



Les mouvements de terrain



Connaître...



Surveiller...

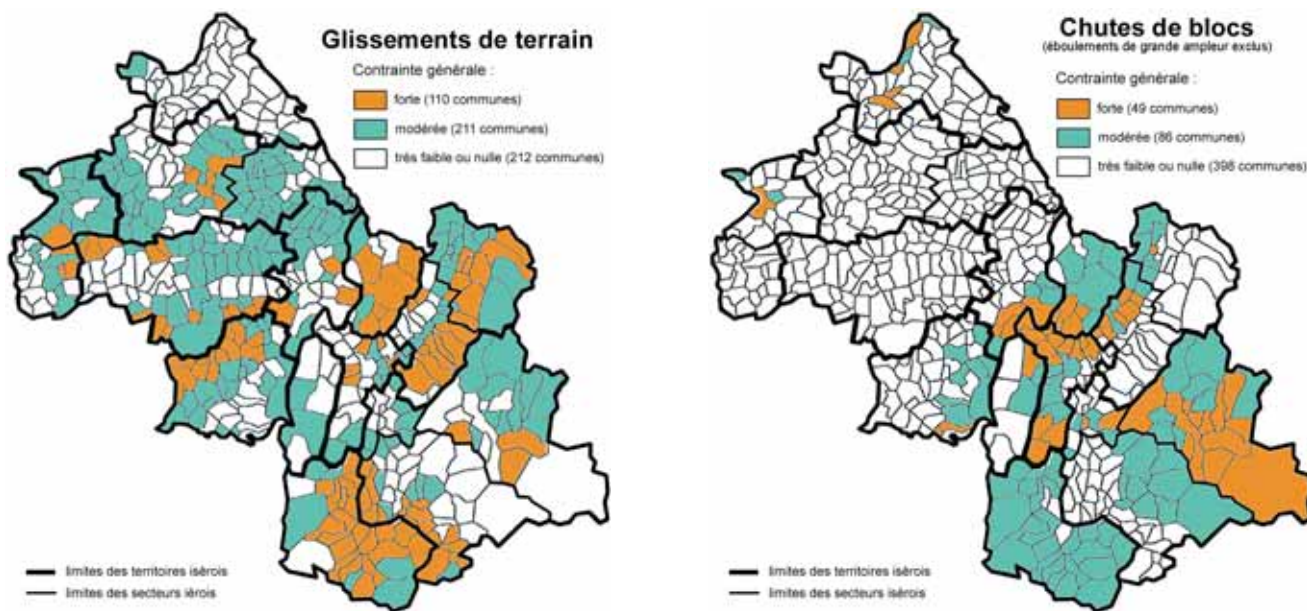


Prévenir...



Protéger...

Sensibilité des communes de l'Isère aux risques de glissement de terrain et de chutes de blocs



Source : Service de Restauration des Terrains en Montagne de l'Isère

Mise à jour : 01/05/2003

Critères de classement effectués à « dire d'expert » :

- Sensibilité des terrains (altitude, pente, géologie, couvert végétal...) à l'aléa
- Enjeux : zones d'urbanisation ou de développement économique ; axes de communication ; domaine skiable...
- Historicité (sensibilité et incidence à partir des événements connus).

Classes :

- *Contrainte générale forte* :

phénomènes actifs ou potentiels généralisés, avec des phénomènes actifs pouvant parfois menacer des enjeux importants

- *Contrainte générale modérée* :

1. phénomènes actifs ou potentiels localisés (protection facilement réalisable en cas d'enjeux importants)
2. phénomènes plus généralisés mais enjeux menacés peu importants

- *Absence de risques généralisés connus* :

phénomènes ponctuels ne pouvant être exclus du fait de particularités spécifiques des sites et/ou de circonstances météorologiques exceptionnelles.

Risques infos est édité par
l'Institut des Risques Majeurs
9 rue Lesdiguières
38 000 Grenoble

Directeur de Publication :
Henri de Choudens

Directeur de rédaction :
François Giannoccaro

Rédacteur en chef :
Laurence Cassagne

Charte Graphique :
Sébastien Gominet

Réalisation :
Imprimerie Fagnola
38 110 La Tour-du-Pin

Crédits photos :
Sébastien Gominet
Alp Géorisques
LIRIGM
RTM
Institut des Risques Majeurs
Géraldine Strappazon
Laurence Cassagne
Monsieur Brillaud

Sites Internet :

- <http://www.irma-grenoble.com/04risques/041risques-naturels/terrain.htm>
- <http://www.irma-grenoble.com/11sentiers/03pellafol/pellafol05.htm>
- http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/21_5_risq_mouvement.html
- <http://www.bdmvt.net/>
- <http://www.bdcavite.net/>

Photo couverture : éboulement
sur la RD 218 (Saint Quentin
sur Isère) © S. Gominet (IRMa)

Avec le soutien financier du :
- Conseil Général de l'Isère



- 4** **Définitions et typologie des mouvements de terrain**
S. Gominet - IRMa
- 6** **La définition de l'aléa « mouvement de terrain » : une démarche d'expert**
D. Mazet-Brachet - Alp'Géorisques
- 7** **Les études techniques conduisant à préciser l'aléa**
L. Besson - MIRNat
- 10** **La prise en compte du risque « mouvement de terrain » dans l'urbanisme et l'aménagement du territoire**
J.P. Requillart - RTM
- 13** **Les travaux de prévention actifs contre les glissements de terrain : stabilisation et drainage des zones instables**
M. Gueffon - RTM
- 16** **Les dispositifs de mesure pour la surveillance des mouvements de terrain**
F. Lemaitre, J-C. Poussière, J-P. Duranthon, L. Effendiantz
CETE Lyon
- 18** **L'apport de la recherche dans l'évaluation de l'aléa « éboulement rocheux »**
D. Hantz, D. Jongmas - LIRIGM
- 20** **La prise en compte du risque de glissement de terrain : l'exemple de la commune de Saint Etienne de Crossey**
J.M. Guillon - Mairie de St Etienne de Crossey
- 21** **De l'approche d'un phénomène de grande ampleur et sa gestion jusqu'à l'expropriation**
C. Chatelard - Mairie Avignonet
- 23** **Risque d'éboulement rocheux de grande ampleur : Les Ruines de Séchilienne**
G. Strappazon - GRESEC
- 26** **L'expérience du collège des six vallées situé en zone de mouvement de terrain**
G. Bouzon-Durand - Collège Bourg d'Oisans



édito

Voici un nouveau numéro de *Risques Infos* entièrement consacré à un phénomène naturel, ou plutôt à un type de phénomènes naturels : les mouvements de terrain.

En effet, depuis la chute brutale d'un rocher au glissement plastique lent d'une masse argileuse, les mouvements de terrain ont une typologie très variée. Les régions de montagne, comme la nôtre, sont particulièrement concernées par ces instabilités, préjudiciables aux aménagements et dont certaines présentent un risque humain.

En raison de ses conséquences plus ou moins graves sur le plan économique, le risque de mouvement de terrain doit être pris en compte dans l'aménagement du territoire et, en particulier, dans les projets d'urbanisme. Dans ce but, son étude conduit à l'élaboration de la cartographie de l'aléa, traduite ensuite en zonage réglementaire. Cette tâche régaliennne n'exclut pas l'obligation des élus des collectivités locales d'intégrer les contraintes spécifiques au risque dans leurs documents d'urbanisme.

La plupart de ces instabilités peuvent être traitées par des travaux de protection, mais d'autres, désignées sous le nom de mouvements de grande ampleur, et pour lesquels il n'existe pas de traitement adapté, ne peuvent être abordés que sous l'angle de la surveillance, avec pour seul objectif la détermination de seuils d'alerte et d'évacuation de la population exposée ; ce qui pose bien des problèmes aux élus de petites communes.

A la demande des services de l'Etat et des responsables politiques, c'est surtout le risque rocheux qui a retenu l'attention des chercheurs, ces dernières années. Différents programmes, financés par le ministère en charge de l'Environnement, le Conseil général de l'Isère et la Région Rhône-Alpes sont en cours pour améliorer la connaissance de cet aléa, particulièrement présent sur les versants de l'Y grenoblois. La suite opérationnelle de ces projets devrait permettre de mieux répondre aux préoccupations des élus de ces communes.

Le terme de « mouvement de terrain » regroupe plusieurs types de phénomènes naturels très différents les uns des autres de par leur nature, leur comportement mais aussi leurs conséquences pour l'homme. Qu'il s'agisse de glissements de terrain, d'éboulements, d'affaissements ou encore de coulées boueuses, on est cependant toujours en présence du déplacement gravitaire d'un volume de roche ou de sol déstabilisés sous l'effet de sollicitations naturelles (forte pluie, cycle gel/dégel, séisme, fonte des neiges...) ou anthropiques (terrassment, déboisement...). Ces différents phénomènes évoluent irrégulièrement dans le temps, passant de phases d'évolution lentes à des phases d'accélération parfois brutales à l'origine de catastrophes plus ou moins graves.

Dans les régions de montagne, c'est notamment le cas des glissements de terrain et des chutes de pierres et de blocs (ou des éboulements) qui menacent de nombreuses zones urbanisées et de nombreuses infrastructures routières, mettant ainsi en danger des vies humaines. La réalité de la menace est pourtant difficile à faire admettre à la population exposée. En effet, d'une part, la fréquence d'apparition de phénomènes catastrophiques reste limitée à l'échelle humaine, et d'autre part, l'évolution des mouvements de terrain est rarement visible à l'œil nu (les secteurs générateurs de risques comme les falaises ou les terrains argileux présentent souvent une apparente stabilité).

La vitesse de déplacement des différents phénomènes permet de distinguer deux grands ensembles de mouvements de terrain : **les mouvements lents et continus** pour lesquels la déformation est progressive, parfois accompagnée de rupture mais en principe d'aucune accélération brutale. Il s'agit des phénomènes d'affaissement, de tassement, de fluage, des glissements et du retrait/gonflement de certains matériaux

argileux. Les mouvements rapides et discontinus, eux-mêmes divisés en deux groupes, selon le mode de propagation des matériaux : *en masse* lorsqu'il s'agit de matériaux rigides (roche), ou à *l'état remanié* quand il s'agit de matériaux meubles (argile). Ce sont les *effondrements*, les *chutes de pierres et de blocs*, les *éboulements*, les *coulées boueuses*.

Quatre grandes familles de phénomènes sont généralement retenues dans les différents ouvrages qui traitent de ce sujet :

- Les chutes de pierres et de blocs et les éboulements.
- Les glissements et les coulées de boue associées.
- Les effondrements et les affaissements.
- Les tassements par retrait.

Les chutes de pierres et de blocs et les éboulements

Ce sont des phénomènes rapides et brutaux qui affectent des roches rigides et fracturées tels que calcaire, grès, roches cristallines, etc. Dans le cas des roches sédimentaires, la stratification accroît le découpage de la roche et donc les prédispositions à l'instabilité.

La phase de préparation de la chute d'éléments rocheux est longue et difficile à déceler (altération des joints de stratification, endommagement progressif des roches qui conduit à l'ouverture limitée des fractures, etc.). La phase d'accélération qui va jusqu'à la rupture est brève ce qui rend ces phénomènes très difficilement prévisibles.

Les facteurs naturels favorisant leur déclenchement sont nombreux. On peut citer par exemple les fortes variations de températures (cycle gel/dégel), la croissance de la végétation ou au contraire sa disparition (feux de broussailles), les pressions hydrostatiques dues à la pluviométrie et à la fonte des neiges, les séismes...



© S. Gominet (IRMa)

Destruction d'une maison à Lumbin (Isère) en janvier 2002 par un bloc provenant de la falaise surplombant la commune (versant Est du massif de la Chartreuse)

Le volume total éboulé permet de différencier les différents phénomènes entre eux : on parle de **chutes de pierres et de blocs** lorsque ce volume est inférieur à la centaine de m³, **d'éboulement** lorsqu'il est compris entre quelques centaines de m³ et quelques centaines de milliers de m³, et **d'éboulement en grande masse (ou écoulement)** lorsqu'il est supérieur au million de m³.

Comme beaucoup d'autres départements de montagne, l'Isère est fortement concerné par les phénomènes que nous venons de décrire. Deux secteurs sont particulièrement sensibles :

- la vallée de l'Isère autour de Grenoble, constituée de communes péri-urbaines dominées par les falaises des massifs pré-alpins de la Chartreuse et du Vercors. Les zones urbanisées exposées à ces risques sont nombreuses comme nous le



© S. Gominet (IRMa)

Eboulement sur la RN 85 à l'entrée du village de Laffrey (Isère) en janvier 2004

rappellent les différentes études existantes (plans de prévention des risques naturels prévisibles notamment) et les quelques événements destructeurs passés ;

- une partie des communes du massif de l'Oisans situées notamment dans la vallée de la Romanche et dont de nombreux secteurs urbanisés mais aussi des voies de communication importantes sont exposées (RN 91 notamment).

Les glissements de terrain et les coulées de boue

Les glissements de terrain sont des déplacements lents (quelques millimètres par an à quelques mètres par jour) d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture généralement courbe ou plane. Les coulées de boues résultent de l'évolution des glissements et prennent naissance dans leur partie aval. Ce sont des mouvements rapides d'une masse de matériaux remaniés.



Niche d'arrachement du glissement de terrain de l'Harmalière sur la commune de Sinard (région du Trièves). 250 000 m³ de matériaux ont glissé en 1981. Le glissement est toujours actif aujourd'hui.

L'extension des glissements de terrain est variable, allant du simple glissement de talus très localisé au mouvement de grande ampleur pouvant concerner l'ensemble d'un versant. Les profondeurs des surfaces de glissement varient ainsi de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. On parle de glissements superficiels dont les signes visibles en surface sont souvent spectaculaires (fissures dans les murs des habitations, bourrelets dans les champs, poteaux penchés...) et de glissements profonds qui présentent moins d'indices observables et qui sont donc plus difficilement détectables.

La nature géologique des terrains est un des principaux facteurs d'apparition de ces phénomènes tout comme l'eau et la pente. Les matériaux affectés sont très variés (roches marneuses ou schisteuses, formations tertiaires altérées, colluvions fines, moraines argileuses, etc.) mais globalement la présence d'argile en forte proportion est toujours un élément défavorable compte tenu de ses mauvaises caractéristiques mécaniques. La saturation des terrains en eau (présences de sources, fortes précipitations, fonte des neiges brutales) joue aussi un rôle moteur dans le déclenchement de ces phénomènes.

En Isère, les régions du Trièves et du Beaumont sont par exemple touchées par des glissements de terrain de grande ampleur, profonds (plusieurs dizaines de mètres de profondeur) et étendus (plusieurs dizaines d'hectares) en raison de la présence d'argiles lacustres, appelées « argiles litées », sur l'ensemble de leur territoire. On peut citer pour mémoire le glissement de l'Harmalière du 7 mars 1981 (commune de Sinard), le glissement de la combe des Parajons en 1994 (commune de la Salle en Beaumont) ou plus récemment le glissement du versant de l'Adverseil du 16 janvier 2001 à Corps.

Les affaissements et effondrements

Les affaissements et les effondrements sont des mouvements gravitaires à composante essentiellement verticale qui résultent de l'évolution de cavités souterraines. Ils se manifestent par le fléchissement lent et progressif des terrains de couvertures dans le cas des affaissements et par la rupture brutale du toit d'une cavité dans le cas des effondrements. Ces cavités peuvent être préexistantes ou se développer progressivement dans le sol. Elles ont deux origines naturelles : la dissolution de matériaux solubles (calcaire, gypse, sel), c'est le phénomène de **karstification**, et l'érosion interne dans des sols hétérogènes à granulométrie étalée (entraînement des particules les plus fines par des circulations souterraines), c'est le phénomène de **suffosion**.

Il est important de préciser que la karstification peut être rapide dans les terrains salins ou gypseux compte tenu de leur très forte solubilité (apparition



Glissement plan sur la RD 28 sur la commune de Merlas (Isère) à la suite des fortes précipitations du 6 juin 2002

possible de vides dangereux en quelques dizaines d'années) mais qu'elle est beaucoup plus lente dans les terrains calcaires où elle n'évolue que peu à l'échelle humaine (massifs pré-alpins de la Chartreuse et du Vercors par exemple).

En terme de prévention, le difficile problème de la recherche et de la localisation de cavités souterraines mal connues ou dont l'existence est seulement soupçonnée se pose fréquemment. Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a chargé le BRGM de constituer une base de données nationale des cavités souterraines¹ (recensement et localisation de ces cavités à l'échelle départementale) qui doit permettre d'affiner leur connaissance et de conserver la mémoire des carrières souterraines, abandonnées pour la plupart. D'après le rapport du BRGM pour le département de l'Isère, « les mouvements de population et la pression foncière conduisent à construire ou aménager dans des sites autrefois délaissés, car sous-cavés, mais dont l'historique n'est plus connu ».

Les tassements par retrait

Certains types d'argiles donnent lieu à des variations de volume importantes en cas de sécheresse durable ou de la succession de plusieurs années déficitaires en eau. Ce phénomène de retrait/gonflement des sols, aggravé par la présence d'arbres ou d'arbustes au voisinage des habitations, peut être à l'origine de dégâts très importants sur les constructions (le coût des dommages est de l'ordre du milliard de francs par an depuis 1989). Il est cependant sans danger pour l'homme compte tenu de la lenteur et de la faible amplitude des déformations occasionnées. ■

1. www.bdcavite.net

La définition de l'aléa « mouvement de terrain » : une démarche d'expert

Didier Mazet-Brachet, Ingénieur Géotechnicien – Gérant du bureau d'études Alp'Géorisques à Domène – Enseignant à Polytech'Grenoble – Département Géotechnique

La cartographie de l'aléa « mouvements de terrain », c'est-à-dire de la fréquence et/ou de l'intensité d'un phénomène donné, est nécessaire dans le cadre de l'élaboration des PLU¹ (volet risques naturels) ou dans celle des PPR² multirisques. Dans les deux cas, il s'agit d'une prise en compte des risques naturels dans les documents d'urbanisme pour assurer la sécurité des personnes et des biens vis-à-vis de ce phénomène naturel particulier.

La principale difficulté réside dans le fait que le terme « mouvements de terrain » regroupe une famille de phénomènes fort différents dans leurs origines, leurs mécanismes et leurs effets. (cf. article de Sébastien Gominet). L'approche est donc logiquement conditionnée par les types de phénomènes en présence.



Chute de blocs - rocher de Comboire - Commune de Claix (38)

L'élaboration de la carte des aléas est un travail de technicien ou d'ingénieur qui nécessite de multiples compétences. Qu'il s'agisse d'un géologue, d'un géographe ou d'un géotechnicien, le chargé d'études, outre ses capacités techniques propres, doit aussi être capable d'analyser une problématique complexe, avoir une bonne capacité de synthèse et une rigueur intellectuelle sans faille. En effet, la plupart du temps, la cartographie de l'aléa est établie à « dire d'expert », c'est-à-dire de façon qualitative, sans avoir recours à des reconnaissances ou des calculs complémentaires.

La démarche d'élaboration des cartes d'aléas est cadrée par les guides méthodologiques rédigés par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Ces guides fixent la trame générale que le technicien doit toutefois adapter au contexte local.

La clef de la qualité de la carte des aléas est indéniablement la connaissance du territoire acquise par le chargé d'étude. A cette fin, il se doit d'exploiter l'ensemble de l'information à sa disposition. La carte géologique³ est la première étape. Ce document permet d'appréhender a priori les phénomènes possibles en fonction des horizons géologiques en présence (par exemple la présence de formations de Trias attirera l'attention sur une possible présence de gypse, donc de cavités souterraines). L'exploitation des photographies aériennes est également primordiale, de préférence sur plusieurs missions successives. Le terrain conserve plus ou moins bien les stigmates des déformations superficielles : les photographies aériennes permettent souvent l'identification de phénomènes aujourd'hui effacés par le temps et par l'homme.

Le passé est souvent la clef de l'avenir. Sur ce constat, l'exploitation de la mémoire collective est très enrichissante. L'élaboration de la carte des aléas implique donc de recenser de façon la plus exhaustive possible les désordres passés. Le chargé d'étude devra pour cela consulter les archives administratives, la bibliographie, les études antérieures, mais également faire appel à la connaissance des élus, comme celle des habitants.

Mais l'information la plus complète, c'est sur le terrain que l'expert doit l'acquérir par la lecture du paysage, dans une analyse géomorphologique. Sa quête doit être systématique et rigoureuse. Ce n'est qu'à l'issue d'un parcours détaillé du territoire et d'obser-



© Alp'Géorisques

Glissement de terrain du Mollard
Commune du Sappey-en-Chartreuse (38)

ventions pertinentes qu'il garantira la qualité de ses observations.

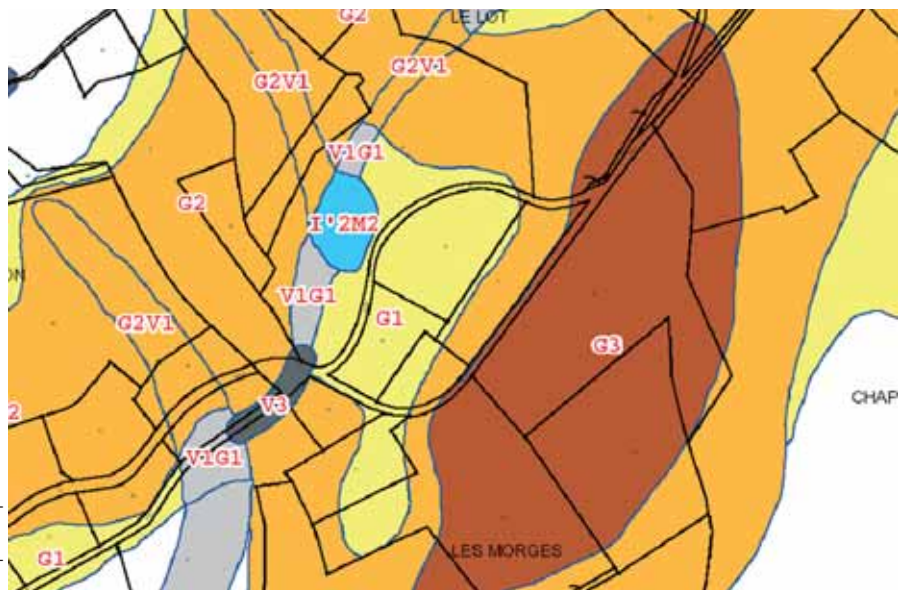
A ce stade de la collecte de l'information, l'expert ne dispose que d'un recensement des phénomènes : telle zone a connu un glissement de terrain dans le passé, tel bloc s'est arrêté dans ce champ, telle parcelle a été le lieu d'un effondrement de cavité souterraine, telle autre est située au-dessus d'une exploitation minière abandonnée.

Son travail consiste donc ensuite à traduire une connaissance ponctuelle dans le temps et dans l'espace en une représentation cartographique généralisée de l'aléa. L'expert porte alors sur la carte des limites d'aléas homogènes. L'usage veut que l'aléa soit décrit en trois niveaux : fort, moyen et faible. Les grilles d'aléas doivent accompagner la carte. Elles permettent la compréhension par tous de la démarche et garantissent la rigueur dans la transcription des phénomènes en aléas.

Dans la nomenclature actuelle, l'aléa fort correspond à des terrains qui ont connu dans le passé, ou qui connaissent actuellement, des manifestations plus ou moins violentes, ou encore qui présentent des caractéristiques géologiques ou de pentes analogues à des zones affectées. La probabilité d'occurrence d'un phénomène analogue est forte. L'aléa moyen correspond à des zones non affectées mais sensibles ou soumises à des phénomènes peu actifs

ou peu intenses. L'aléa faible correspond à des terrains potentiellement exposés. Cette potentialité traduit donc une sensibilité géologique ou morphologique (ou les deux) en fonction de phénomènes considérée. L'aléa faible est en général le plus déconcertant pour l'élu ou le citoyen à cause de son caractère apparemment arbitraire et par son extension géographique. On opposera au technicien : « il ne s'est jamais rien passé sur ce terrain » ou « ce terrain ne glisse pas ». C'est justement la signification de cet aléa faible. Il ne se passera a priori rien tant que les conditions initiales n'auront pas changé (rejet d'eau dans un terrain sensible, terrassement, surcharge, etc.), ou en dehors de situation exceptionnelle (fortes précipitations, chute d'un bloc de taille inhabituelle dont la propagation sera plus longue, effondrement d'un toit d'une cavité souterraine, retrait-gonflement des argiles lors d'une sécheresse exceptionnelle, etc.). Ces terrains demandent donc une attention particulière avant tout aménagement.

La cartographie de l'aléa établie selon cette méthode qualitative présente de nombreux intérêts. La démarche est rapide et exhaustive à l'échelle de la commune et son coût est finalement modeste au regard de l'information fournie. Toutefois, s'il est souvent aisé



Extrait d'une carte d'aléas (volontairement non localisée)

de délimiter les zones d'aléas forts et les zones d'aléas faibles, puis de les traduire de façon réglementaire (cf. article de Jean-Pierre Requillart), les zones d'aléa moyen sont en revanche plus délicates à gérer. L'aléa y est jugé significatif et la prudence nous inciterait à y éviter toute nouvelle implantation. Mais sous réserve d'adaptations plus ou moins lourdes des projets, ces terrains pourraient être aménagés. La carte des aléas trouve alors ses limites. Son approche qualitative ne permet plus de trancher sur la faisabilité réelle et encore moins sur les techniques à envi-

sager pour garantir tel ou tel aménagement. Des investigations complémentaires (sondages, trajectographie, reconnaissance de galeries, modélisation géotechnique, trajectographie, etc.: cf. article de Liliane Besson) doivent être mises en œuvre pour assurer la sécurité de chaque projet et de son environnement. ■

¹ Plan Local d'Urbanisme

² Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

³ Cartes détaillées au 1/50 000 éditées par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)

Les études techniques conduisant à préciser l'aléa

Liliane Besson - Ancien chef de la Mission Inter-services des Risques Naturels de l'Isère (MIRNat)

L'étude des phénomènes naturels n'est pas une science exacte. Elle procède, en grande partie, d'une démarche d'identification et de qualification, dite « d'expert » (cf. article de Didier Mazet-Brachet), menée à partir d'une approche naturaliste qui s'appuie principalement sur l'analyse qualitative du terrain et doit aboutir à l'élaboration de la carte des aléas.

Pour des phénomènes cartographiés tels que les mouvements de terrain dont la typologie est variée (cf. article de Sébastien Gominet), on est démuni devant les nombreux facteurs physiques mis en jeu chacun interférant avec les autres pour multiplier les cas d'instabilités à l'infini. A cette difficulté s'ajoute la méconnaissance de certains facteurs spécifiques comme par exemple l'épaisseur de la masse instable (difficulté

d'appréhender la 3^e dimension en profondeur), les pressions interstitielles, etc. Cette appréciation qualitative conduit inévitablement à des incertitudes.

Cette approche qualitative de l'aléa est cependant suffisante pour afficher les contraintes réglementaires d'interdiction ou de prescriptions de réalisation, dans la mesure où l'expert définit clairement sa méthode.

En revanche, elle est insuffisante pour adapter un projet à la nature de l'aléa dont l'étude peut se décomposer en deux temps : d'une part l'identification de ses caractéristiques physiques, leur hiérarchisation et leur délimitation, d'autre part la détermination du comportement d'un objet (construction, aménagement...) confronté à cet aléa.

Il est alors nécessaire d'étudier quantitativement l'aléa et de connaître le projet (nature, emprise, dimensions...) pour réaliser une bonne adaptation. C'est donc seulement à cette étape que le recours aux études quantitatives spécifiques est lancé.

Ces études sont bien entendu spécifiques de l'aléa à préciser.

Les études géotechniques

La géotechnique inclut l'ensemble des activités de reconnaissance d'un site auxquelles il y a lieu de recourir préalablement à l'exécution de travaux ou à l'édification d'un ouvrage. Elle réunit donc des études portant sur la géologie du terrain (nature, structure, ainsi que perméabilité et régime des eaux souterraines) et les caractéristiques mécaniques des sols et des roches qui s'y trouvent éventuellement présentes. Elle doit permettre de prévoir quelle sera l'interaction entre ces terrains et les ouvrages qui leur seront liés.

Il arrive encore que de telles études soient commandées par un maître d'ouvrage uniquement pour son assurance dommages ouvrage (DO). Dans cet esprit, il s'agit simplement de remplir une formalité administrative et non d'optimiser le projet. La commande de l'étude est donc faite prématurément, alors que le projet n'est pas suffisamment défini : en cas de désordre, le géotechnicien qui est intervenu très (trop) en amont s'en voit alors souvent attribuer la responsabilité.

Afin de limiter ce dévoiement et de bien préciser leurs responsabilités, les géotechniciens et en particulier les membres de l'Union syndicale géotechnique (USG), ont proposé une classification des missions géotechniques types et surtout l'enchaînement et la progression des différentes phases, dont chacune correspond à une investigation complémentaire ou supplémentaire de la précédente, depuis l'étude préliminaire de faisabilité jusqu'au suivi géotechnique d'exécution. Ces propositions ont été validées après enquête, par la commission de normalisation, en juin 2000, dans la norme NF P.94-500 qui comprend, outre la classification, un glossaire pour définir sans ambiguïté le vocabulaire spécifique.

Il existe aussi une mission G 5 (diagnostic sans et après sinistre) pour les constructions existantes.

Dans le cas d'un projet d'aménagement soumis à des contraintes réglementaires issues des documents de zonage type PPR, selon différents critères dont l'importance du projet, on distingue principalement deux grands groupes d'études géotechniques demandées : les études de stabilité de versant et les études « de sols », plus légères, qui déterminent l'adaptation du projet au terrain, en particulier le niveau et le principe des fondations. Ces études entrent essentiellement dans les missions G 1-1 (faisabilité) et G 1-2 (détermination des caractéristiques de terrain à prendre en compte avec éventuellement un calcul de prédimensionnement), avec le recours à des outils de reconnaissance (G 0).

Il s'agit d'identifier la couche de sol la plus apte à supporter la surcharge d'une construction, c'est-à-dire de déterminer tout d'abord la contrainte (l'effort) admissible par le sol, puis la contrainte transmise au sol par les fondations de l'ouvrage. Pour la détermination de la seconde grandeur, on comprend que le géotechnicien ait besoin de connaître le projet (nature et dimensions). Il est alors amené à proposer soit des semelles élargies pour diminuer la contrainte exercée sur le sol, soit à rechercher un meilleur niveau porteur plus en profondeur. Cette étude ponctuelle du sol ne doit cependant pas s'affranchir du contexte géologique général du site dans lequel se situe la parcelle à construire.

Intérêt des études géotechniques préalables à tout projet

Les versants des montagnes évoluent plus ou moins rapidement. Ils sont donc presque tous affectés de mouvements. En montagne, les zones stables destinées à la construction deviennent de plus en plus rares. Très souvent, les zones urbanisables définies dans les documents d'urbanisme sont situées en pied de versant, sur des pentes plus ou moins fortes. Ces pentes présentent souvent des structures géologiques à « pièges ».

MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPE (G) pour un projet de construction			
Progression des missions	Types	Etudes et/ou suivi	Commentaires
Outils de reconnaissance	G 0		Exécution de sondages essais et mesure sur place sans étude ni conseil
Faisabilité	G 1	G 1-1 Etude préliminaire de faisabilité (dont enquête documentaire, rapport d'étude préliminaire avec principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain)	G 0 éventuel
Avant-projet		G 1-2 Etude faisabilité (dont l'hypothèse géotechniques et principes de construction, terrassements, soutènements fondations, risques de déformations des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants)	G 0 nécessaire
Projet	G 2	G 1-3 Etude de prédimensionnement	G 0 nécessaire
Exécution	G 3	Etude de projet géotechnique	G 0 spécifique si nécessaire
	G 4	Etude géotechnique d'exécution	G 0 complémentaire si nécessaire
Diagnostic	G 5	Suivi géotechnique d'exécution	
		G 5-1 Etude approfondie d'un élément géotechnique spécifique sans sinistre	
		G 5-2 Etude approfondie d'un élément géotechnique après sinistre	

Missions géotechniques par type (G)

Source : commission de normalisation

La rive gauche de l'Isère dans le Grésivaudan, par exemple, recèle des vices cachés du sol. Le versant des collines du balcon de Belledonne plonge dans la vallée de l'Isère par des pentes assez raides où le rocher est parfois affleurant. Il s'agit d'un calcaire marneux (du Jurassique moyen) dont le pendage est dirigé vers la vallée (pendage conforme). Or, le toit du rocher, presque toujours caché par la couverture de produits résiduels d'altération riches en argile, n'est pas parallèle à la pente du versant. Des talwegs fossiles, sculptés lors de la fonte des glaciers et entièrement colmatés par cette couverture d'altération, déterminent des surépaisseurs de produits argileux entièrement dissimulées. Sans reconnaissances préalables, le constructeur a la mauvaise surprise de les découvrir au moment des terrassements. De plus, la combe rocheuse fossile concentre les écoulements souterrains fréquents entre la couverture et le rocher. On est donc en présence d'un talus d'argile plaqué sur une pente, siège de circulation

d'eau. Point n'est besoin d'être spécialiste pour deviner ce qui peut se passer. Lorsque le glissement se produit, sa maîtrise devient délicate et entraîne un important surcoût pour le projet.

Il est donc presque toujours nécessaire, et en tout cas bénéfique, de faire réaliser une étude géotechnique préalablement à tout projet.

Les études de risque de chutes de blocs et d'éboulements rocheux

Les chutes de blocs et éboulements rocheux mettent en jeu des mécanismes complexes caractérisés par des transferts d'énergie entre les blocs et le substratum, mais aussi entre les blocs eux-mêmes au sein de la masse en mouvement. Il est donc intéressant d'évaluer les conditions probables de propagation des blocs ou des masses éboulées. Cette évaluation constitue l'un des volets de l'étude de risques liés aux éboulements rocheux. Les simulations effectuées au moyen de logiciels

de trajectographies (modélisation), constituent un outil important d'évaluation de ces conditions. On distingue différents types de modélisation prenant en compte :

- le bloc isolé, à topographie bi-ou tridimensionnelle,
- les éboulements en grande masse.

La première phase de l'étude, que l'on peut appeler la caractérisation du risque du site étudié, est commune à toutes les modélisations. Il s'agit d'une étude générale qui intègre les contextes topographique, géologique, hydrogéologique, géomécanique et les mécanismes d'évolution. Elle est aussi commune à la cartographie qualitative (à dire d'expert) de l'aléa chutes de blocs à objectif PPR et comprend :

- l'observation de la zone de départ des blocs, pour apprécier, d'une part les volumes mobilisables en fonction de la maille des réseaux de fractures et de l'état d'ouverture de ces fractures, d'autre part la capacité de la roche à se fractionner, voire se pulvériser, lors des différents rebonds ;

L'éboulement de Comboire (Echirolles, 38)

Les logiciels de trajectographie sont des outils d'aide à la décision de l'expert. L'exemple suivant en montre la nécessité.

Le site de Comboire se trouve à 3 km au sud-ouest de Grenoble, en rive gauche du Drac. Situé au pied du flanc oriental du massif du Vercors, il correspond à un petit chaînon calcaire culminant à 530 m alors que la plaine est à 240 m d'altitude en moyenne (ancienne terrasse alluviale du Drac). Le versant Est de ce chaînon est constitué, depuis le sommet jusqu'à la plaine, d'une barre calcaire, d'une série de petits bancs de calcaires marneux et de marnes puis d'éboulis sableux et graveleux recouverts d'une forêt de petits feuillus (diamètre : 20 cm).

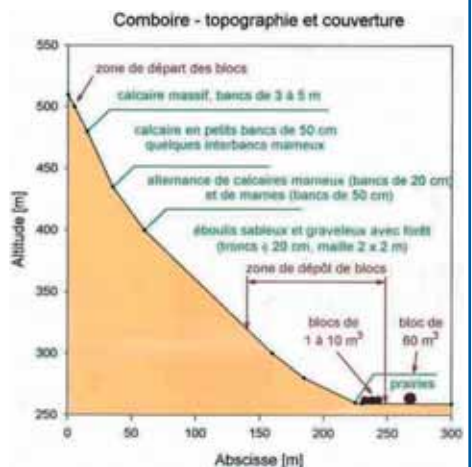
Un éboulement de 1500 m³, sur une dénivelée de 240 m (cotes 500 – 260), s'est produit le 6 février 1995 vers 21 h. Les blocs sont arrivés jusqu'à la plaine.



L'essentiel des blocs (1 à 10 m³) s'est arrêté au début de la prairie, sur les 15 premiers mètres, mais le plus gros (60 m³) a parcouru près d'une cinquantaine de mètres.

La distance parcourue par le plus gros bloc sur terrain plat et mou, montre la difficulté pour l'expert d'estimer la distance d'arrêt ; dans le cadre de l'élaboration d'un périmètre de risque R.111-3, elle avait été légèrement sous-estimée en raison de la présence d'un substrat absorbant et horizontal à l'échelle du site (le bloc s'étant arrêté juste sur la limite).

Dans le cadre d'un programme de recherche italo-franco-suisse (Interreg), abouti en 2001, une rétro-analyse a été menée par trois bureaux d'études, utilisant leur propre logiciel de trajectographie. Les méthodes donnent des résultats qui recouvrent plus de 90 % des observations de terrain (localisation des blocs). Les distances maximales trouvées par les calculs ont été de 40 à 70 m du pied du versant.



- l'observation du versant, pour apprécier la nature du sol (rocher, éboulis, terre, etc.) et la densité du couvert végétal, pour déterminer les facteurs favorables ou défavorables à l'absorption d'énergie lors des différents rebonds des blocs ;

- l'observation de la zone supposée d'arrêt des trajectoires par repérage-pointage des blocs laissés en place et recherche d'information auprès des habitants pour dater les événements, dans la mesure du possible.

La plupart des modèles ont été élaborés à partir des années 1985, mais les méthodes de calcul sont toujours en développement. Bien que calés sur l'étude détaillée d'événements passés (rétro-analyse), ils sont destinés à la prévision dans l'espace. Or, peu d'éboulements se sont produits dans

des sites préalablement modélisés pour vérifier la bonne correspondance entre le calcul et l'événement. Ces méthodes restent néanmoins très intéressantes pour préciser les observations de terrain et doivent être utilisées comme un outil complémentaire d'aide à la décision pour l'expert.

Le phénomène naturel étant très complexe, les méthodes de calcul, toujours simplificatrices par rapport à la réalité, conduisent à être prudent dans l'interprétation des résultats. On peut observer, en effet, même en utilisant des modélisations confirmées, des trajectoires réelles de blocs dites « aberrantes » par rapport aux simulations. Cette distorsion peut provenir par exemple de la forme particulière de blocs en forme de plaque, qui se dressent sur la tranche et peuvent rouler très obliquement par rapport à la ligne de

plus grande pente, en s'affranchissant du relief, ou du durcissement du sol par le gel, provoquant une diminution de sa capacité à absorber l'énergie développée. Ces deux cas conduisent à observer des impacts dans des secteurs supposés a priori non exposés.

Enfin, il est rappelé que les trajectographies doivent être considérées comme des outils d'aide à la décision et non comme un critère absolu, tant pour l'élaboration des zonages de risques (PPR) que pour l'implantation des ouvrages de protection. ■

Extrait du livre : *Liliane Besson, Les risques naturels : connaissance pratique, gestion administrative*. Ed. Techni.Cités (coll. *Dossiers d'Experts Techniques* - réf. : DET 442) à paraître en 2005

La prise en compte du risque " mouvement de terrain " dans l'urbanisme et l'aménagement du territoire

Jean-Pierre Requillart – Chef du service RTM de l'Isère

Les données informatives résultant d'une part de l'analyse des aléas (tant « naturels » que, le cas échéant, « corrigés » selon l'efficacité estimée des ouvrages de protection) et d'autre part de celle de la vulnérabilité des enjeux existants ou projetés doivent être prises en compte :

- soit réglementairement par le biais d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) dont la responsabilité de l'élaboration et de la mise en œuvre incombe à l'Etat. Une fois approuvé (après enquête publique et diverses consultations), le PPR vaut servitude d'utilité publique ; annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU), il s'impose donc à ce dernier. Toute modification de son contenu passe par une révision, effectuée selon une procédure analogue à celle de l'approbation.

- soit par intégration directe dans les documents d'urbanisme locaux à l'occasion de leur élaboration ou de leur révision (PLU, carte communale) et ceci sous la responsabilité première de la commune.

En l'absence de tels documents ou en cas d'acquisition de nouvelles connaissances dont les conséquences seraient plus sévères, le risque, dès qu'il est connu, doit être pris en compte, le plus souvent au coup par coup, notamment lors des instructions ADS¹ (CU², PC³, etc.) par application stricte de l'article R 111.2 du Code de l'Urbanisme.

La traduction des études et concertations menées va se concrétiser :

- par une délimitation de zones exposées plus ou moins gravement aux différents risques (dites aussi « zones

de danger ») et de zones non directement exposées mais sensibles (dites aussi « zones de précaution »),

- par un règlement qui devra être à la fois conforme à la réglementation appliquée et adapté tant à la spécificité de chacune des zones décrites qu'à celle du ou des risques associés.

Le PPR apparaît comme un outil très puissant puisque l'article L 562.1 du Code de l'Environnement donne la possibilité, dans les zones de danger et de précaution, non seulement, comme pour un document d'urbanisme, d'interdire ou de réglementer les constructions, installations et exploitations (agricoles, forestières, artisanales, commerciales et industrielles) nouvelles

¹ ADS : Application du droit des sols

² CU : Certificat d'Urbanisme

³ PC : Permis de Construire

mais encore de leur imposer des dispositions constructives (dont la mise en œuvre relève alors de la seule responsabilité des maîtres d'ouvrage et autres participants à l'acte de construction) et de réglementer leurs conditions d'utilisation ou d'exploitation ; il permet également d'y prescrire, vis-à-vis de l'existant, des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, ouvrages et espaces mis en culture ou plantés ; il permet enfin d'y définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde s'imposant aux collectivités dans le cadre de leurs compétences ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers.

Il ressort qu'un tel outil doit être utilisé à bon escient, en tenant compte du contexte départemental (notamment niveau de la dangerosité, degré de pression foncière, état des connaissances) ainsi que des moyens disponibles et de la relative lourdeur de la procédure d'approbation puis de révision.

Par ailleurs, il apparaît généralement souhaitable que, sur un même territoire, l'ensemble des risques naturels (y compris la totalité des inondations) soit traité simultanément (ou parallèlement, en cas d'échelle de territoire différente) car très souvent le non traité s'interprète dans la gestion ultérieure des dossiers par du non existant ou du non possible, pouvant être à l'origine d'orientations peu satisfaisantes sur le plan de l'aménagement du territoire ainsi que de situations difficiles à gérer un jour ou l'autre, tant par les intéressés que par la collectivité nationale ou territoriale.

Dans ce cas, l'élaboration de documents informatifs (cartes d'aléas, voire projets de PPR faisant l'objet d'un porter à connaissance préfectoral), permettant, tout en sensibilisant les acteurs locaux, de gérer au mieux une connaissance initiale insuffisante et de s'adapter plus facilement à l'évolution de celle-ci, apparaît comme une réponse possible, notamment pour les risques

de type montagne, du fait souvent de leur multiplicité et de leur cloisonnement sur le territoire d'une même commune ainsi que de leur relative spécificité et/ou complexité.

C'est ainsi qu'en Isère, à partir d'une réflexion menée en 2004 par la MIRNat, en vue de hiérarchiser les besoins des communes en documents réglementaires et/ou informatifs, Monsieur le Préfet a arrêté un programme d'actions prioritaires pour l'Etat en matière de zonage réglementaire du risque (PPR) ; par ailleurs, le programme de cartographie des aléas de versants, sous maîtrise d'ouvrage communale, devrait se poursuivre avec le soutien financier du Conseil Général, en permettant la prise en compte directe des risques dans les documents d'urbanisme (PLU) et lors des instructions relatives au droit des sols (CU,PC).

En se limitant au volet relatif aux seuls risques de type montagne (avalanches, chutes de blocs, glissements de terrain, crues des torrents), qui concernent environ 400 communes sur les 533 du département, à un niveau fort ou modéré, l'objectif qui a été fixé est de 115 PPR approuvés. A noter que 29 communes sont dotées actuellement de PPR multirisques approuvés, 133 de documents informatifs sous forme soit de projets de PPR portés à connaissance (53) soit de cartes d'aléas (80, une trentaine étant par ailleurs en cours d'élaboration) et que des documents plus anciens, antérieurs à la Loi Barnier, peuvent également être utilisés, avec certaines précautions toutefois.

Le zonage va donc transcrire les études menées (aléas, enjeux et vulnérabilité, fiabilité des ouvrages de protection) en terme d'interdictions, de prescriptions et de recommandations. Pour la plupart des risques de type montagne qui présentent des caractères très spécifiques, différents de ceux des inondations de plaine, (notamment sur les plans de l'extension possible, de la

soudaineté, de la violence, de la prévisibilité privilégiant le dire d'expert, de la prédictibilité impossible ou difficile et souvent alors incompatible avec la mise en place d'un système d'alerte), on assiste, suite à l'évolution de la réglementation et de la jurisprudence, à un durcissement du zonage. Cela est dû à une prise en compte de l'impact des aléas non pas seulement, comme antérieurement, sur la vulnérabilité des biens mais plutôt sur la sécurité des personnes : en matière de chutes de pierres et de blocs par exemple, l'aléa faible tend à être remplacé par de l'aléa moyen, dans la mesure où ce risque peut être fatal dans les espaces de vie situés à proximité d'habitations dont les structures peuvent être facilement renforcées.

Par ailleurs, comme en matière d'inondations, il est fait preuve d'une grande prudence dans la prise en compte du rôle des ouvrages de protection : en effet, leur efficacité ne peut être garantie à long terme, notamment si leur maintenance et leur gestion ne sont pas assurées par un maître d'ouvrage pérenne et clairement désigné ou en cas de survenance d'un événement rare dépassant l'aléa de référence. La présence de tels dispositifs ne doit donc pas conduire à augmenter la vulnérabilité mais plutôt à réduire l'exposition des enjeux concernés ; aussi, sauf absence de solutions alternatives à rechercher si possible au niveau intercommunal, on ne protège plus des zones naturelles exposées à un aléa moyen (et a fortiori fort) pour les ouvrir à l'urbanisation. En cas d'exception ou pour protéger des zones déjà partiellement bâties, on attache une grande importance au bon dimensionnement des ouvrages, à leur fiabilité dans le temps et à la désignation du maître d'ouvrage qui sera responsable de leur construction puis de leur entretien ; ceci amène, par exemple, à privilégier en matière de chutes de blocs les ouvrages terrassés (merlons) plutôt que des filets disposés sur un seul rang.

Ce zonage (dont les limites s'appuient globalement sur celles des zones d'aléas) va définir :

- **une zone inconstructible⁴**, appelée zone rouge. Dans cette zone, certains aménagements, tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent cependant être autorisés.

- **une zone de projet possible sous maîtrise collective**, appelée zone "violette". Elle est susceptible de se diviser en deux zones :

- une première « inconstructible⁴ en l'état » (= zone rouge) destinée soit à rester inconstructible après réalisation d'études qui auraient révélé un risque plus important ou montré l'intérêt de ne pas aménager certains secteurs sensibles pour préserver des orientations futures d'intérêt général ; soit à devenir constructible après réalisation d'études complémentaires par un maître d'ouvrage collectif privé ou public, et/ou de travaux de protection (une procédure est alors nécessaire).
- une deuxième « constructible⁴ avec prescriptions détaillées des travaux à réaliser sous maîtrise d'ouvrage collective ». L'ouverture à l'urbanisation y sera autorisée après la réalisation des travaux prescrits.

- **une zone constructible⁴** sous conditions de conception, de réalisation d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa et ne pas accroître la vulnérabilité des biens et des personnes, appelée zone bleue. Les règles correspondantes sont applicables à l'échelle de la parcelle.

Dans les zones blanches (zones d'aléa négligeable), les projets doivent être réalisés dans le respect des réglementations et des règles de l'art. Cependant des phénomènes au delà de l'événement de référence ou provoqués par la modification, la dégradation ou la disparition d'éléments protecteurs généralement naturels (par exemple, la forêt là où elle joue un rôle de protection) ne peuvent être exclus.

En outre, des zones sans aléa peuvent se trouver réglementées car définies comme zones d'aggravation du risque (par exemple, zones situées à l'amont de glissements de terrain dont l'activation ou la réactivation est susceptible de se manifester en cas de modification des conditions de circulation des eaux pluviales et/ou usées).

D'autres peuvent être également déclarées inconstructibles pour permettre la réalisation d'équipements de protection.

A l'appui de cette cartographie, va être associé soit le rappel de principes généraux en matière de règles d'urbanisme dans le cas de documents informatifs, soit un règlement plus ou moins détaillé dans le cas d'un PPR (cf. ci-dessus). L'élaboration de ce dernier va nécessiter, pour le volet mouvements de terrain, de prêter une attention particulière :

- en ce qui concerne les projets nouveaux, en matière de glissements de terrains, à la définition des modalités de gestion des eaux (usées, pluviales, de drainage) et de réalisation des études géotechniques nécessaires à une bonne adaptation des constructions et des terrassements aux caractéristiques des terrains ; en l'absence de mise à disposition, lors de l'élaboration du PPR, d'études d'aptitude des sols à l'assainissement individuel, le règlement ne pourra qu'interdire tout recours à l'infiltration dans ces secteurs particulièrement sensibles,

- en ce qui concerne les mesures sur l'existant, à l'exécution de vérifications, dans les zones sensibles aux glissements, portant sur l'étanchéité des réseaux ou sur le bon fonctionnement des dispositifs d'infiltration existants ainsi que, d'une façon générale, aux conditions de mise en sécurité des habitants et donc à la préconisation d'études de danger avec, selon les cas (ERP d'une certaine importance en particulier), la mise en œuvre de plans de mise en sécurité,

- au titre des mesures générales de sauvegarde, à la mise en place de divers suivis (phénomènes particuliers, sites connus pour leur sensibilité, état des ouvrages de protection en particulier en matière de chutes de blocs (filets, merlons), à la réalisation d'études particulières de connaissance de risques et très souvent, compte tenu d'un certain retard actuellement en ce domaine, d'études de gestion des eaux de surface.

Niveau d'aléas	Contraintes correspondantes
Aléas forts	Zone rouge inconstructible (sauf travaux de protection, infrastructures qui n'aggravent pas l'aléa)
Aléas moyens	Zone rouge inconstructible OU Zone violette constructible sous conditions : les prescriptions dépassant le cadre de la parcelle et relevant d'un maître d'ouvrage collectif (privé ou public) OU Cas particulier en zone bleue ("dent creuse", etc.) : étude spécifique obligatoire lors de la réalisation du projet
Aléas faibles	Zone bleue constructible sous conditions : les prescriptions ne dépassant pas le cadre de la parcelle Respect : - des règles d'urbanisme - des règles de construction sous la responsabilité du maître d'ouvrage - des règles d'utilisation éventuellement

Le tableau résume, pour les aléas de versant, les correspondances entre niveaux d'aléa et zonage, les alternatives concernant essentiellement le devenir des zones d'aléas moyens aux vues des projets de développement locaux.

⁴ Les termes inconstructible et constructible sont largement réducteurs par rapport au contenu de l'article L 562-1 du Code de l'Environnement.

Une des principales difficultés rencontrées dans l'écriture du règlement consiste à concilier la rigueur juridique et la prescription de mesures techniques simples mais suffisantes pour garantir une bonne maîtrise des risques présents (qui peuvent en outre coexister sur une même parcelle) ; ces mesures doivent par ailleurs être adaptées tant à la diversité des situations susceptibles d'être rencontrées sur le terrain qu'à celle des techniques de construction. En effet, il ne sera plus possible ensuite, le PPR ayant été approuvé, de modifier son contenu, à moins d'une révision ; celle-ci ne pourra vraisemblablement être envisagée par l'Etat qu'à l'occasion de circonstances particulières (comme par exemple, l'acquisition de nouvelles connaissances, la survenance de phénomènes non prévus, l'évolution de la réglementation ou/et celle de la jurisprudence), d'autant que l'application du R111.2 peut souvent, au moins dans un premier temps, apporter une réponse plus ou moins satisfaisante, notamment en cas de durcissement nécessaire du zonage ou du règlement.

En conclusion, les conditions favorables à une bonne application du PPR, une fois celui-ci approuvé, supposent :

- lors des différentes phases de son élaboration (recueil des données his-

toriques, carte des aléas, propositions de zonage et de règlement), un travail important d'explicitation et de discussion, notamment avec les élus, la négociation étant toujours possible en ce qui concerne la transcription de la carte des aléas en zonage réglementaire ; elle portera d'ailleurs le plus souvent sur le devenir des zones d'aléas moyens en fonction des objectifs supra communaux figurant au SCOT et des projets de développement locaux,

- une bonne information, non seulement des habitants mais aussi et surtout des différents aménageurs (intervenants divers au titre des voiries, réseaux, etc., constructeurs), portant sur les dispositions en vigueur au niveau communal,

- un minimum de compétences de ces intervenants ou/et de leurs conseils qui, hélas, ne maîtrisent pas toujours les techniques les mieux adaptées aux situations à risques. L'impossibilité à ce jour de mettre à disposition un guide simple sur les modes de construction adaptés aux zones en glissement de terrain – comme cela vient d'être fait en matière d'avalanches – montre les progrès restant à accomplir dans le domaine de la diffusion de l'information technique,

- une clarification des mesures relatives à l'existant tant en ce qui concerne les responsabilités des différents acteurs

(Etat, commune, intéressés) que les procédures à mettre en œuvre en matière d'information, de suivi de réalisation, éventuellement de contentieux (mise en demeure, etc.). Un véritable démarrage d'interventions sur le terrain en ce difficile domaine de l'existant nécessitera vraisemblablement le recours à des opérateurs spécialisés.

Enfin, en complément de l'élaboration des documents informatifs ou réglementaires, doit être prévue la mise en œuvre de plans communaux de sauvegarde (désormais obligatoires en cas de PPR) afin de faire face à d'éventuelles situations de crise, que les aléas de référence pris en compte dans la cartographie du risque soient ou non dépassés. Par ailleurs, dans les zones d'aléa (très) fort, en cas de risque imminent, non ou difficilement gérable et mettant en cause directement la sécurité des personnes, le recours à l'expropriation (ou à l'acquisition amiable des biens menacés, comme le permettent désormais les récents décret et arrêté pris en application de l'article L 561-3 du Code de l'Environnement) s'impose, indépendamment de la mise en œuvre des mesures de police générale relevant de la compétence du maire. ■

Les travaux de prévention actifs contre les glissements de terrain : stabilisation et drainage des zones instables

Michel Gueffon – Adjoint du Délégué national aux actions RTM

On ne parlera pas ici des actions de prévention dites « passives », c'est à dire qui ne réduisent pas l'ampleur du phénomène mais en limitent ses effets : modification des enjeux, surveillance et alerte, arrêt ou déviation des matériaux, etc. On traitera, en partie, des actions dites « actives » qui permettent de stabiliser la zone de glissement. Ces actions peuvent être ponctuelles (soutènement, végétalisation, substitution de terrain par apport de matériaux grossiers de meilleures caractéristiques mécaniques et drai-

nantes) ou plus étendues (drainage). Le drainage est particulièrement mise en œuvre, l'eau jouant en règle générale un rôle moteur déterminant.

Les différentes techniques de drainage

Parmi les différentes techniques de drainage, on distinguera :

1. Les ouvrages de captage, collecte et évacuation ont pour principe de capter et dériver les eaux de surface s'écoulant en direction de la zone sen-

sible, d'éliminer les zones de stagnation (contre-pente, creux...), de localiser les infiltrations anormales pouvant provenir des canaux d'irrigation, de réseaux urbains ou de bassin de stockage, et de collecter et évacuer les eaux en limitant les risques de réinfiltration.

Ces techniques ont pour avantages principaux leur coût modéré, une mise en œuvre simple pouvant être réalisée par des entreprises locales, un entretien aisé pour les collecteurs à ciel ouvert et une bonne adaptation au traitement de zones étendues.

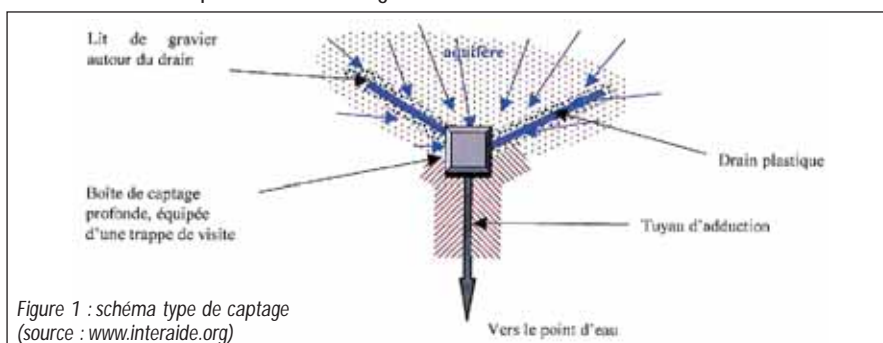
2. Les ouvrages de drainage superficiel permettent de traiter des zones de mouvement peu profondes ou peu étendues c'est à dire avec des volumes mis en jeu relativement raisonnables. Les techniques de drainage superficiel sont dans leur principe relativement simple. Elles peuvent se résumer à une excavation, pouvant aller jusqu'à 5-6m, comblée de matériaux drainants avec éventuellement un collecteur. Les difficultés se situent dans leur conception afin de leur assurer une bonne pérennité et dans leur mise en œuvre car en général les travaux se déroulent dans des conditions particulièrement délicates. Les tranchées drainantes (drains en pierres anciens, tranchées ouvertes, fermées, avec géocomposite) représentent la majeure partie des techniques de drainage superficiel.

3. Les ouvrages de drainage profond sont utilisés en dernier recours, c'est à dire dans le cas où les techniques décrites précédemment n'auraient pas ou peu d'effet stabilisateur. Le drainage profond est le remède le plus efficace puisqu'il agit au niveau de la surface de glissement en captant un maximum d'eaux nuisibles. Il concerne toutes les techniques drainantes utilisant des forages, soit les drains subhorizontaux, drains siphons, puits verticaux. Le coût très élevé et les aléas du drainage profond réservent pratiquement de telles opérations aux problèmes urbains ou à la protection d'intérêts importants et de vies humaines. Ce sont des techniques complexes à concevoir et à mettre en œuvre. Elles nécessitent systématiquement une étude préalable importante et l'intervention d'entreprises spécialisées.

Exemples de techniques de drainage

Captage de source

Le captage peut être une bassine d'argile façonnée, un massif drainant avec en fond un film imperméable, un regard



entouré de matériaux drainants ou un ouvrage de captage relié à un réseau de drain.

Fossé



Un exemple de fossé

Un fossé est une tranchée peu profonde creusée dans le sol avec une pente suffisante pour permettre l'écoulement.

Ils permettent de recueillir et d'évacuer le plus directement et le plus rapidement les eaux de ruissellement hors de la zone instable. Le système permet un assainissement rapide des couches superficielles.

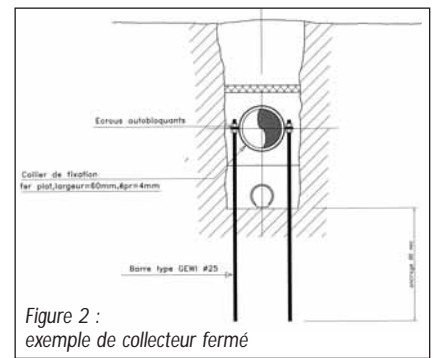
Les fossés peuvent atteindre 0.5 à 1 m de profondeur avec des sections triangulaire, rectangulaire ou trapézoïdale.

Collecteurs à ciel ouvert.

Leur but est de transporter l'eau captée par le système drainant hors de la zone en glissement en évitant le plus les réinfiltrations. Il existe une importante gamme de collecteur à ciel ouvert qui permettent de s'adapter à de nombreuses situations : aqueduc béton, canal en pierres sèches/maçonnées ou en bois, demi- buse métallique.

Les collecteurs fermés

Ce sont de simples canalisations identiques à celles utilisées en adduction d'eau et assainissement, installées lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser des collecteurs à ciel ouvert pour des raisons foncières (ex : traversée de parcelles, exploitation agricole).



Dans le cas de glissement très actif, seuls des tuyaux non enterrés en PEHD semblent acceptables.

Les tranchées drainantes anciennes



Figure 3 : schéma type de tranchées drainantes anciennes

Il s'agit de la technique la plus répandue et la plus ancienne. Beaucoup d'anciens drains datant en général du début du siècle, ne fonctionnent plus ou ont été abandonnés ou oubliés. Pourtant il s'agit en général d'ouvrages remarquables par la quantité de travaux qu'ils représentent compte tenu des moyens de l'époque et par leur efficacité.

Les tranchées étaient réalisées par simple remplissage de pierres, après avoir aménagé à la base un canal en pierres sèches ou maçonnées.

Les tranchées avec massifs drainants

Les tranchées drainantes sont des excavations remplies de matériaux permettant la collecte des eaux et son évacuation hors de la zone sensible.

L'objectif est de drainer l'eau de la zone instable en remplaçant une partie du terrain peu perméable par un matériau plus perméable qui a généralement des caractéristiques mécaniques supérieures.



© RTM

Les tranchées avec géocomposite

L'écran drainant en géocomposite est composé d'une âme drainante, d'un géotextile et de tuyaux collecteurs.



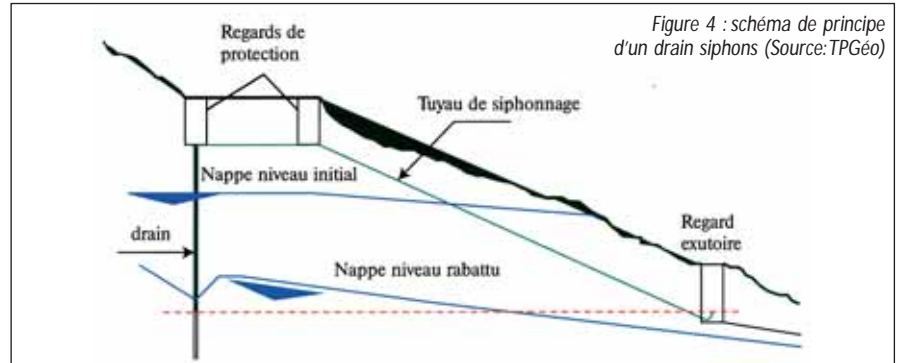
© RTM

Le géocomposite permet de réaliser des écrans drainants jusqu'à 6m de profondeur.

Les drains siphons

Le drain siphon est un tube descendu dans un forage réalisé de manière à recouper les aquifère que l'on désire assainir. Ce tube est composé d'un réservoir à la base, puis une partie crépinée et de nouveau une partie pleine

débouchant à la surface. Dans celui-ci, un ou plusieurs tuyaux assurant le siphonnage sont mis en place, démarant du réservoir, remontant jusqu'à la surface et s'arrêtant dans un regard en aval dont le niveau topographique est légèrement plus bas que la partie supérieure du réservoir situé à l'amont. A utiliser lorsque l'on veut atteindre des profondeurs de rabattements importantes mais inférieures à 10 mètres.

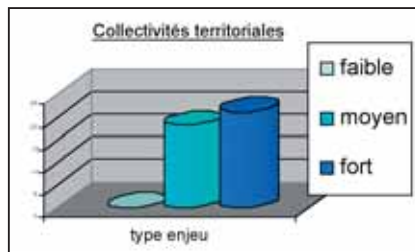
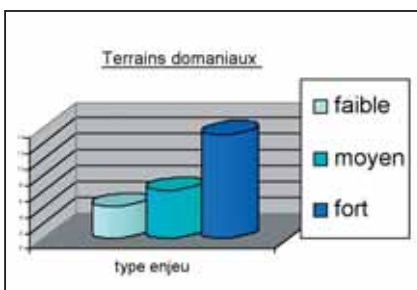


Adaptation au contexte et limites

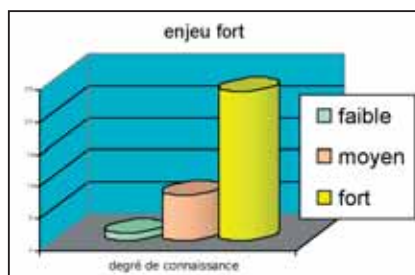
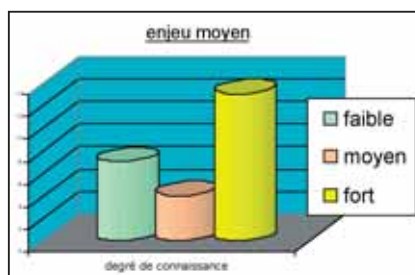
Une enquête réalisée auprès des services RTM, dans le cadre d'un stage IUP Grenoble¹ encadré en 2004 par la Délégation Nationale RTM, a permis de dresser un bilan du fonctionnement d'un certain nombre d'opérations de travaux de drainage (62 ouvrages, répartis sur 10 sites en terrains domaniaux et 14 correspondant à des travaux sous maîtrise d'ouvrage de Collectivités, situés dans les Alpes et les Pyrénées).

Une partie des constats effectués est résumée dans les graphes suivants :

Maître d'ouvrage et enjeu :



Enjeu et degré de connaissance :



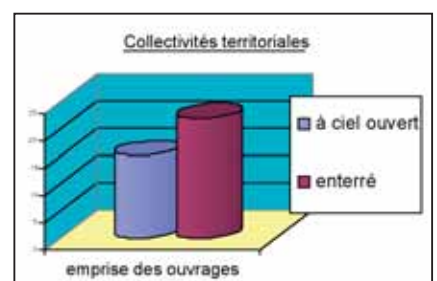
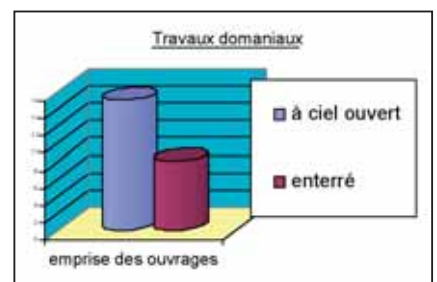
Lorsque l'on est confronté à des enjeux importants, il est notamment nécessaire de s'assurer de l'efficacité des travaux à réaliser. Un des moyens

pour y parvenir est la bonne connaissance des terrains à stabiliser, surtout lorsqu'il y a un risque pour des vies humaines.

Des enjeux forts excluent pratiquement la réalisation de travaux sans une reconnaissance minimale.

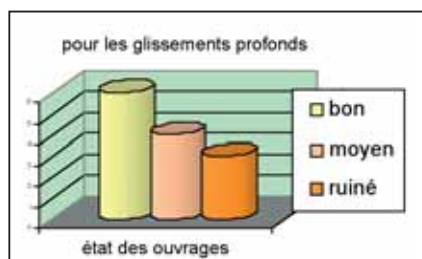
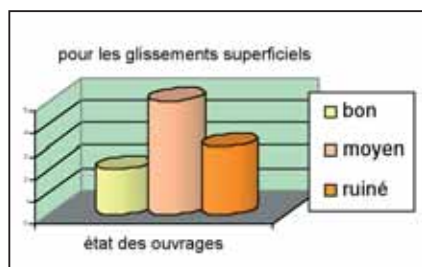
Types de solutions suivant le maître d'ouvrage :

Les contraintes d'emprises, la nécessité de traiter des parcelles privées influent sur le choix des solutions de traitement.



¹ Mathieu ULRICH (2004) : Panorama des travaux de drainage dans les services RTM – Rapport de stage IUP génie Civil, Université Joseph Fourier.

Type de glissement et état des ouvrages :



Quelques remarques pour conclure

Le choix d'une technique de drainage tient compte à l'évidence de la profondeur du mouvement, de la nature et du volume de matériaux mis en jeu, de la connaissance du site (vitesses de glissement, réaction aux épisodes pluvieux)

et de ses contraintes d'accès et d'emprises, des contraintes économiques d'investissement et d'entretien, des délais de réalisation, et des risques de désordres en phase de travaux.

Il sera notamment nécessaire de réfléchir à l'adéquation entre le dispositif et l'échelle du phénomène, à la pérennité de certaines techniques (les drains sub-horizontaux résisteront-ils à l'activité du site ?), aux nécessités et possibilités d'entretien ultérieur (le maître d'ouvrage est-il en mesure d'assurer l'entretien d'une telle technique ?) et à la possibilité de compléter le dispositif suite à des observations faites durant le chantier ou après quelques années de fonctionnement. Il faudra également s'interroger sur la maîtrise des risques liés à la modification des écoulements (en particulier le contrôle des exutoires), et au comportement des dispositifs en cas d'épisode de pluie particulier, de réactivation du mouvement, etc...

Enfin on insistera jamais assez sur les trois points :

1. La surveillance du dispositif est nécessaire, quant à son entretien, à l'appréciation de son efficacité (souvent possible par quelques mesures simples mais régulières), ce qui suppose la parfaite connaissance des travaux effectivement réalisés.

2. Toute intervention a ses limites dans un domaine naturel complexe comme celui d'un versant. La connaissance du fonctionnement de celui-ci était en règle générale très réduite avant la réalisation des travaux, il n'y a pas de science exacte dans ce domaine.

3. Les conditions de fonctionnement « naturel » peuvent varier sur une longue période (modification des écoulements en amont par exemple). Il convient donc de ne pas faire preuve d'optimisme excessif en ce qui concerne l'aménagement et l'urbanisation de zones en aval, dès lors qu'on a affaire à un mouvement de terrain qui peut, ou qu'on imagine raisonnablement pouvoir, (re)devenir très actif et potentiellement destructeur. ■

Les dispositifs de mesure pour la surveillance des mouvements de terrain

D'après : « L'Utilisation du radar sol pour la surveillance des mouvements de terrain »
François Lemaitre - Jean-Claude Poussière - Jean-Paul Duranthon - Laurent Effendiantz
In *Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées*, n°249, mars avril 2004, p. 19-34

La nécessité de protéger les habitants dans des zones susceptibles d'être touchées par les conséquences de mouvements de terrain de grande ampleur (Ruines de Séchilienne en Isère par exemple), implique qu'une évacuation puisse être prévue suffisamment tôt lorsque la menace devient imminente.

Le déclenchement d'une telle mesure oblige donc à suivre en permanence un certain nombre d'indices sur le terrain dont l'évolution est significative de l'accélération du phénomène et, à

partir d'un certain moment, de l'imminence de l'éboulement ou du glissement.

Les différents dispositifs de surveillance

Les dispositifs destinés à surveiller l'évolution d'un mouvement de terrain, sont tous basés sur des mesures de distance entre deux points, l'un fixe et stable (donc hors de la zone en mouvement) et l'autre placé en un point particulier de la zone à surveiller.

Une première catégorie de dispositifs est constituée de systèmes implantés sur le versant en mouvement tels les extensomètres à fil dont le principe repose sur la mesure d'une longueur. Ces dispositifs ont l'inconvénient de nécessiter la présence d'une source d'énergie sur le site et d'une télétransmission des données. En période de crise, leur maintenance nécessitant de se rendre dans la zone dangereuse est problématique.

Une deuxième catégorie d'appareils comprend des distancemètres

optiques. La mesure nécessite l'émission et la réception en retour d'un faisceau lumineux ou laser réfléchi sur des cibles qui sont les seuls dispositifs mis en place sur le site. L'avantage de ces dispositifs est de pouvoir être opérés à partir du versant opposé et leur inconvénient est d'être inopérants par temps de brouillard, de pluie, de neige ou à travers une atmosphère nuageuse. Ces dispositifs permettent des mesures avec une précision de l'ordre de plus ou moins 3 mm ce qui est relativement insuffisant pour calculer une vitesse d'évolution du mouvement sur 24 heures.

Compte tenu des inconvénients des deux précédents systèmes, a été développé un troisième type d'appareil reposant sur la technique radar.

Le système de surveillance par Radar

Le principe de l'appareil, comme de tout radar, repose sur l'émission d'une onde électromagnétique en direction d'une cible spéciale (un trièdre) et l'analyse du temps mis par l'onde pour aller puis revenir par réflexion sur la cible jusqu'au point d'émission. Ce système permet ainsi de déterminer la distance entre la cible et le point d'émission.

Ce genre d'appareillage présente un certain nombre d'avantages :

- Un fonctionnement indépendant des conditions météorologiques
- Une non nécessité d'avoir une source d'énergie sur la zone dangereuse
- Des données accessibles en temps réel avec possibilité de surveillance en continu 24h sur 24.
- Une précision suffisante pour le calcul de la vitesse du mouvement.

La mesure est cependant affectée par un certain nombre de phénomènes perturbateurs. Ceux-ci proviennent des turbulences atmosphériques locales qui influent sur le paramètre mesuré. En effet, la conversion (en longueur) du temps de propagation et de retour de l'onde émise fait intervenir la vitesse de propagation de cette onde électro-

magnétique, c'est à dire la vitesse de la lumière. Or celle-ci est constante dans le vide mais est variable dans un milieu donné en fonction de son indice de réfraction dans ce milieu. Dans l'atmosphère cet indice de réfraction varie en fonction de plusieurs paramètres physiques : pression - température - présence de vapeur d'eau, paramètres qui sont variables dans le temps. Ceci est sensiblement identique à ce qui se passe avec les systèmes de mesure optiques. La précision de la mesure ne peut cependant être atteinte qu'au prix d'un traitement informatisé complexe et de corrections à introduire à la mesure brute pour tenir compte de phénomènes perturbateurs.

L'exemple du mouvement de grande ampleur de Séchillienne

Un système radar a été implanté pour surveiller le site dit des "Ruines de Séchillienne".

Le dispositif électronique a été installé sur le versant de la montagne faisant face, de l'autre côté de la vallée, au versant en mouvement.

Les cibles réfléchissantes sont situées bien entendu sur le versant en mouvement à une distance comprise entre 1.1 et 1.6 km du dispositif émetteur-récepteur.

L'ensemble est géré par un ordinateur qui effectue tous les traitements des données, délivre une mesure pondérée toutes les heures et transmet ces données et le résultat du traitement à un centre de contrôle (Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon – CETE de Lyon) où elles sont accessibles en temps réel.

Conclusions

L'utilisation de techniques radar pour effectuer des mesures de distance précise afin de déterminer des vitesses de déplacement de sites géologiques en mouvement, a montré son efficacité. Des précisions de l'ordre de 0.1 à 0.2 mm pour des distances de l'ordre de 1 500 m peuvent être atteintes quelle que soient les conditions météorologiques moyennant des dispositifs matériels (points fixes de compensation) et un traitement statistique des données. Le recul de quatre années de fonctionnement sur le site de Séchillienne démontre l'opérabilité de ce système qui bien entendu est encore perfectionnable sur plusieurs points afin d'éliminer la plupart des aléas pouvant influencer sur son fonctionnement. ■



© Mairie de Saint Barthélemy de Séchillienne

Local de Monfalcon hébergeant le distancemètre optique (au rez-de-chaussée) et le radar (à l'étage)

L'apport de la recherche dans l'évaluation de l'aléa éboulement rocheux

Didier Hantz, Denis Jongmans - LIRIGM (Laboratoire Interdisciplinaire de Recherches Impliquant la Géologie et la Mécanique) - Université Joseph Fourier, Grenoble

Cet article a pour but de présenter les recherches en cours au LIRIGM, sur l'évaluation du danger d'éboulement à long terme, qui intervient notamment dans la réalisation des cartes d'aléa. Les éboulements rocheux sont des mouvements dans lesquels les blocs chutent, s'entrechoquent, rebondissent, roulent et glissent à des vitesses extrêmement rapides, pouvant dépasser 100 km/h. Leur volume varie de moins de 1 m³ à plusieurs millions de m³. La fuite étant impossible, ils représentent un danger permanent pour les personnes, contrairement aux glissements qui sont généralement lents et qui menacent surtout les biens. Cependant, les plus gros éboulements (plusieurs hm³) présentent presque toujours des signes précurseurs dans les jours précédant la rupture. La détection de ces signes est l'objet de la surveillance. Mais elle n'est possible que lorsque les mouvements précurseurs commencent suffisamment longtemps avant la rupture et ont une ampleur

suffisante pour attirer l'attention. C'est le cas du mouvement de versant de Séchillienne, qui est l'objet d'une surveillance continue depuis une vingtaine d'années. Mais ce cas est exceptionnel par l'importance de son volume (plusieurs dizaines d'hm³) et de la durée des mouvements précédant la rupture. En effet, la plupart des éboulements plus petits se produisent sans qu'aucun signe précurseur n'ait été détecté. Dans le contexte de l'aménagement du territoire ou de la détermination des travaux prioritaires pour sécuriser un itinéraire, le problème est donc de savoir :

- (1) quelles masses rocheuses sont susceptibles de se mettre en mouvement et d'évoluer en éboulement ?
 - (2) dans quel délai ?
 - (3) jusqu'où peuvent-elles se propager ?
- La manière de traiter ces questions dépend en grande partie du volume des masses rocheuses concernées.

Le cas des chutes de pierres ou de blocs

Une réponse rapide peut être donnée aux deux premières questions dans le cas des volumes les plus petits, dans la mesure où les éboulements de quelques m³ ou moins (on parle alors de chutes de pierres ou de blocs) sont très fréquents à la fois dans l'espace et dans le temps. On considère généralement que, sur une durée de quelques décennies, des chutes de blocs sont probables dans n'importe quelle falaise. La question essentielle pour les chutes de blocs est donc celle de la propagation. Bien que tous les problèmes ne soient pas encore résolus, plusieurs méthodes relativement éprouvées sont utilisées couramment par les bureaux d'études pour calculer les trajectoires des blocs. Trois d'entre elles ont été comparées sur des cas

réels, dans le cadre d'un projet de recherche européen du programme Interreg 2C [1]. Ces méthodes permettent non seulement de déterminer jusqu'où les blocs peuvent se propager, mais aussi de dimensionner des ouvrages de protection pouvant arrêter les blocs. Notons enfin qu'il existe également des méthodes de renforcement des falaises permettant d'empêcher la chute des blocs.

Le cas des éboulements en masse

Les questions (1) et (2) posées dans l'introduction deviennent d'autant plus cruciales que le volume des masses rocheuses considérées est important. En effet, les parades deviennent de plus en plus difficiles, voire impossibles, à mettre en œuvre, pour des raisons autant économiques que techniques. D'autre part, les gros éboulements se propagent plus loin que les chutes de blocs. Il est donc nécessaire d'identifier et de hiérarchiser les zones les plus menacées par ces phénomènes. Les méthodes utilisées actuellement, basées sur l'expérience des experts, sont relativement subjectives et ne fournissent qu'une évaluation qualitative [1], [2], [3]. Alors que l'évaluation de l'aléa sismique se traduit par la probabilité qu'un séisme d'une certaine intensité (ou accélération) minimale se produise dans un délai donné, l'évaluation de l'aléa éboulement ne se caractérise généralement que par trois niveaux : faible, moyen ou fort. Depuis quelques années, des recherches sont menées au LIRIGM pour tenter de mieux évaluer l'aléa éboulement.

Les recherches

A partir d'une étude géotechnique du massif rocheux, les ingénieurs spécialisés



Figure 1. Eboulement du 20 avril 1992 (20 000 m³). La RD 218, menant de Veurey à Autrans, a été emportée sur 100 m.



Figure 2. Exemple de compartiment rocheux susceptible de s'écrouler.

© URICOM

exemple, la fréquence des éboulements de volume compris entre 10 000 et 100 000 m³ est estimée, par cette méthode très simple, à une dizaine par siècle. Pour situer l'importance de tels phénomènes, deux éboulements de 30 000 et 20 000 m³, survenus respectivement en 1971 et 1992, ont détruit sur une centaine de mètres la RD 218 menant de Veurey à Autrans par le tunnel du Mortier (figure 1). Cette route est maintenant définitivement fermée. Bien sûr, la connaissance de la fréquence n'informe pas sur les endroits où les événements vont se produire. Mais elle constitue une contrainte qui doit être prise en compte dans l'évaluation de la probabilité de rupture des masses rocheuses considérées comme susceptibles de s'écrouler. Par exemple, si une étude d'aléa portant sur les falaises de l'agglomération grenobloise ne détecte qu'un éboulement de 10 000 à 100 000 m³ susceptible de s'écrouler dans les 100 ans, il est probable qu'elle en ait oubliés. En revanche, si elle en trouve une centaine, cela montre que les probabilités de rupture ont été surestimées et qu'elles devraient plutôt être qualifiées de faibles (environ 1 "chance" sur 10 de se produire).

Dans l'exemple donné ci-dessus, nous avons supposé que les compartiments rocheux susceptibles de s'écrouler (comme celui de la figure 2) étaient affectés de la même probabilité de rupture. Pour identifier les zones les plus menacées, il est nécessaire de hiérarchiser les compartiments suivant le risque plus ou moins fort qu'ils s'écroulent. L'objectif du deuxième axe de recherche est de déterminer les conditions les plus favorables aux éboulements à partir de l'observation des événements passés. Ainsi, 25 éboulements de volume compris entre 50 et 30 000 m³, situés dans les massifs calcaires du Vercors et de la Chartreuse, ont été étudiés de manière détaillée. Les résultats de cette étude seront utiles aux experts chargés de détecter les masses potentiellement instables. De plus, une analyse statistique de 60 éboulements de plus de 10 m³, dont les dates sont connues, a montré que ces éboulements sont plus fréquents après un ou plusieurs cycles journaliers de gel-dégel. En revanche, les fortes précipitations et les séismes ont peu

en ingénierie des roches sont capables de dimensionner des talus stables (déblais routiers ou carrières, par exemple) et de renforcer localement des falaises naturelles (clouage). En revanche, il est impossible, dans l'état actuel des connaissances, d'évaluer la durée de vie d'une masse rocheuse susceptible de s'écrouler, même en effectuant une étude détaillée de celle-ci. C'est pourquoi, pour avoir une idée des durées de vie de telles masses rocheuses, les recherches se sont orientées vers

une étude historique de l'ensemble des falaises qui dominent l'agglomération grenobloise. Cette étude a été réalisée à partir d'un inventaire dressé par le service RTM (Restauration des Terrains en Montagne) de l'Isère, qui recense les éboulements survenus dans ces falaises au cours du 20^e siècle. Il a ainsi été possible d'estimer les fréquences d'éboulements (nombre moyen d'éboulements par siècle), pour différentes classes de volumes. Ces fréquences sont données dans le tableau 1. Par

Classe de volume (m ³)	10 ² -10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁷
Période d'observation	1935-2000	1935-2000	1935-2000	1800-2000	1600-2000
Nombre d'éboulements	33	9	6	3	2
Fréquence (par siècle)	51	14	9	1.5	0.5

Tableau 1. Fréquences des éboulements dans la région de Grenoble, selon leur volume. Remarque : une analyse plus poussée des données, qui dépasse le cadre de cet article, permet d'améliorer ces estimations.



Figure 3. Recherche de fractures ouvertes par la méthode du géoradar.

d'influence. Enfin, l'observation rapprochée d'une dizaine de zones d'arrachement montre que les compartiments qui se sont éboulés étaient reliés à la falaise par des ponts rocheux représentant seulement quelques pourcents de la cicatrice de l'éboulement, le reste étant constitué par des fractures déjà ouvertes avant la rupture. La détection de ces fractures ouvertes qui découpent les compartiments rocheux constitue un autre sujet de recherche, qui fait appel aux méthodes de prospection géophysique. La figure 3 montre un exemple de reconnaissance par la méthode du géoradar, qui utilise les réflexions d'ondes électromagnétiques (identiques aux ondes radio) sur les discontinuités.

Remerciements

Les recherches menées au LIRIGM pour l'évaluation de l'aléa éboulement

ont été soutenues par le Conseil Général de l'Isère (Pôle Grenoblois Risques Naturels), la Région Rhône-Alpes (thématiques prioritaires) et l'Union Européenne (projets Interreg). Elles bénéficient également de la collaboration des services RTM et du réseau des Laboratoires des Ponts et Chaussées. ■

Références

[1] Groupe de travail du projet Interreg 2C "Grands mouvements de versant". Risques générés par les grands mouvements de versant. Etude comparative de quatre sites. Recommandations. 207 pages (1998).

[2] Plans de prévention des risques naturels (PPR) – Risques de mouvements de terrain. Guide méthodologique. 71 pages. La documentation française (1999).

[3] Comité Français de Géologie de l'Ingénieur. Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain. 91 pages. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (2000).

La prise en compte du risque de glissement de terrain : l'exemple de la commune de Saint Etienne de Crossey

Jean-Michel Guillon - Adjoint à l'Urbanisme mairie de Saint Etienne de Crossey (38)

La Commune de Saint Etienne de Crossey, commune de 1 284 hectares, se situe au pied de la Chartreuse, à proximité de Voiron. Le village s'est établi sur un plateau fluvio-glaciaire comprenant notamment des accumulations sableuses comme en témoignent les carrières à la sortie des gorges de Crossey. Les hameaux, nombreux, sont localisés quelquefois sur les versants pentus des collines molassiques. C'est le cas du Hameau de Tolvon, très anciennement peuplé puisqu'au XIV^{ème} siècle cette paroisse comptait déjà une cinquantaine d'habitants.

Mais depuis quelques décennies la population du Bourg et des hameaux s'est considérablement accrue pour dépasser les 2 500 habitants. Si cette croissance n'est pas particulière à Saint Etienne de

Crossey, il est cependant nécessaire d'expliquer certaines de ses caractéristiques.

La commune dispose d'un Plan d'Occupation des Sols réalisé en 1975 par l'Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise (AURG) dans l'esprit du Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) de 1973. Ce dernier avait prévu de décongestionner la région grenobloise en créant une agglomération nouvelle sur le Voironnais. C'est ainsi que le POS s'est traduit par des zones U, constructibles, et des zones NA, de future urbanisation, de façon pléthorique, y compris dans les zones très pentues, comme au Hameau de Tolvon. En 1989, la nouvelle équipe municipale a pris conscience d'une part, de la surabondance

d'offre foncière répondant à une demande croissante et d'autre part, des risques induits par une augmentation mal maîtrisée de la population. Outre le déficit d'équipements, se posait le problème du danger éventuel qu'il y avait à laisser s'urbaniser certaines zones potentiellement à risques.

Un cas précis est venu alimenter cette réflexion : celui d'un lotissement au hameau de Tolvon.

Notons que ce lotissement, localisé en zone UA avec assainissement individuel (!), a été accordé en mai 1987. La municipalité de l'époque, ayant sans doute conscience que l'assainissement individuel dans cette zone très pentue présentait quelques risques, décide de réaliser un programme d'assainissement collectif.

C'est alors qu'un voisin signale des mouvements de terrain inquiétants, induits par la réalisation des travaux d'assainissement. Est-ce la raison pour laquelle le Maire de l'époque refuse d'accorder le certificat d'exécution des travaux prévus dans l'autorisation de lotir ? probable !

Le lotisseur se tourne alors vers la Préfecture qui déclare qu'en l'absence de réponse à la demande de certificat constatant l'achèvement des travaux, et après constat par un agent de la DDE, le lotisseur bénéficie d'un certificat tacite.

Le dossier est à la fin des années 80 repris par la nouvelle équipe municipale. Cette dernière décide de mettre en révision le POS pour maîtriser la croissance et tenir compte des risques naturels. C'est dans ce but et afin de les préciser, qu'est confiée au Service de Restauration des Terrains en Montagne (RTM) la charge de dessiner la carte des risques naturels qui sera approuvée en décembre 1993 par arrêté Préfectoral.

Dès 1990, concernant le risque du lotissement des Gros à Tolvon, la municipalité a fait réaliser une étude de stabilité du versant qui

conclut qu'une partie du lotissement est inconstructible du fait d'un risque de glissement de terrain et que pour le reste l'avis d'un géologue géotechnicien est nécessaire pour adaptation au sous-sol. Cette étude et l'avis défavorable du Directeur de la DDAF permettent au Maire de motiver ses refus de certificat d'urbanisme et de permis de construire en 1991, refus attaqués devant le Tribunal Administratif qui donne raison au Maire en 1994. Entre temps pour tenir compte de la carte des risques naturels et des études réalisées sur place, le secteur des Gros dans le POS révisé a été classé en zone ND et NCRg.

En 1996 les ayant droit ont fait appel du jugement et l'affaire est de nouveau jugée par la Cour d'Appel Administrative de Lyon qui, après avoir (sur la forme) annulé le jugement de mars 1994 du Tribunal Administratif de Grenoble, rejette leur demande (sur le fond). Une nouvelle procédure devant le Conseil d'Etat est alors entamée par les ayant droit en Octobre 1997, mais finalement ils se désisteront de leur recours...

Quelles leçons tirer de tout cela ?

1. Dans une zone constructible au POS ou au PLU, un permis peut être néanmoins refusé si le Maire a connaissance d'un risque potentiel : il est le garant de la sécurité des biens et des personnes ;
2. Localisation des zones à urbaniser doit se faire de façon cohérente, non seulement en vue de maîtriser la croissance démographique, mais aussi en tenant compte des risques naturels. Et pour ce faire les outils existent : différentes cartes des risques, PPR, PPRI, etc...

En matière d'urbanisme il est du devoir des élus d'identifier les risques naturels et de leur donner une traduction réglementaire. C'est aussi un des moyens de résister à une forte, trop forte pression foncière. ■

Glossaire

DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et le Forêt

DDE : Direction Départementale de l'Équipement
POS : Plan d'Occupation des Sols

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PPR : Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles
PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation

De l'approche d'un phénomène de grande ampleur et sa gestion jusqu'à l'expropriation

Camille Chatelard - Maire d'Avignonet (38)

AVIGNONET est une petite commune rurale de 200 habitants dont les 2/3 de la surface sont concernés par des glissements de terrain. Un lotissement a été implanté, il y a une trentaine d'années, sur le glissement le plus actif.

Ce fut pour la maire d'Avignonet, dès son élection en 1983, le « début

d'une longue aventure » qui conduisit l'équipe municipale en 2004 à une décision douloureuse : la mise en application d'une procédure dite loi Barnier¹.

« Ce dossier du lotissement du Mas est le plus difficile que j'ai eu à gérer, techniquement et psychologiquement. Difficile techniquement, tout d'abord, parce que

dans le cas d'un glissement de terrain en profondeur on ne voit rien. Quelques déformations en surface existent mais on ne les remarque pas, surtout quand on vit sur le site car il faut pour cela un œil averti. Les quelques fissures sur les murs sont rapidement rebouchées, du fait que les maisons sont habitées et bien entretenues. Il faut donc mettre en



Fissurations importantes d'une maison implantée sur le glissement

© Institut des Risques Majeurs

place des moyens permettant de mesurer l'évolution du glissement : en premier lieu, des piézomètres et des inclinomètres, tous moyens à base de tubes qui se tordent et deviennent rapidement inexploitable. Viennent ensuite les mesures de déplacement faites à l'aide du système GPS, avec relevés par le RTM². Devant les résultats on se dit que ce mal sournois et invisible, tapi sous nos pieds, existe réellement. Même si on ne le voit pas, il se manifestera un jour.

Une foule de questions se posent sur la survenue du phénomène :

Où ? L'attention est focalisée sur le lotissement où le risque de glissement est le plus grand, mais souvenons-nous de la Salle en Beaumont³ (Isère). De récentes études ont montré que le secteur déborde largement du lotissement et concerne toute la combe du Mas.

Quand ? Cette question nous laisse dans l'angoisse... Tout peut arriver dans un jour, dans un an, dans dix !

Comment ? Une faille, une maison qui s'écroule, tout le terrain qui part au lac ? Tout est envisageable,

du léger incident au scénario catastrophe.

Ces questions restent sans réponse. L'incertitude est très difficile à vivre et à gérer aussi bien pour les habitants que pour les élus.

Un premier travail sur l'inconstructibilité et la prévention

Sollicité, le RTM a beaucoup aidé la commune par ses connaissances techniques, et pour monter les dossiers administratifs et financiers. Nous avons commencé par une étude géologique du secteur en 1984 afin d'essayer de cerner au mieux la zone concernée et l'ampleur du phénomène. A partir de ce constat nous avons travaillé dans deux directions : l'inconstructibilité et la prévention.

Interdire de nouvelles constructions sur 2/3 de la commune n'a pas été une mesure facile à faire accepter et certains sont même allés jusqu'aux menaces. Malgré tout, une fois le risque connu toute autre décision aurait été déraisonnable. Nous avons élaboré un PER, Plan d'Exposition aux Risques naturels prévisibles (devenu

depuis un PPR, Plan de Prévention des Risques) qui après quelques péripéties a été approuvé par le Conseil d'Etat en 1990. Ce document juridiquement difficilement contestable nous a permis d'établir notre POS dans une relative sérénité.

En matière de prévention nous avons réalisé, avec l'aide financière de l'Union Européenne, de l'Etat et du Conseil Général, des travaux de drainage qui ont ralenti le mouvement pendant quelques années. Mais la nature reprend vite ses droits. Devant l'ampleur du phénomène, les techniciens ont fini par conclure qu'en l'état actuel des connaissances, il n'existe aucun moyen pour arrêter ce glissement qui s'accélère.

Il appartient au Maire d'assurer la sécurité des gens qui habitent ces lieux et de prévoir l'évacuation en cas de survenue effective du glissement. Nous avons donc, avec l'aide de l'IRMa, élaboré un plan de secours. L'alerte a figuré parmi les premières questions qui nous ont été posées : elle incombe officiellement au Maire, mais quand la donner ? En l'absence d'indicateurs techniques suffisamment précis et donc fiables, ce sera sans doute le glissement lui-même qui, en se déclenchant, la donnera.

L'application de la loi Barnier

Devant un problème d'une telle ampleur, en tant que maire d'une petite commune, quelle est la réalité d'une responsabilité que l'on n'a pas les moyens d'assurer ? Tout naturellement, je me suis retournée vers l'Etat. Après deux ans d'étude et d'expertise, la conclusion rendue a été la suivante : maintenant cela devient trop dangereux, il faut évacuer. En demandant l'aide de l'Etat, l'équipe municipale savait qu'il n'était pas possible de remettre en cause les études faites, et encore moins

de faire confiance à ceux qui affirment, sans en fournir les preuves, que le glissement n'existe pas. Peut-on dire à l'Etat que l'on refuse l'application de la loi Barnier, et ainsi prendre pour soi et la commune le risque de mettre en danger la vie d'autrui ? Humainement et juridiquement, en tant que maire, vous n'avez pas le choix : il vous faut assumer ces responsabilités. Alors, même si la loi Barnier est une procédure d'Etat avec une décision et un financement d'Etat, je ne surprendrai aucun élu local en affirmant que le maire devient le bouc émissaire de l'affaire. Evacuation, expropriation, indemnisation, tous ces mots suscitent

des réactions violentes de la part de la population. L'application de la loi Barnier est psychologiquement très difficile à vivre, pour les habitants de la vingtaine de maisons concernées, qui, bien sûr, vivent dans l'angoisse du lendemain, mais aussi pour l'équipe municipale. A la durée d'instruction du dossier - trois ou quatre ans, de la définition du périmètre, le montage du dossier et l'enquête publique qui seule peut ouvrir la voie aux négociations financières - s'ajoutent d'interminables et insupportables allées et venues entre trois ministères. Les habitants, quant à eux, se sentent attaqués, abandonnés. Ils tentent de se

défendre. Mais l'ennemi, hélas pour eux, n'est pas le maire, car dans ce cas la solution serait simple. L'ennemi, c'est la nature ; et face à elle, on ne peut que mesurer son impuissance. » ■

¹ Loi n°95-101 du 2/02/1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement dite loi « Barnier » reprise dans le code de l'environnement aux articles L 561-1 à L 561-5 sur les mesures de sauvegarde des populations menacées par certains risques naturels majeurs.

² Le service Restauration des Terrains en Montagnes (RTM) est un service de l'ONF.

³ En 1994, un glissement de terrain de 1.3 million de m³ a eu pour conséquences : 9 maisons détruites ou endommagées et 4 victimes, surprises dans leur sommeil.

Risque d'éboulement rocheux de grande ampleur : les Ruines de Séchillienne

Géraldine Strapazzon - Doctorante - GRESEC¹ (EA 608) - Université Stendhal

A 25 kilomètres de Grenoble en direction de Bourg d'Oisans, sur le versant sud du Mont Sec, à la pointe du massif de Belledonne, à l'endroit même où la vallée de la Romanche est la plus étroite, la falaise des Ruines de Séchillienne (constituée de roches micaschistiques fracturées et instables) menace de s'effondrer. Le secteur en mouvement s'étale sur 70 hectares, s'étagant de 500 à 1150 mètres d'altitude : le massif se rompt progressivement et inéluctablement par fracturation.

Depuis vingt ans, les Ruines de Séchillienne préoccupent les pouvoirs publics, les scientifiques, les industriels et les populations. Pour cerner la complexité des enjeux, notamment liés à l'information et la communication, nous avons opté ici pour une présentation chronologique des événements.

En 1985, d'importantes et régulières chutes de blocs se produisirent sur la route nationale 91, axe majeur entre le bassin grenoblois, l'Oisans, le Briançonnais et l'Italie. Les parents d'élèves de Saint Barthélemy de Séchillienne, inquiets de la sécurité de la navette scolaire transportant leurs enfants du village au hameau de l'Île de Falcon, adressèrent une pétition au Maire de l'époque, à la Direction Départementale de l'Équipement, et ils écrivirent à Haroun Tazieff, alors Secrétaire d'Etat à la Prévention des Risques Naturels et Technologiques Majeurs. Ce dernier, convié par Alain Carignon alors maire de Grenoble, président du Conseil Général de l'Isère et Ministre de l'Environnement, se déplaça à plusieurs reprises sur les lieux et révéla sa préoccupation. Par ailleurs, les premiers travaux de reconnaissance engagés sur le site montrèrent qu'il

ne s'agissait pas d'une banale altération des escarpements rocheux qui dominant la route, mais bien d'un processus de glissement d'une partie importante du versant du Mont-Sec qui venait de se réactiver...

Les pouvoirs publics engagèrent alors les premières mesures de parades :

- déplacement de la RN 91 sur le versant opposé de la vallée pour la mettre hors d'atteinte des éboulis ;
- édification d'un merlon de protection pour, dans l'hypothèse d'un glissement important, protéger les maisons du hameau de l'Île de Falcon ;
- réalisation d'un chenal de dérivation pour la Romanche, afin que les eaux ne dérivent pas dans la plaine et surtout que soit protégée l'alimentation

¹ Groupe de Recherche sur les Enjeux de la Communication



La vallée de la Romanche : Les Ruines de Séchillienne, la Romanche, la RN 91

de la nappe phréatique du Syndicat Intercommunal des Eaux de la Région Grenobloise (SIERG) ;

- suspension de toute autorisation d'urbanisme sur l'île Falcon pour ne pas accroître les enjeux ;

- et enfin, début de l'instrumentation du massif pour approfondir la connaissance scientifique et asseoir les premiers plans de secours : réseau de mesures géodésiques, capteurs extensiométriques, balises GPS, radar, sismographes, station météorologique.

Dans la même période, le programme « Isère Département Pilote » pour la prévention des risques majeurs est lancé sous l'égide de Haroun Tazieff.

Dix ans plus tard, en 1995, la loi n° 95-101 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite « loi Barnier », est votée. Elle comporte des mesures de sauvegarde des populations menacées par certains risques naturels majeurs. Notamment, son article 11 stipule : « lorsqu'un risque prévisible de mouvements de terrain, ou d'affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à

une marnière, d'avalanches ou de crues torrentielles menace gravement des vies humaines, l'État peut déclarer d'utilité publique l'expropriation par lui-même, les communes ou leurs groupements, des biens exposés à ce risque, dans les conditions prévues par le code de l'expropriation pour cause d'utilité publique et sous réserve que les moyens de sauvegarde et de protection des populations s'avèrent plus coûteux que les indemnités d'expropriation ». C'est ainsi qu'en vertu du décret interministériel du 31 mai 1997 et à défaut de toute autre possibilité de protection, les 115 hectares du hameau de l'île de Falcon (comprenant 94 maisons et équipements publics et impliquant plus de 300 personnes) ont été expropriés au motif du risque d'éboulement. Pour certains, « ce sont les Ruines de Séchillienne qui sont à l'origine de la loi Barnier » [1].

Donc, c'est au motif du risque d'éboulement uniquement que la procédure d'expropriation du hameau est engagée : il s'agit du premier cas en France d'application de la loi dite « Barnier ». La commune de Saint Barthélemy de Séchillienne se voit brutalement plongée dans une situa-

tion dramatique : amputée de plus d'un tiers de sa population et de ses ressources fiscales, elle est par ailleurs contrainte d'accepter la destruction de tous ses équipements publics situés sur le hameau de l'île Falcon. Ironie du sort, pour certains d'entre eux, elle rembourse des annuités jusqu'en 2013 !

Pourtant, au fil des travaux menés dans les années 1990-2000, le phénomène des Ruines de Séchillienne va prendre une tout autre dimension.

Toutes les études engagées concluent de manière unanime qu'une partie, voire la totalité de la zone en mouvement des Ruines de Séchillienne se décrochera et tombera en fond de vallée dans moins de dix ans. Le mouvement du site est régulier et ininterrompu. Toutefois, il convient de noter que le phénomène est fortement sensible aux conditions météorologiques, notamment au dégel et à la pluie : les eaux de ruissellement circulent dans le réseau des fractures et s'enfoncent en profondeur aggravant le mouvement. De même, la forte pente du versant est un facteur

moteur reconnu. A noter que la zone en mouvement la plus rapide représente un volume d'environ 3 millions de mètres cube de matériaux qui glisse vers le fond de vallée au rythme d'environ 90 centimètres par an !

En 2000, un collège d'experts internationaux désigné par le Ministère de l'Environnement est convoqué. Dans son rapport, le risque d'éboulement du massif est confirmé... mais une inévitable bouchure de la vallée est également évoquée. En effet, les experts ont déclaré que dans l'hypothèse d'un éboulement, la vallée serait bouchée : un barrage naturel se formerait (avec les eaux du torrent Romanche) et lorsqu'il céderait, en 1h30, 20 km de vallée seraient dévastés sous un flot canalisé par les obstacles naturels et urbains. Vizille serait sous près de 2 mètres d'eau en moins d'une heure. Puis, la « vallée de la Chimie », de Jarrie et de Pont de Claix avec plusieurs sites classés Seveso, serait rayée de la carte par cette inondation dévastatrice. A Champ sur Drac, où la Romanche rejoint le Drac, la seule « protection », la digue Marcelline, construite par Lesdiguières au XVII^e siècle (toujours en l'état, sans aucun renforcement), serait recouverte par un flot de 3,50 mètres de haut, atteignant un débit de 870 m³/s qui dévasterait tout sur son passage. La zone de Comboire, puis l'ensemble de l'agglomération grenobloise seraient sous les eaux en quelques dizaines de minutes. Au confluent de l'Isère, le polygone scientifique et le Synchrotron seraient couverts par plus de deux mètres d'eau [2], [3].

Ainsi, au risque naturel pourraient succéder des risques technologiques et industriels dont il est primordial de tenir compte, étant donné les équipements existants en aval du site.

Le Préfet de l'Isère, dans l'attente de nouvelles études et au motif de la sécurité, décida à l'automne 2003, de suspendre tous les dossiers d'urbanis-

me des communes concernées par le risque d'inondation lié aux Ruines. Le développement de la vallée de la Romanche jusqu'à Jarrie a ainsi été gelé.

Mais, au-delà des décisions préfectorales, quelles parades sont effectivement en place aujourd'hui ?

L'expropriation du hameau de l'Île Falcon s'achève aujourd'hui : il reste à ce jour huit familles à délocaliser. Qu'est-il prévu pour préserver les habitants restant dans la vallée, et surtout ceux résidant en aval du site des Ruines ?

Différents scénarios ont été étudiés par les services de l'État pour régler le passage de l'eau. Compte tenu de l'enjeu représenté par le torrent (la nappe phréatique alimentée par la Romanche en aval du site couvre les besoins en eau de plus de 250 000 habitants de l'agglomération grenobloise), la seule solution est la création d'une dérivation hydraulique creusée sous le versant opposé, du côté du Mont Falcon, à l'abri de l'éboulement. Pour commencer, le gouvernement a décidé en novembre 1997 de réaliser une galerie de reconnaissance de 4,20 mètres de diamètre et 1930 mètres de longueur. Le débit maximum autorisé par ce tunnel, achevé en décembre 2000, est de 60 m³/s. Or, c'est un débit admissible bien insuffisant : en effet, compte tenu de la sensibilité du site aux phénomènes météo, les experts sont quasiment assurés que l'éboulement se produira au sortir de l'hiver, à la fonte des neiges, mais le débit de la Romanche à cette période est de 800 m³/s.

Par ailleurs, en janvier 2004, après la chute 200 m³ de roches et l'obstruction de la route nationale 91, de nombreux dysfonctionnements ont mis à jour des lacunes importantes quant à la gestion de la crise. C'est ainsi que, la même année, le Préfet de l'Isère a lancé un plan d'actions pré-

factoral comprenant dix mesures :

- renforcement du dispositif de suivi et d'alerte
- mise en place d'un comité permanent d'experts
- instauration d'une communication institutionnelle régulière
- achèvement de l'évacuation des habitants de l'Île Falcon
- actualisation du Plan de Secours Spécialisé de Séchillienne
- élaboration d'un plan de gestion de l'Oisans en cas de blocage des accès
- études précises des conséquences hydrauliques d'un effondrement
- redéfinition des conséquences sur l'urbanisation
- élaboration des plans de prévention des risques
- études et mises en place de parades.

Le site des Ruines de Séchillienne bénéficie d'une surveillance extrême. Le risque d'éboulement est un phénomène connu et inéluctable, mais, compte tenu des événements subséquents, les parades en place semblent bien insuffisantes à ce jour. La situation est complexe tant les enjeux sous tendus sont importants, notamment les enjeux communicationnels : la perception et le traitement du risque par tous les acteurs concernés (citoyens, acteurs politiques et économiques, médias), reposent en grande partie sur les pratiques communicationnelles des uns et des autres [4]. ■

Bibliographie

[1] POIROT Stéphane, « L'intercommunalité face aux Ruines de Séchillienne », in La Mairie Magazine, n°79, pp. 11-13, avril 2004

[2] Etude Sogreah (1999)

[3] Expertise relative aux risques d'éboulement du versant des ruines de Séchillienne, rapports du collège d'experts sous la direction du Professeur Marc Panet, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Décembre 2000 (Rapport Panet I) et Mai 2004 (Rapport Panet II)

[4] STRAPPAZZON Géraldine, L'information préventive en matière de risques majeurs, Mémoire de DEA sous la direction d'Isabelle Paillart, UFR des Sciences de la Communication, Université Stendhal – Grenoble 3 : juin 2004, 66 pages. Travail poursuivi depuis en thèse.

L'exemple du Collège des six Vallées situé en zone de mouvement de terrain

Gisèle Bouzon-Durand - Principale du collège des six vallées (Bourg d'Oisans, 38)

La falaise du Prégentil, montagne qui domine et abrite Bourg d'Oisans à l'ouest, met, à épisodes plus ou moins rapprochés et non réguliers, la population Bourcate en alerte, ainsi que les occupants du Collège des 6 Vallées situé précisément à ses pieds.

C'est le mardi 20 avril 2004 que cette montagne s'est rappelée au bon souvenir des habitants de Bourg d'Oisans.

La paroi du « Bout du monde », autre appellation de cette énorme falaise de schiste délité, a laissé choir deux pans de rocher gris blanc, à 6h et 9h40, qui se sont écrasés plusieurs centaines de mètres plus bas dans un cône de déjection situé en amont du collège.

Immédiatement après l'éboulement, un grand nuage de poussière a envahi les pentes, sans toutefois atteindre le collège et les habitants.

Cette matinée du 20 avril a vu la mise en mouvement de volumes de l'ordre de 3000 à 5000 m³, soit des volumes beaucoup plus faibles que ceux établis lors des épisodes précédents du 22

janvier 1998 et des 29 et 30 juin 1998 qui avaient vu des chutes de l'ordre de 300 000 m³.

Il s'agissait alors, pour celui de juin, de glissements gigantesques producteurs d'un nuage énorme de poussière dévalant comme une nuée ardente de volcan sur le collège et sur le Bourg plongeant la cité dans une obscurité totale pendant 30 minutes et recouvrant tout sur son passage.

Cet incident, s'il n'a pas provoqué de victimes, a été, de la part des riverains et des membres de la communauté éducative, source d'émotions et de peurs certaines, difficiles à conjurer jusqu'à la réalisation des travaux de sécurisation de cette zone à risques. Car la crainte la plus grande est dans le cumul des chutes de rochers associé à des pluies torrentielles dans le lit du torrent du Saint-Antoine, pouvant provoquer des coulées de boues dévastatrices.

Suite à ces différents incidents, et après concertation de tous les services, il est décidé, à la rentrée 98, que la parade la plus efficace face au risque de poussière

est la mise à l'abri pour tous les individus. Un système d'alarme « mise à l'abri » est alors installé, au sein du collège, sous la responsabilité du chef d'établissement.

De plus, afin de répondre à la demande des personnels et des parents d'élèves, et ce, dans un souci de responsabilisation et de protection, conformément à l'article L. 125-2 du code de l'environnement, deux stages se sont déroulés au sein du collège les 30 septembre et 1^{er}, 7 et 8 octobre 1998.

Ces stages ont permis de prendre conscience des risques, de mieux les cerner afin de faciliter le travail d'information et d'éducation en direction des élèves. Ils ont été le lieu d'expression des peurs et des interrogations diverses et de la gestion du stress.

Mais revenons à ce mardi 20 avril 2004 où les protocoles et consignes de sécurité ont globalement bien fonctionné et donné satisfaction au sein du collège.

Les élèves et les adultes responsables sensibilisés dès leur arrivée par la secousse matinale suivie d'un grondement résonnant dans la vallée ont bien réagi à l'écoute de la sirène de mise à l'abri et ne se sont pas laissés aller à une panique bien naturelle, car la sérénité, en pareille circonstance, ne va pas de soi.

Pour maîtriser l'angoisse, rien ne vaut l'application de mesures de précautions en terme d'information, de communication et de simulations régulières.

Celles-ci visent à familiariser les enfants à la sirène de mise à l'abri distincte de celle relative à l'incendie.

Ces consignes décidées en septembre 1998 sont, depuis cette date, respectées scrupuleusement par tous les chefs d'établissement qui se sont succédés depuis :

1- Information orale communiquée par le chef d'établissement lors de la réunion de pré rentrée et chaque fois qu'il le juge nécessaire dès l'arrivée



Nuage de poussière généré par l'éboulement de 22 janvier 1998

© Bnland

de nouveaux venus (tant élèves que personnels), avec écoute des sirènes « mise à l'abri » et « incendie » pour opérer le distinguo.

2- Documents communiqués aux élèves et aux familles concernant la mise à l'abri.

3- Ecoute des sirènes « mise à l'abri » et « incendie » à plusieurs reprises au cours du mois de septembre.

4- Questionnaires, sous forme de QCM, remplis par les élèves et corrigés par les professeurs principaux pour aider à la compréhension des consignes qui doivent prendre sens pour une meilleure exécution.

5- Exercices de simulation une fois par trimestre en présence des services de secours, de la gendarmerie de Bourg d'Oisans et, dans la mesure des disponibilités, la présence de représentants de l'Inspection Académique et du Rectorat.

Chaque niveau, 6^e, 5^e, 4^e et 3^e s'est vu désigner un point de rassemblement où il doit se retrouver au retour de l'extérieur et attendre les instructions.

Un travail récent des élèves, sous la responsabilité d'un professeur d'arts plastiques, a permis la réalisation de panneaux visualisant les points de rassemblement par niveaux.

Cela se veut préventif avec le souci d'ancrer des repères chez les élèves et de les sensibiliser aux risques potentiels sans dramatisation.

Mardi 20 avril 2004, dès l'alerte donnée, les enfants sont restés à l'abri dans leurs classes en attendant les instructions des services de secours.

Une fois les premières chutes passées et la sécurité assurée, les enfants ont été invités à rentrer chez eux pour l'après-midi, suite à la décision d'évacuation prise par Monsieur le Maire, au nom du principe de précaution, et ce, dans l'attente d'une reconnaissance hélicoptérée de la falaise par les spécialistes du RTM (Restauration des Terrains en Montagne) et de Montagne expert en géologie et du SDISS.

La reconnaissance n'a pas révélé de risque nouveau et en concertation avec les services de la Sécurité Civile et de l'Académie, la vie scolaire a pu reprendre normalement dès le lendemain.

Grâce à la mobilisation de tous les services de l'Etat et des Collectivités Territoriales, les travaux mis en place depuis 1998 : (merlon de 350 m de long et de 7 m de hauteur, pare blocs et élargissement du torrent du Saint-

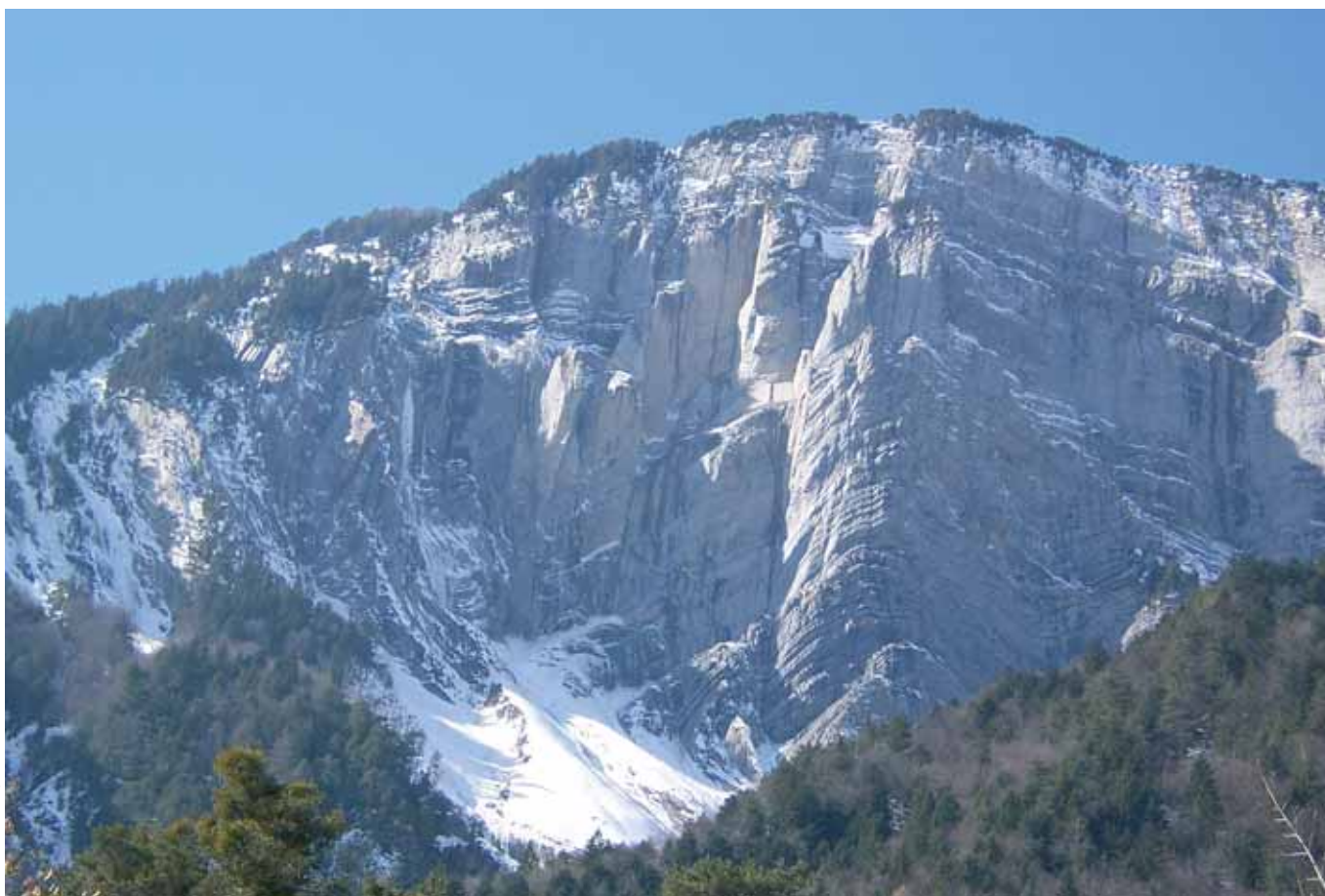
Antoine au pied de la falaise), sont établis pour assurer la sécurité de Bourg d'Oisans et de ses équipements contre des chutes de pierres d'un volume largement supérieur aux chutes potentielles estimées par les spécialistes.

La falaise du Prégentil devrait continuer à faire l'objet de la surveillance maximale pour assurer la sécurité de toute la population notamment scolaire.

Un projet de reconstruction d'un nouveau collège dans la plaine de Bourg d'Oisans est en cours d'examen pour pallier aux risques naturels majeurs auxquels l'actuel collège est confronté et face auxquels, il est important que toute la communauté scolaire se prépare.

Si l'Oisans est un territoire où les risques majeurs naturels sont très prégnants, il est de la responsabilité de tous, et du chef d'établissement en particulier, d'effectuer une prise de conscience de la situation de la falaise du Prégentil et de pallier ensemble à toute éventualité.

Je tiens à signaler l'implication totale et sans faille de tous les services concernés par l'éboulement de la falaise du 20 avril 2004 et de l'appui certain qu'ils ont su me témoigner. ■



Mémoire collective des risques naturels

L'Institut des Risques Majeurs recherche des photographies illustrant des phénomènes naturels et des catastrophes passés en Isère

La connaissance des événements et catastrophes naturels passés tels que les glissements de terrain et les chutes de blocs est indispensable non seulement pour mieux localiser puis cartographier les zones à risques d'une commune mais aussi pour entretenir et préserver une « culture du risque » à l'échelon local. L'oubli est en effet une donnée constante de l'attitude de la

population face aux risques ce qui ne facilite pas l'acceptation de certaines mesures de prévention et le débat public autour de ces mesures.

Les informations sur les événements et les catastrophes passés sont malheureusement difficiles d'accès, dispersées dans des fonds très variés et souvent mal conservées. Les communes et les particuliers

possèdent parfois des photographies très intéressantes mais non valorisées. Dans ce contexte, nous avons engagé, depuis le début de l'année 2001, un travail de recherche auprès de différents acteurs dans le but de retrouver de telles photographies. Une fois récupérées, elles sont numérisées et intégrées dans une base de données accessible depuis notre site Internet :

http://www.irma-grenoble.com/06isere/communes/recherche_evenement01.php3

<http://www.irma-grenoble.com/04risques/index-evenements.htm>

http://www.irma-grenoble.com/02activites/phototheque/phototheque_recherche.php3



*Si vous êtes détenteur d'information, de documents,
de photographies...*

n'hésitez pas à nous contacter :

Institut des Risques Majeurs

9 rue Lesdiguières

38000 Grenoble

Tel : 04 76 47 73 73 – Fax : 04 76 47 15 90

info@irma-grenoble.com

Merci d'avance !

www.irma-grenoble.com