfin leur coût (rappelons que, dans un PPRn, les mesures imposées au bâti existant ne peuvent dépasser en coût 10 % de la valeur du bien).

Gestion du risque

Ces mesures ne sont pas à privilégier sur de **nouvelles constructions** dans la mesure où le projet peut être déplacé, ou éventuellement protégé par des parades entretenues, dès lors que le niveau de risque le permet.

Si néanmoins dans des situations exceptionnelles, de telles constructions sont envisagées, il conviendra de choisir avec soin l'emplacement des ouvertures, de prévoir des murs renforcés (béton armé) et liaisonnés aux fondations, et de s'assurer que l'espace extérieur est sécurisé (cas de la constructibilité derrière un merlon).



© Cliché Cerema, D1er Normandie-Centre

Protection d'une cuve sous une falaise en Seine-Maritime

Le déplacement des enjeux est la mesure parfois ultime et incontournable consistant à soustraire l'enjeu à l'aléa et ainsi supprimer le risque. Pour les infrastructures, elle consiste à dévier les voies de communication et réseaux. Pour les constructions, il s'agit de l'expropriation ou de l'acquisition amiable des biens exposés (page 58). Cette procédure fait l'objet d'une indemnisation par le biais du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM, ou Fonds Barnier) dans le cas où les biens sont exposés à un risque menaçant gravement des vies humaines et pour lesquels aucun système d'alerte ou aucune alternative de travaux n'est possible à un coût raisonnable.

Gestion du risque



Les dix mesures **finançables** par le FPRNM

Les mesures d'acquisition de biens

L'objectif des acquisitions amiables est la sécurité des populations. Elles sont réservées aux situations les plus graves, lorsqu'une menace rare existe et qu'aucun système d'alerte des populations ou qu'aucune alternative de travaux n'est possible.

L'expropriation de biens exposés à un risque naturel majeur

La mesure d'expropriation est utilisée dans les cas extrêmes, lorsque l'acquisition amiable est impossible.

Objectifs : permettre à des populations résidant dans des zones particulièrement exposées de se réinstaller et assurer la mise en sécurité et la neutralisation durable des sites libérés.

Les **risques** concernés sont les mouvements de terrain, les affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, les avalanches et les crues torrentielles.

Concerne les **biens** exposés à un risque menaçant gravement des vies humaines et pour lesquels il n'existe pas de moyen de sauvegarde et de protection des populations moins coûteux que l'expropriation.

Dépenses éligibles : indemnités d'expropriation permettant le remplacement des biens expropriés, estimés hors risque et déduction faite des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie CatNat et non utilisées aux fins de réparation, **et** dépenses liées à la limitation de l'accès et à la démolition éventuelle des biens exposés. Le taux de financement est de 100 % maximum.

Mesures annexes : limitation de l'accès et démolition éventuelle des biens, gestion et utilisation des terrains compatibles avec le motif d'expropriation, mesures d'inconstructibilité.

L'acquisition amiable de biens exposés à un risque naturel majeur

Cette procédure est prise à titre préventif lorsque les vies humaines sont menacées.

Objectifs : permettre à des populations résidant dans des zones particulièrement exposées de se réinstaller et assurer la mise en sécurité et la neutralisation durable des sites libérés.

Les **risques** concernés sont les mouvements de terrain, les affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, les avalanches et les crues torrentielles ou à montée rapide.

Concerne les **biens** couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie catastrophes naturelles et exposés à un risque menaçant gravement des vies humaines, et pour lesquels l'acquisition est moins coûteuse que les moyens de sauvegarde et de protection des populations.

Concerne les **personnes** physiques ou morales propriétaires des biens concernés.

Dépenses éligibles : prix d'acquisition n'excédant pas le montant des indemnités calculées hors risque et déduction faite des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie CatNat et non utilisées aux fins de réparation, **et** mesures nécessaires pour limiter l'accès et empêcher toute occupation. Le taux de financement est de 100 % maximum.

Mesures annexes : limitation de l'accès et démolition éventuelle des biens, gestion et utilisation des terrains compatibles avec la menace grave sur les personnes, mesures d'inconstructibilité.

L'acquisition amiable de biens sinistrés par une catastrophe naturelle

Pour cette mesure, le bien doit être sinistré à plus de 50 % de sa valeur et indemnisé au titre de la garantie CatNat.

Objectifs : couvrir le surcoût d'un déménagement ou d'un transfert total d'activités hors zone sinistrée, compte tenu notamment de la valeur des terrains d'assiette non couverte par la garantie d'assurance.

Concerne tout **risque** susceptible de provoquer un sinistre pouvant faire l'objet d'une déclaration de l'état de CatNat.

Concerne les **biens** d'habitation ou professionnels couverts par un contrat d'assurance incluant la garantie CatNat et leurs terrains d'assiette et sinistrés à plus de 50 % de leur valeur et indemnisés au titre de la garantie CatNat.

Concerne les **personnes** physiques ou morales propriétaires des biens concernés, sous réserve, lorsqu'il s'agit de biens à usage professionnel, d'employer moins de vingt salariés.

Dépenses éligibles : prix d'acquisition n'excédant pas le montant des indemnités calculées hors risque et déduction faite des indemnités d'assurance versées au titre de la garantie CatNat et non utilisées aux fins de réparation, **et** mesures nécessaires pour limiter l'accès et empêcher toute occupation. Montant maximum de 60 000 € par unité foncière.

Mesures annexes : limitation de l'accès et démolition éventuelle des biens, mesures d'inconstructibilité dans les trois ans.



Extrait de la plaquette du FPRNM du Ministère de l'Écologie relatif aux mesures d'acquisition des biens ([12])

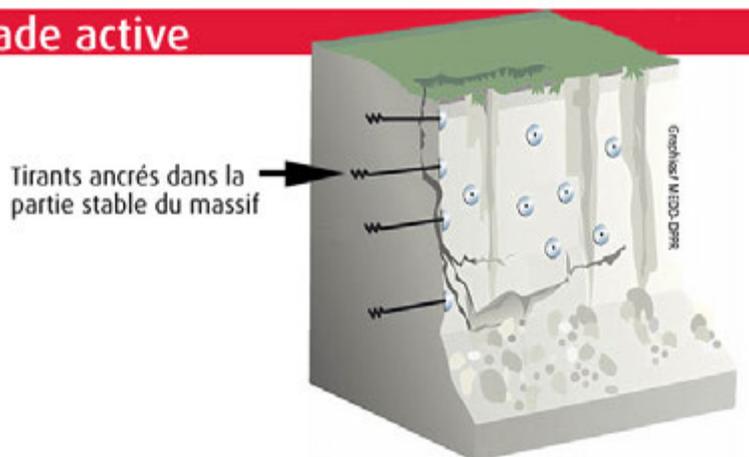
Gestion du risque

Réduction de la vulnérabilité

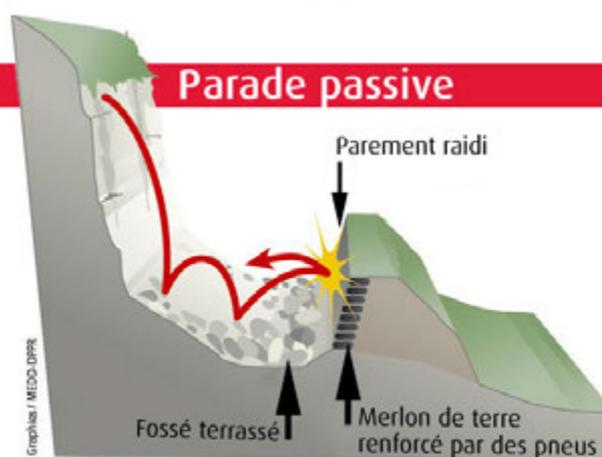
Les parades

Les parades sont des dispositifs techniques permettant de réduire la survenue et/ou les conséquences d'un aléa, en protégeant ainsi les enjeux exposés. De nombreuses techniques existent (on se référera notamment au guide du LCPC sur les parades, [8]), les principales sont exposées ci-après. Il existe deux grands principes de protection : les parades actives et les parades passives (schémas ci-dessous).

Parade active

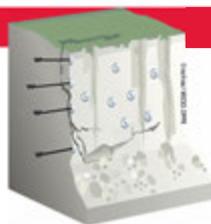


Parade passive



La mise en œuvre de tels dispositifs nécessite des études spécifiques notamment pour les dimensionner.

Gestion du risque



Parades actives

Les parades actives sont définies comme des actions s'opposant au déclenchement du phénomène (action sur l'aléa de rupture). On tente donc de maintenir en place les éléments rocheux instables par différents moyens. Les plus fréquemment utilisés sont présentés ci-dessous.



© Clichés INERIS

Mur de confortement et tirants en pied, Modane, Savoie.

Confortement par clouage ou tirants

Les ancrages sont des armatures en acier, mises en place dans des trous forés, traversant entièrement la masse instable et pénétrant suffisamment dans le rocher plus stable pour que ce dernier reprenne les efforts. Le clouage passif ne joue un rôle que s'il y a déplacement des masses rocheuses (ce sont les « épingles » ou « boulons ») tandis que la précontrainte des tirants limite le déplacement du massif à stabiliser. Ces dispositifs nécessitent la prise en compte de la corrosion pour assurer leur pérennité.

€ Intervalle de coût : 50 à 150 €/mètre linéaire

Confortement par mur ou massif bétonné

Ces ouvrages (piliers, contreforts, butons) s'opposent au détachement et à l'éboulement de blocs, d'écaillles ou de surplombs rocheux en réalisant un support rigide qui en assure le blocage. Leur intégration dans le paysage doit être examinée.

€ Coût fréquent et [intervalle de coût] : 550 €, [500 à 1000 €/mètre cube



© Clichés INERIS

Pose d'un filet métallique, Bourgogne.

Confortement par grillage ou filet plaqué ancré

La masse instable est emmaillotée dans une nappe de grillage ou de filet maintenue en place par un système de câbles et d'ancrages. La mise en place d'un ceinturage au moyen de câbles ou de chaînes seuls est déconseillée. La zone d'ancrage doit offrir une garantie de stabilité en cas de reprise des efforts dus au poids de la masse rocheuse instable qui peut se désolidariser de la paroi, même si elle y est plaquée initialement.

€ Coût fréquent et [intervalle de coût] : 70 €, [50 à 90 €/mètre carré (avec ancrage)



© DR

Mise en place de béton projeté.

Confortement par béton projeté

Ce confortement s'applique dans le cas de masses rocheuses stables mais dont la dégradation et la fracturation superficielle entraîne la chute de pierres. La technique consiste à projeter une couche de béton à prise rapide contre la paroi, souvent associé à un grillage ou treillis soudé, afin de la protéger de l'érosion. L'esthétique de ce dispositif est discutable, même en utilisant du ciment coloré.

€ Coût fréquent : 50 €/mètre carré (avec treillis)

Gestion du risque



Parades passives

Les parades passives décrites ci-dessous ne s'opposent pas au déclenchement du phénomène mais visent à intercepter les trajectoires des blocs (action sur la propagation).



© DR

Merlon de protection de la RN 90, Aigueblanche, Savoie.

Les digues pare-blocs ou merlons pare-blocs

Ces dispositifs sont utilisés pour arrêter les blocs qui roulent et/ou rebondissent et dont les énergies mises en jeu ne peuvent pas être absorbées par d'autres moyens. Ce sont des écrans massifs constitués de terrains meubles et donc déformables avec un fossé côté amont pour piéger les blocs. Les aspects fonciers et terrassement sont à prendre en compte. Leur implantation et leur dimensionnement nécessitent une étude trajectographique.



Intervalle de coût d'un merlon de hauteur et largeur au sommet 3 m, de longueur 50 m : 40 à 60 k€



© DR

Filets dynamiques dans les gorges de l'Arly, Savoie.

Les écrans de filets pare-blocs

Ce sont des filets métalliques, assemblés en panneaux et supportés par des montants rigides haubanés. Ils sont efficaces pour arrêter des blocs isolés ou des éboulements de quelques blocs. Leur implantation et leur dimensionnement nécessitent une étude trajectographique. Ils nécessitent également une inspection périodique régulière.

Les écrans de filets mis en place par un maître d'ouvrage public doivent être marqués CE. Ils doivent notamment avoir satisfait aux critères de réussite d'essais d'impact en vraie grandeur tels que décrits dans le Guide d'Agrément Technique Européen ETAG027 (septembre 2013).



Intervalle de coût : 600 à 2500 € le mètre linéaire selon la classe d'énergie, à adapter en fonction de l'énergie des blocs



La mise en place de parades (quelles qu'elles soient) ne supprime pas la totalité du risque. Il existe en effet toujours un aléa résiduel. De plus la pérennité de ces parades passe par un entretien régulier. Une visite périodique de ces ouvrages de protection est indispensable.

Gestion du risque

Réduction de la vulnérabilité

L'entretien des parois rocheuses et des dispositifs de protection

L'entretien de la falaise ou du versant est fondamental lorsqu'il s'agit de limiter les dégradations et de maîtriser certains facteurs naturels ou anthropiques qui peuvent déclencher un éboulement. Une inspection périodique de ces parois est particulièrement adaptée.

Les principaux facteurs concernés sont la présence d'eau et l'action de la végétation.



Purge manuelle

L'entretien peut consister à dégager et purger des pierres et blocs instables à intervalle régulier (Photographie ci-contre). Ces actions sont généralement entreprises par des sociétés de travaux acrobatiques suite à la réalisation d'une étude spécifique ; il est important qu'elles soient supervisées par un spécialiste, notamment pour éviter que des volumes plus importants soient rendus instables par cette technique ou qu'elle engendre l'accélération de la dégradation de la falaise.



Rejointoiement de la maçonnerie d'un parement

Dans certaines configurations où la falaise rocheuse est associée à d'anciennes constructions (murs, murailles), il peut être nécessaire de procéder au rejointoiement des pierres constitutives de ces murs avec un mortier de nature adaptée, et d'en améliorer le drainage (Photographie ci-contre).

Nombre d'éboulements ou chutes de blocs sont la résultante d'un apport d'eau important, soit du fait des conditions climatiques (pluviométrie importante, voire exceptionnelle), soit anthropique (fuite de canalisations, maîtrise déficiente des eaux de ruissellement). Une bonne gestion des eaux est primordiale, notamment en amont de la falaise, pour que celles-ci ne la dégradent pas ou n'engendrent pas d'instabilités. Il est également très important de vérifier régulièrement le bon état et l'étanchéité des réseaux (eau pluviale, assainissement) en amont des fronts rocheux.

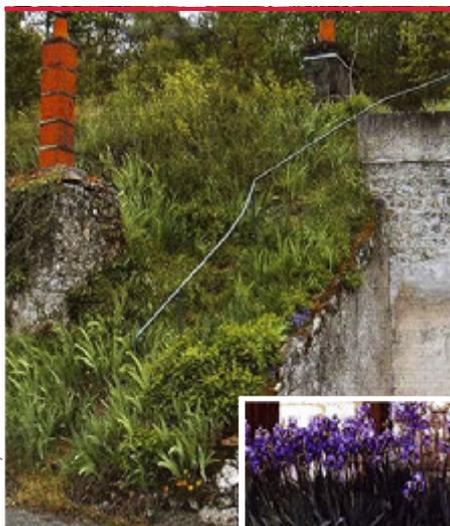
Gestion du risque



© Clichés Cérama Dter Normandie Centre

Rôles de la végétation
Rôle destabilisant (destabilisation d'un bloc par les racines)

L'entretien de la végétation présente sur la falaise est également recommandé. La végétation a un impact négatif sur la stabilité (croissance des racines dans les fractures, effet mécanique lié à l'action du vent dans les arbres, surcharge ponctuelle en tête de coteau) et peut de plus masquer les instabilités éventuelles. Mais la végétation joue également un rôle positif sur la falaise (interception et absorption des eaux de pluie et déviation vers le contrebas, effet régulateur de la teneur en eau du sol, rétention de matériaux rocheux dégradés) comme sur la pente qui se trouve en aval de la zone d'éboulement (ralentissement et action sur la trajectoire des blocs).



© Clichés Syndicat Cavités 37

Rôles de la végétation
Rôle stabilisant (mise en place d'un couvre sol limitant la dégradation d'un coteau)

Les mesures doivent donc être établies au cas par cas et intégrer les effets à la fois bénéfiques et négatifs de la végétation, afin de tendre vers une situation d'équilibre. Ainsi il est préconisé la coupe régulière des arbustes, l'abattage des arbres trop proches de la tête du coteau ou à système racinaire pivotant*, éventuellement la mise en place d'une plantation rase de type couvre-sol régulant la teneur en eau et retenant la roche altérée et les petits blocs.

L'ensemble de ces mesures nécessite une coordination entre les propriétaires d'une falaise ou d'un coteau.

Enfin, les parades mises en place sont des ouvrages à part entière qui, à ce titre, doivent faire l'objet d'une maintenance (visites, inspections, entretien, réparations), faute de quoi leur efficacité risque de se perdre.

*Système racinaire pivotant

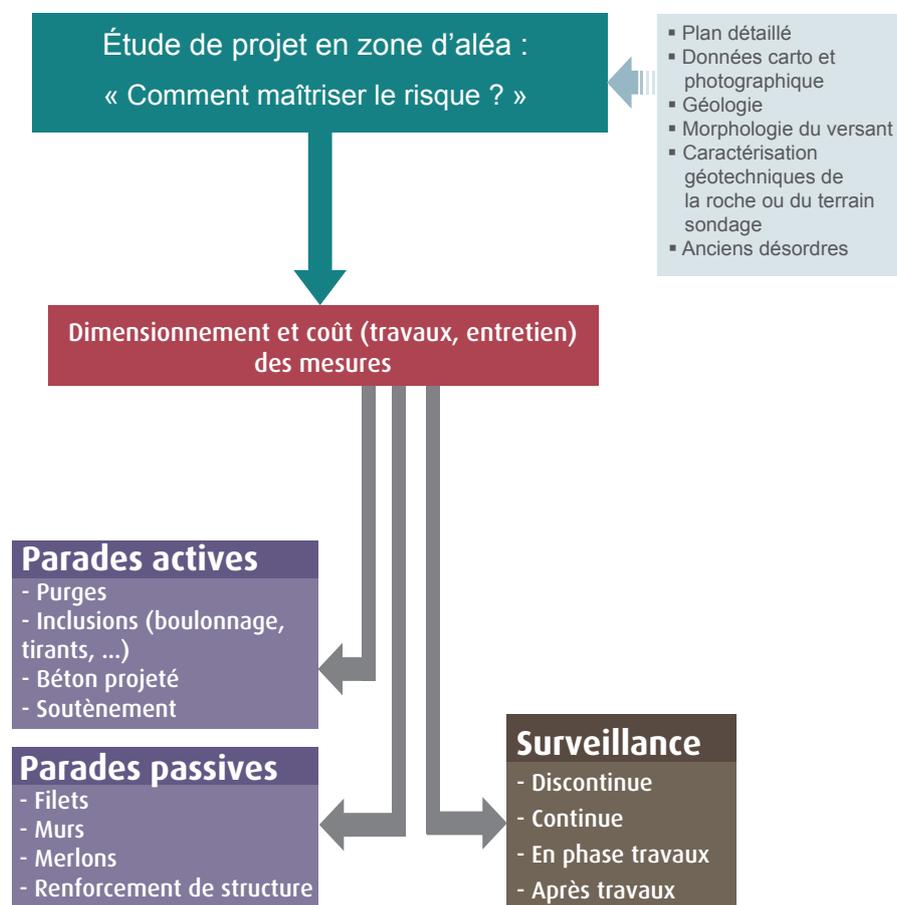
Une racine pivotante est une racine de plante relativement droite, fuselée et qui s'implante verticalement dans le sol. Elle forme un axe à partir duquel d'autres racines plus fines poussent latéralement (exemple : la carotte).

Gestion du risque

Réduction de la vulnérabilité

Mise en oeuvre des mesures de prévention

La vulnérabilité des enjeux ne peut être réduite que si les mesures de prévention existantes sont coordonnées, appropriées au contexte du site et mises en place au bon moment. Le schéma ci-dessous résume les différentes mesures pour maîtriser le risque.



Les différentes mesures de préventions à mettre en place en zone d'aléa

Gestion du risque

Gestion de crise

Mise en œuvre des documents réglementaires

La crise, c'est-à-dire l'occurrence de l'évènement redouté avec les conséquences qu'il entraîne (ou encore l'imminence constatée de cet évènement) doit être anticipée (« s'organiser pour être prêt »), notamment par l'élaboration d'un PCS. Ce document détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population.



Le PCS est composé du DICRIM et d'un document opérationnel. Il est composé de :

- l'identification des risques et des vulnérabilités locales ;
- l'organisation assurant la protection et le soutien de la population ;
- l'organisation du Poste de Commandement Communal ;
- les actions devant être réalisées par le personnel de la commune ;
- l'inventaire des moyens propres de la commune, ou pouvant être fournis par des personnes privées implantées sur le territoire communal (hébergement, ravitaillement, transport...) ;
- les mesures spécifiques pour faire face aux risques recensés ;
- le recensement des dispositions déjà prises en matière de sécurité civile par toute personne implantée sur le territoire... ;
- une liste de spécialistes (numéros de téléphone) ;
- la liste des services de secours spécialisés (Peloton de gendarmerie de montagne, Groupe d'Intervention en Milieu Périlleux,...).

Gestion du risque

Cas d'un mouvement soudain

Dans la plupart des cas, le risque rocheux est géré a posteriori après un événement ayant affecté des enjeux aussi bien humains que matériels. Le rôle des différents acteurs ainsi que les outils réglementaires disponibles ont été exposés précédemment. La difficulté principale à ce stade tient surtout au fait que ces acteurs n'ont pas tous la même perception du risque rocheux.

Les dispositions classiquement prises suite à un désordre (chute de blocs, éboulement), souvent appelées mesures conservatoires, consistent à faire intervenir un spécialiste et soustraire les enjeux à l'aléa concerné le plus rapidement possible et sur la durée jugée nécessaire (fermeture d'une voie de communication, évacuation de la population exposée, instauration d'un périmètre de sécurité, etc.). Des travaux de sécurisation provisoires peuvent être réalisés, dans l'attente de solutions définitives mises au point après étude.

Dans certains cas, en général à titre temporaire (par exemple dans l'attente de conclusion d'étude ou de financement) des mesures d'auscultation ou de surveillance peuvent être mises en œuvre.

Cas d'un mouvement attendu

Pour les sites rocheux instables faisant déjà l'objet d'une surveillance automatisée (page 42), la gestion du risque repose sur le déclenchement préventif de procédures de sécurité (Plan de Secours Spécialisé, une disposition ORSEC spécifique ou un PCS, fermeture d'une voie de communication, évacuation préventive de la population exposée, etc.), lié au dépassement d'un seuil d'alerte. Celui-ci doit être fixé à l'avance (par exemple, le passage d'un bloc à travers un filet détecteur) et les procédures de sécurité peuvent être déclenchées automatiquement (par exemple, l'activation de feux et de signaux sur une route ou une voie ferrée).

Gestion du risque

Le passage à une phase de vigilance ou d'alerte implique les autorités responsables de la sécurité civile. L'alerte est cependant d'autant mieux comprise et efficace que les citoyens ont été prévenus du danger par des moyens adaptés (informés de la survenance probable d'un événement) à chaque type de phénomène (haut-parleurs, service audiophone, pré-enregistrement de messages téléphoniques, liaison radio ou internet, etc.) et informés du comportement à adopter en ces circonstances.

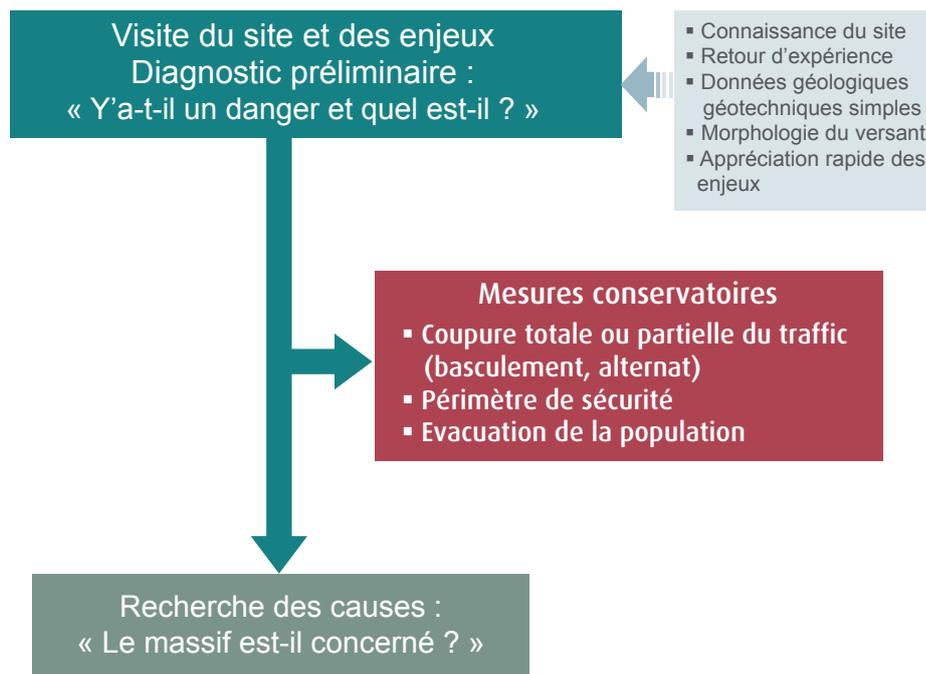
Un exemple de PCS est donné ci-dessous.

Impacts potentiels	Actions à entreprendre	Observations (moyens indispensables...)
Avant un affaissement ou un éboulement	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi des risques de coteau - S'informer des risques encourus et des consignes de sauvegarde. - Alerter les autorités lorsqu'une cavité présente des signes inquiétants d'instabilité et éviter de pénétrer dans les lieux. - Clôturer les terrains effondrés ou les accès et signaler le danger. - Alerter les concessionnaires de réseaux. 	
Pendant un affaissement ou un éboulement	<ul style="list-style-type: none"> - Interdire l'accès au site et sécuriser le périmètre. - Information de la population et des riverains. - Mise en état de vigilance des services et des personnes ressources - S'assurer que les réseaux ont été coupés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Barrières de signalisation - Information des populations par les référents des quartiers avec mégaphone - Contacts d'alerte spécifiques
Après un affaissement ou un éboulement	<ul style="list-style-type: none"> - Déviation éventuelle de la circulation - Evaluer les dégâts et les dangers - Hiérarchiser les interventions en matière de matériel et de personnel pour permettre le redémarrage (électricité, eau potable, circulations...) - Evaluer le risque sanitaire provenant des réseaux d'eau usée, potable, pluviale - Gérer les intervenants bénévoles - Empêcher l'accès au public dans un périmètre deux fois plus étendu que la zone d'effondrement. - Informer la population et les autorités supérieures. - Accompagner les sinistrés dans les démarches de dédommagement et de redémarrage - Se mettre à disposition des secours. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de restriction de la circulation

Extrait du PCS de la ville de Saumur (49) concernant les actions à entreprendre en cas de mouvements de terrain

Gestion du risque

Dans ces cas exceptionnels, la mise en place d'une cellule de crise doit être effectuée : elle doit regrouper a minima le (les) maire(s), les services de Protection Civile de la Préfecture, les organismes en charge de la police locale (Gendarmerie, Police Municipale), le spécialiste (son raisonnement est décrit dans le schéma ci-dessous), les entreprises de travaux d'urgence. Le préfet peut prendre en charge cette cellule lorsque le risque concerne plusieurs communes ou lorsque les moyens d'une commune sont insuffisants ou défaillants.



Contexte de décision du spécialiste lors d'une intervention à la suite d'un désordre

Gestion du risque

Gestion de crise

Responsabilités administratives relatives à la sécurité publique

Police du maire

Le maire a l'obligation de «prendre les mesures nécessaires afin de prévenir, par des **précautions convenables**, et de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires, les accidents et fléaux calamiteux tels que les inondations, ruptures de digues, **éboulement de terre ou de rochers**, avalanches, etc».

L'existence d'un phénomène pouvant présenter un danger pour la sécurité publique constitue le fondement de l'obligation d'action du maire. Selon les formulations de la jurisprudence, la police du maire doit s'appliquer lorsqu'il existe «un péril ou un danger grave», «un risque réel et important», «un danger perceptible ou prévisible», «un risque sérieux», «une menace ou un risque important». La mesure prise doit être «appropriée par sa nature et sa gravité aux risques qu'elle entend prévenir» et «utile».

La première obligation concerne la **signalisation** des secteurs affectés par des risques naturels connus ou prévisibles auxquels les personnes peuvent être exposées (photo ci-contre).

La seconde obligation concerne la réalisation des travaux de **prévention** visant à «atténuer ou prévenir les effets d'un accident naturel. Le maire doit entreprendre ces travaux afin d'assurer la sécurité des administrés même en l'absence de PPR». Selon le cas d'espèce, le maire, s'il a connaissance du risque, peut prescrire à un propriétaire privé les conditions de réalisation des travaux, ou engager lui-même, aux frais de la commune les travaux de protection de ses administrés. L'absence, l'insuffisance ou l'inutilité des travaux engagent fréquemment la responsabilité de la commune dans la jurisprudence. A contrario le maire peut être exonéré de ses responsabilités s'il n'a pas engagé des travaux, principalement lorsque le «coût des travaux», «l'étendue des zones à protéger», ou «l'importance du risque» excèdent les moyens de la commune.



© Clichés CGEDD

Exemple d'un panneau implanté à Séchilienne (Isère)



Code Général des Collectivités Territoriales, article L. 2212-2,
Jurisques 2010, Fiches 32, 45, 50

Gestion du risque

Le maire doit également, au titre de sa police, prescrire **des mesures de sûreté** en cas de «*danger grave et imminent*». Il doit à cette occasion informer d'urgence le préfet des mesures qu'il a ordonnées. Cette notion de danger grave et imminent s'interprète de manière assez large dans la jurisprudence mais est entendue comme qualifiant «*des risques permanents qui peuvent se réaliser rapidement, à tout moment*» pour les mouvements de terrain et les éboulements. Le caractère justifié ou non et les circonstances des mesures prises sont analysés systématiquement par la juridiction, notamment la notion d'«urgence à agir».

Les mesures que peut prendre le maire, «*au vu des informations dont il dispose*», sont *l'interdiction de circulation, l'évacuation de zones menacées, la prononciation d'une interdiction d'habiter, et la prescription de travaux*. Point important et récurrent dans la jurisprudence, dans le cadre de *travaux en domaine privé*, ceux-ci «*doivent être exécutés par la commune et à ses frais sans préjudice des éventuelles actions de la commune à l'encontre de personnes privées ayant pu être à l'origine ou contribuer à la réalisation de dommages, et des actions en réparations de ces personnes entre elles devant la juridiction*». Les mesures doivent être «appropriées», ou ne doivent pas être «*d'une ampleur injustifiée eu égard aux caractéristiques du danger encouru*».



Code Général des Collectivités Territoriales, article L. 2212-4,
Jurisques 2010, Fiches 32, 50

Cas particulier des édifices menaçant ruine

Il est fréquent qu'un mouvement de terrain, même de faible ampleur, endommage une construction au point de la rendre dangereuse. Les édifices « menaçant ruine » et compromettant la sécurité publique constituent une police spéciale qui relève de la compétence de principe du **maire**.

La notion d'édifice suppose un «*travail minimal de la main de l'homme*» : ainsi un mur de soutènement entre dans cette catégorie, ce qui n'est pas le cas d'une falaise. L'existence fréquente de configurations où coexistent la falaise et d'anciens soutènements ou murs créés par l'Homme (habitat troglodyte), ou d'escarpements rocheux résultant de l'activité humaine (front de taille en carrière, terrassement, etc...) conduit à évoquer ce point.

Gestion du risque

Deux procédures distinctes peuvent être utilisées en fonction de l'urgence du danger : en situation de **péril ordinaire**, un arrêté de péril est pris par le maire *«mettant en demeure le ou les propriétaires de procéder aux travaux ou mesures nécessaires dans un délai fixé»*. En situation de **péril imminent**, le maire doit demander la nomination d'un homme de l'art qui *«doit rapidement établir un rapport sur l'état de l'édifice ainsi que sur les mesures qu'il propose pour mettre fin à l'imminence du péril»*. Lorsque l'urgence est avérée, le maire doit mettre en demeure le propriétaire de procéder à des mesures conservatoires dont il doit indiquer la teneur. En cas d'inaction, le maire peut procéder d'office à l'exécution des travaux nécessaires à la seule consolidation de l'édifice (voir Annexe 2).



Code de la Construction et de l'Habitation, articles L/R 511-x, Jurisques 2010, Fiche35

Police du préfet

Le préfet dispose d'un pouvoir de **police générale** propre ainsi que d'un **pouvoir de substitution** en cas de **carence** du maire dans l'exercice de ses pouvoirs de police.

Il doit constater cette carence et mettre en demeure le maire de faire usage de ses pouvoirs de police dans un délai déterminé. Un exemple de mesure prise est la *«fermeture provisoire d'un camping en vue de réalisation de travaux pour prévenir les risques de chute de pierres ou d'avalanche»*. En cas de faute commise par le préfet dans l'exercice de ce pouvoir de substitution, seule la responsabilité de la commune est susceptible d'être engagée *«car le préfet agit au nom de la commune»*.

Le pouvoir de police du préfet s'exerce aussi lorsque les mesures envisagées pour prévenir ou faire cesser le trouble à l'ordre public ont un champ d'application qui excède le territoire d'une commune.

Le préfet a également le pouvoir, en cas de situation d'urgence et portant atteinte à la sécurité publique, et si ses pouvoirs de police ne le permettent pas, de **réquisitionner** *«tout bien, service, personne nécessaire à leur fonctionnement, et prescrire toute mesure utile jusqu'à ce que l'atteinte à l'ordre public prenne fin ou que les conditions de maintien soient assurées»*. Le préfet établit un arrêté qui fixe la nature des prestations et la durée de cette réquisition.



Code Général des Collectivités Territoriales, article L. 2215-1, Sécurité intérieure, Loi n°2003-239 du 18 mars 2003, Jurisques 2010, Fiches 33, 50

Gestion du risque

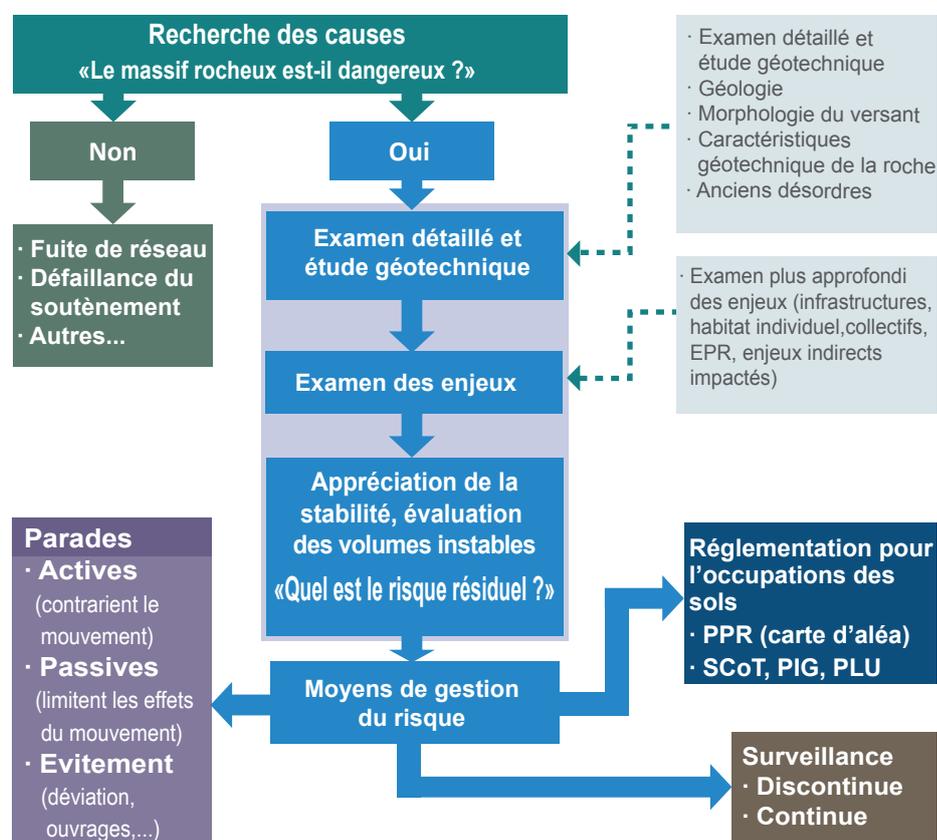
L'après crise

Études approfondies

L'instauration de mesures conservatoires est établie par le spécialiste sur la base d'un diagnostic visuel rapide, voire dans l'urgence. Il s'agit dans un second temps d'établir des études plus détaillées pour préciser le risque, en fonction de l'étendue des zones instables suspectées ou mises en lumière, et proposer des mesures de mise en sécurité, ou éventuellement prolonger ou adapter les mesures conservatoires. Il est donc nécessaire que ces études puissent être réalisées dans des délais assez courts après le désordre, sur les conseils du spécialiste qui s'est prononcé pendant la crise.

La chute d'un bloc en un site donné doit conduire à se poser la question du risque de part et d'autre de ce site, voire à tout le linéaire de falaise où des enjeux sont présents.

La Figure ci-dessous illustre les différentes étapes de l'analyse post-événement, indispensable à la compréhension du phénomène et à la gestion de crise.



Exemple d'étude détaillée post-événement

Gestion du risque

L'après crise

Retours d'expérience

Cette étape clôt l'ensemble des actions mises en œuvre suite à la survenue d'un événement. Elle est fondamentale, dans la mesure où elle permet de capitaliser les expériences passées et de constituer ainsi le socle de base de toute prévention, tout en participant à son amélioration.

Il s'agit d'abord de ne pas perdre la mémoire de l'événement. Il convient de l'archiver, ainsi que les études connexes qui ont été effectuées, et qu'il soit intégré dans les bases de données nationales, en précisant le lieu où il est possible de trouver le dossier (archives communales, départementales, etc...).

La mise en place d'un panneau commémoratif sur le site est un bon moyen pour que la vigilance de tous reste en éveil (photographie ci-contre).

Les arrêtés de catastrophe naturelle sont des données intéressantes pour établir des retours d'expérience. Ils sont compulsés régulièrement sur le site Prim.net.

Les retours d'expérience sur les situations de crise sont également intéressants, ils doivent être réalisés. Il s'agit de voir ce qui a fonctionné ou ce qui peut être amélioré (transmission de l'information ou de l'alerte, délais d'intervention, responsabilités d'une cellule de crise, etc.).

Il s'agit également de tenir compte de ces événements pour améliorer la compréhension du phénomène et du risque (causes, mécanismes – déclenchement, propagation - et conséquences de l'éboulement ou de la chute de blocs). Il est profitable de rédiger des rapports de retours d'expérience sur ces événements, puis de les diffuser à destination de la communauté scientifique mais également de l'État et des collectivités. Ainsi des associations de spécialistes telles que le CFGI (Comité Français de Géologie de l'Ingénieur) ou le CFMR (Comité Français de Mécanique des Roches) proposent fréquemment des communications relatives à ces retours d'expérience.



© Clichés CGEDD

Exemple d'un panneau commémoratif à la Roque-Gageac (24)

Gestion du risque



Pour pouvoir être indemnisée, la victime doit avoir assuré ses biens en conséquence (couverture « multirisque Habitation » par exemple).

Ainsi, si elle n'est assurée qu'en responsabilité civile, elle ne sera pas indemnisée.

Dans tous les cas, la victime ne sera indemnisée que pour les biens couverts par son contrat uniquement (elle ne peut faire jouer sa multirisque habitation si son véhicule est endommagé), dans la limite des plafonds de garantie.

L'après crise

Indemnisation

Suite à un phénomène naturel, la commune concernée peut solliciter auprès de l'État, son classement en « état de catastrophe naturelle ». L'État décide alors (ou non) de prononcer ce classement par arrêté interministériel. On parle couramment d'arrêté « Catnat ».

Cet arrêté précise la localisation et la date de la catastrophe ainsi que la nature des dommages occasionnés par celle-ci. Dès que cet arrêté est publié au Journal Officiel, les personnes affectées par le phénomène naturel stipulé dans l'arrêté ont dix jours pour en faire la déclaration auprès de leur assureur.

Pour être indemnisée, la victime doit fournir à son assureur les documents suivants :

- un descriptif des dommages subis précisant leur nature ;
- une liste chiffrée de tous les objets perdus ou endommagés appuyée par des attestations (factures, photographies, etc.).

Les objets endommagés doivent être conservés pour être examinés par l'assureur ou l'expert désigné. Lorsque la victime prend en charge la réparation partielle ou totale de ses biens, elle doit conserver les factures d'achat de matériaux afin qu'elles soient prises en compte par l'assureur. Le délai d'indemnisation est de trois mois, sauf en cas de dispositions plus favorables incluses au contrat, à compter :

- de la date de remise effective de l'état estimatif des biens endommagés ;
- ou de l'arrêté de catastrophe naturelle, si sa publication est postérieure.

Par ailleurs, lorsque le phénomène naturel a rendu le bâtiment inhabitable, l'assureur peut prendre en charge les frais de relogement lorsque le contrat d'assurance le prévoit.

Lors de la mise en jeu de la garantie « catastrophe naturelle », une franchise contractuelle s'applique. A défaut de franchise contractuelle ou lorsque celle-ci est plus élevée que le montant prévu par arrêté, l'assureur applique la franchise légale. La franchise légale est modulée selon la nature des biens endommagés (biens à usage professionnel ou non).

Gestion du risque

Enfin, une commune régulièrement soumise à des catastrophes naturelles et qui ne se doterait pas d'un PPRn, verra les franchises appliquées à ces administrés fortement augmenter. En effet, si la commune ne dispose pas d'un PPRn, le montant de la franchise applicable varie selon le nombre de constatations de l'état de catastrophe naturelle intervenues pour le même risque au cours des cinq années précédant la date de la nouvelle constatation (le nombre de ces arrêtés est précisé dans le nouvel arrêté de catastrophe naturelle). La prescription d'un PPRn suspend la modulation de cette franchise dans la limite de 5 années mais si le PPRn n'est pas approuvé au terme de ces 5 années, la modulation de franchise reprend. La majoration de la franchise légale ne s'applique pas dès lors que le territoire communal est couvert par un PPRn.

Annexe 1



Recommandations sur les études

Recommandations sur la phase informative (collecte des données préliminaires)

La collecte de données ou phase informative se situe à l'amont de la démarche d'évaluation des aléas. Elle comprend l'analyse historique et la synthèse des données physiques du site (géologie, hydrogéologie, végétation, données climatiques, mécanismes d'évolution des versants, etc.). Ce travail nécessite un contact avec le terrain.

Cette phase informative est fondamentale : elle constitue le socle de l'évaluation des aléas. Ainsi le spécialiste regroupe les éléments qui le conduisent à proposer, puis expliquer, le type d'aléa, son intensité, son occurrence et ainsi son niveau. Bon nombre d'études d'aléas sont contestées du fait d'une phase informative insuffisante ou mal transcrite.

Notamment, l'importance de l'analyse historique est primordiale : faire l'économie de cette partie engendre généralement une perte de temps et de qualité de la démarche globale, et peut conduire à des erreurs d'appréciation et d'évaluation des aléas.

Différentes étapes

- collecte des données préliminaires et approche d'ensemble (cartes géologiques, rapports d'études antérieures, etc.) ;
- consultation des archives (historique des évènements, etc.) ;
- reconnaissance géologique, étude structurale ;
- prise en compte de la morphologie du site, de la zone de départ à la zone de propagation, données relatives au couvert végétal ;
- étude du contexte hydrique, des apports et des écoulements de l'eau dans le massif ;
- enquête auprès des habitants.

Connaissances utiles

Les connaissances requises pour ces démarches sont les connaissances sur :

- les mécanismes d'évolution des versants rocheux ;
- la typologie des désordres couramment rencontrés ;
- les mécanismes de rupture ;
- les techniques de représentation du terrain.

L'intervenant doit être un géologue ou géotechnicien ayant une bonne connaissance de la géomécanique.

Durée

Selon l'étendue de la zone, le nombre de documents à consulter et les opportunités de visibilité (végétation...), cette phase informative prend couramment plusieurs mois voire d'avantage et doit être comptabilisée dans le délai global de l'étude.

Annexe 1



Recommandations sur les études

Recommandations sur les études de trajectographie

Les logiciels de trajectographie décrivent l'impact des blocs et leurs rebonds et permettent de modéliser les trajectoires à partir des paramètres de terrain et des observations morphologiques. Les études trajectographiques permettent d'aller au-delà d'estimations empiriques (méthode des cônes par exemple).

La propagation des blocs rocheux en tant que telle est déterminée par la dissipation de l'énergie au cours du mouvement et plusieurs facteurs interviennent dans cette dissipation (frottements, déformations, obstacles, etc.), mettant en jeu des mécanismes complexes.

Tout l'enjeu des logiciels de trajectographie est d'intégrer le plus vraisemblablement possible ces dissipations pour fournir des hauteurs de passage des blocs et des longueurs de propagation.

Lorsque des études de trajectographie sont prescrites, le Maître d'Ouvrage doit garder à l'esprit que :

- comme la représentation du relief est une donnée d'entrée primordiale, elle doit être adaptée à l'échelle et à la finalité de l'étude et sa résolution doit être ni trop faible (mauvaise représentation de la topographie) ni trop élevée (biais et rebonds non représentatifs dans les simulations de trajectographies) ;
- à l'heure actuelle, les modélisations bi-dimensionnelles fournissent les résultats les plus fiables.

Des modèles sophistiqués existent et ambitionnent de représenter les comportements mécaniques, mais leur paramétrage est complexe à réaliser : les spécialistes limitent leur utilisation à des cas spécifiques.

Dans ces cas, le Maître d'Ouvrage veillera à :

- demander les références du bureau d'études consulté ;
- exiger un rapport suffisamment explicite sur les hypothèses et sur les incertitudes.

Annexe 2

Pouvoir de police du Maire

police	générale	spéciale	
réglementation	articles L2212-1, L2212-2, L2212-3, L2212-4 et L2213-24 du Code général des collectivités territoriales (CGCT)	articles L511-1, L511-2, L511-3, L511-4, L511-5 et L511-6 du Code de la construction et de l'habitation (CCH)	
domaine d'application	⇒ s'applique à tous les événements catastrophiques liés à l'environnement (selon une liste non-exhaustive), c'est-à-dire à des événements extérieurs à la construction (bâtiment, soutènement, etc.), dont les facteurs déclenchants sont naturels.	⇒ s'applique aux problèmes imputables à la construction (bâtiment, soutènement, etc.) elle-même (vice de construction, défaut d'entretien, vétusté, etc.) ⇒ pour certains désordres, la distinction est délicate. Les désordres à caractère décennal, rendant un bâtiment impropre à sa destination ou remettant en cause sa solidité (article 1792 du Code civil), sont pris en charge par les assurances.	
financement	par la mairie	par le propriétaire	
contexte juridique	⇒ pas de procédure judiciaire ⇒ arrêtés municipaux avec copies au Préfet	⇒ procédure judiciaire (en cas de litige entre le maire et le particulier) ⇒ l'évacuation des personnes habitant un bâtiment menacé relève de ce pouvoir de police ⇒ procédure relativement longue et parfois incompatible avec une situation d'extrême urgence (dans ce cas : utilisation des pouvoirs de police générale du maire).	
déroulement		distinction en fonction du critère (subjectif) d'extrême urgence : danger réel, actuel, entraînant un trouble grave à la sécurité publique	
	travaux d'intérêt collectif, engagés et pris en charge par la mairie	<p><u>péril «ordinaire»</u> ⇒ mise en demeure du propriétaire par la mairie pour remettre en état (ou entretenir, combler) le terrain privé menaçant la sécurité publique ⇒ si non-réponse : nomination d'un expert judiciaire et préconisation de travaux ⇒ si non-réponse : expertise contradictoire à la charge du propriétaire (après une seconde mise en demeure) ⇒ jugement par le TA et, éventuellement, mise en demeure d'obtempérer (condamnation)</p>	<p><u>péril «imminent»</u> (réaction en quelques heures) ⇒ mise en demeure du propriétaire par la mairie concernant le terrain privé menaçant la sécurité publique ⇒ nomination d'un expert judiciaire par le TA qui a un délai de réaction de 24 heures ⇒ l'expert judiciaire se prononce sur le caractère «imminent» (avec mesures d'urgence et de traitement vis-à-vis de la sécurité publique et du bâtiment, et délais d'exécution) ⇒ en cas de dépassement des délais d'exécution ou de non-solvabilité du propriétaire, ce dernier est jugé défaillant, la mairie engage les travaux, puis se retourne vers le propriétaire.</p>
compétence	intervention par un spécialiste en géotechnique/risques naturels (et éventuellement par un spécialiste en bâtiment)	intervention par un expert en bâtiment	
particularités		mairie juridiquement couverte en cas d'événement lors de la procédure	absence d'avocat lors de l'expertise judiciaire (réalisée avec un représentant de la commune)

Glossaire

Altération

Modification des propriétés physico-chimiques des minéraux et des roches par les agents atmosphériques, les eaux souterraines et thermales.

Compartiment

Portion de versant ou de falaise limitée par un agencement structural, qui est susceptible de se détacher en une seule fois.

Diaclase

Cassure de roches ou de terrains sans déplacement relatif des parties séparées. Ce terme s'emploie plus spécialement pour des cassures perpendiculaires aux couches sédimentaires.

Dièdre rocheux

Volume rocheux délimité par deux plans de discontinuité et leur intersection. Par extension et abus de langage, ce terme s'emploie aussi pour les volumes délimités par plusieurs plans.

Discontinuité

Élément géométrique qui perturbe la continuité d'un milieu géologique (une roche, un sol) ou géomorphologique. Une fracture dans une roche est un exemple de discontinuité.

Escarpelement

Terme de géomorphologie relatif à un versant en pente raide d'une montagne ou une paroi verticale d'une falaise.

Faille

Cassure de terrain avec déplacement relatif des parties séparées. La longueur d'une faille et l'ampleur des déplacements sont très variables, de l'ordre métrique à kilométrique.

Falaise

Abrupt littoral résultant de l'érosion marine. Par extension terme utilisé pour désigner des reliefs analogues situés dans les terres.

Fracture

Terme général désignant toute cassure avec ou sans déplacement des terrains, des roches. La fracturation est la combinaison d'actions qui conduit à l'apparition de fractures.

Front rocheux

Partie d'un versant rocheux naturel ou anthropique (carrière ou mine à ciel ouvert) qui forme le plus souvent une paroi verticale.

Pendage

Angle entre une surface (couche, plan de fracture, ...) et un plan horizontal.

Schistosité

Feuilletage plus ou moins serré présenté par certaines roches, acquis sous l'influence de contraintes tectoniques, distinct de la *stratification*, et selon lequel elles peuvent se débiter en lames plus ou moins épaisses et régulières.

Stratification

Fait pour une roche d'être composée de strates (ou de couches). Une couche correspond à un ensemble sédimentaire homogène délimité par des discontinuités ou de brusques variations de la nature de la roche.

Gestion du risque

Abréviations

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CETE : Centre d'Études Techniques de l'Équipement

Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

CFG : Comité Français de Géologie de l'Ingénieur

CFMR : Comité Français de Mécanique des Roches

DDRM : Dossier Départemental sur les Risques Majeurs

DICRIM : Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DDT (M) : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

ERP : Établissement Recevant du Public

FPRNM : Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs

IAL : Information Acquéreur Locataire

IFSTTAR : Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

IGN : Institut Géographique National

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

IRMA : Institut des Risques Majeurs

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (aujourd'hui : IFSTTAR)

MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

PCS : Plan Communal de Sauvegarde

PIG : Programme d'Intérêt Général

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PPR (n) : Plan de Prévention des Risques (naturels)

RTM : Services de Restauration des Terrains en Montagne

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

TIM : Transmission des Informations au Maire

Gestion du risque

Bibliographie

- [1] **BESSON L.** Les Risques Naturels : De la connaissance pratique à la gestion administrative. Éditions TechniCités, Collection Dossier d'Experts, 2005.
- [2] **DURVILLE J.-L., GUILLEMIN P., BERTHET-RAMBAUD P., SUBRIN D.** État de l'art sur le dimensionnement des dispositifs de protection contre les chutes de blocs. Éditions LCPC, Collection Études et recherches des laboratoires des ponts et chaussées, 2010.
- [3] **FOUCAULT A., RAOULT J.-F.** Dictionnaire de Géologie. 6^{ème} édition. DUNOD, Collection UniverSciences.
- [4] **JURISQUES 2011**, sur le site Internet Prim.net (<http://jurisprudence.prim.net/jurisprud2011.html>)
- [5] **LAMBERT S., NICOT F. et al.** Géomécanique des instabilités rocheuses. Du déclenchement à l'ouvrage. HERMES LAVOISIER, Collection Mécanique et Ingénierie des Matériaux, 2010.
- [6] **LCPC** Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain. Éditions LCPC, Collection Environnement Les Risques naturels, 2000.
- [7] **LCPC** Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux. Guide Technique. Éditions LCPC, Collection Environnement Les Risques naturels, 2004.
- [8] **LCPC** Parades contre les instabilités rocheuses. Guide Technique. Éditions LCPC, Collection Environnement Les Risques naturels, 2001.
- [9] **LCPC** Surveillance des pentes instables. Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées. Guide technique. Éditions LCPC, 1994.
- [10] **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Ministère de l'Équipement, du Transport et du Logement.** Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR). Guide général. La Documentation Française, Paris, 1997.
- [11] **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Ministère de l'Équipement, du Transport et du Logement.** Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR). Risques de mouvement de terrain. Guide méthodologique. La Documentation Française, Paris, 1999.
- [12] **Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durable.** Plaquette « Le fonds de prévention des risques naturels majeurs », 2007.

Ce guide pratique aborde les risques générés par les instabilités de versants rocheux sous la forme d'un document synthétique.

Simple, didactique et illustré, il a pour finalité d'aider à mieux comprendre les phénomènes en jeu dans ce contexte particulier et d'éclairer les collectivités, les maîtres d'ouvrage et le grand public sur les moyens et les méthodes permettant de mieux évaluer, prévenir et gérer les risques associés, ainsi que sur le cadre réglementaire.

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

Direction générale de la Prévention des risques
92 055 La Défense cedex
Tel. 01 40 81 21 22

