

Les mouvements de terrain



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

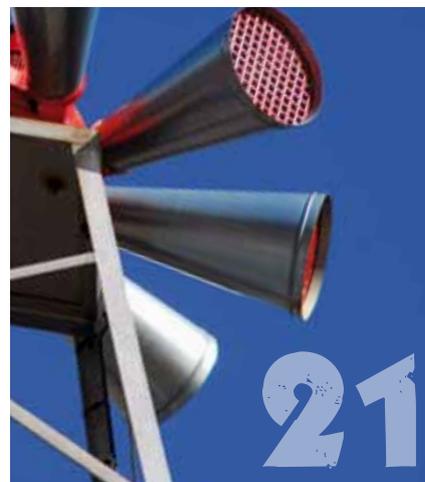


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE





SOMMAIRE



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

4

Typologie des mouvements de terrain

5

- Les affaissements et les effondrements 5
- Les éboulements et les chutes de pierres et de blocs 8
- Les glissements de terrain 10
- Le retrait-gonflement des sols argileux 14



Comment prévenir le risque de mouvements de terrain ?

17

- L'information préventive 17
- La surveillance 19
- La prise en compte du risque dans l'urbanisme 19
- Les travaux de réduction de la vulnérabilité 20
- La délocalisation des biens gravement menacés 20



Que faire en cas de mouvements de terrain ?

21

- L'alerte et les consignes 21
- Les plans de secours 23
- L'indemnisation des victimes 24

Un peu d'histoire

25

Glossaire

26

Pour aller plus loin

26

+

INTRODUCTION



Chutes de pierres, maisons fissurées, coulées de boues, ces phénomènes sont généralement dus à des mouvements de terrain.

Le terme mouvements de terrain regroupe plusieurs types de phénomènes bien différents :

-  les affaissements et les effondrements liés aux cavités souterraines ;
-  les éboulements et les chutes de pierres et de blocs ;
-  les glissements de terrain ;
-  le retrait-gonflement des sols argileux.

Ces mouvements, plus ou moins rapides, du sol et du sous-sol interviennent sous l'effet de facteurs naturels divers comme de fortes précipitations, une alternance de gel et dégel, des températures très élevées ou sous l'effet d'activités humaines touchant aux terrains comme le déboisement, l'exploitation de matériaux ou les travaux de terrassement.

Si ces mouvements restent ponctuels, ils constituent un risque majeur en raison des conséquences lourdes, matérielles et humaines, qu'ils peuvent entraîner.

Au plan mondial, les mouvements de terrain causent chaque année la mort de 800 à 1 000 personnes.

En France, ce risque concerne environ 7 000 communes et présente, pour un tiers d'entre elles, un niveau de gravité fort.

Même s'il est parfois difficile de détecter ces phénomènes et de déterminer le moment où ils vont se déclencher, il est possible de limiter leurs conséquences en prenant des mesures de prévention. Elles consistent notamment à informer la population, à surveiller les zones sensibles, à prendre en compte le risque dans l'urbanisme et à réaliser des travaux de prévention.

Les citoyens habitant ou fréquentant les zones soumises à des mouvements de terrain doivent s'informer sur les risques encourus, respecter les règles de prévention et suivre les consignes en cas d'alerte.

7 000
communes
françaises
sont concer-
nées par les
mouvements
de terrain



QU'EST-CE QU'UN MOUVEMENT DE TERRAIN ?

Un mouvement de terrain est un déplacement, du sol ou du sous-sol, plus ou moins brutal, sous l'effet d'influences naturelles – fortes précipitations, alternance gel et dégel, érosion, etc. – ou anthropiques* – exploitation de matériaux, déboisement, terrassement, etc.

Les mouvements de terrain peuvent être lents ou rapides.

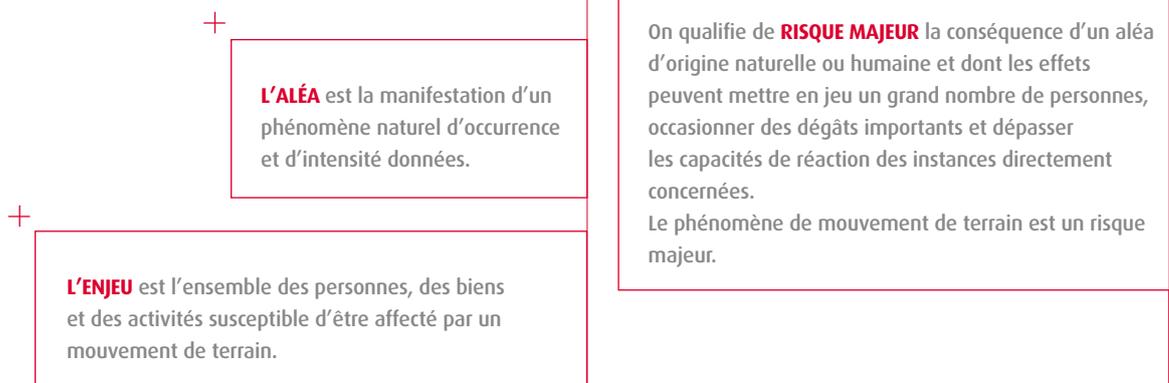
Les mouvements lents entraînent une déformation progressive des terrains qui ne sont pas toujours perceptibles par l'homme. Il s'agit des affaissements, des tassements, des glissements, de la solifluxion*, du fluage*, du retrait-gonflement et du fauchage*.

Les mouvements de terrain rapides se propagent de manière brutale et soudaine : il s'agit de chutes de pierres ou de blocs, d'effondrements de cavités souterraines, d'éboulements rocheux ou de coulées de boue.

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 conséquences économiques des dégâts engendrés par les mouvements de terrain peuvent être directes (réparations des biens endommagés) et indirectes comme par exemple la coupure d'une route fréquentée pendant plusieurs jours. Il n'est pas toujours possible techniquement ou financièrement de protéger les biens existants contre les effets des mouvements de terrain. Il faut alors envisager une délocalisation des biens menacés.

Aléa, enjeu et risque majeur, trois notions importantes pour comprendre le phénomène de mouvement de terrain.



* Voir glossaire page 26

Typologie des mouvements de terrains

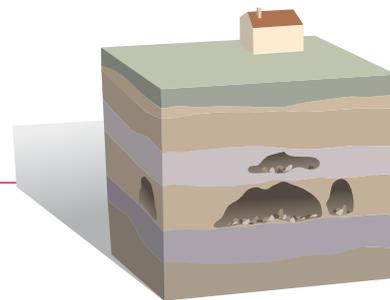


LES AFFAISSEMENTS ET LES EFFONDEMENTS

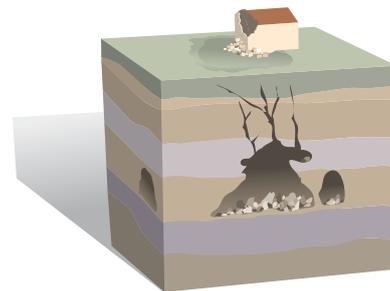
LES AFFAISSEMENTS ET LES EFFONDEMENTS sont liés à la présence de cavités souterraines d'origine naturelle ou humaine.

LES **AFFAISSEMENTS** sont des dépressions topographiques en forme de cuvette dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture.

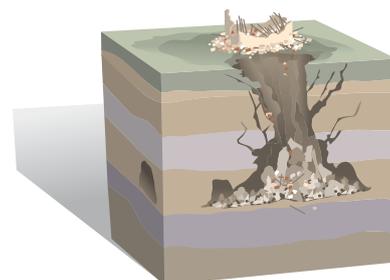
LES **EFFONDEMENTS** résultent de la rupture des appuis ou de la partie supérieure d'une cavité souterraine. Cette rupture se propage jusqu'en surface de manière plus ou moins brutale créant un fontis*, excavation grossièrement cylindrique, dont le diamètre est généralement inférieur à une dizaine de mètres. Les dimensions de cette excavation dépendent des conditions géologiques, de la taille et de la profondeur de la cavité et du mode de rupture. Dans quelques rares cas, l'effondrement en chaîne des appuis d'une cavité entraîne une déformation de la surface sur plusieurs hectares. Il s'agit des phénomènes d'effondrement généralisé.



Cavité naturelle ou artificielle



Effondrement de la cavité

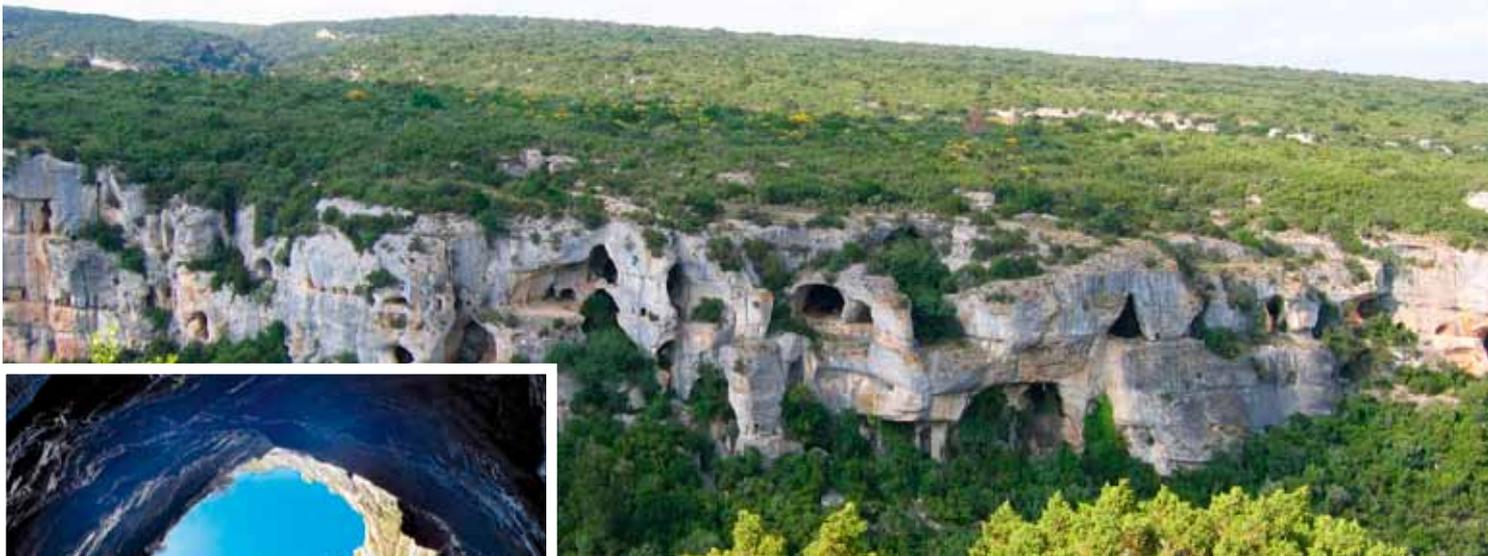


Propagation du vide vers la surface

* Voir glossaire page 26



6 Les mouvements de terrain



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

↗ **Minerve dans l'Hérault**, cavités naturelles aménagées comme abri.



Les causes

Les affaissements et les effondrements trouvent leur origine dans des paramètres naturels ou dans des activités passées d'extraction de matériaux dans le sous-sol.

Les paramètres naturels La géologie et l'hydrogéologie

Les circulations d'eaux souterraines peuvent dissoudre des matériaux solubles comme le calcaire (formations de réseaux karstiques*) ou le gypse* et entraîner la formation de cavités. Ce phénomène est relativement lent dans les sols calcaires, mais rapide dans les terrains salins et gypseux.

❁ **Les sapes de guerre**
Cavités creusées pendant les guerres à des fins militaires.



↗ Vue d'un pilier ruiné dans une ancienne carrière souterraine.



Les risques

Le territoire français reste largement exposé aux risques liés à la présence de cavités d'origine naturelle ou issues de l'exploitation du sous-sol et des événements du passé. Ces vides peu profonds, souvent mal connus ou oubliés, dont certains sont situés au cœur de zones urbanisées, peuvent être à l'origine d'effondrements brutaux et imprévus.

Les risques engendrés par les affaissements

Les affaissements sont des mouvements lents et progres-

❁ Voir glossaire page 26

sifs. 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 leur destruction complète.

Les risques engendrés par les effondrements

Les effondrements présentent un caractère soudain et augmentent ainsi la vulnérabilité des personnes. Ces dernières années, en France, un à deux décès par an ont été causés par des phénomènes d'effondrement.

Les ouvrages demeurent très vulnérables à ce risque ; les effondrements de terrain entraînent le plus souvent leur destruction.

Le risque économique

Les affaissements et les effondrements entraînent des coûts dus aux réparations voire l'arrêt des activités du secteur concerné si le site est trop endommagé.

La catastrophe de Clamart



Le 1^{er} juin 1961, un énorme grondement souterrain se fait entendre et, quelques instants plus tard, six hectares de carrière de craie s'effondrent sur une hauteur de deux à quatre mètres à la limite des communes de Clamart et d'Issy-les-Moulineaux. Six rues disparurent et le terrain du stade d'Issy-les-Moulineaux fut transformé en paysage lunaire. On dénombra 21 morts, 45 blessés, plus de 273 sinistrés et 23 immeubles détruits.



La protection

Les mesures de protection visent à traiter les cavités et à renforcer les constructions.

Le traitement des cavités

Il est possible de supprimer les risques liés à une cavité en la comblant totalement. Mais cette solution radicale est très coûteuse.

D'autres solutions consistent à soutenir et à consolider les cavités accessibles par la mise en place de piliers en maçonnerie ou l'injection de coulis (mélange de béton et d'adjuvants) pour former des plots.

Le renforcement de l'ouvrage

Afin de protéger les constructions menacées par les affaissements et les effondrements, il est possible de renforcer la structure de l'ouvrage ou de réaliser des fondations traversant la cavité avec des matériaux résistants aux déformations.

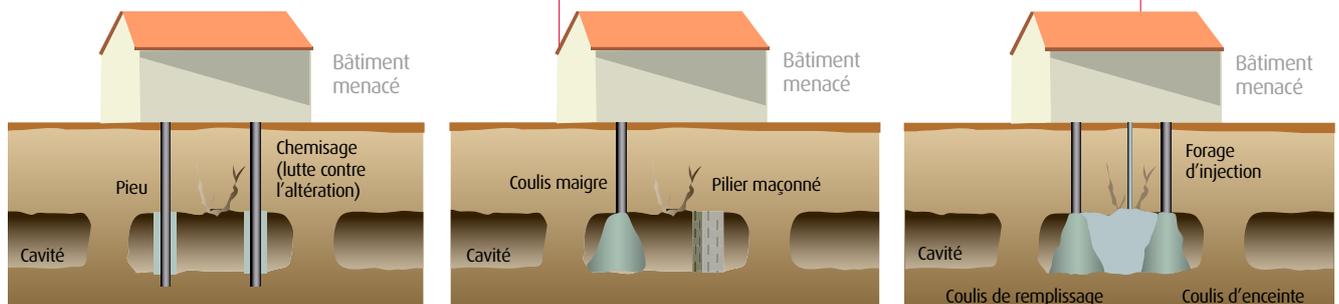
Mais, ce type de dispositif n'est mis en place que lorsque les mouvements attendus en surface demeurent faibles.



RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS sur la base de données nationales sur les cavités : www.cavites.fr



Exemple de mesures de protection contre les effondrements.



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



LES ÉBOULEMENTS ET LES CHUTES DE PIERRES ET DE BLOCS

L'ÉVOLUTION NATURELLE DES FALAISES ET DES VERSANTS ROCHEUX engendre des chutes de pierres, de blocs ou des éboulements en masse. Ces blocs isolés rebondissent ou roulent sur le versant.

Dans le cas des éboulements en masse, un volume important de roches s'écroule à grande vitesse sur une très grande distance. La forte interaction entre les éléments rend la prévision de leur trajectoire et rebond complexe.



Les éboulis se forment par détachement des roches d'une falaise ou pente de terrain.



Les causes



Les chutes de pierres impactent souvent les routes.

Les éboulements et les chutes de pierres et de blocs trouvent leur origine dans des phénomènes naturels et peuvent être favorisés par l'activité de l'homme.

Les paramètres naturels

La géologie

Le pendage* des couches géologiques, leur état de fracturation, d'altération et leur perméabilité conditionnent l'occurrence et l'intensité des chutes de blocs et des éboulements.



Chute de blocs depuis le versant est du massif de la Chartreuse, le 2 janvier 2002.

L'hydrogéologie

Les circulations et la rétention d'eau au sein des massifs rocheux entraînent des phénomènes d'érosion et d'altération et une augmentation des pressions interstitielles*.

L'alternance du gel et du dégel de l'eau contenue dans les terrains participe également à cette altération.

Les séismes

Les séismes font vibrer les massifs rocheux et peuvent être à l'origine de chutes de blocs ou d'éboulements.

Les paramètres humains

La modification de l'hydrologie

Le développement des activités humaines (habitations, parkings, voiries, etc.) entraîne une imperméabilisation du sol qui peut conduire à une concentration des écoulements d'eau dans des zones sensibles.

Les rejets d'eau ou la rupture de canalisations d'eau dans ces zones constituent des facteurs aggravants.

L'influence des travaux

Les travaux d'aménagement peuvent entraîner un raidis-

* Voir glossaire page 26

sement de la pente et occasionner des chutes de pierres. Dans le cas de l'utilisation d'explosifs, les vibrations peuvent déstabiliser des ensembles de blocs.

Les risques

Les risques engendrés par les éboulements et les chutes de pierres et de blocs sont particulièrement importants par leur caractère soudain et destructeur.

Les risques sur l'homme

Les éboulements sont brutaux et présentent donc un risque conséquent pour les personnes.

Les risques sur les ouvrages

Ces mouvements de terrain impactent les ouvrages (bâtimens, voies de communication, etc.), allant de leur dégradation partielle à leur destruction totale. Ces dommages entraînent un coût direct causé par les réparations des bâtiments, mais également un coût, difficilement chiffrable, lié à la perturbation des activités du secteur touché.

Les autres risques

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 d'eau qui peut ensuite rompre.

La protection

Différentes méthodes de protection contre les éboulements et chutes de pierres et de blocs existent.

La protection active

La protection vise à empêcher les blocs et les pierres de se détacher des falaises.

Plusieurs techniques sont possibles :

- la pose de filets ou de grillage plaqué permet d'amarer les blocs à la paroi ;
- le confortement des parois par massif bétonné ou par béton projeté empêche le décrochement de blocs ;



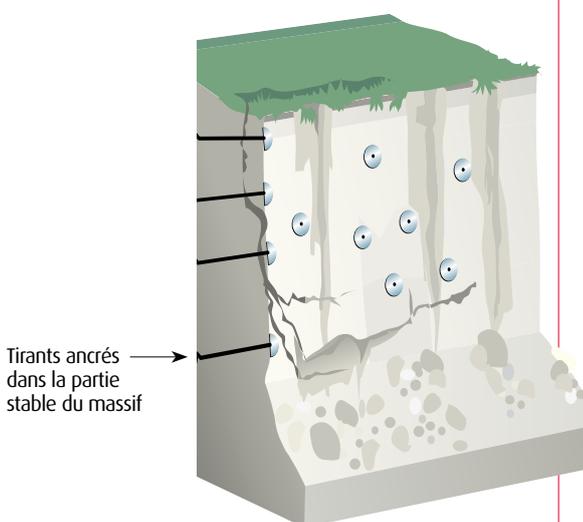
Un village à risque

En janvier 1957, plus de 5000 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 de La Roque-Gageac après la catastrophe de 1957.

- le clouage des parois limite 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.

Des méthodes de protection à court terme existent, comme 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.



Principe de la parade par ancrage du rocher



La protection passive

Elle consiste essentiellement à interposer un écran entre le massif rocheux et les enjeux. Il peut s'agir :

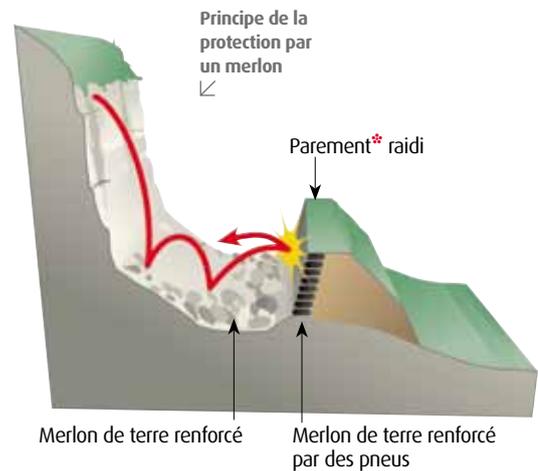
- **d'un merlon*** pouvant arrêter des blocs volumineux ;
- **d'écrans** interceptant des blocs dans la pente ;
- **de déviateurs**, comme des grillages pendus guidant les blocs en pied de falaise ;
- **de boisements** capables de freiner, voire d'arrêter, des blocs.

RETROUVEZ TOUTES
LES INFORMATIONS

sur la base de
données nationale
sur les mouvements
de terrain :
[www.mouvements-
deterrain.fr](http://www.mouvements-
deterrain.fr)



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



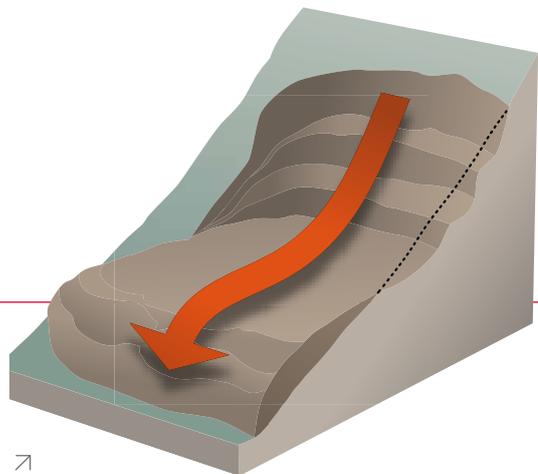
LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

UN GLISSEMENT DE TERRAIN est un déplacement généralement 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 vitesses de glissement du terrain restent variables mais peuvent atteindre quelques décimètres par an. Lorsqu'il y a rupture, les terrains peuvent glisser très rapidement, surtout lorsqu'ils sont saturés en eau.

D'autres phénomènes assimilés :

LES COULÉES BOUEUSES : elles correspondent à la mise en mouvement de matériaux à l'état visqueux et peuvent résulter de l'évolution de glissements sous l'action de l'eau ;

LE FLUAGE : c'est un mouvement lent et irrégulier sur des pentes faibles ;



↗
Surface de rupture

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.

il affecte essentiellement les argiles et entraîne des tassements locaux ;

LA SOLIFLUXION : c'est un phénomène d'écoulement des sols en surface sur des pentes très faibles ; il est dû à l'alternance gel/dégel, au passage des animaux ou à l'action des racines.

* Voir glossaire page 26



1



2



3

1- Effondrement d'une route suite à un mouvement de terrain.

2- Un glissement de terrain en montagne.

3- Une coulée de boue dans un jardin.



Les causes

Les glissements de terrain trouvent leur origine dans des phénomènes naturels et peuvent être favorisés par l'activité de l'homme.

Les paramètres naturels

La géologie

Les caractéristiques mécaniques d'un matériau, sa perméabilité, son état d'altération conditionnent la pente limite d'équilibre et l'occurrence du mouvement.

La géomorphologie

L'importance de la pente de terrain influence le développement de certains types de glissement. Une pente faible sera suffisante pour déclencher des phénomènes de solifluxion ou de fluage.

La végétation

La couverture végétale joue un rôle dans la stabilité des glissements de terrain très superficiels ; cette couverture végétale peut avoir un effet bénéfique ou néfaste selon les 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

Les infiltrations et les circulations d'eau dans le sol contribuent largement au déclenchement des glissements de terrain en modifiant les caractéristiques des matériaux et en entraînant une pression interstitielle dans le sol.

Les séismes

La mise en vibration des éléments du sol peut être à l'origine de la déstabilisation des masses en place.

Glissement de terrain au lieu-dit La Grande Mouille

Le 22 septembre 2007, un glissement de terrain a été provoqué par le terrassement en cours d'une parcelle à construire. Il s'est déclenché alors que

la pelle mécanique travaillait. Le chalet situé en aval du terrassement a été complètement détruit par la coulée (photo 2).



➤ **En mars 2001 au hameau de Vougron**, en Haute-Savoie, un glissement de terrain a détruit plusieurs bâtiments, dont une vieille ferme.

➤ **Remise en état d'une route** après un glissement de terrain.

Les paramètres anthropiques

La modification de l'hydrologie

La modification des apports en eau par une activité humaine peut créer ou aggraver le risque.

L'influence des travaux

Les opérations de terrassement, lors des chantiers de construction, peuvent entraîner la suppression d'une butée de pied*, stabilisatrice d'une masse de terrain, ou augmenter la pente d'un versant composé de matériaux pas assez cohérents pour cette nouvelle topographie.

De même, une opération de remblaiement en partie supérieure d'un versant engendre une surcharge qui peut déclencher ou aggraver un glissement.



ral pas de risque pour les vies humaines sauf lors de la phase de rupture où le mouvement est alors soudain.

Dans le cas des mouvements de grande ampleur, 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 sont rares et ont des conséquences difficilement prévisibles.

Ce sont les glissements de terrain soudains comme les coulées de boues qui rendent les populations les plus vulnérables du fait de l'effet de surprise.



Les risques

Les glissements de terrain peuvent être localement très meurtriers et causer des dommages importants sur les ouvrages et les infrastructures.

Les risques pour l'homme

Les mouvements lents et progressifs ne présentent en géné-

Les risques sur les ouvrages

Les glissements de terrain, qu'ils soient lents ou rapides, impactent les infrastructures (bâtiments, voies de communication, etc.) allant de leur fissuration à leur destruction totale. Même les mouvements lents et superficiels (fluage et solifluxion) peuvent dégrader des canalisations et autres réseaux enterrés.

* Voir glossaire page 26

La protection

Il n'est pas possible de maîtriser les conséquences des glissements de terrain majeurs vu les grandes quantités de matériaux mises en jeu. Il existe néanmoins des techniques de protection pour les glissements de terrain plus modestes.

La réalisation d'un système de drainage – drains, tranchée drainante, éperon drainant* – (cf. infographie) est une technique couramment utilisée pour limiter les infiltrations d'eau, principales causes du déclenchement des glissements de terrain. Les ouvrages de soutènement – mur de soutènement, enrochements – en pied de glissement limitent également leur développement (cf. infographie).

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 car ils peuvent avoir un rôle néfaste.



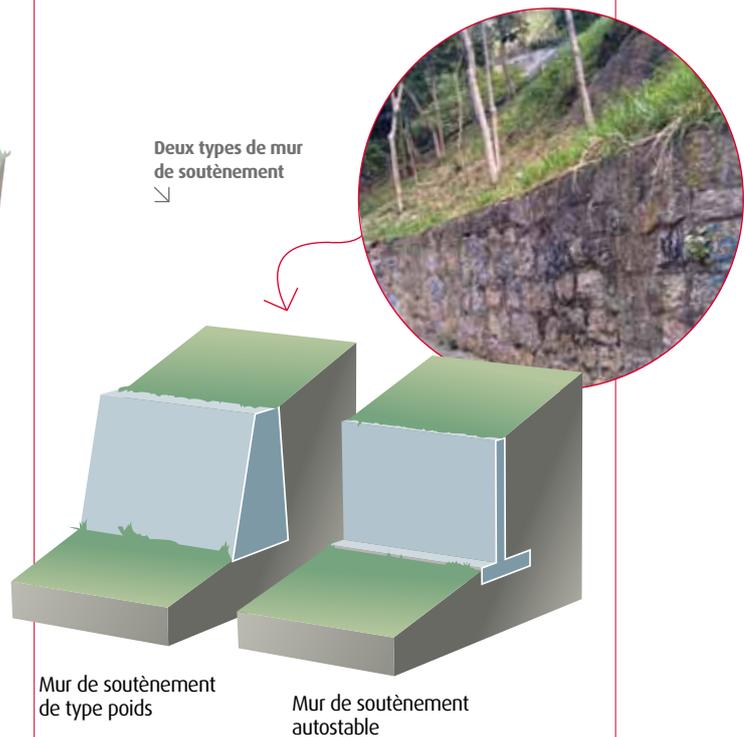
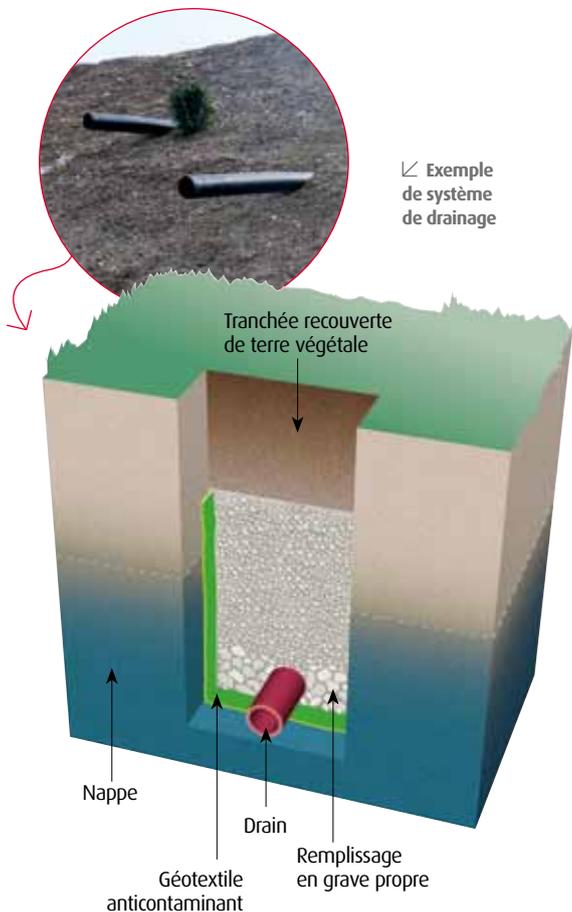
Des mouvements de terrain actifs aujourd'hui

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 ;

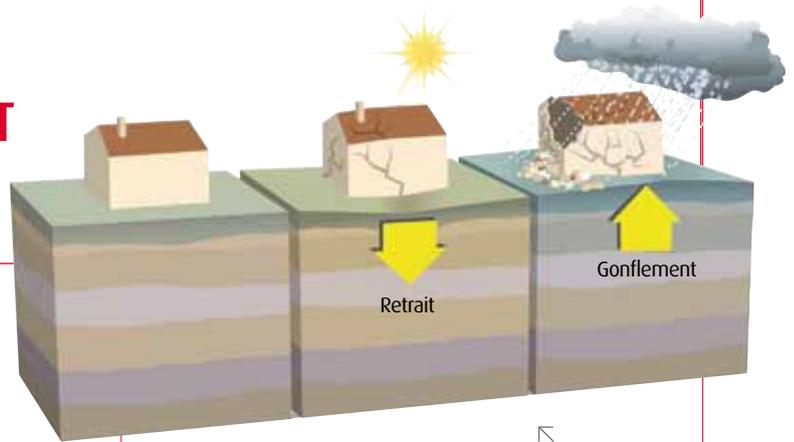
- **les Ruines de Séchilienne**, en Isère, où la masse active en mouvement est estimée à 2 à 3 millions de m³. La surveillance de ce massif montre que la zone la plus active se déplace de plus d'un mètre par an.



* Voir glossaire page 26



LE RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX



↖ Le phénomène de retrait-gonflement

LE PHÉNOMÈNE DE RETRAIT-GONFLEMENT se manifeste dans les sols argileux et est lié aux variations en eau contenue dans ces sols. Lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol argileux en surface : il y a retrait. À l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces terrains produit un phénomène de gonflement.

Les bâtiments construits sur des fondations peu profondes, comme de nombreuses maisons individuelles, demeurent particulièrement sensibles à ce phénomène. Lors de périodes sèches, la différence de teneur en eau entre les façades du bâtiment (exposées à l'évaporation de l'eau dans le sol) et son centre (protégé de l'évaporation) entraîne un tassement différentiel du sol. L'hétérogénéité des tassements entre deux points du bâtiment peut conduire à une fissuration, voire à la rupture de sa structure.



Les causes



↗ Les sols argileux : états sec et humide.

Le retrait-gonflement des sols argileux trouve son origine dans des phénomènes naturels et peut être favorisé par l'activité de l'homme.

Les paramètres naturels

La géologie

Le phénomène de retrait-gonflement se développe dans les argiles, de manière plus ou moins conséquente suivant le type d'argile. Il est particulièrement observé dans les smectites* et les interstratifiés*.

L'hydrogéologie et la météorologie

L'intensité du phénomène de retrait-gonflement est principalement conditionnée par les variations de teneur en eau des terrains. 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 car les végétaux pompent l'eau contenue dans le sous-sol.



Le paramètre anthropique

La modification de l'hydrologie

L'activité humaine, comme la plantation d'arbres à proximité du bâti ou la rupture de canalisations d'eau, peut modifier les variations de la teneur en eau dans les sols et accentuer ainsi l'intensité du phénomène de retrait-gonflement.

* Voir glossaire page 26



Les risques

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, faisant de ce risque essentiellement un risque économique.

L'été 2003, qui fut extrêmement chaud avec un épisode de canicule exceptionnel lors de la première quinzaine d'août, causa plus de 1,2 milliard d'euros d'indemnisations pour la réparation des maisons fissurées par le phénomène de retrait-gonflement.



La protection

Les constructions les plus vulnérables sont les maisons individuelles, avec un simple rez-de-chaussée et des fondations de faibles profondeurs.

S'il est techniquement possible de construire sur tout type de sol argileux, des mesures simples sont à respecter avant de construire une maison pour limiter par la suite le risque de retrait-gonflement :

- **réaliser une étude géotechnique*** avant la construction afin d'adapter le projet ;
- **respecter des mesures constructives** comme l'approfondissement des fondations ou la rigidification de la structure par chaînage pour limiter les dommages sur les bâtiments ;



1- La végétation peut avoir un effet aggravant sur les sols argileux car ils pompent l'eau contenue dans le sous-sol.

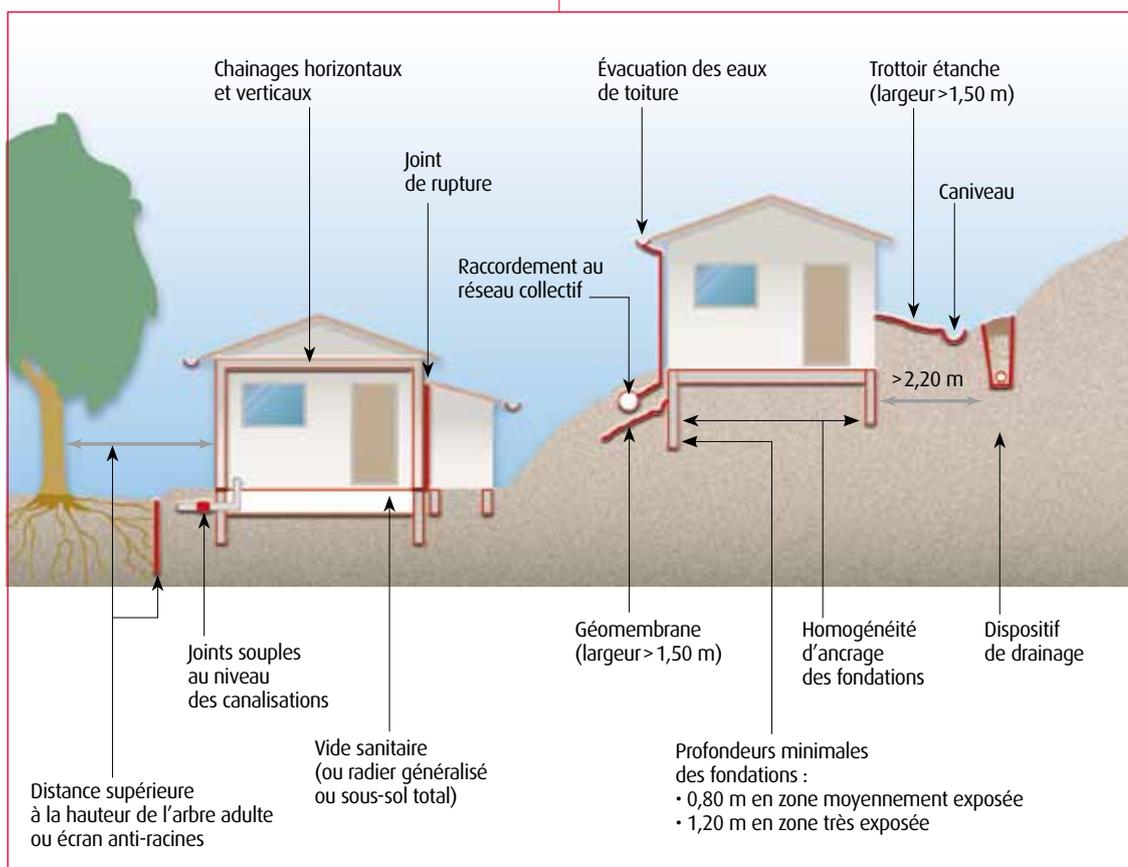
2- Maison fissurée par une variation en eau du terrain.

3- Eloigner des habitations les systèmes d'assainissement autonomes.





Les mesures préventives pour réduire les effets du retrait-gonflement sur les constructions.



- maîtriser et éloigner des rejets d'eau dans le sol (eaux pluviales et eaux usées) pour réduire les variations et les concentrations d'eau et donc l'intensité du phénomène ;
- éloigner les plantations d'arbres et d'arbustes des bâtiments.

Pour les propriétaires de maisons individuelles déjà construites, il est possible de limiter les effets de ce phénomène en contrôlant par élagage la végétation à proximité du bâti, en créant un dispositif s'opposant à l'évaporation autour du bâti ou en éloignant les rejets d'eau dans le sol des bâtiments.



RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS sur l'aléa retrait-gonflement des sols argileux sur le site internet : www.argiles.fr

Comment prévenir le risque des mouvements de terrain ?



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.

Si l'État et les communes ont des responsabilités dans le domaine de la protection et de la prévention, les particuliers doivent également être des acteurs pour contribuer efficacement à leur protection et diminuer leur propre vulnérabilité.

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. Les particuliers peuvent ou doivent, selon les réglementations, adopter les mesures constructives particulières (techniques de protection) et respecter des règles d'urbanisme (comme le plan de prévention des risques prévisibles).

+

L'INFORMATION PRÉVENTIVE



TOUT CITOYEN EST EN DROIT D'ÊTRE INFORMÉ SUR LES RISQUES MAJEURS auxquels il est soumis sur ses lieux de vie, de travail, de loisirs et sur les mesures de sauvegarde qui le concernent (loi du 22 juillet 1987 reprise dans l'article L 125.2 du code de l'environnement).



L'information du citoyen

Deux documents d'information existent et peuvent être consultés dans les communes à risque :

- **le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) :** établi sous l'autorité du préfet, il 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 informations concernant les risques spécifiques pour sa commune au moyen de cartes au 1 : 25 000 et décrit la nature des risques, les événements historiques et les mesures d'État mises en place pour en limiter les effets ;

• **le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) :** élaboré par le maire, il présente les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde spécifiques prises pour sa commune en vertu de ses pouvoirs de police. 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.

RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS

sur Prim.net : <http://macommune.prim.net>



Exemple d'affiche d'information sur les risques de la commune

Les consignes de sécurité répondant aux risques affectant la commune sont portées à la connaissance du public par voie d'affiches conformes aux modèles arrêtés par les ministères chargés du développement durable 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 5000m² de terrain.

L'information acquéreur-locataire

Tout acheteur ou locataire d'un bien immobilier bâti ou non bâti situé dans le périmètre d'un plan de prévention des risques mouvement de terrain prescrit ou approuvé doit en être informé.

Cette information lui permet de connaître les servitudes qui s'imposent au bien acquis ou loué, les sinistres indemnisés au titre d'une catastrophe naturelle subis antérieurement (articles L 125-5 et R 125-26 du code de l'environnement) et donc de prendre des mesures pour sauvegarder son bien et sa propre sécurité.



RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS

relatives à l'information acquéreur-locataire sur le site de prévention des risques majeurs Prim.net : <http://www.prim.net>

Lors de la signature d'un contrat de vente ou de location, l'acquéreur ou le locataire doit être informé des risques liés au bien immobilier et des sinistres indemnisés au titre de la garantie catastrophe naturelle.



+ LA SURVEILLANCE

POUR LES MOUVEMENTS PRÉSENTANT DE FORTS ENJEUX, la prévision de leur survenance permet de limiter le nombre de victimes par l'évacuation en amont des habitations menacées ou par la fermeture des voies de communication vulnérables.

Cette prévision s'effectue par la réalisation d'études pour préciser l'ampleur et l'évolution du mouvement, puis par la mise en place d'instruments de surveillance pour suivre le mouvement de terrain et donner l'alerte en cas de danger. Néanmoins, la combinaison de différents mécanismes ré-



La surveillance des phénomènes permet d'anticiper les risques.

gissant la stabilité et la possibilité de survenue d'un facteur déclencheur d'intensité inhabituelle rend toute prévision précise difficile.

+ LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DANS L'URBANISME

LES RISQUES NATURELS SONT PRIS EN COMPTE dans les documents d'urbanisme des communes. Des règles d'urbanisme peuvent interdire les constructions dans les zones les plus à risque ou imposer une adaptation des projets selon des règles locales établies par l'État ou par le maire par le biais des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN - loi du 2 février 1995).

L'objectif du PPRN est de faire connaître, pour les territoires les plus exposés, les zones à risques et de réduire la vulnérabilité des populations et des biens existants.

Un PPRN régleme l'utilisation des sols en tenant compte des risques naturels (aléas, enjeux, vulnérabilité) identifiés sur une zone et de la non-aggravation des risques. Il peut en tant que de besoin :

- **interdire les constructions nouvelles** dans les espaces d'aléas forts non urbanisés ou les zones susceptibles d'aggraver les risques ;
- **définir des règles** de construction pour diminuer la vulnérabilité des constructions nouvelles ;
- **définir des mesures** pour adapter les constructions exist-

tantes dans la limite des 10 % de leur valeur vénale ou estimée à la date d'approbation du plan ;

- **définir des mesures générales de prévention**, de protection et de sauvegarde à la charge des collectivités et des particuliers.

Une fois approuvé, le PPRN est une servitude d'utilité publique, il s'impose à tous et doit être annexé au plan local d'urbanisme.





+

LES TRAVAUX DE RÉDUCTION DE LA VULNÉRABILITÉ



↗
La **mitigation** vise à diminuer les dommages en réduisant la vulnérabilité des enjeux.

EN MATIÈRE DE MOUVEMENTS DE TERRAIN, des travaux de protection peuvent être mis en œuvre, mais ne sont réellement efficaces que contre un événement d'intensité limitée.

Il faut garder à l'esprit que le traitement de l'aléa par des travaux (filet pare-blocs, merlons, murs de soutènement par exemple) ne supprime pas totalement le risque.



Il est aussi possible d'agir sur la réduction de la vulnérabilité des enjeux (renforcement des façades exposées aux chutes de blocs par exemple), c'est-à-dire sur la limitation des éventuels dommages causés par les mouvements de terrain : on parle de mitigation.

La diversité des mouvements de terrain implique que des mesures spécifiques soient mises en œuvre au cas par cas lors de la construction ou de l'adaptation d'un bien. Afin de définir ces mesures, il est vivement recommandé de faire réaliser une étude géotechnique dans les zones susceptibles d'être affectées par un mouvement de terrain.

+

LA DÉLOCALISATION DES BIENS GRAVEMENT MENACÉS

IL N'EST PAS TOUJOURS POSSIBLE DE SE PROTÉGER contre les mouvements de terrain, la solution en dernier recours consiste alors à quitter les zones les plus à risques.

Dans des situations extrêmes, lorsqu'il n'est pas techniquement ou financièrement possible de protéger un bien gravement menacé par un mouvement de terrain, il est parfois nécessaire de l'abandonner.

Les procédures de délocalisation des biens menacés (par expropriation ou acquisition amiable) ont pour objectif de

permettre à des populations résidant dans des zones particulièrement exposées de se réinstaller en dehors des zones à risques.

Que faire en cas de mouvements de terrain ?

3

+ L'ALERTE ET LES CONSIGNES



Les signaux et messages d'alerte

Le signal national d'alerte est un signal spécifique émis par une sirène. Il ne renseigne pas sur la nature du danger, il est émis dans toutes les situations d'urgence.

Le signal national d'alerte n'est diffusé que pour les mouvements de terrain de grande ampleur car ces derniers sont surveillés. Dans les autres cas, le temps d'alerte avant un événement exceptionnel est court, voire inexistant.

Le signal de début d'alerte consiste en trois émissions successives d'1 minute et 41 secondes chacune et séparées par des intervalles de cinq secondes, d'un son modulé montant et descendant.

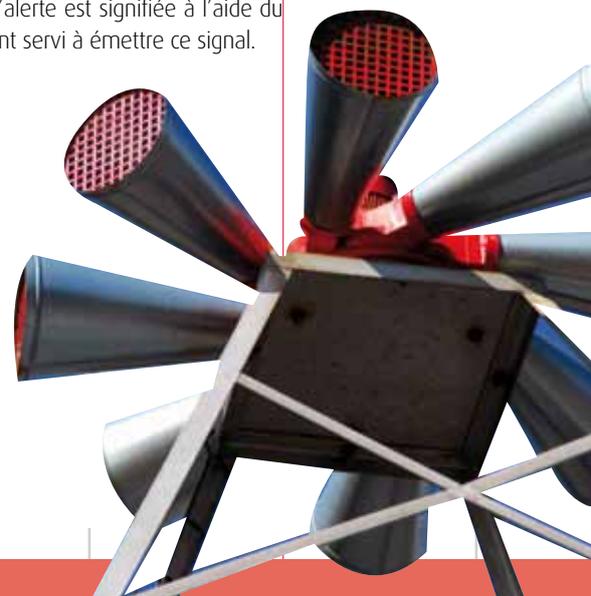
Des essais ont lieu le premier mercredi de chaque mois à midi (1 minute seulement).

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.

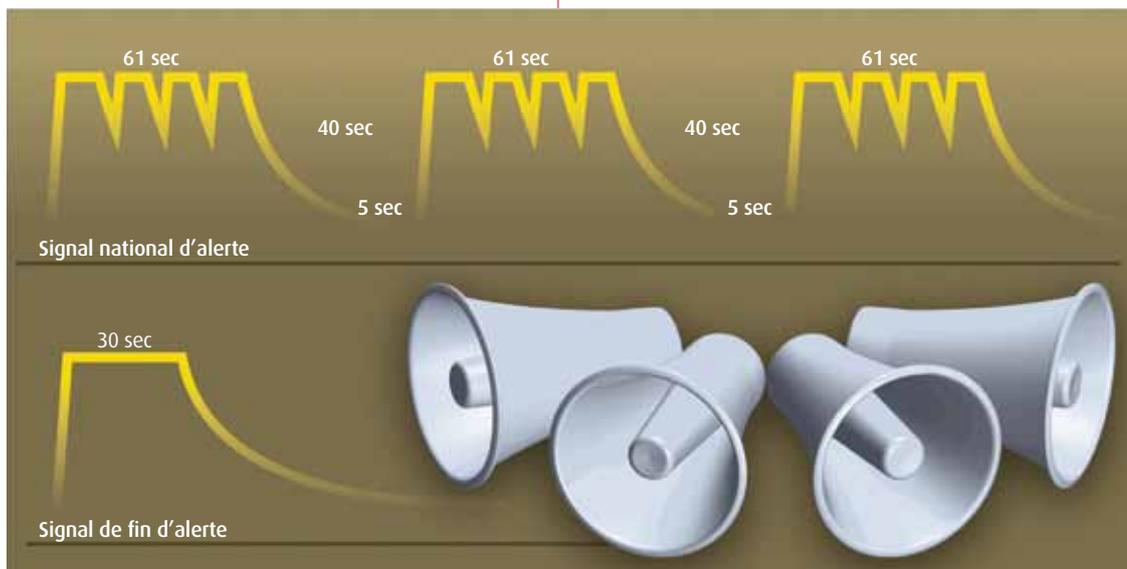
Le signal de fin d'alerte consiste en une émission continue d'une durée de trente secondes d'un son à fréquence fixe. La fin de l'alerte est annoncée sous la forme de messages diffusés par les services de radiodiffusion sonore et de télévision, dans les mêmes conditions que pour la diffusion des messages 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.

Sirène d'alarme
cf. schéma
page suivante
↘





➤ Déroulé du signal d'alerte national.



Les messages d'alerte contiennent des informations relatives à l'étendue du phénomène (zone géographique concernée) et indiquent la conduite à tenir. Ils sont diffusés par les radios et les télévisions.



Les consignes à suivre

Des consignes générales à suivre avant, pendant et après une alerte sont définies.

Consignes générales à respecter

➤ AVANT

Prévoir les équipements minimum

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

S'informer

- des risques encourus ;
- des consignes de sauvegarde ;
- de la vulnérabilité de son habitation.

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 enseignements.

➤ PENDANT

S'informer

écouter la radio : les premières consignes sont données par Radio-France.

Inform le groupe dont on est responsable.

Penser aux personnes âgées et à mobilité réduite.

Ne pas aller chercher les enfants à l'école.

➤ APRES

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.

Se mettre à la disposition des secours.

Évaluer les dégâts ainsi que les points dangereux et s'en éloigner.



+ LES PLANS DE SECOURS



Le plan communal de sauvegarde (PCS)

C'est le **maire**, détenteur des pouvoirs de police, qui a la charge d'assurer la sécurité de la population de sa commune dans les conditions fixées par le code général des collectivités territoriales.

À cette fin, il prend les dispositions nécessaires pour gérer la crise et peut, en cas de besoin, faire appel au préfet, représentant de l'État dans le département.

Il peut élaborer un plan communal de sauvegarde (PCS) qui :

- **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 ;
- **définit la mise en œuvre** des mesures d'accompagnement et de soutien de la population.

Le plan est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN).

En cas de catastrophe concernant plusieurs communes dans le même département, des **plans de secours départementaux** peuvent être mis en application (loi du 22 juillet 1987).

Lorsque l'organisation des secours revêt une ampleur ou une nature particulière, elle fait l'objet dans chaque département d'un plan Orsec (loi de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004).





Les plans Orsec départementaux et zonaux

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 toutes circonstances et des dispositions propres à certains risques particuliers.

Lorsqu'une catastrophe touche au moins deux départements d'une zone de défense ou qu'il est nécessaire de mettre en œuvre des moyens qui dépassent le cadre départemental, le **plan Orsec de zone** est mis en service.

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.

+

L'INDEMNISATION DES VICTIMES

LES PRÉJUDICES OCCASIONNÉS par les mouvements de terrain sont couverts au titre de la **garantie catastrophes naturelles** qui permet l'indemnisation des victimes (loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, articles L 125-1 à L 125-6 du code des assurances).

Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie catastrophes naturelles, il faut réunir trois conditions cumulatives :

- **l'intensité anormale de l'agent naturel** doit être démontré ;
- **l'agent naturel doit être la cause directe** des dommages ;
- **les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les dommages aux biens** et, 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 communes et les périodes où s'est située la catastrophe (article L 125-1 du code des assurances).

Dans le cas particulier où le mouvement est dû à une cavité résultant de l'exploitation passée ou en cours d'une mine, les conditions de l'indemnisation sont régies par le code minier.



Maison sinistrée
par la chute d'un bloc.

UN PEU D'HISTOIRE ...

Date	Localisation	Type	Conséquences
Dans le monde			
1756	Chine	 Glissements de terrain (dus à un séisme)	100 000 victimes
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 octobre 1963	Val Serpentine, Italie	 Glissement de terrain	Inondation de 6 villages, 2 000 morts et 6 milliards de liras de dégâts
28 juillet 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 communication et une centrale thermo-dynamique
Décembre 1999	Vénézuela	 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 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 sur le 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 janvier 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, Guyane	 Glissement de terrain	10 victimes du glissement de la colline Cabassou
Été 2003	Grande partie du territoire métropolitain	 Retrait-gonflement des sols argileux	Plus de 100 000 bâtiments fissurés et 1,2 milliard d'euros d'indemnisation
24 mars 2006	Route du littoral Réunion	 Éboulement	Véhicules ensevelis, 2 morts, voie coupée pendant 5 semaines



GLOSSAIRE



Aléa : manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données.



Anthropique : d'origine humaine.



Butée de pied : masse en bas de pente qui s'oppose au glissement du versant.



Enjeu : ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.



Éperon drainant : dispositif permettant l'évacuation de l'eau ruissellant dans le sol.



Étude géotechnique : étude de l'adaptation des ouvrages humains aux sols et roches formant le terrain naturel.



Fauchage : déformation superficielle, sous l'influence de la gravité, des couches de roches qui affleurent sur une pente.



Fluage : mouvement de matériaux à l'état visqueux. Il peut résulter de l'évolution des glissements sous l'action de l'eau.



Fontis : effondrement localisé qui peut déboucher brutalement en surface en créant un entonnoir ou un cratère pseudo-circulaire dont le diamètre et la profondeur peuvent varier de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.



Gypse : espèce minérale composée de sulfate hydraté de calcium. Il se forme en général par sédimentation au cours de l'évaporation de lagunes de mer, par la cristallisation des sels contenus dans l'eau.



Inclinomètre : appareil circulant dans un tube spécial qui traverse la surface de glissement ; ce dispositif permet de mesurer la vitesse et la profondeur du déplacement de terrain.



Interstratifié : groupe de minéraux argileux formés par l'alternance plus ou moins régulière de feuillets de nature différentes.



Loess : roche sédimentaire détritique meuble formée par l'accumulation de limons issus de l'érosion éolienne.



Marnière : dans certaines régions à vocation agricole telles que la Normandie, de multiples exploitations souterraines (craies, marnes) ont été ouvertes, notamment aux XVIII^e et XIX^e siècles pour l'amendement des sols. Dénommées marnières, ces exploitations artisanales abandonnées peuvent, par dégradation naturelle sous l'effet des eaux d'infiltration, générer des effondrements de surface.

POUR ALLER PLUS LOIN

Où se renseigner ?

Sur place, à la mairie de votre commune

Sur internet

↳ Site internet de votre commune

↳ www.prim.net :

le portail sur la prévention des risques majeurs du ministère du Développement durable

↳ www.risques.gouv.fr :

le portail interministériel de la prévention des risques majeurs

Références

Organismes de références

↳ **Ministère du Développement durable** :

www.developpement-durable.gouv.fr

↳ **Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)** : www.brgm.fr

↳ **Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)** :

www.ineris.fr

↳ **Institut français des sciences et technologies, des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)** : www.ifsttar.fr

↳ **Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (CEMAGREF)** : www.cemagref.fr

Sites internet

↳ <http://infoterre.brgm.fr>

site d'information sur la géologie, l'eau et l'environnement (BRGM)

↳ www.mouvementsdeterrain.fr

base de données nationale sur les mouvements de terrain (BRGM)



Merlon : levée de terre soutenue par un soutènement pierreux pour freiner la chute des rochers.



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



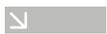
Mur de soutènement : construction permettant de soutenir les terres.



Parement : face extérieure d'un ouvrage.



Pendage : caractérise l'inclinaison des couches du sol par rapport à l'horizontale.



PLU : plan local d'urbanisme.



PPR : plan de prévention des risques.



PPRN : plan de prévention des risques naturels.



Pression interstitielle : elle 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.



Réseau karstique : formes d'érosion spécifiques dues à la dissolution des massifs calcaires par les eaux souterraines et caractérisées notamment par des galeries souterraines, des grottes, des avens.



Risque majeur : 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.



Sape de guerre : cavité creusée pendant les guerres à des fins militaires.



Smectite : groupe de minéraux argileux.



Solifluxion : phénomène d'écoulement des sols en surface des pentes très faibles ; il est dû à l'alternance gel/dégel, au passage d'animaux, à l'action des racines.



Suffosion : entraînement des particules les plus fines du sol, engendrant la création de vides.



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

↳ www.cavites.fr

base de données nationale des cavités souterraines (BRGM)

↳ www.argiles.fr

base de données nationale du phénomène retrait-gonflement (BRGM)

↳ www.irma-grenoble.com

site d'information sur les risques majeurs (Institut des risques majeurs)

↳ www.legifrance.gouv.fr

site juridique, diffusion du droit

Ouvrages

↳ **Le retrait-gonflement des argiles - Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel?**

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, 2008

↳ **Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2006, Risques naturels majeurs**

Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2007

↳ **Prévenir les catastrophes naturelles ?**

Toutain C., Les Essentiels Milan, Toulouse, 2001

↳ **Plans de prévention des risques naturels prévisibles, Guide général**

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, La Documentation française, Paris, 1997

↳ **Les risques naturels en montagne, traitement, prévention, surveillance**

Besson L., Arthès-Publialp, 1996.

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

Direction générale de la Prévention des risques
Grande Arche, paroi nord
92 055 La Défense cedex
Tel. 01 40 81 21 22