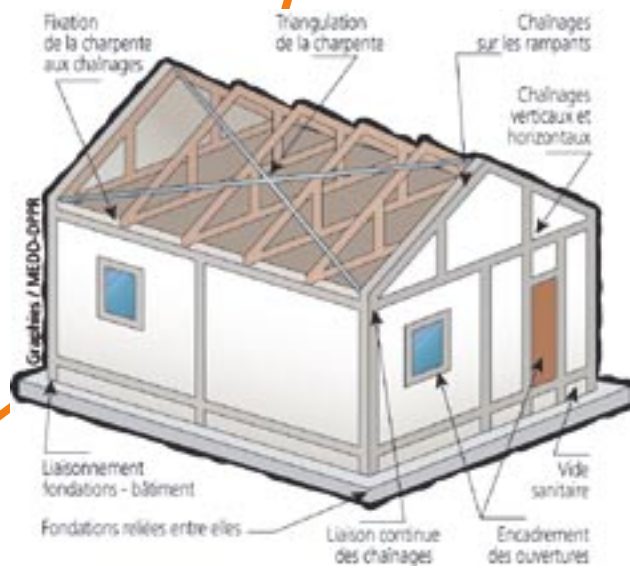




# Les séismes



## DOSSIER D'INFORMATION



<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b><i>Le phénomène sismique</i></b>	
<b>La tectonique des plaques .....</b>	<b>3</b>
<b>Les séismes .....</b>	<b>4</b>
<b>Localisation des séismes.....</b>	<b>5</b>
Les séismes inter-plaques	
Les séismes intra-plaque	
Les séismes liés à l'activité volcanique	
Les séismes liés à l'activité humaine	
<b><i>L'aléa sismique</i></b>	
<b>L'enregistrement des séismes.....</b>	<b>6</b>
<b>La quantification des séismes .....</b>	<b>6</b>
La magnitude de Richter	
L'intensité macrosismique	
Relation entre intensité et magnitude	
<b>L'appréciation de l'aléa .....</b>	<b>7</b>
La sismicité historique	
Les effets de site	
<b>Les phénomènes annexes .....</b>	<b>8</b>
Les tsunamis	
La liquéfaction des sols	
Les glissements de terrain et les chutes de blocs	
Les avalanches	
<b><i>Le risque sismique</i></b>	
<b>Les conséquences des séismes.....</b>	<b>9</b>
Les préjudices humains	
Les préjudices matériels	
Les effets sur l'environnement	
<b>Les phénomènes historiques .....</b>	<b>10</b>
<b>La sismicité française .....</b>	<b>11</b>
L'Outre-mer	
La Métropole	
<b><i>Actions de prévention et de secours</i></b>	
<b>La prévention .....</b>	<b>13</b>
Connaissance du risque sismique régional	
La surveillance des tsunamis	
La construction parasismique	
Réduire sa vulnérabilité	
L'information préventive	
Les consignes	
<b>Les secours.....</b>	<b>17</b>
<b>L'indemnisation.....</b>	<b>18</b>
<b>Références .....</b>	<b>19</b>
Organisme de référence, sites internet consultés et bibliographie	
<b>Glossaire.....</b>	<b>19</b>

Document d'information édité par  
le ministère de l'Écologie et du Développement durable,  
direction de la Prévention des pollutions et des risques,  
sous-direction de la Prévention des risques majeurs

Conception et réalisation :  
Alp'Géorisques [38420 Domène]  
Graphies [38240 Meylan]

Juin 2004

## Introduction

*Le séisme est le risque naturel majeur le plus meurtrier et qui cause le plus de dégâts. De 1994 à 2004, les séismes ont fait plus de 80 000 victimes dans le monde.*

*Si le mécanisme du séisme est aujourd'hui mieux connu, tant du point de vue de son origine que de sa propagation, il reste encore un phénomène imprévisible.*

*Faute de prévisibilité, c'est donc par une approche statistique probabiliste que le problème est appréhendé. Plus encore que pour les autres catastrophes naturelles, la connaissance des phénomènes passés est la clef de l'avenir.*

*Les populations ne sont toutefois pas égales devant le danger. À magnitude équivalente, un séisme sera moins destructeur dans un pays préparé et qui a intégré dans sa culture la construction parasismique (cas des États-Unis notamment) que dans un pays défavorisé ou trop laxiste, où les règles de l'art ne sont pas respectées.*

*Cela ne signifie pas que les pays industrialisés sont à l'abri pour autant (séisme de Kobé de 1995, Japon). Le propre de la construction parasismique n'est pas de protéger à tout prix, seulement de limiter les dégâts. Nulle ville dans le monde n'est réellement à l'abri d'un séisme majeur dépassant en intensité les prévisions initiales.*

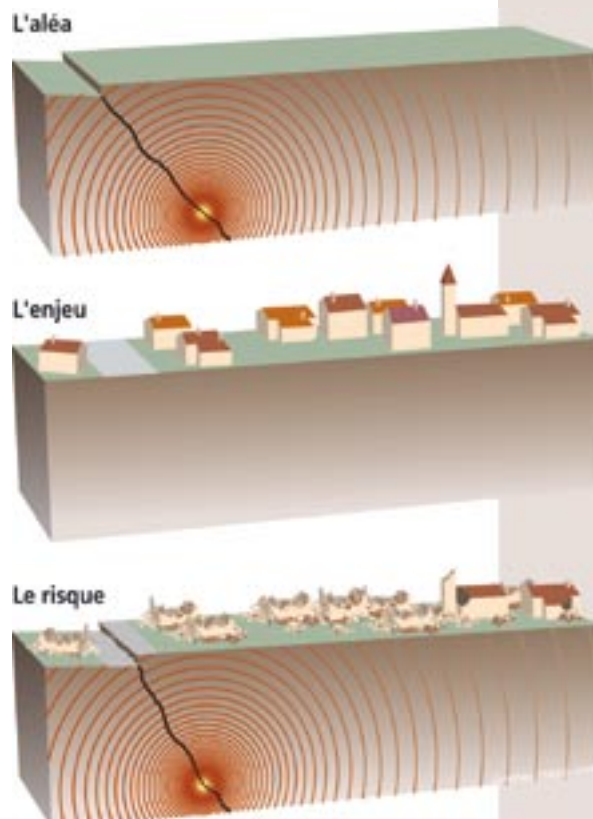


### La controverse Voltaire – Rousseau

À la suite du tremblement de terre de Lisbonne en 1755, Voltaire rédige le « Poème sur le désastre de Lisbonne », dans lequel il présente la fatalité des phénomènes naturels. Dans sa « Lettre sur la Providence », Rousseau expose un point de vue opposé en expliquant que l'Homme peut agir pour améliorer son existence (notamment en n'habitant pas sur des lieux dangereux ou dans des conditions défavorables, comme la surpopulation).

Cette controverse entre les deux écrivains marque le début de la réflexion sur la responsabilité de l'Homme face aux risques naturels majeurs, auparavant attribués à la seule fatalité.

Pour en savoir plus :  
[www.sitemagister.com/volrous2.htm](http://www.sitemagister.com/volrous2.htm)



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.

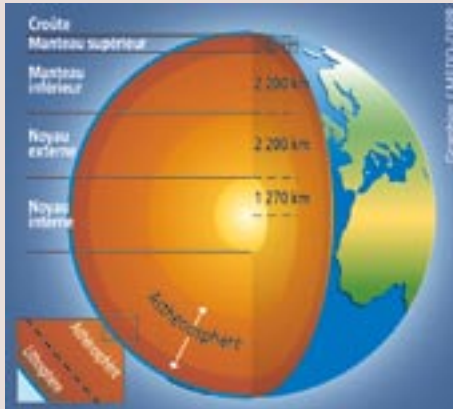
# LE PHÉNOMÈNE SISMIQUE

## *La tectonique des plaques*

La tectonique des plaques, dont le principe est connu depuis la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, est à l'origine des chaînes de montagne et de phénomènes tels que les séismes et le volcanisme.

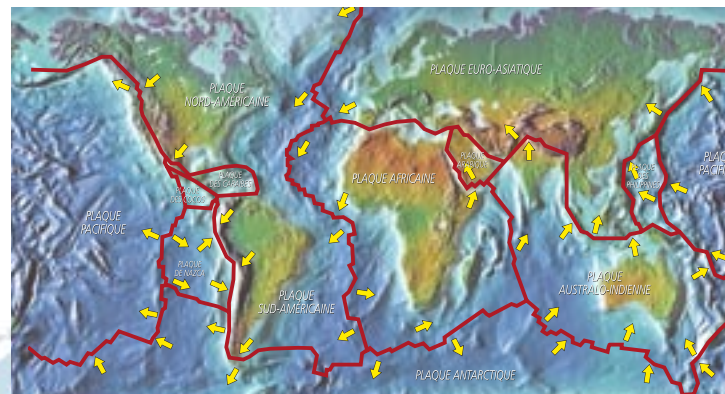
La lithosphère (croûte et manteau supérieur) est morcelée en plusieurs fragments, appelés plaques, qui constituent la surface terrestre. En raison des mouvements de convection au sein du manteau, ces plaques sont mobiles les unes par rapport aux autres, avec des vitesses de quelques centimètres par an.

Les mouvements des plaques peuvent être divergents (extension), convergents (compression) ou en coulissage (cisaillement).



La structure interne de la Terre

La plupart des séismes ont lieu dans les zones de contact entre plaques.



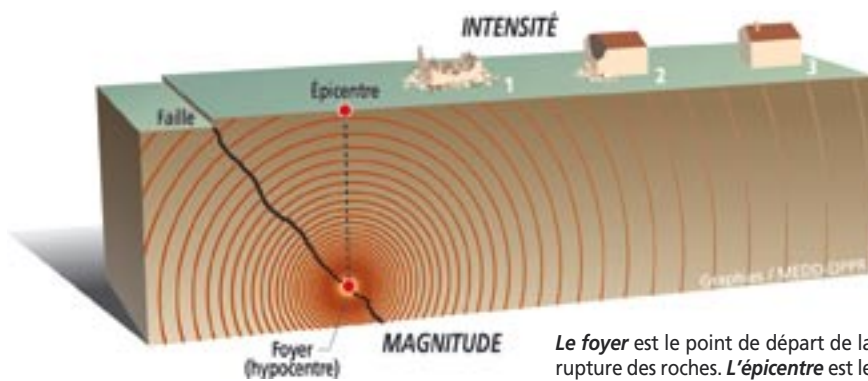
Localisation des épicentres des séismes détectés entre 1978 et 1987.

## Les séismes

Les efforts tectoniques peuvent occasionner des déplacements au niveau d'une faille (*foyer*). Cette libération brutale d'énergie occasionne une vibration du sol : le séisme. À la surface du sol, le point situé à la verticale du foyer est appelé *épicentre*. Le foyer peut être situé à faible profondeur (quelques kilomètres), on parle alors de *séisme superficiel*, ou à grande profondeur (plusieurs dizaines, voire centaines de kilomètres), on parle alors de *séisme profond*. Le séisme est d'autant plus violent en surface que la quantité d'énergie emmagasinée au niveau de la faille avant le séisme est importante et que la faille est proche de la surface.

L'énergie dégagée lors d'un séisme peut atteindre, voire dépasser pour les événements cataclysmiques, une puissance dix millions de fois plus importante que la bombe lâchée sur Hiroshima en 1945.

Les séismes peuvent être ressentis et destructeurs à plusieurs centaines de kilomètres de l'épicentre (Mexico, 1985).

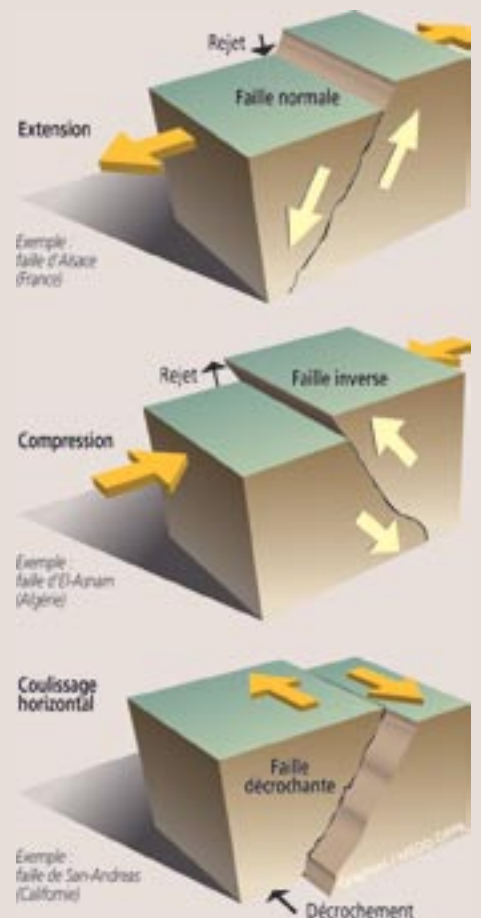


Le **foyer** est le point de départ de la rupture des roches. L'**épicentre** est le point de la surface terrestre situé à la verticale du foyer.

La **magnitude** mesure l'énergie libérée par le séisme au niveau du foyer. L'**intensité** mesure les conséquences du séisme en surface [voir p. 6].

### Le mécanisme au foyer

L'histoire tectonique d'une région et les contraintes présentes dans la roche conditionnent le type de déplacement au niveau des failles. Ainsi dans les zones de compression, le déplacement s'effectue sur des failles inverses, et dans les zones d'extension, sur des failles normales. Ces deux types de failles induisent des déplacements verticaux, appelés *rejets*. Des déplacements horizontaux, appelés *décrochements*, sont également possibles dans le cas des failles de coulissage ou des failles transformantes.



### Les différentes ondes sismiques

Lors du déplacement de la roche le long d'une faille, l'énergie libérée va se propager dans toutes les directions autour du foyer, sous forme d'une vibration complexe composée de différents trains d'ondes. L'arrivée de ces différents trains d'onde est décalée dans le temps en raison de vitesses de propagation différentes dans la roche. Pour un observateur éloigné de l'épicentre, le séisme est perçu comme une vibration dans toutes les dimensions, provenant de l'épicentre et déphasée dans le temps.

## La localisation des séismes

Comme cela a été évoqué précédemment, l'activité sismique est principalement liée à la tectonique des plaques.

### ■ Les séismes inter-plaques

Dans la majorité des cas, les séismes se déclenchent en limite de plaques. C'est en effet au niveau de ces contacts que les contraintes occasionnées par la dérive des continents sont les plus fortes. Dans le monde, les zones les plus actives sont situées en Asie (Japon, Chine, Indonésie, Himalaya), au Proche-Orient (Turquie, Afghanistan), en Afrique du Nord (Algérie, Maroc) et en Amérique (Chili, Mexique, États-Unis). Séismes et volcanisme sont souvent associés sur ces limites de plaques.

### ■ Les séismes intra-plaque

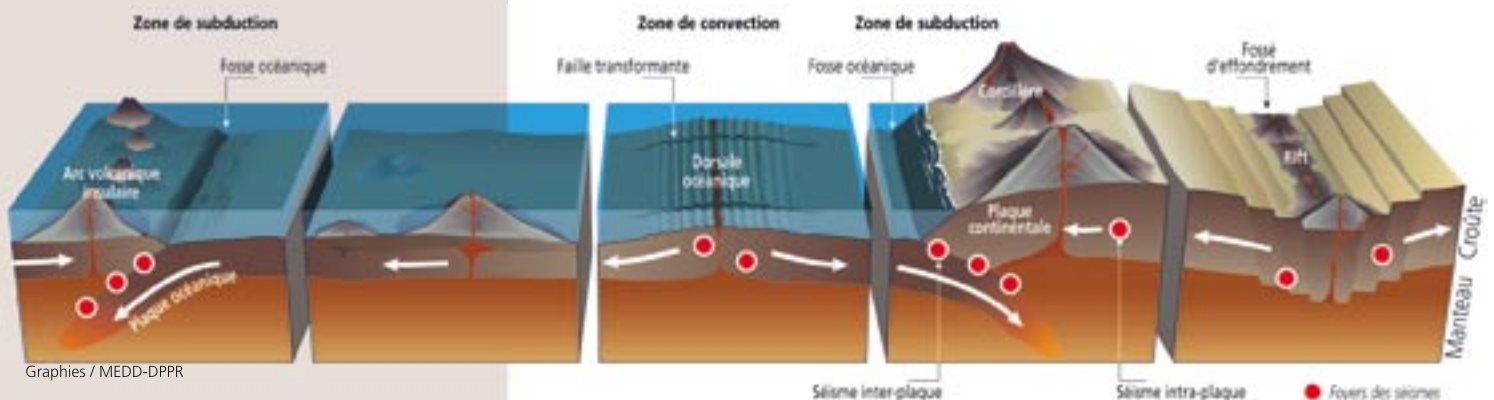
Même à l'intérieur des plaques tectoniques, des failles peuvent jouer et occasionner des séismes. Généralement moins violents que les précédents, ils correspondent à des réajustements des pressions dans la croûte terrestre. Ce sont plus particulièrement ces séismes que l'on observe en France métropolitaine.

### ■ Les séismes liés à l'activité volcanique

Les éruptions volcaniques, autre phénomène associé à la tectonique des plaques, occasionnent une multitude de séismes et de micro-séismes. Ces derniers peuvent permettre de prédire l'imminence d'une éruption. Dans le cas d'une activité explosive (volcan de type péleén), la magnitude du séisme peut être significative.

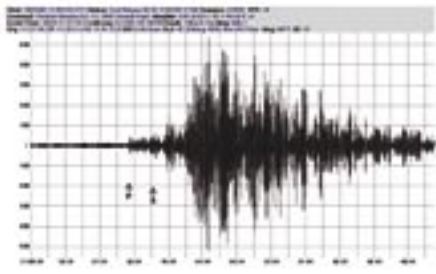
### ■ Les séismes liés à l'activité humaine

Certaines activités humaines peuvent occasionner des séismes, généralement modérés. Il s'agit notamment de la mise en eau des barrages ou de l'exploitation des gisements souterrains (gaz, minerais, etc.).



# L'ALÉA SISMIQUE

## L'enregistrement des séismes



Exemple de sismogramme

Le séisme se manifeste à la surface du sol par une série de vibrations. Elles peuvent être enregistrées au moyen d'un appareil appelé sismomètre. Celui-ci restitue une « image » du séisme en terme d'amplitude de la vibration : le sismogramme.

Pour un même séisme, les différents sismogrammes obtenus, au niveau de toutes les stations sismologiques, permettent de localiser l'épicentre du séisme, par lecture des délais d'arrivée des ondes et méthode des cercles [voir ci-contre].

## La quantification des séismes

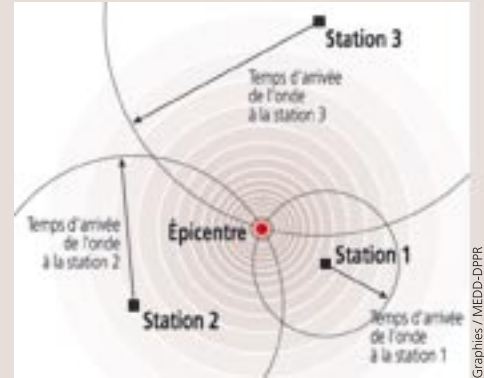
### ■ La magnitude de Richter

La magnitude d'un séisme (notée  $M$ ) est un chiffre sans dimension, représentant l'énergie libérée lors de la rupture. La magnitude est unique pour un séisme et indépendante du lieu d'observation.

Estimée par exploitation des sismogrammes, la magnitude est théoriquement illimitée. Dans la pratique, aucune magnitude mesurée n'a dépassé 9,5 (au Chili, le 22 mai 1960). Augmenter la magnitude d'un degré revient à multiplier l'énergie libérée par trente. Ainsi, un séisme de magnitude 6 équivaut à la libération de l'énergie de trente séismes de magnitude 5.

### ■ L'intensité macrosismique

L'intensité macrosismique EMS 98 est estimée par observation des désordres sur les bâtiments et les infrastructures, ainsi que par la perception du séisme par la population. Elle comporte douze niveaux (de I à XII). Pour un même séisme, l'intensité macrosismique varie dans l'espace en fonction de la distance à l'épicentre et des phénomènes annexes, tels que l'amortissement ou l'amplification des ondes sismiques (effets de site). La zone d'intensité maximale est appelée épicentre macrosismique et peut être différente de l'épicentre réel.



Localisation de l'épicentre en fonction du temps d'arrivée des ondes sismiques

### Les degrés d'intensité de l'échelle macrosismique européenne (EMS)

#### I • Secousse imperceptible

#### II • Secousse à peine perceptible

#### III • Secousse faible

La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par quelques personnes.

#### IV • Secousse largement observée

La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par de nombreuses personnes. Personne n'est effrayé.

#### V • Réveil des dormeurs

Réveil de la plupart des dormeurs. Balancement important des objets suspendus.

#### VI • Frayeur

De nombreuses personnes effrayées se précipitent dehors. De nombreuses constructions classiques subissent des dégâts mineurs, quelques-unes subissent des dégâts modérés.

#### VII • Dommages aux constructions

La plupart des personnes se précipitent dehors. Les dommages aux bâtiments sont nombreux, à des degrés divers.

#### VIII • Destruction de bâtiments

Forte panique. Les dommages aux bâtiments sont généralisés, allant parfois jusqu'à la destruction totale.

#### IX • Dommages généralisés aux constructions

Panique générale. Nombreuses destructions de bâtiments.

#### X • Destructions générales des bâtiments

Même les bâtiments bien construits commencent à subir d'importants dommages.

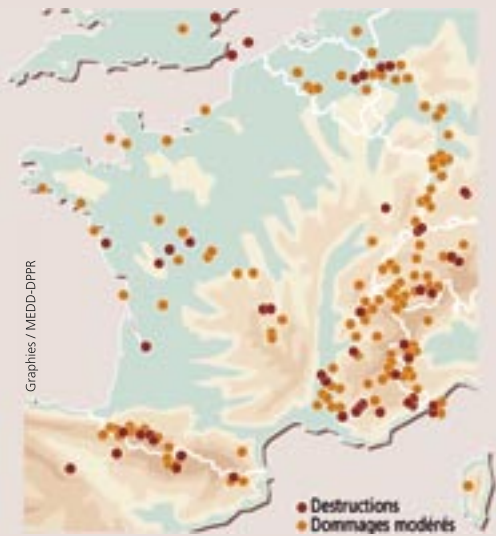
#### XI • Catastrophe

Dommages sévères même aux bâtiments bien construits, aux ponts, barrages et voies de chemin de fer. Les grandes routes deviennent inutilisables.

#### XII • Changement de paysage

Pratiquement toutes les structures sont gravement endommagées ou détruites





Graphies / MEDD-DPPR

Localisation de l'épicentre des séismes majeurs depuis l'an 1200.



Le site de SisFrance fournit les données historiques des séismes en France avec une précision communale. Voir <http://www.sisfrance.net/sommaire.asp> pour la métropole et <http://www.sisfrance.net/Antilles/> pour les Antilles.

Si vous ressentez un séisme, témoignez de votre expérience sur le site du Bureau central sismologique français : <http://east.u-strasbg.fr/bcsf/>

## ■ Relation entre intensité et magnitude

Il n'y a pas de relation directe entre l'intensité et la magnitude. Les deux grandeurs sont difficilement comparables. Un séisme de forte magnitude avec un foyer profond et dans une région peu peuplée sera peu destructeur et donc sera qualifié de faible intensité. Au contraire, un séisme superficiel, même de magnitude moindre pourra être très destructeur et donc caractérisé par une grande intensité.

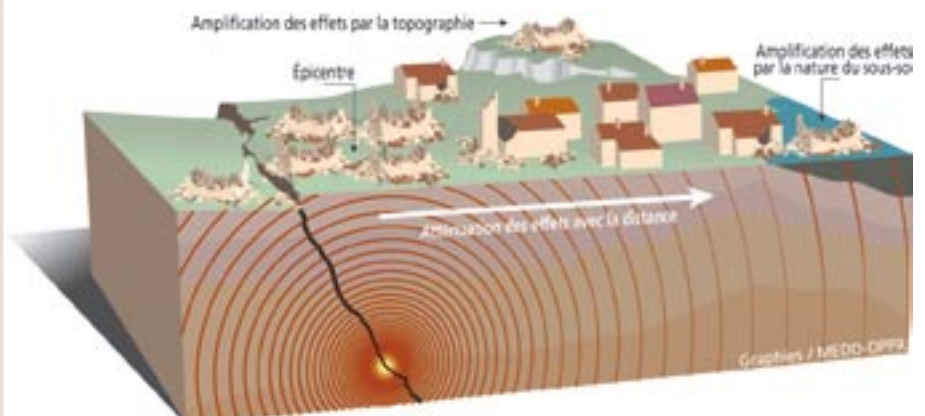
## *L'appréciation de l'aléa*

### ■ La sismicité historique

La connaissance (localisation et intensité) des séismes passés (de 200 avant JC à aujourd'hui) permet d'estimer pour une région, la période de retour ou la probabilité d'occurrence d'un séisme d'intensité donnée. Historiquement, certaines régions apparaissent ainsi quasiment asismiques (bassin parisien, etc.) alors que d'autres régions ont été plus ou moins durement affectées.

### ■ Les effets de site

Pour un séisme de magnitude donnée, le mouvement du sol est généralement maximal à l'aplomb de la faille et décroît avec la distance. Cependant, le mouvement du sol peut varier localement (augmentation ou réduction) en raison de la topographie ou de la constitution du sous-sol. Ainsi, les reliefs et les alluvions accumulées sur de grandes épaisseurs (plaines alluviales) enregistrent généralement des désordres supérieurs par effet d'amplification. On parle respectivement d'effets de site topographiques et lithologiques.



Graphies / MEDD-DPPR

## Les phénomènes annexes

### ■ Les tsunamis

Les séismes, s'ils se produisent dans la mer ou à proximité de la côte, peuvent être à l'origine de raz-de-marée ou tsunamis. La plus importante caractéristique d'un tsunami est sa capacité à se propager à travers un océan entier. Des côtes situées à des milliers de kilomètres de l'épicentre peuvent être frappées, et de manière très meurtrière et dévastatrice.

### ■ La liquéfaction des sols

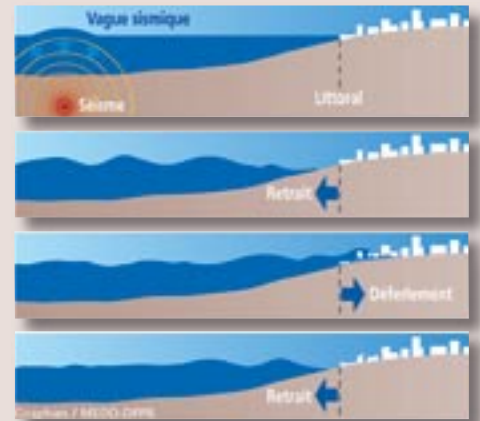
Dans certaines conditions de sollicitations dynamiques, certains sols, notamment des sables fins gorgés d'eau peuvent perdre toute portance (principe des sables mouvants). Les bâtiments fondés sur ces sols peuvent alors subir des tassements importants et des basculements.

### ■ Les glissements de terrain et les chutes de blocs

Les séismes peuvent provoquer des glissements de terrain et des chutes de blocs par modification des conditions de l'équilibre géotechnique. Ainsi un versant stable en situation statique peut se trouver en déséquilibre sous sollicitation dynamique (séisme).

### ■ Les avalanches

Selon le même principe, un séisme peut être le déclencheur d'avalanches. La cohésion du manteau neigeux ou des couches de neige entre elles peut être rompue par la vibration occasionnée.



Les tsunamis d'origine sismique



Perte de portance par liquéfaction du sol (séisme d'Izmit en Turquie).

# LE RISQUE SISMIQUE

## La fréquence des séismes dans le monde

Magnitude Ms	Nombre moyen annuel au-dessus de la magnitude Ms
8	1 à 2
7	20
6	100
5	1 500
4	7 500
3	plus de 100 000

Le passage de l'aléa au risque suppose la prise en compte des enjeux soumis à l'aléa.

## Les conséquences des séismes

### ■ Les préjudices humains

Les séismes sont des phénomènes naturels pouvant être très destructeurs. Les victimes humaines directes sont pour la plupart concernées par l'effondrement des bâtiments, les mouvements de terrain associés ou les tsunamis dans le cas de séismes sous-marins.

Mais les grands séismes destructeurs occasionnent également un grand nombre de victimes indirectes du fait des ruptures de canalisation de gaz et des violents incendies qui s'ensuivent (San Francisco, Tokyo, etc.). Les populations sans abri doivent parfois être déplacées vers des zones moins affectées, ce qui augmente encore le préjudice psychologique des victimes.



Tremblement de terre de Nice, 23 février 1887.

Pour consulter un vaste ensemble d'illustrations de séismes historiques, voir la collection Kozak sur le site <http://nisee.berkeley.edu/kozak/> auquel ont également été empruntées les images des pages 2 (Lisbonne), 10 (San-Francisco) et 12 (Nice).

### ■ Les préjudices matériels

Les dommages matériels dépendent de l'amplitude et de la durée du mouvement du sol, ainsi que du mode de construction. Il peut s'agir de détérioration des structures (fissuration) ou de destructions (écroulement des bâtiments). Outre les habitations, les séismes ont un impact très fort sur l'économie : destruction des infrastructures (ponts, routes, voies ferrées, etc.), détériorations de l'outil de production (usines), rupture des conduites d'eau, de gaz et d'électricité pouvant provoquer incendies, explosions, électrocutions.

### ■ Les effets sur l'environnement

Les grands séismes peuvent occasionner des désordres dans l'environnement. Pour les séismes les plus forts, le jeu des failles peut faire apparaître des dénivellations ou des décrochements de plusieurs mètres, avec parfois changement total de paysage (vallées barrées par des glissements de terrain et transformées en lacs, rivières déviées, etc.). Des sources peuvent se tarir, de nouvelles peuvent apparaître.

## Les phénomènes historiques

La connaissance des grands séismes mondiaux varie en fonction de la date et du lieu de l'événement. Le dénombrement des victimes est délicat dans les pays en voie de développement ou trop isolés. Les séismes très meurtriers affectent le plus souvent des pays très densément peuplés (Chine, Japon, Inde, Indonésie, etc.) et/ou des pays où les constructions sont peu résistantes (Algérie, Turquie, Chili, etc.).

En Europe, les grands séismes sont décrits par des témoignages, des représentations ou des écrits depuis plus de 2 000 ans, tandis que dans le nouveau monde, la description des phénomènes historiques ne commence qu'au XVI<sup>e</sup> siècle.

Avec les connaissances géologiques actuelles les scientifiques essaient d'identifier les failles actives, c'est-à-dire celles qui ont connu un déplacement depuis moins de 100 000 ans.

Le tableau ci-dessous ne constitue pas une liste exhaustive des séismes passés, mais seulement une description de quelques-uns qui furent particulièrement remarquables par leur magnitude, les dégâts occasionnés ou leur localisation. Des séismes se produisant hors de nos frontières ont ainsi parfois eu des répercussions en France.



Quelques effets de séismes :

Au cours du séisme de San-Francisco [ci-dessus] du 18 avril 1906, la faille de San-Andreas a joué sur 470 km avec des décrochements (déplacements horizontaux) qui atteignaient 7 m et des rejets (déplacements verticaux) de 1 à 3 m.

Lors du séisme de Tokyo le 1er septembre 1923, la baie de Sagami s'est soulevée de 250 m au Nord et s'est affaissée de 100 à 400 m au centre.

Lors du séisme de Chimbote au Pérou, le 31 mai 1970, l'effondrement d'un glacier et d'une paroi rocheuse du Huascarán anéantissent plusieurs agglomérations et tuent 54 000 personnes.

Le 25 avril 1963, le séisme de Monteynard dans l'Isère occasionne le tarissement définitif des captages communaux de Corrençon-en-Vercors.

Date	Magnitude	Pays	Localisation	Victimes et dégâts
18 octobre 1356	6 à 7	Suisse	Bâle	1 000 à 2 000 victimes ; de nombreux châteaux détruits, répercussions en France
26 janvier 1531	?	Portugal	Lisbonne	30 000 mort ; tsunami au Maghreb et jusqu'en Europe du Nord
28 décembre 1808	7,5	Italie	Messine	86 000 morts
13 janvier 1915	7	Italie	Avezzano	32 000 morts
6 décembre 1920	8,5	Chine	Gansu	180 000 morts
1 septembre 1923	8,2	Japon	Tokyo	100 000 morts, 50 000 disparus ; incendie généralisé
23 mai 1927	8,3	Chine	Nanchang	80 000 morts
26 décembre 1932	7,6	Chine	Gansu	80 000 morts
31 mai 1935	7,5	Inde	Quetta	60 000 morts
9 septembre 1954	6,7	Algérie	Orléansville	15 000 morts ; nombreuses maisons détruites
29 février 1960	5,9	Maroc	Agadir	10 000 morts
31 mai 1970	7,8	Pérou	Chimbote	67 000 morts ; glissement de terrain
27 juin 1976	7,6	Chine	Tangshan	290 000 morts, plus de 780 000 blessés ; grands dégâts économiques
21 mai 1980	7,3	Algérie	El Asnam	10 000 morts
7 décembre 1988	6,8	Arménie	Spitak	Plus de 50 000 morts
21 juin 1990	6,6	Iran	Bam	43 000 morts et 30 000 blessés
17 janvier 1995	6,9	Japon	Kobé	6 300 morts
17 août 1999	7,4	Turquie	Izmit	17 000 morts et plus de 34 000 blessés
23 juin 2001	8,4	Pérou	À proximité des côtes	75 morts (dont 26 par un tsunami)
2 décembre 2003	6,3	Iran	Bam	26 000 morts ; ville détruite à 80 %
24 février 2004	6,4	Maroc	Al Hoceima	500 morts, 300 blessés



## La sismicité française

On dénombre en moyenne chaque année une vingtaine de séismes de magnitude supérieure à 3,5 alors que plusieurs milliers sont ressentis dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

La sismicité française métropolitaine, par les magnitudes attendues, ne peut être comparée à celle observée dans les zones les plus sensibles de la planète, évoquées ci-dessus. Toutefois, la situation tectonique de la France ne la met pas à l'abri d'un tremblement de terre destructeur.

La base de données Sisfrance établit un recensement des séismes ressentis en France entre l'an 580 et nos jours. Ce sont ainsi plus de 6 000 séismes qui ont été identifiés de façon certaine et dont certains ont occasionné victimes et dégâts importants.

Sur la base de la connaissance des séismes passés, la France est réglementairement découpée en cinq zones [ci-contre]. À défaut de plus de précision le découpage de ces cinq zones respecte le découpage administratif cantonal.

### ■ L'outre-mer

Les Petites Antilles qui abritent la Martinique et la Guadeloupe sont situées sur un arc insulaire (zone de subduction entre deux plaques océaniques). Associés au volcanisme, les séismes sont fréquents dans cette région.

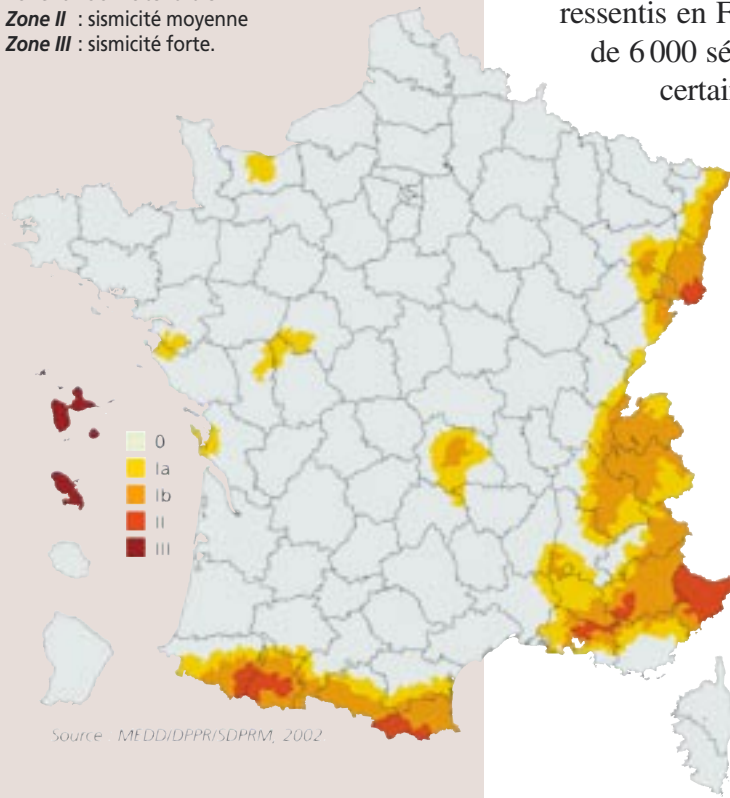
Martinique et Guadeloupe sont les seuls départements français classés en zone III. Guyane, Réunion et Saint-Pierre-et-Miquelon sont classés en zone 0. Les autres territoires d'outre-mer ne sont pas classés dans le zonage national.

### ■ La métropole

Le territoire métropolitain est dans sa grande majorité classé en zone 0. Les principales zones sismiques classées en zone II sont situées dans les Alpes (Pays niçois), les Pyrénées (Cerdagne et Béarn), la Provence (basse vallée de la Durance, Aix-en-Provence) et l'Alsace (région de Mulhouse). La plus grande partie des Alpes, des Pyrénées, de l'Alsace et la basse-vallée du Rhône sont classées en zones Ib ou Ia. D'autres petites régions sismiques sont également identifiées en Auvergne, dans les Charentes, la Vendée, le Saumurois et le Calvados.

Le zonage sismique de la France :

- Zone 0 : sismicité négligeable mais non nulle
- Zone Ia : sismicité très faible mais non négligeable
- Zone Ib : sismicité faible
- Zone II : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité forte.



Source : MEDD/DPPRI/SDPRM, 2002



Date	Localisation épiscopale	Région ou pays de l'épi-centre	Intensité épiscopale
18 octobre 1356	Jura suisse	Alsace	IX
2 février 1428	Cerdagne (Puigcerda)	Espagne, Pyrénées orientales	
18 février 1887	Ligurie (Riviera di Ponente)	Italie, Alpes maritimes	
21 juin 1660	Bigorre (Bagnères-de-Bigorre)	Pyrénées centrales	VIII-IX
11 juin 1909	Trevaresse (Lambesc)	Provence	
1 mars 1490	Limagne (Riom)	Auvergne	VIII
23 juin 1494	Alpes niçoises (Roquebillière)	Alpes maritimes	
13 décembre 1509	Moyenne Durance (Manosque)	Alpes provençales	VII-VIII
20 juillet 1564	Alpes niçoises (La Bollène-Vésubie)	Alpes maritimes	
18 janvier 1618	Alpes niçoises (Coaraze)	Alpes maritimes	
15 février 1644	Alpes niçoises (Roquebillière)	Alpes maritimes	
12 mai 1682	Hauts Vosges (Remiremont)	Vosges	
14 août 1708	Moyenne Durance (Manosque)	Alpes provençales	
24 mai 1750	Bigorre (Juncalas)	Pyrénées centrales	
12 décembre 1855	Haut Verdon (Chasteuil)	Alpes provençales	
13 août 1967	Béarn (Arette)	Pyrénées occidentales	
29 juin 1477	Limagne (Riom)	Auvergne	
15 février 1657	Plateau de Sainte-Maure (Sainte-Maure)	Touraine	
6 octobre 1711	Loudunois (Loudun)	Poitou	
10 août 1759	Entre-Deux-Mers	Bordelais, Guyenne	
9 janvier 1772	Gâtine (Parthenay)	Poitou	
23 janvier 1773	Tricastin (Clansayes)	Dauphiné	
25 janvier 1799	Marais Breton (Bouin)	Pays nantais et vendéen	
20 mars 1812	Basse Durance (Beaumont-de-Perthuis)	Vaucluse	
19 février 1822	Bugey (Belley)	Bresse et Jura bressan	
20 juillet 1854	Lavedan (Argelès-Gazost)	Pyrénées centrales	
19 mai 1866	Laragne (La Motte-du-Caire)	Alpes provençales	
19 juillet et 8 août 1873	Tricastin (Châteauneuf-du-Rhône)	Dauphiné	
14 mai 1913	Moyenne Durance (Volx)	Alpes provençales	
30 novembre 1951	Haut Verdon (Chasteuil)	Alpes provençales	
5 avril 1959	Ubaye (Saint-Paul)	Alpes provençales	
25 avril 1962	Vercors (Corrençon-en-Vercors)	Dauphiné	
29 février 1980	Ossau (Arudy)	Pyrénées occidentales	

Magnitudes supérieures à VII en France métropolitaine (source Sisfrance)



En haut : école endommagée à Nice par le séisme de Ligurie du 18 février 1887.

Ci-contre : ruines à Saint-Cannat (Bouches-du-Rhône) après le séisme de Lambesc du 11 juin 1909.

## LES ACTIONS DE PRÉVENTION ET DE SECOURS

Le séisme est un risque majeur contre lequel l'homme ne peut que se protéger de manière passive. On ne peut en effet empêcher un séisme d'avoir lieu, mais on peut en revanche tenter de le prévenir et prendre des dispositions pour minimiser ses conséquences sur le plan humain. La réduction du nombre de victimes lors d'un séisme passe généralement par l'adaptation des structures des bâtiments et autres ouvrages d'art aux sollicitations dynamiques. C'est notamment l'objet de la construction dite *parasismique*.

### *La prévention*

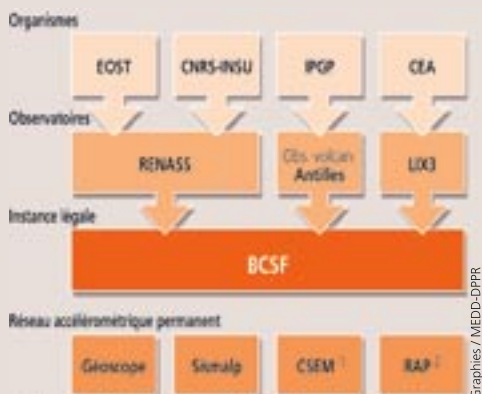
La prévention s'articule autour de trois pôles : la connaissance du risque sismique régional, à travers l'étude des séismes passés, l'adaptation des structures aux mouvements probables et la préparation des populations et des services de secours.

#### ■ La connaissance du risque sismique régional

**L'étude des séismes passés** : la prévision des séismes futurs est encore un objectif non atteint par les sismologues ; les différentes méthodes proposées pour prédire la survenue d'un gros tremblement de terre ne sont pas encore au point. À défaut, la prévision des séismes se fonde sur le probabilisme et la statistique. Elle se base sur l'étude des événements passés à partir desquels on calcule la probabilité d'occurrence d'un phénomène donné (méthode probabiliste). En d'autres termes, **le passé est la clé du futur**.

Cette étude des anciens séismes a un double objectif : déterminer la magnitude prévisible du séisme maximum et délimiter les zones atteintes par le passé. Ce travail aboutit à la réalisation de cartes des zones exposées à un même niveau d'aléa.

**L'étude des séismes en temps réel** : la surveillance sismique instrumentale se fait à partir d'observatoires ou de stations sismologiques répartis sur l'ensemble du territoire national, gérés par divers organismes (Geoscope, Sismalp, CSEM). Les données collectées par les sismomètres sont centralisées par le Bureau central de la sismicité française (BCSF), qui en assure la diffusion. Le schéma ci-contre illustre les relations entre les différents organismes concernés et niveaux de compétence. Ce suivi de la sismicité française permet d'améliorer la connaissance de l'aléa régional, voire local en appréciant notamment les effets de site.



1 - CSEM : Centre sismologique euro-méditerranéen.  
2 - RAP : Réseau accélérométrique permanent. Constitué en GIS (GIS-RAP). Centre à Grenoble (GIT). 100 stations. Regroupe des établissements publics (IPSN, BRGM, CERSL/GG), universitaires, IGP, LOPC. Financement MEDD, INSU, LOPC.

**Les enquêtes macrosismiques** : le BCSF est également chargé de la collecte des données concernant la perception des séismes par la population et les désordres éventuels sur les bâtiments et infrastructures. Cette démarche permet d'établir des cartes d'iso-séistes, c'est-à-dire des zones homogènes du point de vue des dégâts (intensité macrosismique EMS 98). Cette démarche est fondamentale pour l'analyse statistique du risque sismique, ainsi que pour identifier les effets de site. Chaque citoyen peut témoigner directement sur le site de BCSF lorsqu'il perçoit un séisme. Voir : <http://eost.ustrasbg.fr/bcsf/Accueil.html>.

### ■ La surveillance des tsunamis

Le Pacific Tsunami Warning Center, basé à Hawaii, surveille les tsunamis liés à l'activité sismique autour de l'océan Pacifique. En cas de séisme, ce centre émet un bulletin de surveillance qui informe toutes les régions susceptibles d'être touchées autour du Pacifique. S'il constate la formation d'un tsunami, le centre émet un bulletin d'alerte afin que les autorités civiles des régions menacées puissent prendre les mesures adaptées.

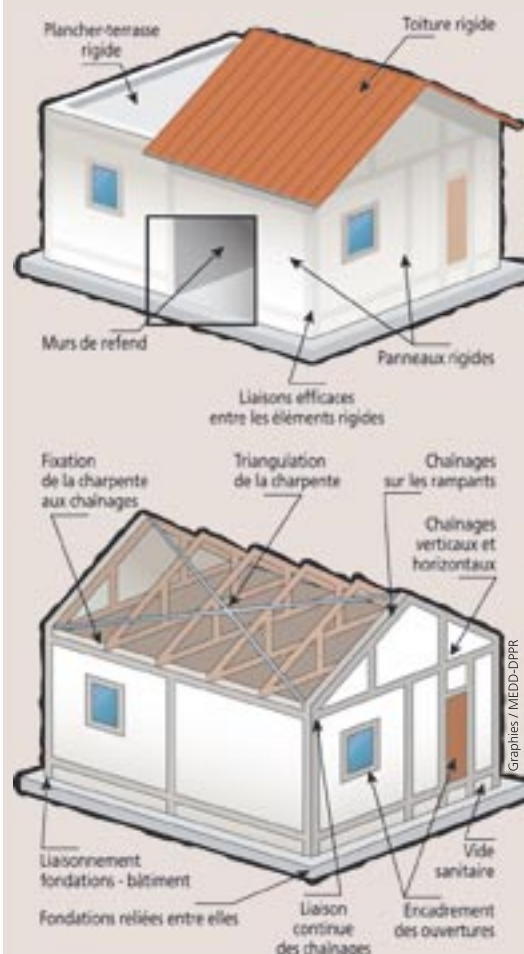
### ■ La construction parasismique

Une construction parasismique, c'est-à-dire construite dans le respect des règles parasismiques en vigueur, est avant tout une construction qui sauve la vie de ses occupants, en limitant les désordres structurels. Le respect de ces règles n'est pas une garantie à toute épreuve. En effet si les désordres sont trop importants, la démolition du bâtiment peut être nécessaire. Le principe de la construction parasismique repose sur **cinq piliers indissociables**.

**Le choix du site** d'implantation est primordial : il faut notamment proscrire les terrains situés sur les reliefs et en haut des ruptures de pente. La zone de limite entre les sols rocheux et les sols mous est également à éviter.

**La conception architecturale** doit également être parasismique, non seulement en terme d'implantation judicieuse du bâtiment sur le site, mais également en terme de type d'architecture, qui doit favoriser un comportement adapté au séisme (forme, hauteur et élancement du bâtiment).

**Le respect des règles parasismiques** constitue une nécessité. Actuellement les règles PS 92 sont en vigueur en France. Pour la construction neuve, elles fixent les niveaux de protection requis par région et par type de bâtiment. Ces règles définissent également les modalités de calcul et de dimensionnement des différents organes de structure des constructions.





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 le ministère chargé de la sécurité civile.



Le maire peut apposer 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 m<sup>2</sup> de terrain.

**La qualité de l'exécution** concerne non seulement les matériaux et éléments non structuraux (couplages et joints), mais également le respect des règles de l'art. La protection contre le feu est un point important de la construction parasismique, tout comme l'entretien. Toute modification ultérieure de la construction devra être conçue selon les mêmes exigences qualitatives.

**La maintenance** des bâtiments permet de garantir l'efficacité de la construction parasismique sur le long terme.

Il est essentiel d'insister sur le fait que **le non-respect de l'une de ces cinq démarches peut être à l'origine de l'effondrement du bâtiment lors d'un tremblement de terre**. Pour les bâtiments et infrastructures particulières, dits à *risque spécial* tels que barrages, centrales nucléaires ou industries à risques, des règles particulières sont appliquées. Elles permettent de garantir la sécurité de la population pour des séismes de magnitude beaucoup plus forte que pour les bâtiments dits à *risque normal*.

## ■ Réduire sa vulnérabilité

Dans le cas d'une maison déjà construite, il est possible de réaliser un diagnostic rapide. Il permet d'identifier l'absence, l'insuffisance ou la dégradation des éléments essentiels à la résistance au séisme de votre logement, de même que la possibilité d'une interaction défavorable avec le sol qui pourrait aggraver l'action d'un tremblement de terre.

La première étape d'une évaluation de vulnérabilité est de déterminer le mode de construction de votre bâtiment. En effet, une maçonnerie en pierre réagira différemment d'une en béton. Il est ensuite nécessaire d'examiner la conception de la structure, puis de réunir un maximum de données relatives au sol et au site. Certaines conceptions demanderont à être renforcées, par exemple.

Une fois identifiés les points faibles de votre bâtiment, et au besoin réalisé un diagnostic plus approfondi avec l'aide d'un professionnel, vous aurez à décider des suites à tenir : ne rien faire, lancer des travaux de renforcement ou encore commander une étude technique plus complète avant d'aller plus loin.

Pour en savoir plus sur cette démarche :

[http://www.prim.net/citoyen/moi\\_face\\_au\\_risque/221\\_seisme.html#vuln](http://www.prim.net/citoyen/moi_face_au_risque/221_seisme.html#vuln)

[http://www.prim.net/citoyen/moi\\_face\\_au\\_risque/222\\_seisme.html#renforcer](http://www.prim.net/citoyen/moi_face_au_risque/222_seisme.html#renforcer)

## ■ 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.

La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages a introduit dans son article 77 l'information des acheteurs ou locataires de

biens immobiliers. Lorsque ces derniers sont situés dans une zone couverte par un PPRT ou un PPR ou dans une zone de sismicité, le vendeur ou le bailleur a une obligation d'information sur l'existence de risques.

## ■ Les consignes

Le séisme est un risque où il n'y a pas d'alerte possible. Un certain nombre de consignes générales à suivre « avant, pendant et après » le phénomène ont été définies. Elles sont complétées par des consignes spécifiques à chaque risque [voir tableaux ci-contre].

CONSIGNES SPÉCIFIQUES	
AVANT	<p><b>Repérer</b> les points de coupure du gaz, eau, électricité.</p> <p><b>Fixer</b> les appareils et les meubles lourds.</p> <p><b>Préparer</b> un plan de regroupement familial.</p>
PENDANT	<p><b>Rester où l'on est :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- à l'intérieur : se mettre près d'un mur, une colonne porteuse ou sous des meubles solides, s'éloigner des fenêtres ;</li> <li>- à l'extérieur : ne pas rester sous des fils électriques ou sous ce qui peut s'effondrer (ponts, corniches, toitures...);</li> <li>- en voiture : s'arrêter et ne pas descendre avant la fin des secousses.</li> </ul> <p><b>Se protéger</b> la tête avec les bras.</p> <p><b>Ne pas allumer</b> de flamme.</p>
APRÈS	<p>Après la première secousse, <b>se méfier</b> des répliques : il peut y avoir d'autres secousses.</p> <p><b>Ne pas prendre</b> les ascenseurs pour quitter un immeuble.</p> <p><b>Vérifier</b> l'eau, l'électricité : en cas de fuite, ouvrir les fenêtres et les portes, se sauver et prévenir les autorités.</p> <p><b>S'éloigner</b> des zones côtières, même longtemps après la fin des secousses, en raison d'éventuels raz-de-marée.</p>

### 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.

## *Les secours*

Les séismes violents peuvent affecter largement la population. Les victimes sont blessées par des objets ou des éléments de bâtiments tombant sur elles ou sont ensevelies sous les décombres. Au-delà de vingt-quatre heures, les chances de retrouver des survivants diminuent rapidement. Cette situation souligne la nécessité d'une intervention rapide qui passe par la localisation de la région touchée (Réseau national de surveillance sismique).

Dans les Antilles, la probabilité qu'un séisme majeur touche les deux îles en même temps est très faible. L'île non atteinte pourra ainsi porter secours à l'autre.

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. Un prochain texte législatif prévoit d'instaurer le plan communal de sauvegarde.

En cas de catastrophe, lorsque plusieurs communes sont concernées, les plans de secours départementaux (tels les plans Orsec) sont mis en application, conformément à la loi du 22 juillet 1987. Ils fixent l'organisation de la direction des secours et permettent la mobilisation des moyens publics et privés nécessaires à l'intervention. Ils prévoient notamment l'organisation des transports, de la circulation, de l'accueil et de la protection des sinistrés, ainsi que de la surveillance contre le pillage.

Dans chaque département, c'est le préfet qui élabore et déclenche les plans de secours ; il est directeur des opérations de secours. Lorsqu'elles intéressent le territoire de plusieurs départements, 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 et qu'il soit d'intensité anormale. De plus, et c'est très important, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les dommages d'incendie ou les dommages aux biens ainsi que, le cas échéant, les dommages aux corps de 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 résultant de celle-ci et couverts par la garantie (article L 125-1 du Code des assurances).

Les TOM, dont la Polynésie française, demeurent hors du champ d'application de la loi de 1982.

## Glossaire

**Distance épacentrale** : distance entre l'épicentre et la station. Quand on est « près » du séisme, on donne souvent la distance épacentrale en km (d). Quand on est plus loin, on la donne en degrés (D).

**Échelle d'intensité EMS 98** : échelle d'intensité de séisme qui comporte 12 degrés. Le degré I correspond à une secousse seulement détectée par les instruments, les dégâts matériels ne sont importants qu'à partir de VIII, et XII caractérise un changement de paysage. C'est actuellement l'échelle de référence en Europe (European Macroseismic Scale 1998).

**Échelle de magnitude de Richter** : échelle ouverte de référence qui évalue l'énergie des séismes par la valeur de la magnitude.

**Faïlle** : fracture ou zone de rupture dans la roche, le long de laquelle les deux bords se déplacent l'un par rapport à l'autre, parallèlement à la trace de la fracture.

**Foyer** (ou hypocentre) : point de départ de la rupture des roches.

**Mouvement de convection** : mouvement dû à la chaleur interne de la terre qui anime la roche en fusion du manteau.

**Période de retour** : durée moyenne entre deux événements de même intensité.

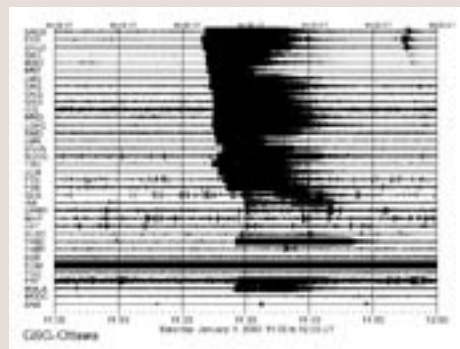
**Répliques** : séismes succédant, dans une zone proche, à un autre séisme (dit séisme principal).

**Sismicité** (ou séismicité) : distribution géographique des séismes en fonction du temps.

**Sismique (onde)** : onde élastique se propageant à l'intérieur de la Terre, engendrée généralement par un séisme ou par une explosion.

**Sismologie** : science qui étudie les tremblements de terre naturels ou artificiels, et d'une manière générale la propagation des ondes sismiques à travers la Terre.

**Sismomètre** (ou séismomètre) : détecteur des mouvements du sol qui comporte un capteur mécanique, un amplificateur et un enregistreur. On utilise encore parfois le mot sismographe.



## Références

### Organismes de référence

- Bureau central sismologique français (BCSF) : <http://eost.u-strasbg.fr/bcsf/>
- Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) : <http://www.brgm.fr/>
- École et observatoire des sciences de la Terre (EOST) : <http://eost.u-strasbg.fr/>
- Institut de physique du globe de Paris (IPGP) : <http://www.ipgp.jussieu.fr/>
- Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD) : <http://www.prim.net/>

### Sites internet consultés

- <http://www.prim.net>  
Portail des risques majeurs du ministère de l'Écologie et du Développement durable
- <http://www.prim.net/actu/archives/seismes.html>  
Dossier séisme sur le site de Prim.net
- [http://www.prim.net/citoyen/definition\\_risque\\_majeur/zonage\\_sismique\\_france/home.htm](http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/zonage_sismique_france/home.htm)  
Zonage sismique de la France
- [http://www.prim.net/citoyen/definition\\_risque\\_majeur/zonage\\_sismique\\_france/home.htm#textes](http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/zonage_sismique_france/home.htm#textes)  
Toute la réglementation sur le risque sismique en France
- <http://eost.u-strasbg.fr/bcsf/Accueil.html>  
Site officiel du Bureau central sismologique français
- <http://eost.u-strasbg.fr/pedago>  
Site pédagogique de École et observatoire des sciences de la Terre de Strasbourg
- <http://www.sisfrance.net/>  
Sismicité historique en France métropolitaine
- <http://www.sisfrance.net/Antilles>  
Sismicité historique aux Antilles françaises
- <http://renass.u-strasbg.fr/>  
Réseau national de surveillance sismique

### Bibliographie

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/BICI, 1989, *Procerisq, procédures et réglementations applicables aux risques technologiques et naturels majeurs*.

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/SDPRM/ CARIAM, 2001, *Recueil des textes fondateurs, textes relatifs à la prévention des risques naturels majeurs*, Cellule d'information documentaire sur les risques majeurs, 154 pages.

Mission inter-services des Risques naturels de l'Isère (Mirnat), 2001, *Mémento du maire et des élus locaux, prévention des risques d'origine naturelle et technologique*, Institut des risques majeurs (IRMA).

Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du territoire, direction de la Sécurité civile, 1994, *Organisation-prévention et planification, Services de secours, volume 1 et 2*, Journal officiel de la République française, 934 pages.

*Guide méthodologique, Plans de prévention des risques naturels (PPR) : Risques sismiques - 2002* - Éd. La Documentation française.

Victor Davidovici, 1999, *La construction en zone sismique*, Moniteur Références techniques, 330 pages.

*Règles de construction parasismiques – Règles PS applicables aux bâtiments PS 92*, 1995, Eyrolles, 283 pages.

BRGM-EDF-IPSN, 1996, *Mille ans de séismes en France – Catalogue d'épicentres*, Ouest Éditions, 75 pages.

Milan Zacek, 2003, *Conception parasismique*, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 89 pages.

Milan Zacek, 2003, *Vulnérabilité et renforcement*, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 59 pages.

Milan Zacek, 2003, *Évaluation de la présomption de vulnérabilité aux séismes des bâtiments existants*, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 41 pages.

Patricia Balandier, 2003, *Urbanisme et aménagement*, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 95 pages

Patricia Balandier, 2003, *Sismologie appliquée*, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 116 pages.



