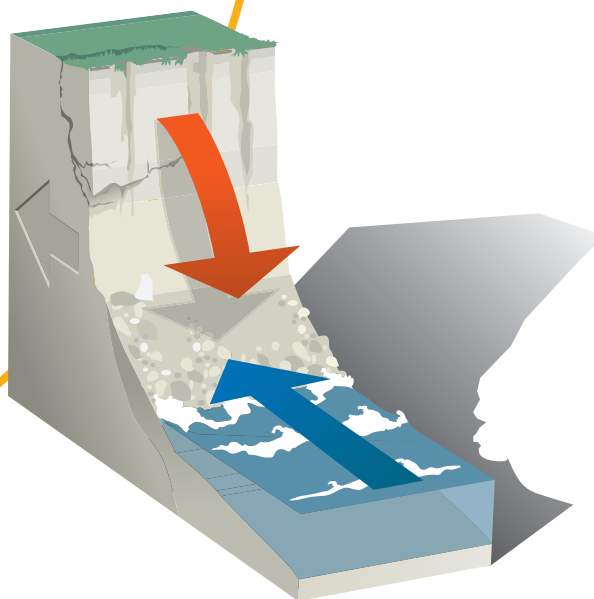


Les mouvements de terrain



DOSSIER D'INFORMATION

Introduction.....	2
<i>Le phénomène mouvement de terrain</i>	
Qu'est-ce qu'un mouvement de terrain ?	3
Les affaissements et les effondrements	3
Les éboulements et les chutes de pierres et de blocs	5
Les glissements de terrain.....	8
Les avancées dunaires	10
Le recul du trait de côte et de falaise.....	11
Les retraits-gonflements	12
Les événements historiques	13
<i>Les actions de protection, de prévention, et de secours</i>	
La protection	15
La prévention	15
Références	19
Organismes de référence, sites internet consultés et bibliographie	
Glossaire.....	19

Introduction

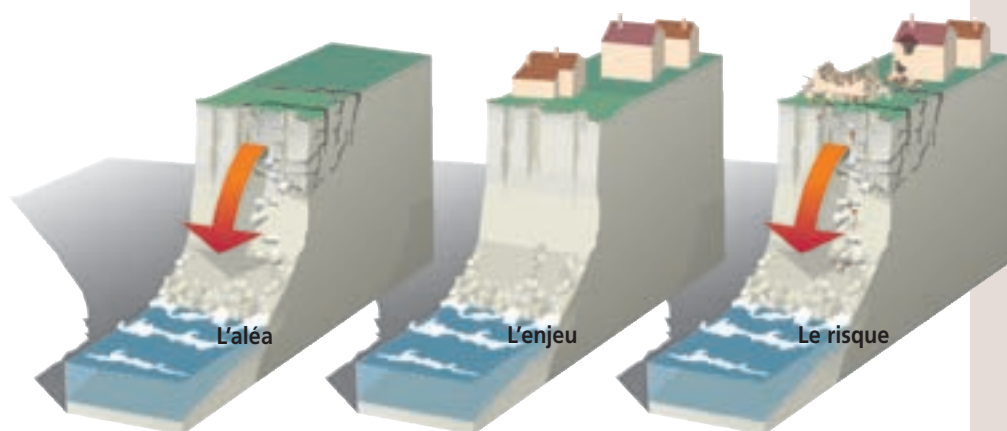
Les mouvements de terrain sont des phénomènes naturels d'origines très diverses, résultant de la déformation, de la rupture et du déplacement du sol. Ils provoquent mondialement la mort de 800 à 1 000 personnes par an, mais ce chiffre ne prend pas en compte les glissements dus aux séismes, probablement les plus meurtriers. Les risques liés aux mines n'entrent pas dans cette catégorie et ne sont pas traités dans ce dossier.

Les mouvements de terrain constituent généralement des phénomènes ponctuels, de faible ampleur et d'effets limités. Mais par leur diversité et leur fréquence, ils sont néanmoins responsables de dommages et de préjudices importants et coûteux.

Le risque «mouvements de terrain» concerne en France environ 7 000 communes, et cela avec un niveau de gravité fort pour la population dans un tiers des cas.

De nombreux paramètres, naturels ou anthropiques, conditionnent l'apparition et le développement des mouvements de terrain (géologie, hydrogéologie, urbanisation, etc.).

Les mouvements de terrain engendrent des risques pour les personnes, mais également pour les biens et l'économie. Il est possible d'agir sur ces risques de deux manières, en intervenant sur l'aléa ou sur les enjeux. Les mesures de protection mises en place visent à réduire au maximum l'aléa dans les zones menacées. La prévention permet de réduire la vulnérabilité au sein de ces secteurs, par l'information des populations, l'adoption de mesures d'urbanisme ou de mesures constructives, l'étude et la surveillance de mouvements actifs.



Quelques définitions sont nécessaires à la compréhension de ce document.

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données.

L'enjeu est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Le risque majeur est la conséquence d'un aléa d'origine naturelle ou humaine, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dégâts importants et dépasser les capacités de réaction des instances directement concernées.

LE PHÉNOMÈNE MOUVEMENTS DE TERRAIN



L'effondrement du Granier

Des pluies diluviennes provoquent, le 24 novembre 1248, l'effondrement d'une partie du mont Granier, extrémité nord du massif de la Chartreuse, en Savoie. Plusieurs villages sont ensevelis. Plus de cinq mille personnes périssent dans la catastrophe. Les éboulis forment au pied du Granier un chaos rocheux, les « Abymes », accueillant aujourd'hui un vignoble très typé. Le 26 juin 1953, un autre éboulement important a lieu, qui ne fait pas de victime.

Le fauchage est une déformation superficielle, sous l'influence de la gravité, des couches de roches qui affleurent sur une pente.

Le fontis est une dépression en surface résultant de l'effondrement d'une cavité souterraine, naturelle ou non.

La suffosion correspond à l'entraînement des particules les plus fines d'un sol, engendrant la création de vides.

Chutes de pierres, éboulement : voir page 5.

Solifluxion, fluage, coulées : voir page 8.

Retrait-gonflement : voir p.12.

Qu'est-ce qu'un mouvement de terrain ?

Un mouvement de terrain est un déplacement, plus ou moins brutal, du sol ou du sous-sol sous l'effet d'influences naturelles (agent d'érosion, pesanteur, séisme, etc.) ou anthropiques (exploitation de matériaux, déboisement, terrassement, etc.). Ce phénomène comprend diverses manifestations, lentes ou rapides, en fonction des mécanismes initiateurs, des matériaux considérés et de leur structure.

Les mouvements lents entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme. Ils regroupent les affaissements, les tassements, les glissements, la solifluxion, le fluage, le retrait-gonflement et le fauchage.

Les mouvements rapides se propagent de manière brutale et soudaine. Ils regroupent les effondrements, les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les coulées boueuses.

Les mouvements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, peuvent entraîner un remodelage des paysages. Celui-ci peut se traduire par la destruction de zones boisées, la déstabilisation de versants ou la réorganisation de cours d'eau.

Les affaissements et les effondrements

Les phénomènes

Ces phénomènes sont liés à la présence de cavités souterraines d'origine naturelle (phénomène de dissolution ou de suffosion) ou anthropique (exploitation souterraine, sape de guerre).

Les affaissements sont des dépressions topographiques en forme de cuvette dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture.

Les effondrements résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine, rupture qui se propage jusqu'en surface de manière plus ou moins brutale, et qui détermine l'ouverture d'une excavation grossièrement cylindrique. Les dimensions de cette excavation dépendent des conditions géologiques, de la taille et de la profondeur de la cavité ainsi que du mode de rupture. Ce phénomène peut être ponctuel ou généralisé et dans ce

cas concernent des superficies de plusieurs hectares. S'il est ponctuel, il se traduit par la création de fontis plus ou moins importants, dont le diamètre est généralement inférieur à cinquante mètres.

L'aléa

Les paramètres naturels influençant l'aléa

La géologie : les matériaux ont une influence déterminante sur le déclenchement et l'évolution de ces phénomènes. Ils doivent être favorables à la création et au développement de cavités. La nature des terrains surmontant les cavités conditionne également le développement en surface du mouvement.

L'hydrogéologie : la création de cavités naturelles dans le sous-sol est liée aux circulations souterraines d'eau qui entraînent des phénomènes d'érosion et d'altération dans les formations traversées. Dans les matériaux solubles tels le calcaire – formation de réseaux karstiques – ou le gypse, les écoulements souterrains d'eau dissolvent et entraînent les matériaux, formant ainsi ces cavités.

Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

Les cavités souterraines : l'exploitation de matériaux du sous-sol dans des marnières, des carrières ou des mines, puis l'abandon de ces structures peuvent entraîner des affaissements ou des effondrements. Le creusement de sapes de guerre durant la Première Guerre mondiale est également à l'origine de cavités, mal localisées.

Le risque

Les affaissements sont des mouvements lents et progressifs. S'ils ne présentent en général pas de risque pour les personnes, ils peuvent avoir des conséquences sur les ouvrages en surface, allant de la simple fissuration jusqu'à la ruine complète.

Les effondrements ont un caractère soudain, augmentant ainsi la vulnérabilité des personnes. Au cours des années 2001 et 2002, trois personnes ont trouvé la mort en France, suite à des phénomènes d'effondrements. Les ouvrages sont également vulnérables et détruits entièrement dans la majeure partie des cas.

En plus des risques sur les vies humaines et les infrastructures, ces mouvements ont des conséquences économiques. Leur survenue entraîne des coûts dus aux réparations, ainsi qu'éventuellement à l'arrêt des activités du secteur concerné. La mise en place de mesures de protection entraîne également des dépenses qui sont en général supportées par les collectivités locales et l'État. Si aucune protection ne s'avère efficace, le coût de l'expropriation et du relogement des populations menacées est à prendre en compte.



Le gouffre de Padirac est l'un des plus célèbres exemples français de cavité souterraine effondrée.

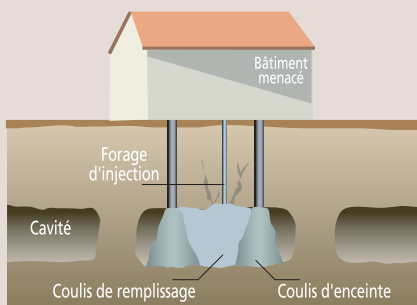
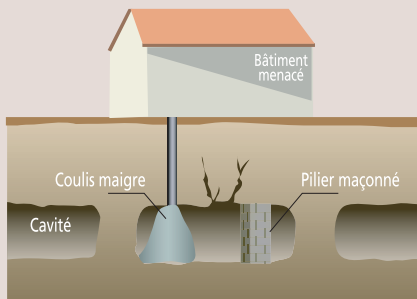
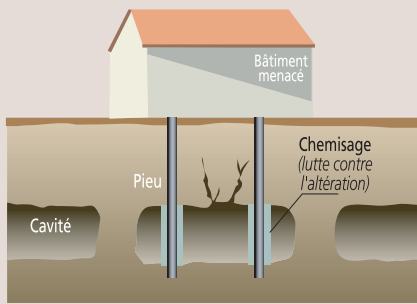
Coll. Graphies

Les marnières : on estime entre 100 000 et 150 000 le nombre de marnières, exploitations artisanales du sous-sol, dans les seuls départements de l'Eure et de la Seine-Maritime. De par leur localisation peu précise (absence fréquente d'archives, plans de situation inexistant, distribution aléatoire), elles entraînent un risque notable, d'autant plus qu'elles atteignent des profondeurs importantes et qu'on ne sait pas les détecter.

Les sapes de guerre sont des galeries creusées lors de la Première Guerre mondiale, destinées à la progression des troupes. Le contexte de leur création fait qu'elles ne sont pas toutes répertoriées et localisées [ci-dessous, entrée d'une sape en Champagne].



http://bac.d.free.fr/guerre_14_18/index.htm



Exemple de mesures de protection contre les effondrements

Lorsqu'une cavité souterraine est repérée sous un bâtiment existant ou projeté, on peut soit remplir la cavité, si elle est petite, soit implanter des fondations profondes si elle est trop grande.



Les éboulements en pied de versants rocheux sont le fruit des chutes de blocs.

Chutes de pierres : volume inférieur à 1 dm^3 .

Chutes de blocs : volume supérieur à 1 dm^3 .

Éboulements en masse : volume pouvant atteindre plusieurs millions de mètres cubes.

Les techniques de protection

Deux méthodes de protection peuvent être envisagées. La protection active consiste à éviter le déclenchement du mouvement. La protection passive s'attache à en contrôler les conséquences.

La protection active consiste ici à soutenir et à consolider les cavités. Pour cela, il est possible de réduire la portée des vides en aménageant des appuis supplémentaires, par la réalisation de piliers en maçonnerie, dans les cavités accessibles, ou l'injection de coulis (mélange de béton et d'adjuvants) formant des plots. Si le vide considéré est proche de la surface, il est impératif de contrôler les infiltrations d'eau qui vont accentuer le phénomène.

La protection passive vise à renforcer les structures des constructions menacées pour qu'elles ne subissent pas les conséquences des affaissements. La réalisation de fondations profondes, traversant la cavité, peut être un autre moyen de se protéger. Enfin, les réseaux enterrés doivent être conçus dans des matériaux résistants aux déformations.

Les éboulements et les chutes de pierres et de blocs

Le phénomène

L'évolution naturelle des falaises et des versants rocheux engendre des chutes de pierres et de blocs ou des éboulements en masse.

Les blocs isolés rebondissent ou roulent sur le versant, tandis que dans le cas des éboulements en masse, les matériaux « s'écroulent » à grande vitesse sur une très grande distance. La forte interaction entre les éléments rend la prévision de leurs trajectoires et rebonds complexe, et donc leur modélisation difficile.

L'aléa

Les paramètres naturels influençant l'aléa

La géologie : le pendage des couches géologiques, leur état de fracturation, d'altération, leur perméabilité sont autant de paramètres conditionnant l'occurrence et l'intensité des chutes de blocs et des éboulements.

L'hydrogéologie : les circulations et la rétention d'eau au sein des formations entraînent des phénomènes d'érosion et d'altération, ainsi qu'une augmentation des pressions interstitielles. L'alternance du gel et du dégel de l'eau présente dans les terrains participe également à cette altération.

Les séismes font vibrer les éléments du sol, modifient les conditions de pesanteur et donc l'équilibre des masses en place. Ils peuvent être à l'origine de chutes de blocs ou d'éboulements.

Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

La modification de l'hydrologie : le développement des activités humaines (habitations, parkings, voiries, etc.) entraîne une imperméabilisation du sol. Ceci peut conduire à une concentration des écoulements d'eau dans des zones sensibles. Les rejets d'eau, le rabattement des nappes par pompage, ainsi que les canalisations souterraines cassées sont également des facteurs aggravants. Les conséquences sont ici semblables à celles résultant des circulations naturelles, mais sur des sites qui n'étaient, à l'origine, pas concernés par ces phénomènes.

L'influence des travaux : les opérations de tracé des routes en montagne peuvent entraîner un raidissement de la pente conduisant à l'apparition de chutes de pierre. Dans le cas d'utilisation d'explosifs pour les travaux, les vibrations occasionnées peuvent déstabiliser des ensembles de blocs.

Le risque

Ce phénomène possède un caractère soudain, d'où un risque conséquent pour les personnes. Au cours des années 2001 et 2002, six personnes ont trouvé la mort en France, suite à des chutes de blocs et des éboulements.

Ces mouvements de terrain ont des conséquences sur les infrastructures (bâtiments, voies de communication, etc.), allant de la dégradation partielle à la ruine totale. Ces dommages entraînent un coût direct causé par les réparations ou l'entretien des bâtiments, mais également un coût, difficilement chiffrable, lié à la perturbation des activités du secteur touché. La Caisse centrale de réassurance estime le coût direct d'un mouvement de terrain à 150 000 euros en moyenne.

La mise en place de mesures de protection contre les éboulements entraîne des dépenses qui sont en général supportées par les collectivités locales et l'État. À titre d'exemple, le conseil général de l'Isère consacre, chaque année, environ quatre millions d'euros au programme de protection des routes départementales contre le risque de chutes de blocs. Ce programme est consacré presque exclusivement aux routes de montagne. Si aucune protection ne s'avère efficace, le coût de l'expropriation des populations menacées est à prendre en compte.

Les chutes de blocs et les éboulements peuvent entraîner un remodelage des paysages. Par exemple, l'obstruction d'une vallée par les matériaux déplacés peut engendrer la création d'une retenue

Le pendage caractérise l'inclinaison des couches du sol par rapport à l'horizontale.

La pression interstitielle est due à l'air et à l'eau comprimés entre les grains solides composant un sol. Si la pression interstitielle augmente, la cohésion du sol diminue. L'augmentation de la pression interstitielle peut être comparée à celle observée lors de l'ouverture d'un paquet de café sous vide. Les grains contenus dans le paquet, qui formaient un bloc, se désolidarisent. Le paquet perd sa consistance ferme.

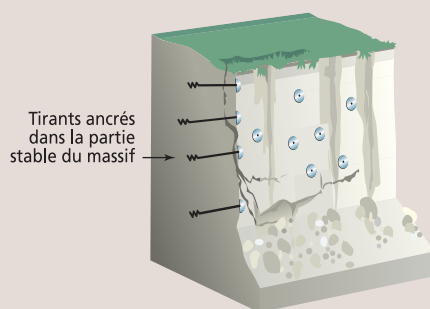


Coll. Graphies

En janvier 1957, plus de 5 000 m³ de rochers se détachent de la falaise dominant le village de La Roque-Gageac, à la suite d'un phénomène de dissolution de calcite. L'éboulement détruit une douzaine de maisons, provoquant la mort de trois personnes, et coupe la route avant d'atteindre la Dordogne. Le village est reconstruit dans les années soixante, dans le respect du caractère architectural du pays, et mérite aujourd'hui le label « Un des plus beaux villages de France ».



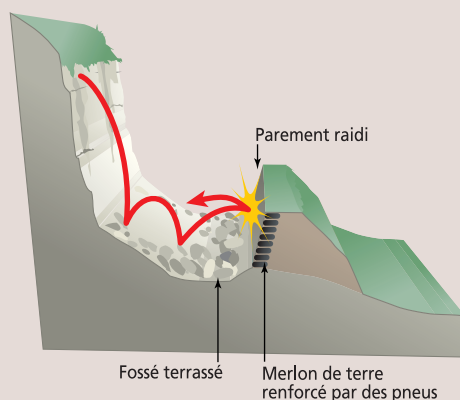
Mise en place de tirants pour ancrer le rocher du talus d'une route de montagne récemment élargie.



Principe de la protection par ancrage du rocher



Filets pare-blocs.



Principe de la protection par un merlon

d'eau. Lorsque les enjeux sont des sources potentielles de pollution (usine chimique, station d'épuration, etc.) un risque particulier de contamination du milieu naturel ou d'accident technologique est à prendre en compte.

Les techniques de protection

La protection active vise à empêcher les blocs et écaillés de se détacher. Pour les amarrer, des câbles ou des nappes de filets métalliques peuvent être utilisés. Le clouage des parois permet de limiter le départ d'éléments rocheux, par des ancrages reprenant une partie des efforts de cisaillement et de traction, ou des tirants qui introduisent un effort de compression sur le massif rocheux. Le confortement des parois par massif bétonné ou par béton projeté s'oppose également au décrochement de blocs.

La protection passive consiste essentiellement à interposer un «écran» entre le massif rocheux et les enjeux. Il peut s'agir d'un merlon ou d'une digue pare-blocs, d'une levée de terre avec un parement amont proche de la verticale, conçu pour reprendre l'énergie des blocs. Quand il est impossible de construire un tel ouvrage de protection, on a recours à l'utilisation de filets pare-blocs qui, associés à des systèmes de fixation à ressort et de boucles de freinage, arrêtent les blocs et dissipent leur énergie.

Pour les habitations, des **dispositions constructives** peuvent être prises, telles que le renforcement de la façade exposée ou du toit, mais il reste préférable d'éviter toute construction dans les zones exposées.

Des méthodes de **protection à court terme** existent, telle que la purge des parois. Réalisée manuellement ou par minage, elle nécessite une maîtrise poussée des opérations pour éviter de déstabiliser davantage les blocs de la paroi traitée.

Un lotissement installé en pied de versant rocheux et protégé par un long merlon pare-blocs.



Mairie de Croles (Sèvre)

Les glissements de terrain

Le phénomène

Il s'agit du déplacement lent d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture. Cette surface a une profondeur qui varie de l'ordre du mètre à quelques dizaines voire quelques centaines de mètres dans des cas exceptionnels. Les volumes de terrain mis en jeu sont alors considérables. Les vitesses d'avancement du terrain peuvent varier jusqu'à atteindre quelques décimètres par an. Lorsqu'il y a rupture, ces vitesses peuvent atteindre quelques mètres par jour durant la période la plus active.

L'aléa

Les paramètres naturels influençant l'aléa

La géologie : les caractéristiques mécaniques d'un matériau, sa perméabilité, son état d'altération sont autant de paramètres conditionnant la pente limite d'équilibre et l'occurrence du mouvement.

La géomorphologie : l'importance de la pente de terrain va permettre le développement de certains types de glissement. Une pente faible sera suffisante pour le déclenchement de phénomènes de *solifluxion* ou de *fluage*. La couverture végétale joue également un rôle dans la stabilité, la propagation et le déclenchement des glissements de terrain. Ce rôle peut être bénéfique ou néfaste selon le cas. Ainsi, les racines des végétaux renforcent la cohésion des sols, mais en cas de vent, l'effet de levier peut déraciner les arbres, ouvrant ainsi des brèches dans le sol et favorisant les infiltrations d'eau.

L'hydrogéologie : outre les phénomènes d'infiltration, les circulations d'eau en surface contribuent aux instabilités des masses de sol, par un phénomène d'entraînement des matériaux.

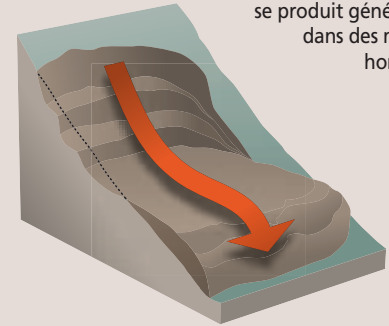
Les séismes : là encore, c'est la mise en vibration des éléments du sol et la modification des conditions de pesanteur qui peuvent être à l'origine de la déstabilisation des masses en place.

Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

La modification de l'hydrologie : de la même manière que pour les phénomènes d'éboulements, la modification de l'hydrologie par une activité humaine peut créer des zones à risques nouvelles.

La modification du relief : lors des chantiers de construction, les opérations de terrassement peuvent entraîner la suppression d'une butée de pied stabilisatrice d'une masse de terrain, ou bien

Le glissement à surface de rupture circulaire se produit généralement dans des matériaux homogènes.



La surface de rupture le long de laquelle se déplace un glissement peut être plane (discontinuité, joint de stratification), circulaire ou complexe.

Le terme de glissement de terrain, englobe également trois autres phénomènes.

Les coulées boueuses correspondent à la mise en mouvement de matériaux à l'état visqueux. Elles peuvent résulter de l'évolution de glissements sous l'action de l'eau.

Le fluage est un mouvement lent et irrégulier sur des pentes faibles. Il affecte essentiellement les argiles et entraîne des tassements locaux.

La solifluxion est un phénomène d'écoulement des sols en surface sur des pentes très faibles. Il est dû à l'alternance gel/dégel, au passage d'animaux, à l'action des racines.



Coll. Graphies

En Savoie, le 15 mars 1931, un vaste glissement de terrain de plus de 40 ha et d'un volume de six millions de m³ se déclenche brusquement, puis se transforme en une énorme coulée boueuse qui se concentre dans une gorge. Deux hameaux, les Michauds et les Granges, sont ensevelis tandis que la coulée de boue s'arrête en bordure du village de Châtelard.

Des glissements actifs aujourd'hui

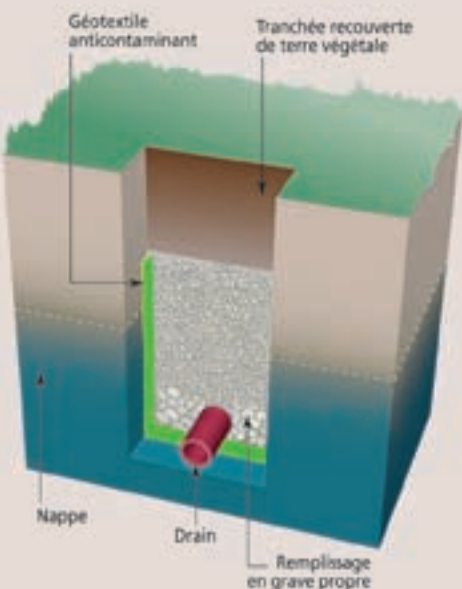
En France, des mouvements de grande ampleur amorcés depuis plusieurs dizaines d'années sont sous haute surveillance afin de tenter de limiter leurs conséquences :

- **la Clapière**, dans les Alpes-Maritimes, où le glissement des matériaux a pu atteindre des vitesses de plusieurs centimètres par jour (jusqu'à 10 cm). Aujourd'hui, on observe un ralentissement de ce mouvement;

- **les Ruines de Séchilienne**, en Isère, où la masse active en mouvement est estimée à 2 à 3 millions de m³ [ci-dessous]. Les scénarios impliquant des volumes de plusieurs dizaines de millions de mètres cubes ne peuvent être exclus à terme d'après les experts.



<http://web.port.ac.uk/departments/ees/staff/Giles/>



augmenter la pente d'un versant composé de matériaux pas assez cohérents pour cette nouvelle topographie. Le remblaiement engendre une surcharge pouvant déclencher ou aggraver un glissement. De même il entraîne un tassement du sol et ainsi une diminution de la perméabilité, amplifiant l'instabilité.

Le risque

Les mouvements lents et progressifs ne présentent en général pas de risque pour les vies humaines, sauf parfois lors de la phase de rupture des glissements (comme à La Salle-en-Beaumont, en Isère, le 9 janvier 1994, où un glissement fit quatre victimes, surprises dans leur sommeil), même si le mouvement n'est alors plus considéré comme lent.

Le cas des mouvements de grande ampleur est particulier. Le nombre de victimes peut être très important, du fait des quantités de matériaux mises en jeu et de l'étendue du site concerné. Ces mouvements, plus rares, ont des conséquences difficilement prévisibles.

Les populations sont plus vulnérables aux glissements de terrain soudains, comme les coulées boueuses, mais les victimes restent rares.

Les glissements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, ont des conséquences sur les infrastructures (bâtiments, voies de communication, etc.) pouvant aller de la fissuration à la ruine totale, ou entraîner des pollutions induites. Même les mouvements lents et superficiels (fluage et solifluxion) peuvent dégrader des canalisations et autres réseaux enterrés.

Ces dommages entraînent un coût direct dû aux réparations ou à l'entretien des ouvrages, généralement supporté par les collectivités locales et l'État, mais également un coût, difficilement chiffrable, lié à la perturbation des activités du secteur touché. En 1987, la ville de Modane (Savoie) a été envahie par une coulée boueuse provoquant six millions d'euros de dommages directs. Si aucune protection ne s'avère efficace, le coût de l'expropriation des populations menacées est à prendre en compte.

Les techniques de protection

Dans le cas des glissements de terrain, les techniques actives sont privilégiées aux méthodes passives. En effet, une fois qu'un glissement de terrain mettant en jeu de grandes quantités de matériaux est amorcé, il est difficile d'en maîtriser les conséquences.

La réalisation d'un système de drainage (tranchée drainante, éperon drainant, masque drainant ou drains ponctuels subhorizontaux) est une technique couramment utilisée pour limiter les infiltrations d'eau. Les murs de soutènement en pied de glissement limitent également leur développement.

Dans le cas des coulées boueuses, la végétalisation des versants permet de réduire la quantité de matériaux mobilisables, et donc l'intensité du phénomène. L'utilisation de végétaux dans le cas des autres types de glissements est à préconiser avec prudence, ceux-ci pouvant également avoir un rôle néfaste.

Les avancées dunaires

Le phénomène

C'est la progression d'un front de dunes vers l'intérieur des terres sous l'effet du vent marin.

L'aléa

Les paramètres naturels influençant l'aléa

La géologie : ce phénomène met en jeu des matériaux sableux. Son intensité dépendra de la quantité des stocks et de leur mobilité.

La végétation : les plantes à rhizome développé, par exemple les oyats [*ci-contre, en bas*], auront un rôle stabilisateur des dunes et limiteront ainsi l'importance de l'avancée.

La météorologie : les conditions de vent jouent un rôle déterminant dans l'importance du phénomène.

Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

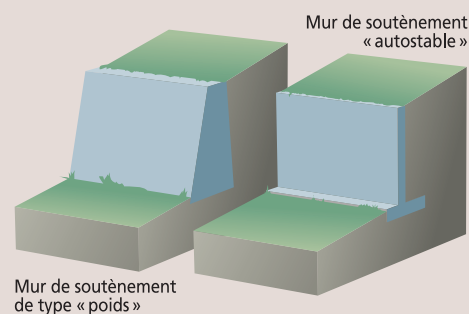
La surfréquentation des côtes entraîne la destruction de la végétation stabilisatrice et le remodelage des dunes. Le vent a alors une action accrue et la mise en mouvement des sables est d'autant plus conséquente.

Le risque

Les risques concernent essentiellement les constructions ou les équipements, menacés d'être ensevelis. Néanmoins, des « avalanches dunaires » peuvent également survenir et mettre en péril des vies humaines.

Les techniques de protection

Elles consistent tout d'abord à réduire les effets du vent et à limiter le transport des matériaux, par l'utilisation de brise-vent (barrières en branchages, en bois ou en plastique). Ensuite, on cherche à stabiliser les dunes grâce à l'implantation de végétaux adaptés. Enfin, la gestion des accès aux dunes (escaliers, parkings, chemins en caillottes) permet de limiter la destruction des végétaux déjà présents.



Dune avec oyats près de Dunkerque.



En France, 1 800 km de côtes sont concernés par un recul compris entre 0,5 et 1 m par an.



Le phénomène de recul des falaises

Le recul du trait de côte et de falaise

Le phénomène

Depuis toujours la côte est creusée par l'érosion marine en certains endroits, tandis que des matériaux s'accumulent en d'autres pour étendre le domaine continental.

L'aléa

Seuls des paramètres naturels influencent l'aléa.

La géologie : ce phénomène se rapproche des éboulements, chutes de pierres et de blocs, et dans certains cas, des glissements. La géologie du site aura une influence similaire à celle observée sur l'évolution de ces derniers.

Les conditions maritimes et océaniques : pour les côtes basses, le phénomène est conditionné par le niveau d'eau, par ses variations dues aux vents marins et aux basses pressions atmosphériques, ainsi que par l'action des vagues déferlantes. Pour les côtes à falaises, on retrouve également les mêmes paramètres que pour les chutes de blocs et les éboulements.

Le risque

Le recul des côtes entraîne peu de risque pour les personnes. En revanche, la perte de terrain continental induit un risque conséquent pour les infrastructures.

Les techniques de protection

Le recul du trait de côte est un phénomène purement naturel. Des actions de protection, situées en un point de la côte, peuvent localement l'aggraver, par transfert des zones d'érosion.

Sur les côtes basses, la **protection passive** consiste à limiter le recul du trait de côte par des enrochements ou des digues. Néanmoins, cette technique a des impacts négatifs, tel que l'abaissement progressif des plages au droit de l'ouvrage. Elle n'est donc utilisée que si des biens sont directement menacés.

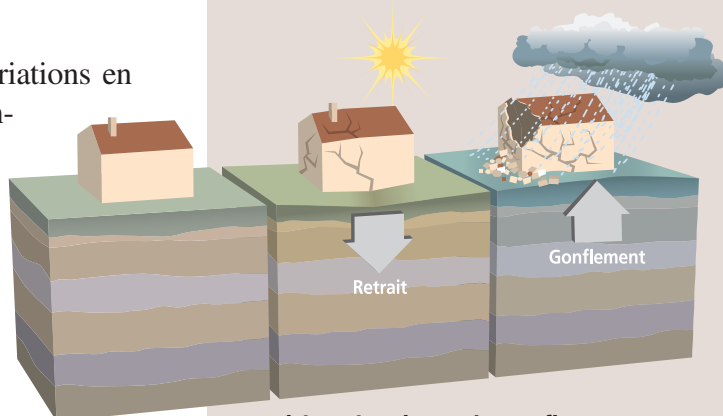
Les techniques de **protection active** s'attachent à réduire l'énergie des houles et leur capacité érosive, par la réalisation d'épis ou de brise-lames. L'apport de sédiments peut également être utilisé pour favoriser la sédimentation en avant du trait de côte. Là encore, les efforts de protection peuvent avoir des effets potentiellement négatifs en déplaçant le problème un peu plus loin.

Pour les côtes à falaises, les techniques actives de protection contre les chutes de blocs peuvent également s'appliquer [voir page 7].

Les retraits-gonflements

Le phénomène

Il se manifeste dans les sols argileux et est lié aux variations en eau du terrain. Lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface : on parle de *retrait*. À l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces terrains produit un phénomène de *gonflement*. Des tassements peuvent également être observés dans d'autres types de sols (tourbe, vase, loess, sables liquéfiables, etc.) lors des variations de leur teneur en eau.



Le phénomène de retrait - gonflement

L'aléa

Les paramètres naturels influençant l'aléa

La géologie : les retraits-gonflements se développent dans les argiles, de manière plus ou moins conséquente suivant le type d'argile. On retrouve particulièrement ce phénomène dans les smectites et les interstratifiés.

L'hydrogéologie et la météorologie : les variations de teneur en eau des terrains sont un paramètre essentiel conditionnant l'intensité de ce phénomène. La fluctuation des nappes souterraines due aux précipitations constitue un facteur aggravant.

La végétation : la présence d'arbres ou d'arbustes augmente l'intensité du phénomène, par l'action de pompage par ces végétaux de l'eau contenue dans le sous-sol.

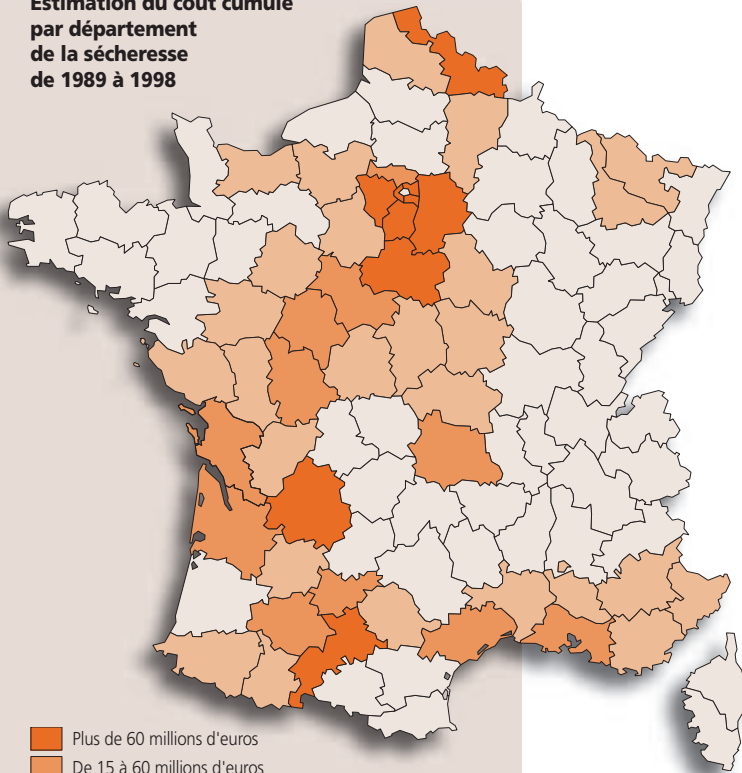
Les paramètres anthropiques influençant l'aléa

La modification de l'hydrologie : les variations de la teneur en eau dans les sols, suite à une activité humaine, peuvent accentuer l'intensité du phénomène de retrait-gonflement.

Le risque

La lenteur et la faible amplitude du phénomène de retrait-gonflement le rendent sans danger pour l'Homme. Néanmoins, l'apparition de tassements différentiels peut avoir des conséquences importantes sur les bâtiments à fondations superficielles. Entre 1989 et 1992, des conditions climatiques particulières entraînèrent des phénomènes de retrait sur l'ensemble du territoire métropolitain causant deux milliards d'euros de dommages.

Estimation du coût cumulé
par département
de la sécheresse
de 1989 à 1998



- Plus de 60 millions d'euros
- De 15 à 60 millions d'euros
- De 1,5 à 15 millions d'euros
- Moins de 1,5 million d'euros

Source : MEDD/DPPRI/SDPRM/LBT

Les techniques de protection

Il existe tout d'abord des mesures constructives (fondations profondes, rigidification de la structure par chaînage) qui limitent les dommages sur les bâtiments. La maîtrise des rejets d'eau dans le sol (eaux pluviales et eaux usées) réduit également les variations et les concentrations d'eau et donc l'intensité du phénomène. Le contrôle de la végétation arborescente permet lui aussi de diminuer les risques.

Le simple respect des règles de l'art en construction suffit la plupart du temps à éviter les dommages. Des mesures simples, telles que l'étanchéification des pourtours des maisons ou la destruction d'arbres trop proches des habitations en zone sensible, peuvent être mises en œuvre.

Votre commune face au risque sur www.prim.net

Le ministère de l'Écologie et du Développement durable a créé un site Internet entièrement dédié à la prévention des risques majeurs.

On y trouve des informations précises par commune.



http://www.prim.net/cgi_bin/citoyen/macommune/23_face_au_risque.html

Les événements historiques

Date	Localisation	Type	Conséquences
Dans le monde			
1756	Chine	Glissements de terrain	100 000 victimes (glissements dus à un séisme)
1881	Suisse	Éboulement en grande masse	10 millions de m ³ de matériaux détruisent la ville d'Untertal et une partie de celle d'Elm, causant la mort de 115 personnes
9 oct. 1963	Val Serpentine, Italie	Glissement de terrain	Inondation de 6 villages, 2 000 morts et 6 milliards de liras de dégâts [voir ci-contre]
28 juill. 1987	Val Pola, Italie	Éboulement et glissement	30 à 40 millions de m ³ glissent du mont Zandila dans un lac, créant une vague qui cause 27 victimes dans le village d'Aquilone
1988	Petropolis, Brésil	Coulées boueuses	160 victimes et 10 000 personnes évacuées
29 mars 1993	Équateur	Glissement de terrain	20 millions de m ³ de matériaux causent plusieurs dizaines de morts et entraînent la création d'un lac détruisant ainsi des voies de communications et une centrale thermodynamique
Déc. 1999	Vénézuëla	Glissement de terrain	Des centaines de coulées boueuses tuent plus de 20 000 personnes
31 mars 2003	Chima, Bolivie	Glissement de terrain	Plusieurs centaines de disparus, 400 maisons ensevelies
En France			
1248	Mont Granier, Savoie	Éboulement en grande masse	Entre 300 et 500 millions de m ³ mobilisés recouvrent plusieurs villages, faisant 5 000 morts
1442	Claps de Luc-en-Diois, Drôme	Éboulement et glissement rocheux	1,1 million de m ³ de matériaux. Création de deux lacs dont le plus grand couvrait plus de 300 ha
24 nov. 1926	Roquebillière, Alpes-Maritimes	Glissement de terrain	28 victimes
13 nov. 1932	Colline des Balmes, Lyon, Rhône	Glissement de terrain	40 victimes dans le quartier Saint-Jean
8 mai 1932	Lyon, Rhône	Glissement de terrain	30 victimes au cours d'Herbouville
1 juin 1961	Clamart, Hauts-de-Seine	Effondrement	8 ha surplombant une carrière de craie s'effondrent. 21 victimes
16 avril 1970	Plateau d'Assy, Haute-Savoie	Coulées boueuses	71 victimes dans le sanatorium de Praz-Coutant
1980	Grand-Îlet, cirque de Salazie, La Réunion	Glissement de terrain et coulées boueuses	10 victimes
27 août 1987	Modane, Savoie	Coulées boueuses	Environ 80 000 m ³ de matériaux déversés dans la ville, entraînant 6 millions d'euros de dégâts
1989-1992	Ensemble du territoire métropolitain	Sécheresse géotechnique	Phénomène de retrait-gonflement dans les sols argileux sensibles causant 2 milliards d'euros de dommages
9 janv. 1994	La Salle-en-Beaumont, Isère	Glissement de terrain	1,3 million de m ³ de matériaux détruit 9 maisons et cause la mort de 4 personnes
Avril 2000	Remire-Montjolly, Guyanne	Glissement de terrain	10 victimes du glissement de la colline Cabassou

En octobre 1963, après des pluies soudaines et abondantes, une importante partie du versant du mont Toc, dans le val Serpentine, se rompt. 270 millions de m³ de matériaux glissent vers le torrent du Vajont. Le caractère exceptionnel de cette catastrophe vient de la présence d'un barrage et d'une gorge profonde, en amont du bourg de Longarone. Le glissement provoque une gigantesque vague en arrivant dans la retenue d'eau. Cette puissance colossale n'endommage pas le barrage, mais rase complètement Longarone, causant près de 2 000 victimes, et inonde plusieurs villages dans la vallée de la Piave.



Roquebillière (Alpes-Maritimes), 24 novembre 1926.

L'Inspection générale des carrières de Paris et la Commission des Balmes, à Lyon

Les mairies présentes sur le territoire couvert par l'IGC (région parisienne) ou la Commission des Balmes (région lyonnaise) consultent ces services lors des demandes de permis de construire. Ces services possèdent des cartothèques recensant les cavités d'origine naturelle ou anthropique (près de 80 % des vides présents dans Paris, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis et le Val-de-Marne sont catalogués par l'IGC). L'avis rendu par ces services est intégré au permis de construire et peut imposer la réalisation de campagnes de reconnaissance du sous-sol si les travaux sont prévus au sein d'une zone de cavités. Les reconnaissances sont à la charge du propriétaire du terrain en vertu de l'article 552 du Code civil qui stipule que « la propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous ».



Lyon, colline des Balmes, quartier Saint-Jean, 13 novembre 1932.

LES ACTIONS DE PRÉVENTION ET DE SECOURS

La protection

La maîtrise d'ouvrage des travaux de protection, lorsque ceux-ci protègent des intérêts collectifs, revient aux communes dans la limite de leurs ressources. Cette responsabilité leur incombe en référence à l'article L.2212-2-5^e du Code général des collectivités territoriales. En application de son pouvoir de police, le maire a « le soin de prévenir, par des précautions convenables, et de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires, les accidents, (...) les incendies, les inondations, les ruptures de digues, les éboulements de terre ou de rochers, les avalanches ou autres accidents naturels ». Dans le cas contraire, les travaux sont à la charge des particuliers, propriétaires des terrains à protéger. Le terme « particulier » désigne les citoyens, mais également les aménageurs et les associations syndicales agréées. En cas de carence du maire, ou lorsque plusieurs communes sont concernées par les aménagements, l'État peut intervenir pour prendre les mesures de police (art. L.2215-1 CGCT).

Souvent, dans les cas de mouvements de grande ampleur, aucune mesure de protection ne peut être mise en place à un coût réaliste. La sécurité des personnes et des biens doit alors passer par l'adoption de mesures préventives.

La prévention

La prévention regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour réduire l'impact d'un phénomène naturel prévisible sur les personnes et les biens.

En matière de mouvements de terrain, si des mesures de protection ont pu être mises en place, elles ne sont efficaces que pour un événement d'intensité limité. Traiter l'aléa ne supprime donc pas définitivement le risque. En conséquence, le meilleur moyen de prévention contre les risques de mouvements de terrain est d'agir sur la réduction de la vulnérabilité des enjeux, c'est-à-dire sur la limitation des éventuels dommages : on parle de *mitigation*. Elle suppose notamment la formation des divers intervenants (architectes, ingénieurs en génie civil, entrepreneurs, etc.) en matière de conception et de prise en compte des phénomènes naturels (climatiques et géologiques), ainsi que la définition de règles de construction. Leur application doit par ailleurs être garantie par un

La mitigation concerne notamment les biens économiques : les constructions (privées et publiques), les bâtiments industriels et commerciaux, ceux nécessaires à la gestion de crise, les réseaux de communication, d'électricité, d'eau, de communication, etc.

contrôle des ouvrages. Cette action sera d'autant plus efficace quand tous les acteurs concernés, c'est-à-dire également les intermédiaires tels que les assureurs et les maîtres d'œuvre, y seront sensibilisés.

Si l'État et les communes ont des responsabilités dans le domaine de la protection et de la prévention, les particuliers peuvent contribuer à se protéger efficacement et diminuer leur propre vulnérabilité. Pour cela, il est primordial que chacun connaisse au préalable les phénomènes auxquels il est exposé, en s'informant sur leur description, l'événement possible et les dommages potentiels [voir plus loin *L'information préventive*]. De même, la mitigation passe par l'adoption de mesures constructives [voir *Les techniques de protection*] et le respect des règles d'urbanisme [voir *La maîtrise de l'aménagement du territoire*].

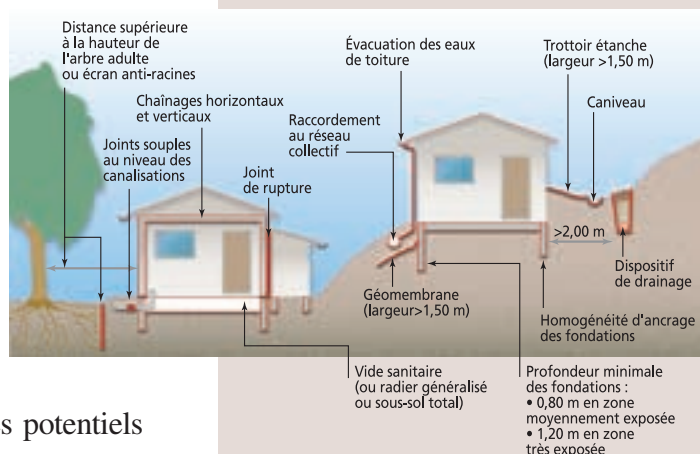
En matière de retrait-gonflement, les sinistres peuvent entraîner des coûts de réparation très lourds. Ils peuvent même aboutir dans certains cas à la démolition de la maison lorsque les frais nécessaires à son confortement dépassent la valeur de la construction. Mais le respect par les particuliers de mesures préventives simples peut éviter de telles situations [voir *hors-texte*].

La maîtrise de l'aménagement du territoire

Les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), institués par la loi du 2 février 1995 impliquent un repérage des zones vulnérables exposées aux aléas. Dans ces zones, ils peuvent prescrire des mesures d'urbanisme qui seront transcrites dans les *plans locaux d'urbanisme* (PLU), telles que la maîtrise des rejets d'eaux pluviales et usées. Des mesures constructives telles que l'adaptation des fondations au contexte géologique peuvent également être préconisées. Ces plans sont prescrits et élaborés par l'État.

La surveillance et la prévision

Pour les mouvements présentant de forts enjeux, des études peuvent être menées afin de tenter de prévoir l'évolution des phénomènes. La réalisation de campagnes géotechniques précise l'ampleur du phénomène. La mise en place d'instruments de surveillance, associée à la détermination de seuils critiques, permet de suivre l'évolution du phénomène et de donner l'alerte si nécessaire. La prévision de l'occurrence d'un mouvement limite le nombre de victimes, en permettant d'évacuer les habitations menacées, ou de fermer les voies de communication vulnérables. Néanmoins, la combinaison de différents mécanismes régissant la stabilité, ainsi que la possibilité de survenue d'un facteur déclencheur d'intensité inhabituelle rendent toute prévision précise difficile.



Les mesures préventives pour réduire les effets du retrait-gonflement

- **Les fondations** doivent être profondes, car c'est en surface que le sol subit les plus fortes déformations. Un ancrage homogène des fondations, même sur un terrain en pente, permet de répartir équitablement le poids de l'habitation.
- **La structure du bâtiment** doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chainages haut et bas. De même, si deux éléments de construction sont accolés et fondés de manière différente, ils doivent être désolidarisés et munis de joints de rupture sur toute leur hauteur, pour permettre des mouvements différentiels.
- **L'environnement immédiat de l'habitation** : les variations d'humidité provoquées par les arbres, les drains, les pompes ou l'infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées, doivent être le plus éloignées possible de la construction. Pour éviter l'évaporation saisonnière, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, sous forme de trottoir périphérique ou de géomembrane enterrée, qui protège sa périphérie immédiate de ce phénomène.

Des informations complémentaires sur le retrait/gonflement sont disponibles sur le site : <http://www.argiles.fr>

Pour en savoir plus sur les réglementations en vigueur, se référer au guide méthodologique « Plan de prévention des risques naturels (PPR), Risques de mouvements de terrain » ou au site Internet dont des extraits sont disponibles à l'adresse :

<http://www.prim.net/professionnel/documentation/guides.html>

Le plan de communication établi par le maire peut comprendre divers supports de communication, ainsi que des plaquettes et des affiches, conformes aux modèles arrêtés par les ministères chargés de l'environnement et de la sécurité civile (arrêté du 27 mai 2003).



Le maire peut imposer ces affiches :

- dans les locaux accueillant plus de 50 personnes,
- dans les immeubles regroupant plus de 15 logements,
- dans les terrains de camping ou de stationnement de caravanes regroupant plus de 50 personnes.

Les propriétaires de terrains ou d'immeubles doivent assurer cet affichage (sous contrôle du maire) à l'entrée des locaux ou à raison d'une affiche par 5 000 m² de terrain.

L'information préventive

La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Cette partie de la loi a été reprise dans l'article L.125.2 du Code de l'environnement.

Établi sous l'autorité du préfet, *le dossier départemental des risques majeurs* (DDRM) recense à l'échelle d'un département l'ensemble des risques majeurs par commune. Il explique les phénomènes et présente les mesures de sauvegarde. À partir du DDRM, le préfet porte à la connaissance du maire les risques dans la commune, au moyen de cartes au 1 : 25 000 et décrit la nature des risques, les événements historiques, ainsi que les mesures d'État mises en place.

Le maire élabore *un document d'information communal sur les risques majeurs* (DICRIM). Ce document présente les mesures de prévention et les mesures spécifiques prises en vertu des pouvoirs de police du maire. Le DICRIM doit être accompagné d'une communication (au moins tous les deux ans si la commune est couverte par un plan de prévention des risques) et d'une campagne d'affichage. Ces deux documents sont disponibles en mairie.

L'alerte et les consignes

Le signal national d'alerte consiste en trois émissions successives d'une minute chacune et séparées par des intervalles de cinq secondes, d'un son modulé en amplitude ou en fréquence [voir ci-contre]. Des essais ont lieu le premier mercredi de chaque mois à midi. Le signal est diffusé par tous les moyens disponibles et notamment par le réseau national d'alerte et les équipements des collectivités territoriales. Il est relayé par les dispositifs d'alarme et d'avertissement dont sont dotés les établissements recevant du public, et par les dispositifs d'alarme et de détection dont sont dotés les immeubles de grande hauteur. Pour les mouvements de terrain, ce signal ne sera diffusé que pour les phénomènes de grande ampleur. En effet l'évolution de ces derniers est régulièrement surveillée et lorsqu'il y a aggravation, l'alerte peut être déclenchée. Dans les autres cas, le temps d'alerte avant un événement exceptionnel est court, voire inexistant.

Les messages d'alerte contiennent des informations relatives à l'étendue du phénomène (tout ou partie du territoire national) et indiquent la conduite à tenir. Ils sont diffusés par les radios et les télévisions ¹.

¹ - Sociétés nationales de programme Radio France et France Télévisions, Société nationale de radio-diffusion et de télévision pour l'outre-mer, services autorisés de télévision par voie hertzienne terrestre desservant une zone dont la population est supérieure à six millions d'habitants, société d'exploitation de la quatrième chaîne.

Le signal de fin d'alerte consiste en une émission continue d'une durée de trente secondes d'un son à fréquence fixe. La fin de l'alerte est annoncée sous la forme de messages diffusés par les services de radiodiffusion sonore et de télévision, dans les mêmes conditions que pour la diffusion des messages d'alerte. Si le signal national d'alerte n'a été suivi d'aucun message, la fin de l'alerte est signifiée à l'aide du même support que celui ayant servi à émettre ce signal.

Les consignes

Un certain nombre de consignes générales à suivre « avant, pendant et après » une alerte ont été définies [voir ci-contre]. Dans le cas des mouvements de terrains, seul le confinement (consignes générales) est remplacé par l'évacuation.

Les secours

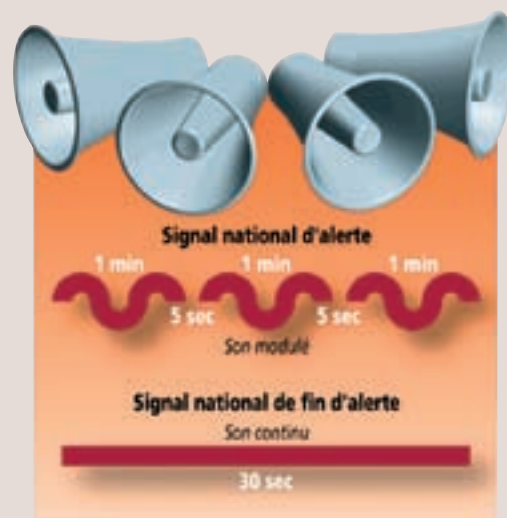
Au niveau communal, c'est le maire, détenteur des pouvoirs de police, qui a la charge d'assurer la sécurité de la population dans les conditions fixées par le Code général des collectivités territoriales. À cette fin, il prend les dispositions lui permettant de gérer la crise et peut, si nécessaire, faire appel au préfet représentant de l'État dans le département.

Le *plan communal de sauvegarde* détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Ce plan est obligatoire dans les communes dotées d'un PPR.

En cas de catastrophe concernant plusieurs communes, les *plans de secours départementaux* sont mis en application, conformément à la loi du 22 juillet 1987. La loi de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004 a réorganisé les plans de secours existants, selon le principe général que, lorsque l'organisation des secours revêt une ampleur ou une nature particulière, elle fait l'objet dans chaque département d'un plan Orsec.

Le *plan Orsec départemental*, arrêté par le préfet, détermine, compte tenu des risques existants dans le département, l'organisation générale des secours et recense l'ensemble des moyens publics et privés susceptibles d'être mis en œuvre. Il comprend des dispositions générales applicables en toute circonstance et des dispositions propres à certains risques particuliers.

Lorsque au moins deux départements d'une zone de défense sont concernés par une catastrophe ou que la mise en œuvre de moyens dépassant le cadre départemental s'avère nécessaire, le *plan Orsec de zone* est mis en service.



Le signal d'alerte peut être écouté sur le site Internet de l'Iffo-rme :

http://www.ac-versailles.fr/pedagogi/iffro-rme/d03-plan_sesam/sesama.htm

Le signal d'alerte est déclenché sur ordre du Premier ministre, du ministre chargé de la sécurité civile, du représentant de l'État dans le département (ou dans la région, si plusieurs départements sont concernés) ou du maire en tant qu'autorité de police compétente.

CONSIGNES GÉNÉRALES**AVANT****Prévoir les équipements minimums :**

- radio portable avec piles ;
- lampe de poche ;
- eau potable ;
- papiers personnels ;
- médicaments urgents ;
- couvertures ;
- vêtements de rechange ;
- matériel de confinement.

S'informer en mairie :

- des risques encourus ;
- des consignes de sauvegarde.

Organiser :

- le groupe dont on est responsable ;
- discuter en famille des mesures à prendre si une catastrophe survient (protection, évacuation, points de ralliement).

Simulations :

- y participer ou les suivre ;
- en tirer les conséquences et enseignement

PENDANT

S'informer : écouter la radio : les premières consignes seront données par Radio-France.

Inform le groupe dont on est responsable.

Ne pas aller chercher les enfants à l'école.

APRÈS

S'informer : écouter et suivre les consignes données par la radio et les autorités.

Inform les autorités de tout danger observé.

Apporter une première aide aux voisins ; penser aux personnes âgées et handicapées.

Se mettre à la disposition des secours.

Évaluer :

- les dégâts ;
- les points dangereux et s'en éloigner.

C'est le préfet qui déclenche la mise en application du plan Orsec et assure la direction des secours. Le Premier ministre peut placer le pilotage des opérations de secours sous la direction du représentant de l'État dans l'un de ces départements ou recourir au préfet de la zone de défense concernée.

Il existe une veille permanente assurée par des centres départementaux, inter-régionaux (ce sont les zones de défense) et national. Leur coordination est assurée par la direction de Défense et de la Sécurité civiles du ministère de l'Intérieur.

L'indemnisation

La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (art. L.125-1 à L.125-6 du Code des assurances) a fixé pour objectif d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles en se fondant sur le principe de solidarité nationale.

Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie « catastrophes naturelles », il faut que l'agent naturel en soit la cause directe. De plus, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les dommages aux biens ainsi que, le cas échéant, les dommages aux véhicules terrestres à moteur. Cette garantie est étendue aux pertes d'exploitation, si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré.

L'état de catastrophe naturelle, ouvrant droit à la garantie est constaté par un arrêté interministériel (des ministères de l'Intérieur et de l'Économie et des Finances) qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages couverts par la garantie (article L.125-1 du Code des assurances).

Dans le cas particulier où le mouvement est dû à une cavité, d'origine anthropique, résultant de l'exploitation passée ou en cours d'une mine, les conditions de l'indemnisation seront régies dans le cadre du Code minier.

La réassurance est l'opération par laquelle une entreprise d'assurance se fait assurer à son tour pour les risques qu'elle garantit à l'égard des assurés. La Caisse centrale de réassurance bénéficie de la garantie de l'État pour certains risques, dont les catastrophes naturelles, et peut ainsi fournir aux entreprises d'assurance des couvertures illimitées.

Références

Organismes de référence

- Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) :
<http://www.brgm.fr/>
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable (MEDD) :
<http://www.ecologie.gouv.fr/>

Sites internet

- <http://infoterre.brgm.fr/> - site d'information sur la géologie, l'eau et l'environnement.
- <http://www.bdmvt.net/> - base de données nationale mouvements de terrain.
- <http://www.bdcavite.net/> - base de données nationale des cavités souterraines.
- <http://www.argiles.fr> - base de données nationale du phénomène de retrait-gonflement.
- <http://www.prim.net> - site sur la prévention des risques majeurs.
- <http://www.irma-grenoble.com> - site d'information sur les risques majeurs.
- <http://www.legifrance.gouv.fr> - site juridique, diffusion du droit.

Bibliographie

- Besson L., 1996, *Les risques naturels en montagne, traitement, prévention, surveillance*, Artès-Publialp, 438 pages.
- Toutain C., 2001, *Prévenir les catastrophes naturelles ?*, Les essentiels Milan, Toulouse, 64 pages.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1997, *Plans de prévention des risques naturels prévisibles, Guide général*, La Documentation française, Paris, 76 pages.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1999, *Plans de prévention des risques naturels prévisibles, Risques de mouvement de terrain*, La Documentation française, Paris, 71 pages.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1999, *Plans de prévention des risques littoraux*, La Documentation française, Paris, 54 pages.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 2002, *Les événements naturels dommageables en France et dans le Monde en 2001*, Risques naturels majeurs, 16 pages.
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2003, *Les événements naturels dommageables en France et dans le Monde en 2002*, Risques naturels majeurs, 24 pages.
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2004, *Les événements naturels dommageables en France et dans le Monde en 2003*, Risques naturels majeurs, 40 pages.

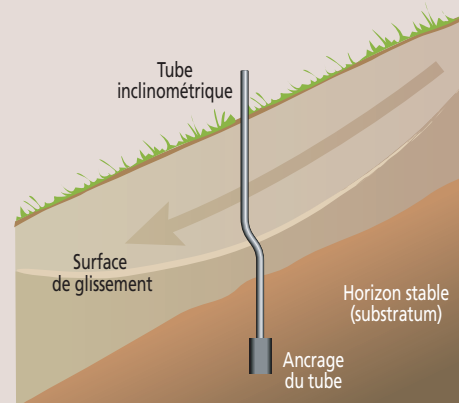
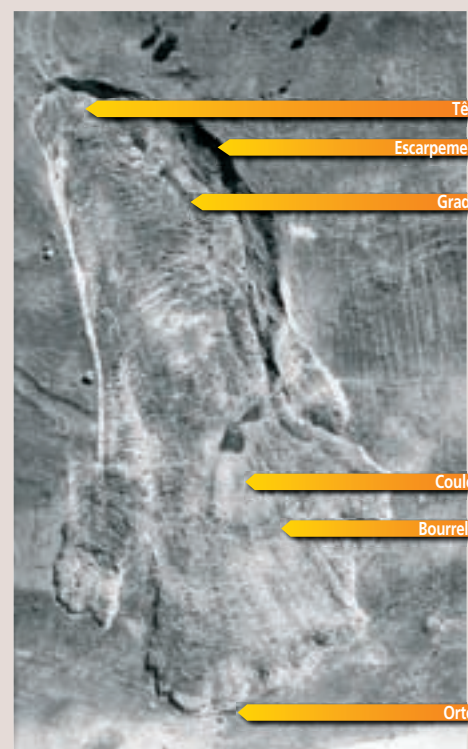
Glossaire

PLU : plan local d'urbanisme.

PPR : plan de prévention des risques naturels prévisibles.

Anthropique : dû à l'action de l'Homme.

Mitigation : réduction de l'intensité de l'aléa ou de la vulnérabilité des enjeux, elle a pour but de diminuer le montant des dommages.



L'inclinomètre est un appareil circulant dans un tube spécial qui traverse la surface de glissement. Ce dispositif permet de mesurer la vitesse et la profondeur du déplacement.

