

Mémento du maire et des élus locaux

Prévention des risques d'origines naturelle et technologique



☰ Risques naturels
 ☰ Risques technologiques
 ☰ Dispositions Générales
 ☰ Responsabilités du maire

Risques naturels > **Séismes**
Fiche RN5

Sommaire :

- I - Le phénomène
- II - Les caractéristiques d'un séisme
- III - Les effets induits par les séismes
- IV - Prévision
- V - Prévention / Protection

I - Le phénomène

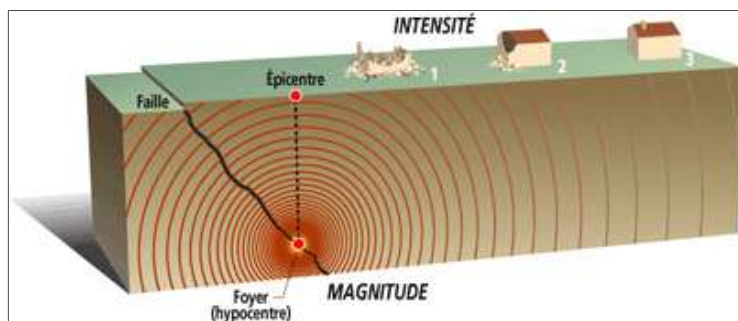
L'anneau constitué par les cents premiers kilomètres du globe terrestre correspond à la lithosphère (dont la croûte terrestre). Cette partie rigide est découpée en plaques épaisses (plaques tectoniques) reposant sur une zone visqueuse, donc plus déformable, appelée l'asthénosphère. Ces plaques se déplacent horizontalement très lentement les unes par rapport aux autres. Chaque plaque possède son mouvement horizontal propre ce qui conduit aux frontières entre deux plaques à des mouvements relatifs d'éloignement ou de rapprochement. Ainsi, la plaque africaine se rapprochant de 1 cm/an de la plaque eurasiatique, a provoqué et continue à provoquer le soulèvement des Alpes (0,1 cm par an). Ces poussées des plaques les unes par rapport aux autres provoquent des contraintes énormes dans les roches. Au sein de ces plaques existent des secteurs plus fragiles qui comportent des fractures appelées failles.

Sous l'effet du mouvement des plaques, ces failles se déforment progressivement puis à un moment donné cèdent soudainement. Les deux bords de la faille coulissent alors l'un par rapport à l'autre, libérant l'énergie emmagasinée sous forme élastique (comme un ressort qui se tend progressivement puis se détend brusquement). Cette rupture brutale engendre des vibrations qui se propagent dans le milieu environnant et constituent la manifestation du séisme en provoquant, suivant la nature des terrains traversés par les ondes et leur amplitude, des dégâts jusqu'à des distances pouvant être importantes (en 1985 l'épicentre du séisme qui fit d'énormes dégâts à Mexico était situé à 360 km de la ville).



II - Les caractéristiques d'un séisme

Les principales caractéristiques d'un séisme sont données dans le schéma suivant :



© Graphies / Alp'Géorisques

On se rend compte que l'importance des secousses perçues, donc des dégâts, sera principalement fonction de la distance par rapport à l'épicentre et de la profondeur du foyer mais aussi de la vulnérabilité des constructions.

Pour définir quantitativement un séisme on a défini une grandeur appelée "magnitude" calculée à partir de l'amplitude du mouvement du sol mesurée par les enregistrements des sismographes. Elle caractérise l'énergie libérée par le séisme

| | |
|--|-----|
| Avalanches | RN1 |
| Crues de torrents et laves torrentielles / Crues de rivières torrentielles | RN2 |
| Inondations de plaine | RN3 |
| Mouvements de terrain | RN4 |
| → Séismes | RN5 |
| Tempêtes | RN6 |
| Inondations par ruissellement | RN7 |
| Feux de forêts | RN8 |

Télécharger la fiche RN5 en PDF



Dégâts aux maisons - Corrençon (Isère) - © J.Debelmas

et permet donc de comparer les séismes entre eux (tableau suivant). La magnitude est donnée en degrés dans une échelle dite "Echelle de Richter" (lorsqu'on passe d'un degré au degré supérieur suivant, l'énergie libérée est multipliée par 30). A ce jour, la magnitude la plus importante calculée est celle du séisme du Chili de 1960 (9,5).

| Magnitude | Longueur caractéristique de la rupture | Coulissage | Durée de la rupture | Energie dégagée |
|-----------|--|------------|---------------------|---------------------|
| 4 | 1 km | 1 cm | 0,3 s | E |
| 5 | 3 km | 5 cm | 1 s | $E1 = E \times 30$ |
| 6 | 10 km | 20 cm | 3 s | $E2 = E1 \times 30$ |
| 7 | 50 km | 1 m | 15 s | $E3 = E2 \times 30$ |
| 8 | 200 km | 5 m | 60 s | $E4 = E3 \times 30$ |
| 9 | 800 km | 15 m | 250 s | $E5 = E4 \times 30$ |

Ordre de grandeur des caractéristiques de la faille en jeu
Source : MEEDDAT

Pratiquement, ce qui importe le plus dans un séisme, ce sont les dégâts qu'il produit et les effets ressentis en différents points à la surface du sol. Pour caractériser la gravité d'un séisme en surface, on a établi une échelle d'intensité. Cette échelle possède plusieurs niveaux, chacun étant défini par l'observation des effets. En Europe, l'échelle d'intensité utilisée est "l'Echelle EMS 1998" (European Macrosismic Scale) de degré maximal XII. Les spécificités de l'échelle EMS sont publiées en anglais dans le Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, vol. 15-1998. Le contenu en est très voisin de l'ancienne échelle MSK qui est présentée dans le tableau suivant.

L'Echelle macrosismique d'intensité MSK (1964)

Degré I

Secousse non perceptible, détectée et enregistrée par instrumentation.

Degré II

Secousse à peine perceptible, plutôt dans les étages supérieurs.

Degré III

Secousse faible, ressentie de façon partielle, comparable à celle due au passage d'un camion léger ; léger balancement des objets suspendus.

Degré IV

Secousse largement ressentie, comparable à celle due au passage d'un camion lourdement chargé ; n'effraie pas les gens bien que quelques dormeurs soient réveillés.

Degré V

Réveil des dormeurs, agitation des animaux, large balancement des objets suspendus, tremblement des constructions, portes et fenêtres ouvertes battent avec violence.

Degré VI

Frayeur générale, dommages dans certains bâtiments, apparition de crevasses de l'ordre du cm dans les sols détremés, glissements de terrain en montagne.

Degré VII

Dommages aux constructions, difficulté des gens à rester debout, fissures en travers des routes et dans les murs de pierre.

Degré VIII

Destruction des bâtiments, effondrement de murs de pierre, panique, glissements de terrain, l'eau des lacs se trouble, changement dans le débit et le niveau de l'eau.

Degré IX

Dommages généralisés aux constructions, panique générale, affolement des animaux, dégâts considérables au mobilier, monuments et colonnes tombent, rupture partielle des éléments au sol : canalisations souterraines, routes ; crevasses atteignant 10 cm, chutes de rochers, vagues dans l'eau.

Degré X

Destruction générale des bâtiments, torsion des rails de chemin de fer, dommages sévères aux ponts, crevasses au sol pouvant atteindre 1 m, glissements de terrain considérables.

Degré XI

Catastrophes, grandes routes inutilisables, larges crevasses, glissements de terrain et chutes de rochers extrêmement importants.

Degré XII

Changement du paysage, toutes les structures au-dessus et en dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites, vallées barrées et transformées en lacs, rivières déviées.

Il est important de savoir qu'un séisme est souvent suivi de répliques. On doit donc s'y attendre. Les répliques sont en général de magnitude plus faible que le séisme

initial.



III - Les effets induits par les séismes

Les vibrations subies par les versants et les vallées, lors d'un tremblement de terre, induisent de nombreux phénomènes de mouvements de terrain tels que glissements, éboulements, tassements et liquéfaction de certains sols sableux. Les vibrations provoquent aussi le déclenchement d'avalanches de neige.

La déstabilisation résulte de la sollicitation dynamique du versant par les ondes sismiques. Cette sollicitation peut, même si elle est limitée, produire seulement des modifications dans les écoulements naturels souterrains, dont l'effet est différé. Les chenaux peuvent en effet se trouver obstrués et induire une augmentation progressive des pressions interstitielles, qui provoquera ultérieurement des glissements de terrain ou aggravera des glissements existants.

Ces phénomènes induits peuvent se produire en chaîne et revêtir un caractère catastrophique comme le cas d'un glissement de terrain dans la retenue d'un barrage, consécutif à un séisme et qui, sans briser le barrage, provoque une onde de submersion dévastatrice à l'aval de l'ouvrage.

Par ailleurs, certains sols soumis aux vibrations sismiques cycliques, en particulier les sols sableux saturés, subissent un tassement qui s'accompagne d'une augmentation de la pression interstitielle d'eau dans les pores. Cette surpression diminue la résistance au cisaillement du sol et peut détruire totalement sa cohésion, à tel point qu'il devient fluide. Ce phénomène peut être très important dans les lits fluviaux et les bords de mer ou de lac.



IV - Prévision

Une prévision qui permettrait de connaître à l'avance la date, le lieu et la magnitude d'un séisme n'est pas actuellement possible.

Une méthode statistique développée par les sismologues russes est basée sur le relevé de la sismicité historique d'un secteur donné et sur des calculs de probabilités suivant l'hypothèse que les futurs grands séismes de la péninsule du Kamtchaka auront lieu dans les zones qui n'auraient pas subi de séismes depuis au moins un siècle (théorie des lacunes sismiques). Appliquée en Californie elle a donné des résultats encourageants.

En Chine une méthode basée sur l'observation de phénomènes anormaux considérés comme précurseurs : variation du champ magnétique terrestre, anomalies dans le niveau d'eau des puits, comportement anormal des animaux, a permis de prévoir certains séismes mais reste très aléatoire (en 1976 le séisme de Tangshan de magnitude 8 provoquant plus de 600 000 morts n'a pas été prévu).

En 1982, trois scientifiques grecs ont utilisé une méthode (méthode VAN) basée sur les mesures de variations des courants électriques naturels (courant tellurique) circulant dans le sol. Cette méthode a permis de prévoir en Grèce un certain nombre de séismes. Introduite en France à l'initiative de H. Tazieff, et testée dans d'autres pays, elle n'a pas à ce jour donné de résultats probants. Elle est abandonnée en France.

Actuellement de vastes programmes de recherche sont menés dans des pays comme le Japon, les Etats-Unis, la Chine, Taiwan... pour capter et mesurer les petites déformations du sol, au voisinage des failles, et d'autres paramètres physiques (anomalies magnétiques, chimiques, électriques).



V - Prévention / Protection

La prévention consiste à minimiser les effets d'un séisme sur les aménagements par l'application de certaines mesures dont les règles de la construction parasismique. L'objectif principal de la réglementation parasismique est la sauvegarde d'un maximum de vies humaines pour une secousse dont le niveau d'agression est fixé pour chaque zone de sismicité. La construction peut alors subir des dommages importants, voire irréparables, mais elle ne doit pas s'effondrer sur ses occupants. En cas de secousse plus modérée, l'application de ces règles doit aussi permettre de limiter les destructions et donc les pertes économiques.

La prévention concerne aussi l'organisation des secours (d'autant plus importante que la majorité des constructions existantes n'est pas parasismique) et l'information du public, des administratifs et des responsables politiques, voire leur formation aux conduites à tenir en cas de séismes, tant sur le plan individuel que collectif.

Un préalable à la prise en compte du risque sismique est sa cartographie. En vue de l'application de règles de construction parasismique, un "zonage sismique" de la France a été établi en 1985 et rendu officiel sous la forme d'une liste cantonale annexée au décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique, toujours en vigueur en 2007 en attendant la mise à jour et l'homogénéisation à l'échelle européenne (Eurocode 8, "conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes", en projet pour 2007).

Les différentes zones correspondent à la codification suivante :

- Zone 0 Sismicité négligeable
- Zone 1a Très faible sismicité mais non négligeable
- Zone 1b Faible sismicité
- Zone II Sismicité moyenne
- Zone III Forte sismicité

Seuls quelques secteurs sont, en France métropolitaine, classés en zone II, dans les Alpes Maritimes, les Bouches du Rhône, les Pyrénées. La Guadeloupe et la Martinique sont en totalité classées en zone III.

Le projet de futur zonage sismique de la France est proposé pour information sur le site du Plan Séisme : <http://www.planseisme.fr>

Les règles de construction parasismique ont été rendues obligatoires pour les nouvelles constructions en 1993 pour le cas général et en 1994 pour les maisons individuelles.

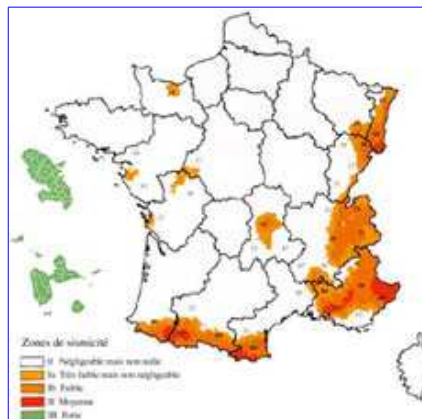
La catégorie de construction dite "à risque normal" correspond aux bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat. Elle comprend quatre classes :

- A : faible activité humaine,
- B : habitation individuelle ou collective, bureaux, ERP,
- C : immeuble de grande hauteur,
- D : bâtiment dont la protection est primordiale pour les besoins de la protection civile, de l'ordre et de la défense).

Dans une zone classée à risque sismique faible pour les constructions dites "à risque normal", les mesures de construction à respecter, sont simples (fondations solides, chaînage) et peu coûteuses.

Pour les équipements et bâtiments dits à "risque spécial" (barrages, centrales nucléaires, usines chimiques "Seveso"...), qui correspondent aux bâtiments, installations et équipements concernés par les conséquences d'un séisme ne pouvant être circonscrites au voisinage immédiat (risques induits), il existe une réglementation spéciale.

Les études menées à l'Université de Grenoble ont déterminé une magnitude maximale comprise entre 5 et 6 pour les Alpes du Nord. C'est un chiffre qui doit être pris en compte pour l'évaluation du risque sismique dans la région.



Zonage sismique de la France en vigueur au 1er janvier 2007



Carte de l'aléa sismique sur laquelle s'appuiera en partie le nouveau zonage sismique réglementaire de la France. Dans l'attente du nouveau zonage, actuellement en discussion au MEEDDAT, le précédent zonage reste en vigueur.

Application au site grenoblois

Le mouvement du sol en cas de séisme est extrêmement variable et dépend fortement de nombreux facteurs locaux tels que la géométrie des sédiments et du lit rocheux, les caractéristiques géotechniques de ces terrains, etc.

Ainsi la configuration particulière du sous-sol grenoblois constitué d'une cuvette rocheuse très encaissée, remplie d'alluvions épaisses (plusieurs centaines de mètres), confinées entre le massif de Belledonne, du Vercors et de la Chartreuse, conduit à des effets particuliers de réverbération et de résonance par piégeage latéral des ondes dans la cuvette. Les conséquences de ces effets peuvent être des amplifications notables sur l'ensemble de la vallée.

Ces phénomènes peuvent être étudiés soit par l'observation directe (enregistrements des mouvements sismiques en différents sites et étude comparative), soit par simulation numérique une fois les milieux de propagation bien connus et caractérisés, soit enfin en combinant ces deux approches.

Un programme de recherches scientifiques et techniques complété par l'analyse de la vulnérabilité du bâti grenoblois est donc en cours auquel participent de nombreux organismes (Pôle Grenoblois d'Etude et de Recherche pour la Prévention des Risques

Naturels, LGIT, IRSN, CETE, ...).

Parmi les actions menées, un forage profond a été réalisé fin novembre 1999 sur le territoire communal de Montbonnot-Saint-Martin pour déterminer entre autres, la profondeur du lit rocheux sous les alluvions. Au droit du forage le rocher est situé à 534 mètres sous la surface du sol. Au printemps 2000, deux sismomètres ont été installés, l'un au fond du forage et l'autre en surface, de manière à déterminer l'amplification des ondes sismiques à travers les alluvions. Enfin, pour mieux comprendre le comportement des couches superficielles un troisième appareil a été placé à 41m de profondeur dans un forage complémentaire de 43 m réalisé en 2002 à proximité du forage de 1999.

Fiche RN5 : Séismes

[Crédits](#)



Copyright © 2003 - 2008 - Institut des Risques Majeurs