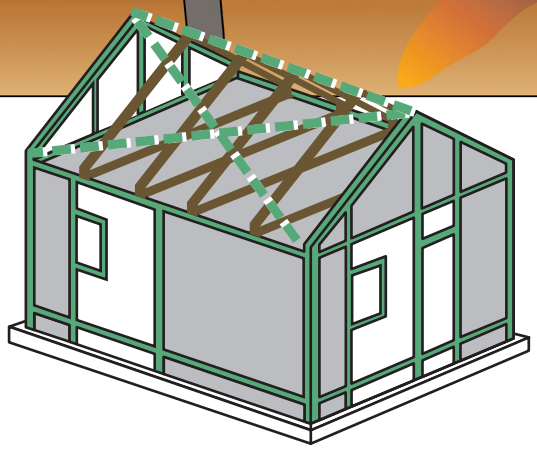
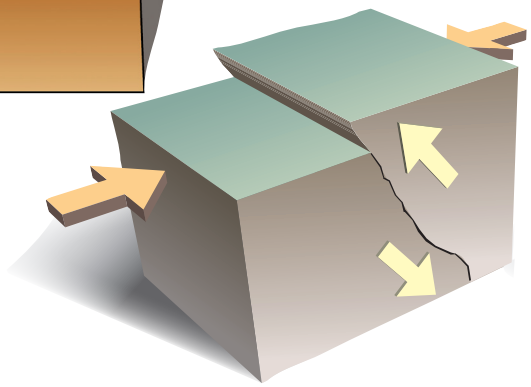
COLLECTION

Prévention des risques naturels

Les séismes















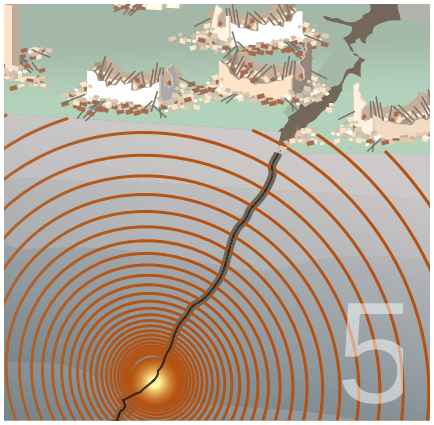
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

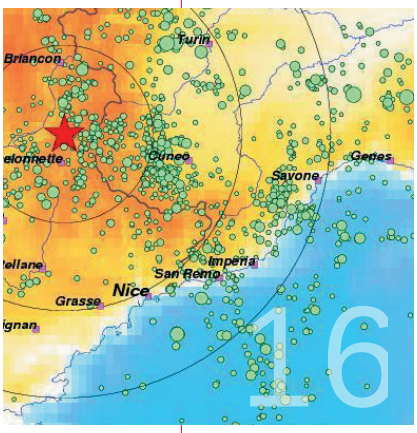
Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

COLLECTION Prévention des risques naturels | Les séismes

Édition : juillet 2012 - **Rédaction :** MEDDE/DGPR - **Conception éditoriale :** MEDDE/SG/DICOM/DIE - **Conception graphique :** MEDDE/SG/DICOM/DIE/Florence Chevallier - **Réf. :** MEDDE/DGPR/BRO/12005 - **Infographies :** Graphies - **Crédits photos (de haut en bas) :** Couverture : Graphies/Fotolia (X2), AQC, BRGM (x2), V. Courtray - page 3 : Graphies/Fotolia, CEA-LDG, Rufar/Fotolia, Serghei Velusceac/Fotolia - page 4 : BRGM - Page 6 : Graphies/Fotolia (X2) - Page 7 : Graphies/Fotolia - Page 8 : Graphies/Fotolia (X3) - Page 9 : Graphies/Fotolia (X3), Photlook/Fotolia - Page 12 : Graphies/Fotolia, USGS - page 13 : AFPS, Rodolphe Trider/Fotolia - page 14 : Graphies/Fotolia - page 17 : M; Terrier/BRGM, Alessandro Calzolaro/Fotolia, Mathieu Pinson/Fotolia - page 18 : M. Terrier/BRGM - page 19 : DGPR/MEDDE - page 20 : M. Zacek (*Construire parasismique,* éditions Parenthèses, 1996 - 340 pages) - page 21 : V. Courtray, AQC - page 22 : Sisfrance (BRGM/EDF/IRSN) - page 24 : CEA/LDG (x2), École et observatoire des sciences de la terre/Université de Strasbourg - page 25 : Bureau central sismologique français, Graphies/Fotolia - page 26 : BRGM - page 27 : Prim.net (X2) - page 28 : BRGM, Cete Mediterranée (x9), CSTB - page 29 : MEDDE - page 30 : RTM/Préfecture Haute-Savoie et BRGM - page 33 : Serghei Velusceac/Fotolia - page 34 : Préfecture de Guadeloupe, Christelle Delforge/Fotolia - page 35 : Floki Fotos/Fotolia, Danielle Bonardelle/Fotolia - page 36 : Richard Villalon/Fotolia - page 37 : Pix'art photographie/Fotolia - page 40 : MEDDE/DGPR (X2) - page 41 : Dinostock/Fotolia, Laurine45/Fotolia, J.M. Bernier/MEDDE, Gérard Lemaire/Fotolia, JF Sorro, Moramora/Fotolia - page 42 : Laurine45/Fotolia, J.M. Bernier/MEDDE, JF Sorro, Moramora/Fotolia - page 43 : Cete Méditerranée - page 44 : Laurine45/Fotolia, J.M. Bernier/MEDDE, Gérard Lemaire/Fotolia, JF Sorro, Moramora/Fotolia - page 49 : Dussauj/Fotolia.

SOMMAIRE







Introduction 4

1 Le phénomène sismique 5

Qu'est-ce qu'un séisme ? 5
- La tectonique des plaques 5
- Les différents types de séisme 7
- Le mécanisme d'un séisme 7

Les effets et les conséquences d'un séisme 10
- La quantification de la violence d'un séisme 10
- Les effets directs et induits d'un séisme 12
- Le risque sismique, croisement des enjeux et des aléas 13

2 Comment prévenir le risque de séisme ? 16

Vivez-vous en zone à risque sismique ? 16
- L'aléa sismique de la France 16
- Les questions à se poser pour caractériser et réduire le risque 16

La politique de prévention 21
- Améliorer la connaissance de l'aléa et du risque sismique pour mieux anticiper 23
- L'information préventive 26
- La construction parasismique 27
- La prise en compte du risque sismique dans l'urbanisme 30
- Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) 30
- Les acteurs de la prévention 31

3 Que faire en cas de séisme ? 33

Les consignes à suivre 33

Les plans de secours 35
- Le plan communal de sauvegarde 35
- Les plans d'organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC) 35

L'indemnisation des victimes 36

4 La réglementation parasismique 37

Cadre législatif et réglementaire de la prévention du risque sismique 37

Les grands principes de la réglementation parasismique 38
- Les ouvrages à risque normal 39
- Les ouvrages à risque spécial 39

Le zonage sismique de la France 40

Les règles parasismiques pour les bâtiments 41
- Les catégories d'importance des bâtiments 41
- Accélération de calculs 42
- Les règles de construction parasismique 43

Réglementation parasismique pour les autres ouvrages à risque normal et les ouvrages à risque spécial 46

5 Le plan séisme Antilles 47
- Gouvernance et organisation 47
- Le bâti des collectivités territoriales (y compris les services départementaux d'incendie et de secours) 48
- Le bâti de l'État 48
- Le logement social 48
- Le bâti privé 49

Glossaire 50

Pour aller plus loin 52

Sigles 53



INTRODUCTION

Le risque sismique est le risque naturel le plus meurtrier et le plus dévastateur.

21 433
communes françaises sont concernées par le risque sismique

De 2000 à 2010, les séismes ont provoqué près de 700 000 morts dans le monde*. Même si la France est globalement un pays à sismicité modérée, des séismes destructeurs ont eu lieu par le passé, aux Antilles, mais aussi sur le reste du territoire (comme le séisme de Lambesc, en Provence en 1909), et se reproduiront dans le futur. En outre, des séismes plus faibles, mais plus fréquents, peuvent aussi avoir des conséquences humaines et économiques significatives.

Aujourd'hui, le phénomène sismique est assez bien connu, mais il reste toujours impossible de prévoir où, quand et avec quelle intensité un séisme surviendra. Les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de donner l'alerte assez tôt avant l'arrivée des ondes destructrices du séisme, en vue notamment de faire évacuer les bâtiments. Les pertes humaines lors des séismes sont essentiellement dues à l'effondrement des constructions sur les populations et, dans certains cas, aux conséquences de l'endommagement d'autres types d'ouvrages (incendies dus à la rupture de réseaux de gaz, inondations résultant d'ouvrages hydrauliques ou hydroélectriques, etc.).

* Source : United States Geological Survey (USGS)

L'action sur le bâti demeure l'axe principal de la politique de prévention en matière de séisme : il s'agit d'appliquer les règles parasismiques dans la construction des bâtiments neufs et dans le renforcement des bâtiments existants. Il est possible de construire un bâtiment de manière à ce qu'il ne s'effondre pas en cas de séisme. La construction parasismique reste le moyen de prévention le plus efficace de se protéger contre les séismes.

La politique française de prévention du risque sismique est basée principalement sur la réduction de la vulnérabilité du bâti. Elle comprend aussi des actions relatives à l'information de la population, l'amélioration des connaissances sur le risque sismique, l'aménagement du territoire et la préparation à la gestion de crise.

Chacun est concerné par le risque sismique ; il est de son droit et de son devoir de s'informer sur les dangers encourus sur ses lieux de vie. Chacun doit prendre en compte les règles parasismiques pour construire ou renforcer son habitation afin de protéger sa vie et celle de sa famille.

Le phénomène sismique

Au niveau planétaire, plusieurs dizaines de milliers de personnes en moyenne sont touchées chaque année par un séisme. La France est également concernée par ce risque : séisme d'Épagny-Annecy (Haute-Savoie) en 1996 (M* 5.2), séisme de Rambervillers (Vosges) en 2003 (M 5.4), séisme des Saintes (Guadeloupe) du 21 novembre 2004 (M 6.3), séisme de Martinique du 29 novembre 2007 (M 7.4).

QU'EST-CE QU'UN SÉISME ?

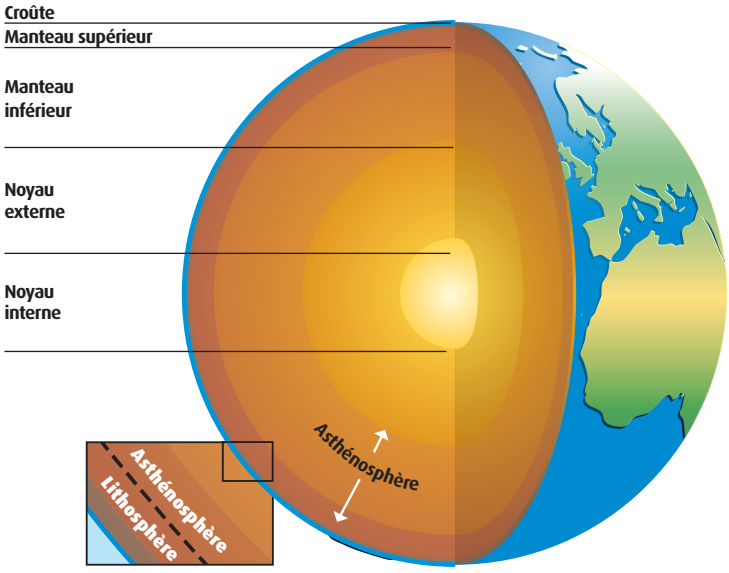
UN SÉISME EST UNE VIBRATION DU SOL provoquée par une rupture brutale des roches de la lithosphère le long d'une faille.
Une faille est une zone de rupture en profondeur dans la roche qui se prolonge parfois jusqu'à la surface du sol, et le long de laquelle les deux bords se déplacent l'un par rapport à l'autre.
Les séismes sont l'une des manifestations de la tectonique des plaques.

La tectonique des plaques

La théorie de la tectonique des plaques permet de comprendre le volcanisme et la sismicité naturelle de la planète. Les premiers concepts (la dérive des continents) ont été formulés par Wegener en 1912, mais la théorie de la tectonique des plaques ne fut développée et reconnue par la communauté scientifique que dans les années 1960.
La Terre est formée de couches concentriques de natures et d'épaisseurs différentes : noyau interne, noyau externe, manteau inférieur, manteau supérieur et croûte terrestre.

* Magnitude

L'ensemble constitué par le manteau et la croûte peut aussi être divisé en deux couches de rigidités différentes : l'asthénosphère et la lithosphère. Le manteau inférieur et une grande partie du manteau supérieur forment l'asthénosphère, ductile (c'est-à-dire qui peut se déformer sans rompre). La partie externe du manteau supérieur et la croûte forment la lithosphère, couche rigide.



La structure interne de la Terre

La lithosphère, rigide et cassante, est morcelée sur la surface terrestre en douze grandes plaques et d'autres plus petites. Des mouvements de convection au sein de l'asthénosphère rendent ces plaques mobiles avec des vitesses de l'ordre de quelques centimètres par an. Ce phénomène, appelé la tectonique des plaques, entraîne, aux zones de contact entre les plaques, des mouvements relatifs de divergence, de convergence ou de coulissage.

Les plaques tectoniques

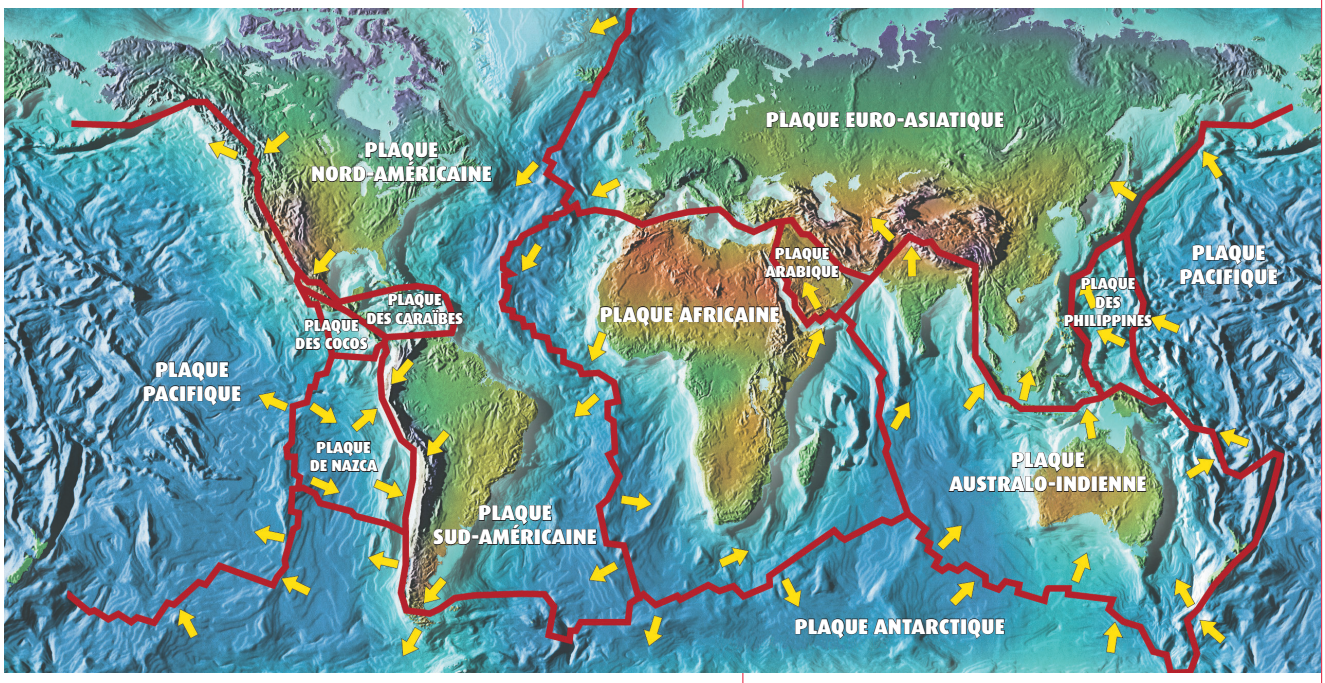
La divergence

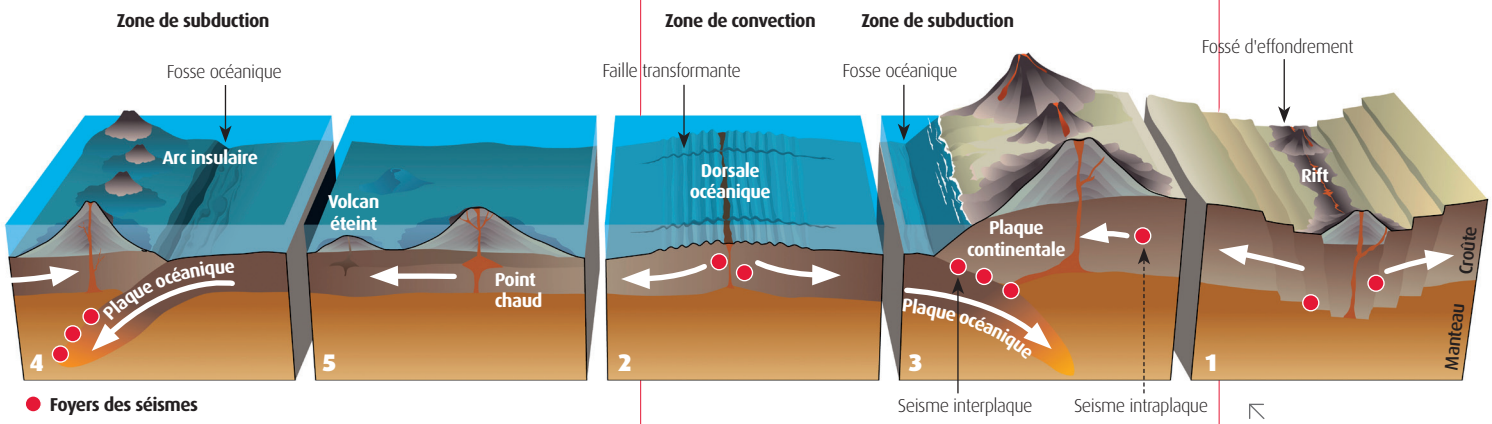
La divergence de deux plaques est à la base de la création de la croûte océanique. Les zones de divergence de plaques sont marquées sur le fond des océans par les dorsales océaniques qui constituent les plus importants systèmes volcaniques de la Terre. Elles correspondent à des remontées de magma qui, lorsqu'il arrive en surface, durcit et forme alors la croûte océanique. La croûte nouvellement formée s'éloigne de part et d'autre de la dorsale, c'est la divergence.

La convergence

La convergence entre deux plaques est la cause principale de la formation des chaînes de montagnes, du volcanisme et des séismes. La quantité de matière qui disparaît sous le manteau dans les zones de convergence est égale à celle formée au niveau des dorsales.
Il existe trois types de convergence :

- **la convergence entre deux plaques océaniques :** la plus dense des plaques plonge sous l'autre, c'est une subduction ; en surface, des arcs insulaires volcaniques se forment. Ainsi, les Antilles résultent de la subduction des plaques nord-américaine et sud-américaine sous la plaque caraïbe ;
- **la convergence entre une plaque océanique et une plaque continentale :** la croûte océanique, plus dense, plonge sous la plaque continentale ; cette subduction se traduit en surface par la formation d'une chaîne de montagnes volcanique, telle que la cordillère des Andes ;
- **la convergence entre deux plaques continentales :** contrairement aux deux cas précédents, cette convergence ne donne pas lieu à une subduction, mais à une collision. La plaque la plus faible se plisse ; apparaissent alors des chaînes de montagnes et de grands systèmes de failles. La sismicité y est importante mais le volcanisme quasi inexistant. La collision de la plaque indienne avec la plaque eurasiatique a entraîné la formation de l'Himalaya. En France, les





La tectonique des plaques et la formation des séismes

Alpes ont été formées par la collision de la plaque africaine et de la plaque eurasiatique.

Le coulissage

Lors des convergences et des divergences, les mouvements sont sensiblement perpendiculaires à la frontière des plaques. Lorsque le mouvement des plaques l'une par rapport à l'autre est principalement parallèle à cette frontière, le phénomène est appelé coulissage. Tout comme la convergence entre deux plaques continentales, le coulissage se traduit par une forte sismicité et un volcanisme quasi inexistant. Ainsi, la faille de San Andreas, qui marque un coulissage entre la plaque océanique pacifique et la plaque continentale nord-américaine, est responsable des nombreux séismes qui affectent la région de San Francisco.

Les différents types de séisme

Ils peuvent être distingués selon leur origine :
• **les séismes naturels :** séismes tectoniques (interplaques, intraplaques), séismes volcaniques ;
• **les séismes liés à l'activité humaine.**

Les séismes naturels

Les séismes tectoniques

• Les séismes interplaques

Dans la majorité des cas, les séismes se déclenchent en limite de plaques. C'est au niveau de ces contacts interplaques que les contraintes occasionnées par la tectonique des plaques sont les plus fortes. Dans le monde, les zones les plus actives sont situées le long de la ceinture du Pacifique et de la ceinture transasiatique. Séisme et volcanisme sont souvent associés sur ces limites de plaques. En France, les Antilles, situées à la frontière entre les plaques nord-américaine et sud-américaine et la plaque caraïbe, peuvent connaître des séismes interplaques.

• Les séismes intraplaques

À l'intérieur des plaques tectoniques, des failles peuvent occasionner des séismes, correspondant à des réajustements de forces dans la croûte terrestre. C'est ce type de séismes que l'on observe en France métropolitaine. Généralement moins puissants que les séismes interplaques, les séismes intraplaques peuvent néanmoins être très violents, comme en Chine centrale.

Les séismes liés à l'activité volcanique

Les éruptions volcaniques, autres phénomènes associés à la tectonique des plaques, occasionnent une multitude de séismes et de microséismes. Ces derniers peuvent permettre de prédire l'imminence d'une éruption. Ainsi, en France, ce type de séisme peut être rencontré sur les volcans actifs : la Soufrière à la Guadeloupe, la montagne Pelée à la Martinique et le piton de la Fournaise à La Réunion. Dans le cas d'une activité explosive (volcan de type péléen), la puissance du séisme peut être significative.

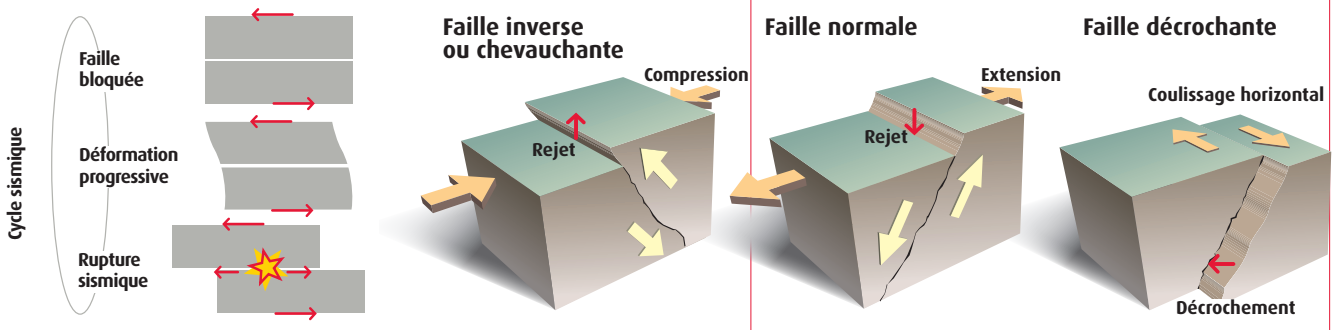
Les séismes liés à l'activité humaine

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.).

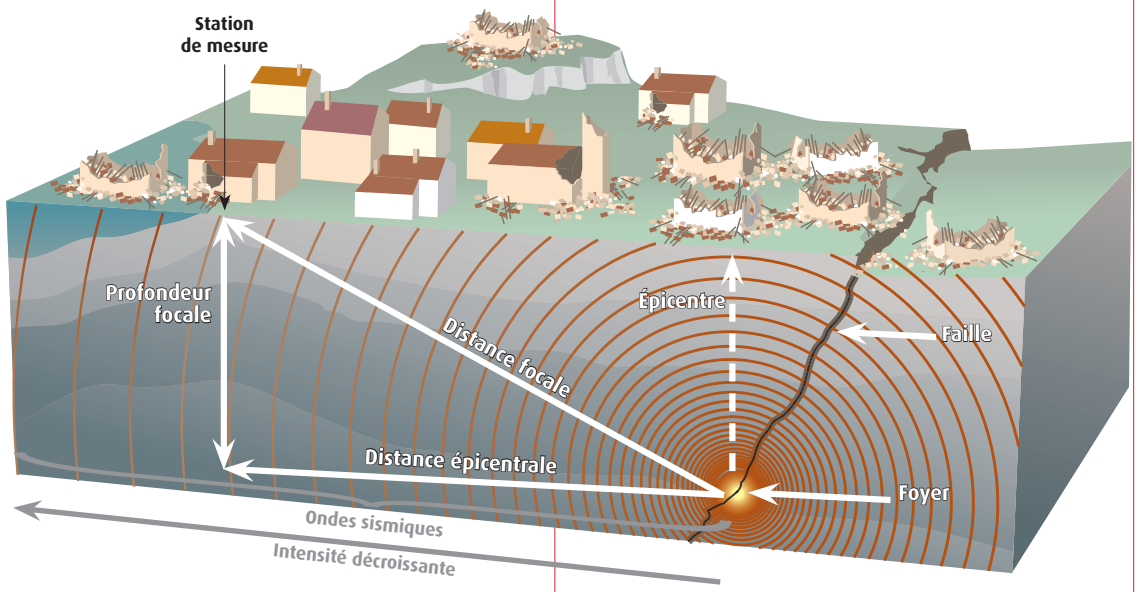
Le mécanisme d'un séisme

L'activité sismique est concentrée le long d'une faille, qui peut être située à la frontière entre deux plaques ou au sein d'une plaque.

En raison des frottements importants au niveau d'une faille, le mouvement entre les blocs de roche de part et d'autre de la faille est bloqué. De l'énergie est alors stockée le long



Les différents types de faille



Foyer d'un séisme
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 sous forme d'ondes sismiques. L'intensité mesure la sévérité de la secousse au sol en fonction des effets observés (effets sur les personnes et les objets, dégâts sur les bâtiments...)

de la faille, parfois pendant des milliers d'années. Lorsque la limite de résistance des roches est atteinte, cette énergie accumulée est libérée, sous forme de chaleur, de déplacements permanents des blocs et d'ondes sismiques. Quand les déplacements des blocs rétablissent un nouvel équilibre, le mouvement est à nouveau bloqué. La succession de ces différentes étapes constitue le cycle sismique.

Les ondes sismiques

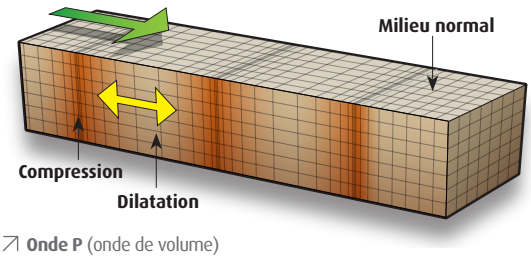
Émises lors d'un séisme, elles se propagent à travers les roches dans le sol jusqu'à atteindre la surface terrestre. C'est le passage de ces ondes qui provoque les vibrations du sol lors d'un séisme.

À la secousse principale, succèdent des répliques, des secousses plus faibles mais parfois meurtrières. Suite au déplacement des blocs de part et d'autre de la faille lors du séisme principal, les répliques correspondent à des réajustements des blocs au voisinage de la faille pour retrouver un nouvel équilibre. Des lois empiriques permettent d'évaluer statistiquement la probabilité d'occurrence d'une réplique de telle magnitude dans une période donnée, mais il reste impossible de prévoir exactement quand et où une réplique d'une magnitude donnée va survenir. Le nombre de répliques décroît rapidement dans le temps (la plupart ont lieu dans les jours qui suivent le séisme principal) mais, pour des séismes puissants, des répliques peuvent se produire même des années après.

• Les différentes ondes sismiques

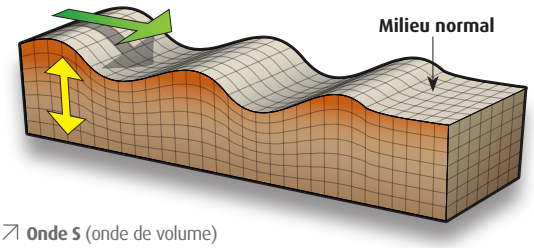
Lors du déplacement de la roche le long d'une faille, l'énergie libérée se propage dans toutes les directions autour du foyer sous forme d'une vibration complexe composée de différents trains d'ondes. Il s'agit d'ondes de volume :

- ondes P (primaires) ou ondes de compression, qui sont les plus rapides (6 km/s près de la surface) ;



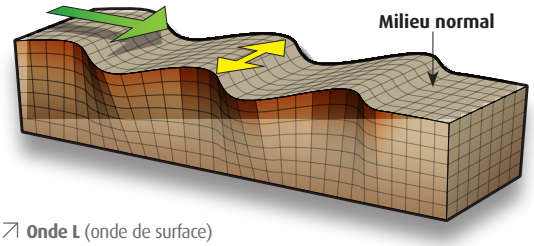
Onde P (onde de volume)
comprime et dilate alternativement les roches parallèlement à sa direction de propagation

- ondes S (secondaires) ou ondes de cisaillement (en général 60 % de la vitesse des ondes P). L'arrivée de ces trains d'ondes 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 succession dans le temps de vibrations dans toutes les directions, provenant de l'épicentre ;



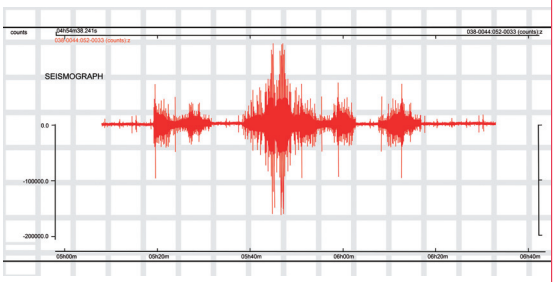
↗ **Onde S** (onde de volume)
cisaille les roches en les faisant vibrer perpendiculairement à sa direction de propagation

- lorsque les ondes de volume arrivent à la surface, elles génèrent des **ondes de surface** (ondes de Love et ondes de Rayleigh).



↗ **Onde L** (onde de surface)
déplace le sol d'un côté à l'autre dans un plan horizontal perpendiculairement à sa direction de propagation

À la surface du sol, le séisme se manifeste par une série de vibrations. Celles-ci peuvent être enregistrées au moyen d'appareils comme le sismomètre, qui mesure la vitesse, et l'accéléromètre, qui mesure les accélérations. Ces enregistrements permettent de connaître le mouvement du sol pendant un séisme.



↗ **Exemple** de sismogramme

Pour un même séisme, les différents enregistrements obtenus au niveau de toutes les stations d'acquisition permettent de calculer l'épicentre, le foyer et l'instant où s'est déclenché le séisme en utilisant les temps d'arrivée des différentes ondes.

Le foyer (ou hypocentre)

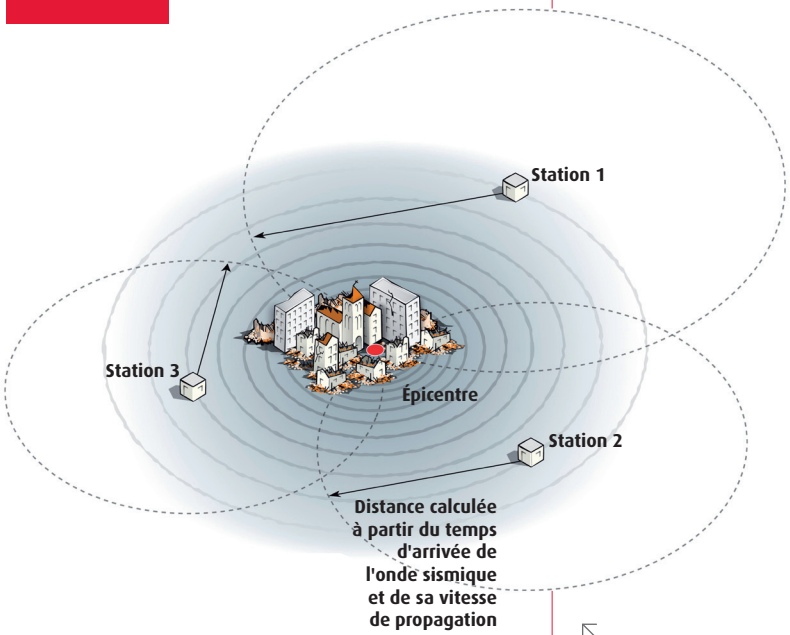
Le foyer d'un séisme est la région de la faille où commence la rupture et d'où partent les ondes sismiques. Les séismes qui génèrent des dégâts ont habituellement des foyers situés dans les cent premiers kilomètres de la lithosphère.

L'épicentre

C'est le point situé à la surface terrestre à la verticale du foyer.

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. 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.



↖ **Ci-contre,** localisation de l'épicentre en fonction du temps d'arrivée des ondes sismiques

LES EFFETS ET LES CONSÉQUENCES D'UN SÉISME

UN SÉISME SE TRADUIT à la surface terrestre par des vibrations du sol et parfois des décalages de la surface du sol de part et d'autre des failles. L'ampleur des vibrations dépend en premier lieu de la magnitude d'un séisme, de la profondeur du foyer et de la distance épicentrale à laquelle on se trouve. En outre, localement, ces mouvements peuvent être modifiés par des effets de site.
En plus des mouvements vibratoires, le séisme peut également engendrer des phénomènes induits, tels que des instabilités gravitaires, une liquéfaction du sol ou des tsunamis.

La quantification de la violence d'un séisme

La violence d'un séisme se caractérise par deux paramètres : **sa magnitude** et **son intensité.**

La magnitude

La magnitude d'un séisme (notée M) est un chiffre sans dimension, traduisant l'énergie libérée sous forme d'ondes sismiques par un séisme.

Le calcul de la magnitude fut développé en 1935 par Charles Richter pour caractériser les séismes enregistrés localement en Californie. Ce calcul était basé sur la mesure de l'amplitude du mouvement du sol enregistrée sur un sismographe normalisé et à une distance épicentrale de 100 km. Cette magnitude, appelée magnitude locale M_l, ne peut être utilisée que pour des séismes proches des stations d'enregistrement et dans certaines conditions. C'est pourquoi d'autres types de magnitudes ont, depuis, été développés (magnitude des ondes de surface M_s, magnitude des ondes de volume m_b, magnitude de durée M_d, magnitude de moment M_w), plus adaptés selon la distance au séisme et ses caractéristiques (magnitude, profondeur...).
La magnitude est « unique » pour un séisme et indépendante du lieu d'observation. Elle est estimée par exploitation des sismogrammes. En théorie, une limite physique à la magnitude doit exister (liée à la quantité d'énergie que les roches de la lithosphère peuvent accumuler, à la taille de la surface de la rupture de la faille). En pratique, aucune magnitude mesurée n'a encore dépassé 9,5 (séisme du Chili du 22 mai 1960). Augmenter la magnitude d'une unité revient à multiplier l'énergie libérée par 32. Ainsi, un séisme de magnitude 6 équivaut à la libération de l'énergie d'environ trente séismes de magnitude 5. À partir d'une magnitude 5, un séisme dont le foyer est peu profond peut causer des dégâts significatifs aux constructions, comme par exemple le séisme de Lorca, en Espagne, du 11 mai 2011, de magnitude 5.1.

Équivalences
magnitude, énergie, durée, rejet, longueur du plan de faille rompu, fréquence mondiale annuelle

Magnitude	Énergie libérée	Durée de la rupture	Valeur moyenne du rejet	Longueur moyenne du coulissage	Nbre de séismes par an dans le monde (ordre de grandeur)
9	E x 30^5	250 s	8 m	800 km	1 tous les 10 ans
8	E x 30^4	85 s	5 m	250 km	1
7	E x 30^3	15 s	1 m	50 km	10
6	E x 30^2	3 s	20 cm	10 km	100
5	E x 30	1 s	5 cm	3 km	1 000
4	E	0,3 s	2 cm	1 km	10 000
3	E/30				> 100 000
2	E/30^2				
1	E/30^3				

Intensité EMS	Définition	Description des effets typiques observés (résumé)
I	Non ressenti	Non ressenti.
II	Rarement ressenti	Ressenti uniquement par quelques personnes au repos dans les habitations.
III	Faible	Ressenti à l'intérieur des habitations par quelques personnes. Les personnes au repos ressentent une vibration ou un léger tremblement.
IV	Largement observé	Ressenti à l'intérieur des habitations par de nombreuses personnes, à l'extérieur par très peu. Quelques personnes sont réveillées. Les fenêtres, les portes et la vaisselle vibrent.
V	Fort	Ressenti à l'intérieur des habitations par la plupart, à l'extérieur par quelques personnes. De nombreux dormeurs se réveillent. Quelques personnes sont effrayées. Les bâtiments tremblent dans leur ensemble. Les objets suspendus se balancent fortement. Les petits objets sont déplacés. Les portes et les fenêtres s'ouvrent ou se ferment.
VI	Dégâts légers	De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent dehors. Chutes d'objets. De nombreux bâtiments subissent des dégâts non structuraux comme de très fines fissures et des chutes de petits morceaux de plâtre.
VII	Dégâts	La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent dehors. Les meubles se déplacent et beaucoup d'objets tombent des étagères. De nombreux bâtiments ordinaires bien construits subissent des dégâts modérés : petites fissures dans les murs, chutes de plâtre, chutes de parties de cheminées ; des bâtiments plus anciens peuvent présenter de larges fissures dans les murs et une défaillance des cloisons de remplissage.
VIII	Dégâts importants	De nombreuses personnes éprouvent des difficultés à rester debout. Beaucoup de bâtiments ont de larges fissures dans les murs. Quelques bâtiments ordinaires bien construits présentent des défaillances sérieuses des murs, tandis que des structures anciennes peu solides peuvent s'écrouler.
IX	Destructions	Panique générale. De nombreuses constructions peu solides s'écroulent. Même des bâtiments bien construits présentent des dégâts très importants : défaillances sérieuses des murs et effondrement structural partiel.
X	Destructions importantes	De nombreux bâtiments bien construits s'effondrent.
XI	Catastrophe	La plupart des bâtiments bien construits s'effondrent, même ceux ayant une bonne conception parasismique sont détruits.
XII	Catastrophe généralisée	Pratiquement tous les bâtiments sont détruits.

Forme abrégée de l'EMS 98 (Grünthal G., 2001).

L'intensité

L'intensité est un paramètre traduisant la sévérité de la secousse au sol en fonction des effets et dommages du séisme en un lieu donné. Ce n'est pas une mesure par des instruments ; l'intensité est évaluée à partir de la perception du séisme par la population et des effets du séisme à la surface terrestre (effets sur les objets, dégâts aux constructions, modifications de la surface du sol...).

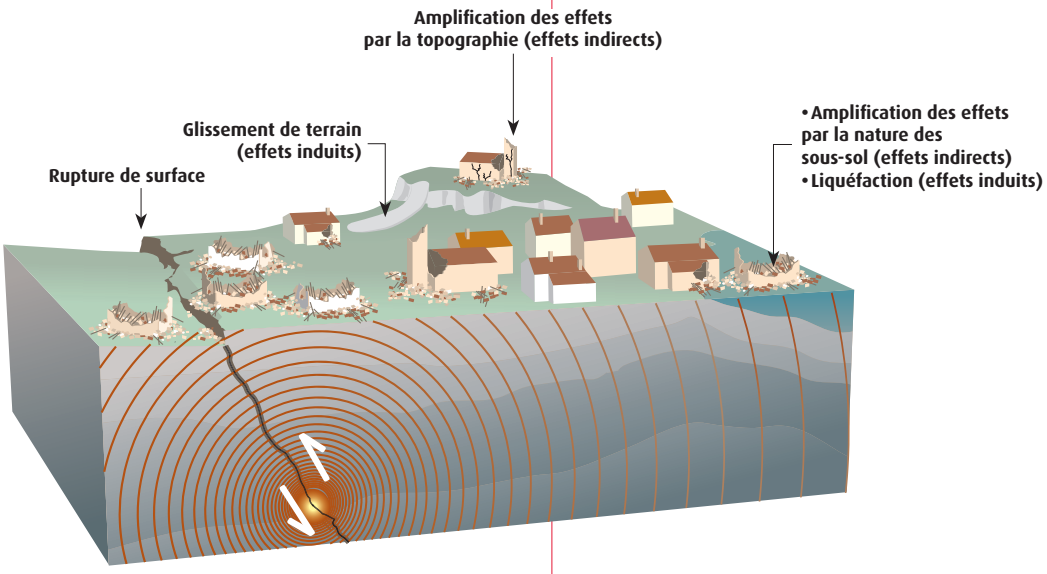
L'intensité n'est donc pas, contrairement à la magnitude, fonction uniquement du séisme, mais également du lieu où l'intensité est évaluée. De manière générale, l'intensité est maximale à l'épicentre et décroît au fur et à mesure qu'on s'en éloigne. Néanmoins, des conditions géologiques et topographiques locales (effets de site) peuvent localement accroître l'intensité. L'échelle d'intensité de référence aujourd'hui en Europe est l'échelle EMS 98 (European Macroseismic Scale 1998). L'échelle comporte douze degrés (notés en chiffres romains), le premier degré correspondant à un séisme non perceptible, et le douzième à une catastrophe généralisée.

Il n'y a pas de relation mathématique simple entre l'intensité et la magnitude et les deux grandeurs ne sont pas comparables. L'intensité en un lieu donné dépend non seulement de la magnitude du séisme, mais aussi de sa profondeur, de la distance du lieu à l'épicentre et des effets de site.

Echelle d'intensité macrosismique (EMS 98)

L'intensité macrosismique est estimée à partir de l'observation des effets du séisme sur les objets et l'environnement, des désordres sur les bâtiments et de la perception du séisme par la population. L'échelle EMS 98 est utilisée en France depuis 2000.

Les effets directs et induits d'un séisme



Effets directs et effets induits des séismes

Il existe deux types d'effets liés aux séismes :
• **les effets directs,** dus aux mouvements vibratoires du sol qui peuvent être modifiés localement par des effets de site ;
• **les effets induits,** liés à des ruptures permanentes du sol. Dans le cas de certains séismes de magnitude élevée, la faille peut se prolonger jusqu'à la surface et engendrer des décalages de la surface du sol de part et d'autre de la faille.

Les effets de site

Les effets de site modulent l'ampleur du mouvement sismique. Les mouvements du sol peuvent varier en fonction de la topographie du sol et de la nature du sous-sol. Pour un séisme donné, l'amplitude du mouvement du sol est généralement maximale à l'aplomb de la faille et décroît avec la distance. Mais le mouvement du sol peut varier localement (augmenter ou diminuer) en fonction de deux facteurs :
• **la topographie :** les reliefs amplifient ou désamplifient le mouvement sismique (notamment, l'amplification au sommet des montagnes et des pentes) en comparaison avec un site dépourvu d'une telle topographie : on parle d'**effets de site topographiques** ;
• **la nature du sous-sol :** les remplissages alluvionnaires meubles piègent les ondes sismiques, ce qui amplifie le mouvement du sol à la surface : on parle d'**effets de site lithologiques**.

Les phénomènes induits d'un séisme

Plusieurs types de phénomènes naturels peuvent être déclenchés par un séisme.

Les mouvements de terrain

Les séismes peuvent provoquer des mouvements de terrain, tels que glissements de terrain, chutes de blocs, affaissements, effondrements de cavités, par modification des conditions de l'équilibre géotechnique. Ainsi, un versant stable en situation statique peut se trouver en déséquilibre sous la sollicitation dynamique du séisme.



Glissement de Las Colinas lors du séisme du 13 janvier 2001 au Salvador.

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.



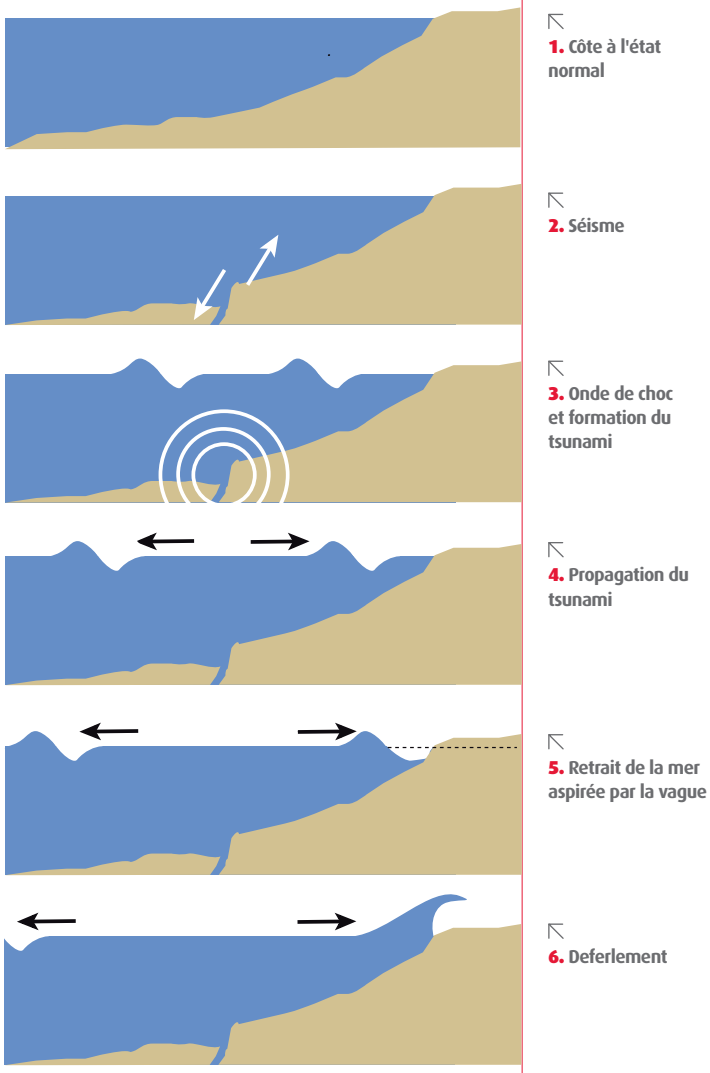
Séisme d'Izmit (Tuquie) : perte de portance par liquéfaction du sol lors du séisme du 17 août 1999

Les avalanches

Un séisme peut également être le déclencheur d'avalanches. La cohésion du manteau neigeux ou des couches de neige entre elles peut être rompue par les vibrations sismiques. Exemple : avalanche du séisme d'Ancash, au Pérou, du 31 mai 1970

Les tsunamis

Les séismes sous-marins peuvent, dans certaines conditions (liées à la magnitude, à la profondeur du foyer, au rejet de la faille), être à l'origine de 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, de manière très meurtrière et dévastatrice. Par exemple, le tsuvnami déclenché le 26 décembre 2004 par un puissant séisme (magnitude 9.1) au large des côtes de Sumatra (plus de 250 000 victimes, effets ressentis dans l'ensemble de l'océan Indien) et le tsunami provoqué par le séisme du 11 mars 2011 (magnitude 9.0) au Japon (21 000 victimes, propagation du tsunami dans l'océan Pacifique) ont rappelé combien ce phénomène pouvait être dévastateur.



Comment se forme un tsunami d'origne sismique

Le risque sismique, croisement des enjeux et des aléas

Aléa, enjeu, vulnérabilité et risque

L'aléa (naturel) est la possibilité qu'un évènement naturel potentiellement dangereux de caractéristiques données survienne dans une région donnée. L'aléa sismique est donc la possibilité, pour un site donné, d'être exposé à des secousses telluriques de caractéristiques données (exprimées en général par des paramètres tels que l'accélération, l'intensité, le spectre de réponse...). L'aléa sismique peut être évalué par une méthode déterministe ou probabiliste (*Évaluation de l'aléa sismique,* page 25).

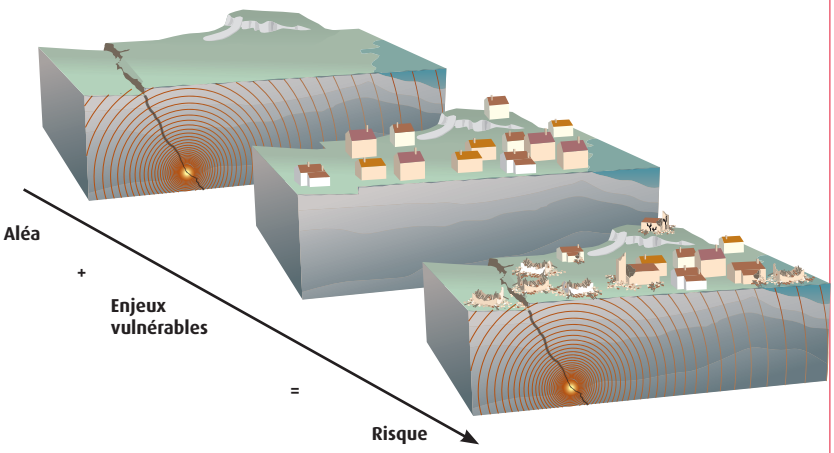
L'enjeu est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Ils peuvent se hiérarchiser en fonction de leur importance avant, pendant et après une crise. Parmi les bâtiments et les infrastructures, on peut par exemple distinguer les bâtiments pouvant accueillir du public (écoles, salles de spectacle, etc.), ceux dont le rôle fonctionnel est primordial pour la protection civile (hôpitaux, casernes de pompiers, centres de crise, etc.) et identifier les réseaux nécessaires aux secours ou à la gestion de crise.

La vulnérabilité représente la fragilité d'un type d'enjeu (population, bâtiments, etc.) par rapport à un phénomène naturel d'une ampleur donnée. Différents types de vulnérabilité peuvent être distingués : la vulnérabilité structurelle des ouvrages ou des bâtiments liée à leur conception et réalisation, la vulnérabilité systémique, concernant un ensemble d'enjeux organisés en systèmes comme les infrastructures (réseaux routiers, de télécommunications...) et les centres de secours (hôpitaux, casernes...), la

vulnérabilité individuelle exprimant le niveau de développement d'une culture du risque chez les individus, etc.

Le risque est la probabilité pendant une période de référence de perte des biens, des activités de production et des vies humaines, due à un phénomène potentiellement dangereux. Le risque est donc le croisement entre l'aléa, l'enjeu et sa vulnérabilité.

Représentation schématique du risque sismique



Le risque dépend donc non seulement de l'aléa mais aussi de l'exposition et de la vulnérabilité des enjeux.
Par exemple, le séisme à Haïti du 12 janvier 2010, de magnitude 7, a causé la mort de plus de 230 000 personnes, tandis que le séisme du Chili du 27 février 2010, de magnitude 8.8, a fait environ 580 victimes. C'est notamment la différence de vulnérabilité des constructions qui explique l'écart entre les nombres de victimes : depuis les années 1970, le Chili a adopté des mesures efficaces de prévention du risque sismique, concernant notamment la construction parasismique.
Quant à l'influence de l'exposition des enjeux, un séisme puissant, s'il ne touche qu'une zone déserte, sera associé à un risque nul. Au contraire, s'il affecte une zone densément peuplée, le risque peut s'avérer important.

Les conséquences d'un séisme

Les séismes peuvent avoir des conséquences sur la vie humaine, l'économie et l'environnement.

Les conséquences humaines

Le séisme est le risque naturel majeur le plus meurtrier, tant par ses effets directs (chutes d'objets, effondrements de bâtiments) que par les phénomènes induits (mouvements de terrain, tsunamis, etc.). En outre, ces phénomènes peuvent conduire à la rupture de réseaux de gaz, source d'incendies ou d'explosions, provoquant un nombre important de victimes indirectes. Outre les victimes possibles, un très grand nombre de personnes peuvent se retrouver, suite à un séisme, sans abri et déplacées. Par exemple, le séisme de Kobe, en 1995, causa environ 6 000 morts, 37 000 blessés et 310 000 personnes évacuées. Les victimes sont dues non seulement à l'effondrement de bâtiments, mais aussi aux incendies qui firent rage pendant deux jours et ne purent être combattus en raison de la rupture de canalisations d'eau et de difficultés d'approvisionnement.

Les conséquences économiques

Si les impacts sociaux, psychologiques ou politiques d'une possible catastrophe sismique en France sont difficiles à mesurer, les enjeux économiques, locaux et nationaux, peuvent, en revanche, être appréhendés. Un séisme et ses éventuels phénomènes induits peuvent engendrer la destruction ou l'endommagement des habitations, des outils de production (usines, bâtiments des entreprises, etc.), des ouvrages (ponts, routes, voies ferrées, etc.), des réseaux d'eau, d'énergie ou de télécommunications, causant des pertes matérielles directes et des perturbations importantes de l'activité économique. Par exemple, le séisme des Saintes, en Guadeloupe, du 21 novembre 2004, a causé une victime et 50 millions d'euros de dégâts.

Les conséquences environnementales

Un séisme peut engendrer des pollutions importantes des milieux naturels liées à la rupture d'équipements industriels (stockage d'hydrocarbures déversés en mer, stations d'épuration détruites...). Par ailleurs, un séisme peut se traduire en surface par des modifications du paysage (décrochements, apparition ou tarissement de sources, glissements pouvant barrer une vallée...). Ces modifications sont généralement modérées, mais peuvent dans des cas extrêmes occasionner un changement total de paysage. Lors du séisme de Gansu (M 8.5), en Chine, le 16 décembre 1920, le paysage fut bouleversé par des glissements de terrain, des fractures à la surface, des rivières engorgées ou dont le cours fut modifié.

Les séismes les plus meurtriers dans le monde

Date	Magnitude	Pays	Localisation	Victimes, effets induits majeurs
18.10.1356	6 à 7	Suisse	Bâle	1 000 à 2 000 victimes ; nombreux châteaux détruits, répercussions en France
26.01.1531	?	Portugal	Lisbonne	30 000 morts ; tsunami au Maghreb et jusqu'en Europe du Nord
28.12.1808	7,5	Italie	Messine	86 000 morts
13.01.1915	7	Italie	Avezzano	32 000 morts
06.12.1920	8,5	Chine	Ganzu	180 000 morts
01.09.1923	8,2	Japon	Tokyo	100 000 morts, 80 000 disparus ; incendie généralisé
23.05.1927	8,3	Chine	Nanchang	80 000 morts
26.12.1932	7,6	Chine	Ganzu	80 000 morts
31.05.1935	7,5	Inde	Quetta	60 000 morts
09.09.1954	6,7	Algérie	Orléansville	15 000 morts ; nombreuses maisons détruites
29.02.1960	5,9	Maroc	Agadir	10 000 morts
31.05.1970	7,8	Pérou	Chimbote	67 000 morts, glissement de terrain
27.06.1976	7,6	Chine	Tangshan	290 000 morts, plus de 780 000 blessés ; dégâts économiques
21.05.1980	7,3	Algérie	El Asnam	10 000 morts
07.12.1988	6,8	Arménie	Spitak	plus de 50 000 morts
21.06.1990	6,6	Iran	Bam	43 000 morts et 30 000 blessés
17.01.1995	6,9	Japon	Kobé	6 300 morts
17.08.1999	7,4	Turquie	Izmit	17 000 morts et plus de 34 000 blessés
23.06.2001	8,4	Pérou	Près des côtes	75 morts (dont 26 par tsunami)
02.12.2003	6,3	Iran	Bam	26 000 morts ; ville détruite à 80 %
24.02.2004	6,4	Maroc	Al Hoceima	500 morts ; 300 blessés
26.12.2004	9,0	Indonésie	Sumatra	283 000 morts ; tsunami ressenti sur tout l'océan Indien
08.10.2005	7,6	Pakistan	Hazara	plus de 20 000 morts
26.05.2006	6,3	Indonésie	Yogyakarta	5 700 morts et plus de 38 000 blessés ; tsunami
17.07.2006	7,7	Indonésie	Sud de Java	730 morts ; tsunami
15.08.2007	8,0	Pérou	Près de la côte, centre du Pérou	500 morts
12.05.2008	7,9	Chine	Wenchuan	87 500 morts
28.10.2008	6,4	Pakistan	Balouchistan	170 morts
06.04.2009	6,3	Italie	L'Aquila	300 morts
29.09.2009	8,1	Samoa	En mer, à 190 km d'Apia	190 morts ; tsunami
30.09.2009	7,5	Indonésie	Sumatra	1 120 morts
12.01.2010	7,0	Haïti	Port-au-Prince	23 0000 morts
27.02.2010	8,8	Chili	Près de la côte, centre du Chili	580 morts ; tsunami
13.04.2010	6,9	Chine	Qinghai	3 000 morts
21.02.2011	6,3	Nouvelle-Zélande	Christchurch	400 morts
11.03.2011	9,0	Japon	Près de la côte, région de Tohoku	21 000 morts ; tsunami
23.10.2011	7,1	Turquie	Région Ercis-Tabanli-Van	600 morts

2 Comment prévenir le risque de séisme ?

VIVEZ-VOUS EN ZONE À RISQUE SISMIQUE ?

L'aléa sismique de la France

La sismicité française

La France est globalement un pays à sismicité modérée, en comparaison avec d'autres pays du monde ou d'Europe. Néanmoins, des séismes destructeurs ont eu lieu par le passé et se reproduiront dans le futur.

En métropole

La sismicité en métropole est caractérisée par des séismes intraplaques, induits par la collision des plaques Eurasie et Afrique. La France métropolitaine est considérée comme ayant une sismicité faible à moyenne en comparaison de celle d'autres pays du pourtour méditerranéen (Grèce, Turquie, Algérie...).

Un séisme d'une magnitude supérieure à 6 est connu au XX^{e} siècle : le séisme dit de Lambesc (Bouches-du-Rhône) du 11 juin 1909 fit une cinquantaine de morts (intensité épicentrale VIII-IX). On estime qu'un séisme de magnitude 6 peut se produire en métropole une ou deux fois par siècle. Toutefois, des séismes plus faibles, mais plus fréquents, peuvent également avoir des conséquences humaines et économiques significatives. Par exemple, le séisme d'Annecy du 15 juillet 1996, de magnitude 5.3, causa plus de 60 millions d'euros de dommages ; survenu à deux heures du matin, il ne fit aucune victime, mais il aurait pu en provoquer s'il était arrivé à une heure d'affluence en raison des nombreux effondrements d'éléments non structuraux (cheminées, éléments de façades, faux-plafonds...). Ces trente dernières années, sept séismes de magnitude supérieure ou égale à 5 ont été enregistrés sur le territoire métropolitain. Si des conditions défavorables se combinent (source peu profonde et proche d'un centre urbain, présence de formations meubles, bâti vulnérable), un séisme de puissance modérée peut causer des victimes par des effondrements de bâtiments vulnérables ou d'éléments non structuraux.

Les Pyrénées, les Alpes, la Provence et le sud de l'Alsace sont les régions où l'aléa sismique est le plus élevé en métropole. Dans les régions montagneuses, outre les effets directs d'un séisme, les mouvements de terrain potentiels

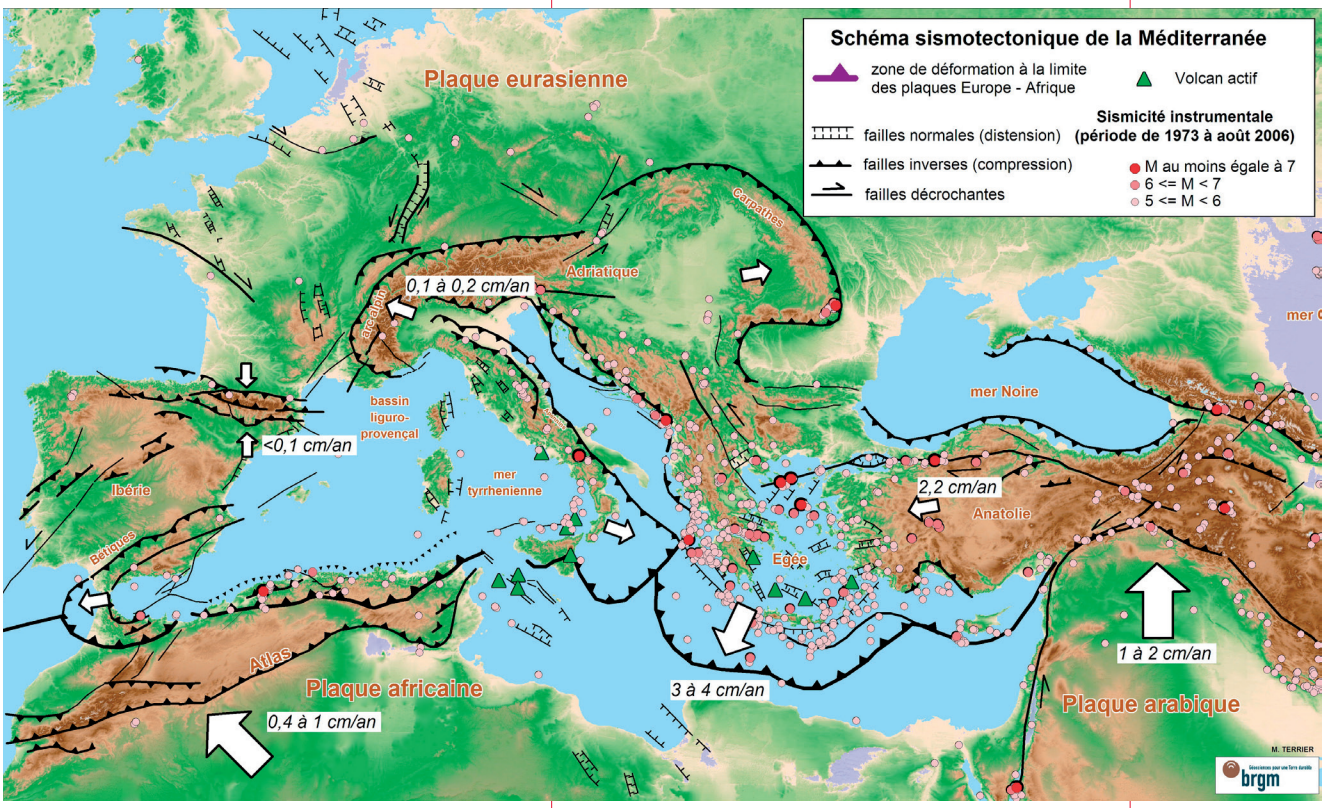






Schéma sismo-tectonique de la Méditerranée, M.Terrier (2006)

Exemples de régions françaises sismiques : les Alpes et le sud de l'Alsace

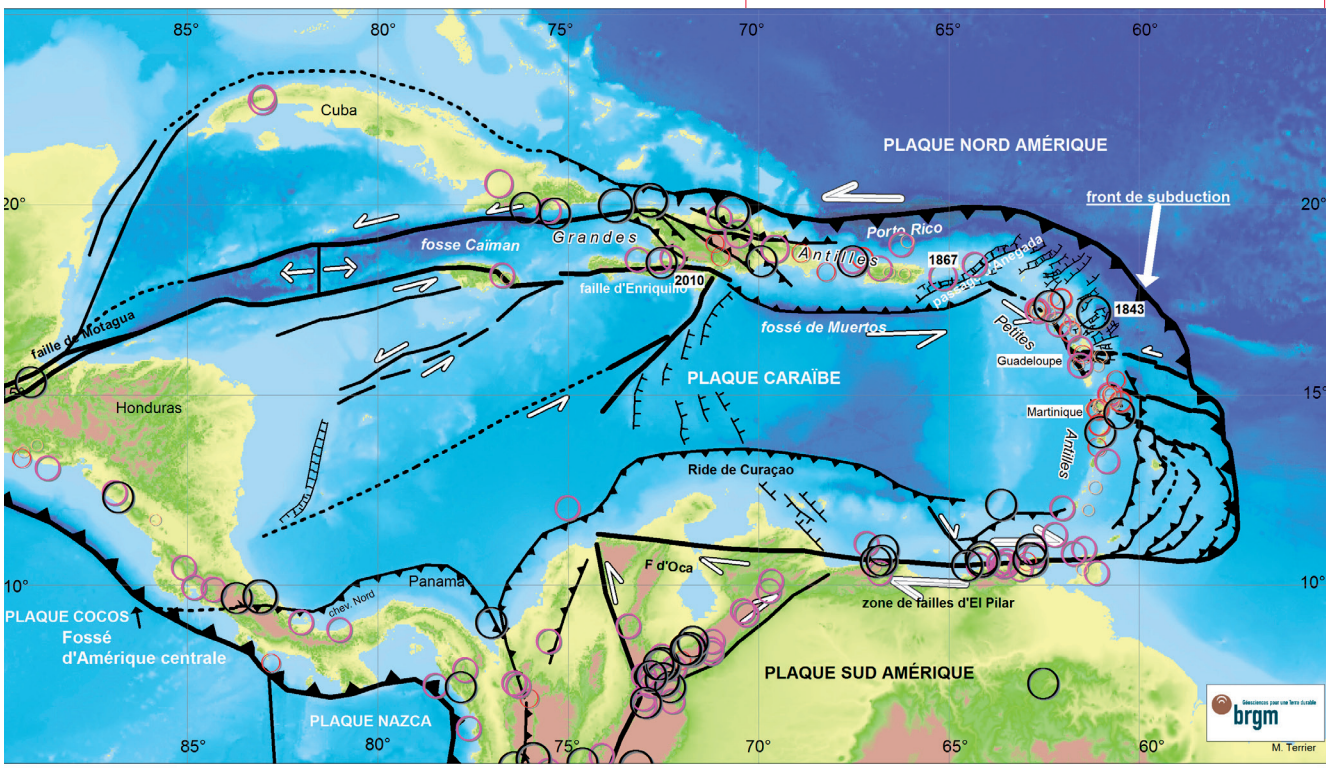
pourraient avoir de graves conséquences. D'autres régions connaissent une sismicité modérée : le Grand Ouest, le Massif central, le Nord et les Vosges.
La France métropolitaine a connu une vingtaine de séismes d'intensité épicentrale supérieure ou égale à VI ces trois dernières décennies (l'intensité VI correspond au début des dégâts sur les constructions). Parmi les séismes métropolitains notables, on peut citer, par exemple, le séisme d'Arudy du 29 février 1980, dans les Pyrénées occidentales (M 5.1, I_0 VII-VIII), le séisme d'Épagny-Annecy du 15 juillet 1996 (M 5.2, I_0 VII), le séisme de Rambervillers, dans les Vosges, du 22 février 2003 (M 5.4, I_0 VI-VII) ou le séisme de Baume-les-Dames, en Franche-Comté, du 23 février 2004 (M 5.1, I_0 V-VI).

En outre-mer

C'est aux Antilles (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin, Saint-Barthélemy) que l'aléa sismique est le plus élevé, ces îles étant situées au niveau de la zone de subduction des plaques nord-américaine et sud-américaine sous la plaque caraïbe. La sismicité dans l'arc antillais est principalement de deux types :

- **des séismes de subduction interplaque,** dont les magnitudes peuvent être de l'ordre de 8 et le foyer jusqu'à des profondeurs de 150 à 200 km ;
- **des séismes intraplaques superficiels** dont les magnitudes peuvent aller jusque 6.5.

Parmi les séismes importants survenus ces dernières années aux Antilles, le séisme des Saintes, en Guadeloupe,



Faille majeure
Faille majeure supposée
Faille normale
Faille inverse
Faille décrochante
Chevauchement de la plaque Caraïbe sur les plaques américaines

Epicentre des séismes, intensité MSK :
Io >= IX
Io = VIII ou VIII-IX
Io = VII ou VII-VIII

Contexte sismotechnique de la plaque caraïbe (d'après Terrier, 2007)

du 21 novembre 2004 (M 6.3, I_0 VIII), qui fit une victime et de nombreux dégâts aux habitations, et le séisme du 29 novembre 2007 en Martinique (M 7.4, I_0 VI).

Les plus forts séismes historiques connus dans la région sont le séisme du 8 février 1843, en Guadeloupe, d'intensité épicentrale estimée à IX-X, qui causa la mort de plus de 1500 personnes et la destruction de la ville de Pointe-à-Pitre, et le séisme du 11 janvier 1839, en Martinique, d'intensité épicentrale estimée à IX, qui provoqua la mort de plusieurs centaines de personnes et la destruction de Fort-de-France (alors appelée Fort-Royal). Les Antilles sont ainsi le territoire français où la sismicité est la plus forte.

Parmi les autres DOM et COM, la Guyane et Saint-Pierre-et-Miquelon connaissent une sismicité très faible, La Réunion une sismicité faible et Mayotte une sismicité modérée. La Polynésie française, située dans une zone intra-plaque, connaît une sismicité faible. La sismicité des îles Wallis et Futuna est estimée comme moyenne. La Nouvelle-Calédonie est soumise à une sismicité très faible à moyenne.

Le zonage sismique réglementaire

L'évaluation de l'aléa sismique permet de définir un zonage sismique réglementaire du territoire français.

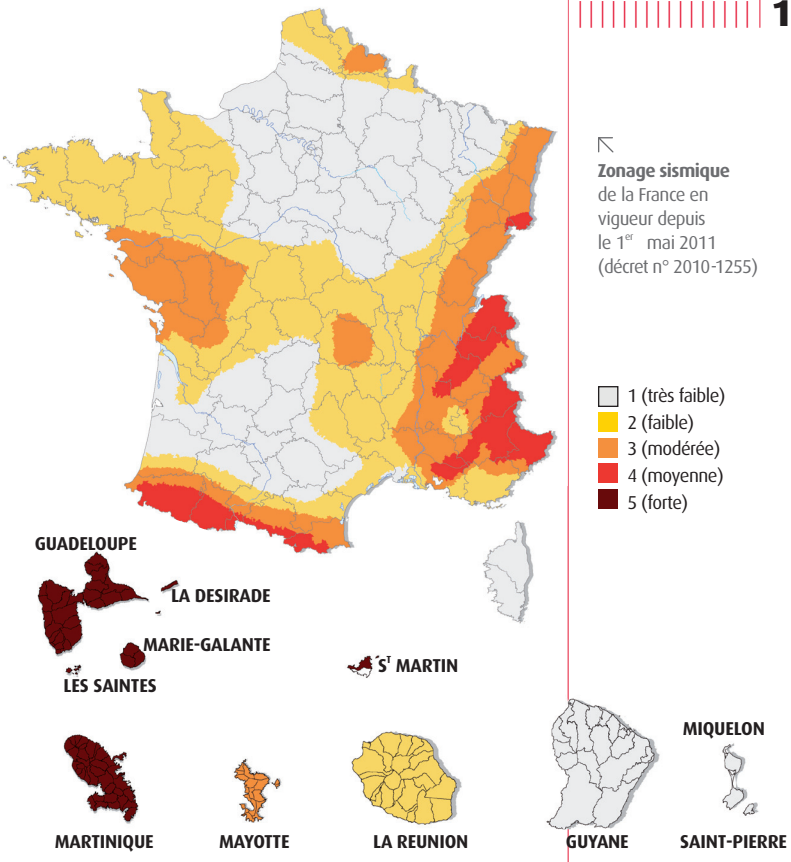
Les avancées scientifiques et l'arrivée du nouveau code européen de construction parasismique – l'Eurocode 8 (EC8) – ont rendu nécessaire la révision du zonage sismique du décret n° 91-461 du 14 mai 1991. Ce contexte a conduit à déduire le zonage sismique de la France non plus d'une approche déterministe mais d'un calcul probabiliste, la période de retour préconisée par les EC8 étant de 475 ans. Cette **étude probabiliste** se fonde sur l'ensemble de la sismicité connue (à partir de la magnitude 3,5-4), la période de retour de la sismicité (soit le nombre de séismes par an), le zonage sismotectonique, c'est-à-dire un découpage du territoire en zones sources où la sismicité est considérée comme homogène.

Le nouveau zonage a ainsi bénéficié de l'amélioration de la connaissance de la sismicité historique et des nouvelles données de sismicité instrumentale et historique depuis 1984. Pour rappel, le zonage de 1991 se fondait sur des données sismologiques antérieures à 1984. À l'issue de l'étude probabiliste, une nouvelle carte nationale de l'aléa sismique a été publiée par le ministère du Développement durable le 21 novembre 2005. La révision du zonage réglementaire pour l'application des règles techniques de construction parasismique s'est appuyée sur cette dernière.

Le zonage sismique réglementaire en vigueur à compter du 1er mai 2011 est défini dans les décrets nos 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés dans les articles R 563-1 à 8 et D 563-8-1 du code de l'environnement. Ce zonage divise la France en cinq zones de sismicité :

- **zone 1 :** sismicité très faible
- **zone 2 :** sismicité faible
- **zone 3 :** sismicité modérée
- **zone 4 :** sismicité moyenne
- **zone 5 :** sismicité forte.

Le nombre de communes concernées par la réglementation parasismique (zones 2 à 5) est de plus de 21 000 avec le zonage de 2010 contre 5 000 communes environ (zones Ia à III) dans le zonage de 1991. Certaines zones, comme le Nord et le Grand Ouest, apparaissent sismiques sur le zonage de 2010 pour la première fois et sont l'illustration d'une meilleure connaissance de la sismicité locale. Par ailleurs, si le découpage du zonage de 1991 était cantonal, il est désormais communal pour le zonage de 2010 (*La réglementation parasismique,* p. 37).



Zonage sismique de la France en vigueur depuis le 1er mai 2011 (décret n° 2010-1255)

Les questions à se poser pour caractériser et réduire le risque

Le risque sismique dépend tout autant de l'aléa que de la vulnérabilité des enjeux soumis à cet aléa. C'est pourquoi, s'il est important de connaître l'aléa présent dans le lieu où l'on vit, il est tout autant important de connaître la vulnérabilité de ce lieu. En dehors d'effets induits majeurs, les victimes des séismes sont majoritairement dues à l'endommagement des constructions : ce ne sont pas les secousses sismiques elles-mêmes qui tuent, mais les bâtiments, mal conçus ou mal construits, qui s'effondrent sur leurs occupants. Une prévision de la date, du lieu et de l'intensité d'un séisme n'étant pas réalisable, il est impossible d'évacuer les bâtiments avant qu'un tremblement de terre destructeur se produise. **La meilleure prévention contre le risque sismique est donc de construire parasismique.**

En zone sismique réglementée (zones 2 à 5 du zonage sismique), selon la catégorie d'importance du bâtiment, des règles de construction parasismiques s'imposent aux bâtiments neufs et aux bâtiments existants dans le cas de la réalisation de travaux aggravant significativement leur vulnérabilité (*La réglementation parasismique,* p. 37). Toutefois, même dans le cas où une intervention sur le bâtiment existant n'est pas réglementairement nécessaire, il est fortement recommandé aux maîtres d'ouvrage de faire évaluer la vulnérabilité de leur bâtiment au séisme, et si nécessaire de le renforcer. Cette recommandation s'applique tout particulièrement :

- en zones de sismicité moyenne et forte ;
- pour les bâtiments stratégiques ou présentant un risque pour un nombre élevé de personnes.

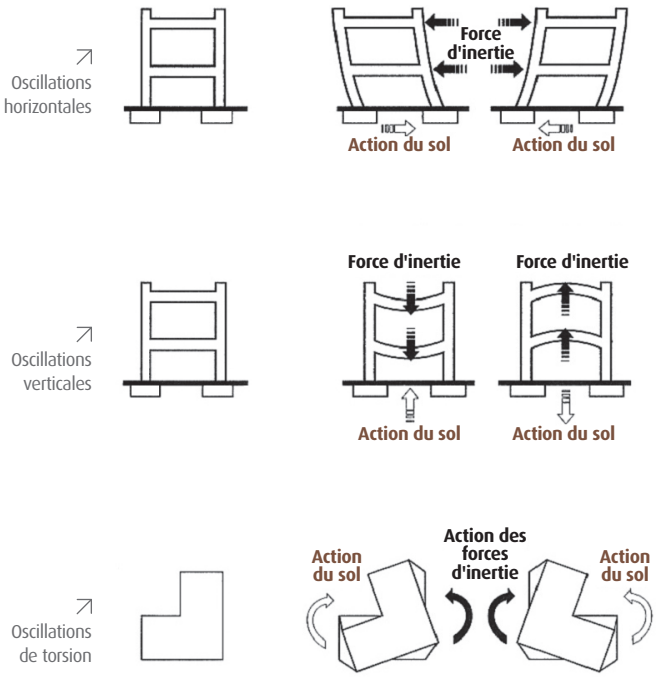
Quels peuvent être les dommages sur votre habitation ?

Lorsqu'un séisme se produit, sous l'effet des vibrations du sol, le bâtiment bouge violemment dans toutes les directions.

Les sollicitations horizontales entraînent un déplacement de l'ensemble de la construction, qui se répercute dans ses éléments constitutifs. Les déplacements relatifs entre les étages ou entre éléments de structure mettent à mal certains éléments non structuraux (rupture de cloison, éclatement de baie vitrée) et même certains éléments structuraux (par exemple, chute de plafond mal ancré dans les éléments verticaux). Les éléments de la structure sont soumis à des efforts de flexion et de cisaillement pouvant excéder leur capacité et conduire à l'effondrement partiel ou total de la structure. Les dégâts les plus observés sont l'apparition de fissures obliques dans les éléments verticaux porteurs, la rupture d'éléments singuliers, la dislocation de certaines parties d'édifice, le glissement de la structure par rapport aux fondations (pour les structures bois principalement).

Les sollicitations verticales, souvent plus faibles que les sollicitations horizontales, sont néanmoins dommageables pour la construction : elles peuvent, par exemple, entraîner l'endommagement voire la chute d'éléments en porte-à-faux, comme les balcons, ou l'arrachement d'éléments insuffisamment fixés.

La sollicitation en torsion de la construction provient d'un mauvais équilibre entre la répartition des masses des éléments de la structure et des raideurs correspondantes. C'est notamment le cas lorsque le bâtiment a une forme très irrégulière. Les sollicitations mécaniques sont alors plus élevées dans les éléments structuraux (chargés de reprendre les efforts sismiques), ce qui peut compromettre leur bon comportement.



Le bâtiment peut par ailleurs subir d'autres types de dommages dus, non pas aux vibrations du sol, mais aux effets induits du séisme : mouvements de terrain, liquéfaction du sol, tsunami, etc. (p. 12).

Un bâtiment peut subir divers degrés de dommages :
• **des dommages structuraux** qui touchent les éléments de la structure porteuse du bâtiment. Ce type de dommage peut nécessiter des réparations lourdes voire la démolition de la structure dans certaines situations (murs éventrés ou largement fissurés, poteaux cisaillés, etc.) ; dans des cas extrêmes, la structure s'est effondrée, partiellement ou totalement (après rupture de murs ou de poteaux entraînant un effondrement des planchers) ;
• **des dommages non structuraux** qui peuvent présenter un danger pour les personnes ; la chute d'éléments non structuraux (cheminées, faux-plafonds, cloisons, éléments de façade, etc.) peut blesser, parfois mortellement, les occupants ; par contre, ces dommages ne compromettent pas la stabilité de la construction.

Plusieurs niveaux d'endommagement sont envisagés dans la réglementation parasismique. L'objectif d'une construction parasismique est que le bâtiment ne s'effondre pas sur ses occupants. Un autre niveau de dommage est pris en compte, notamment pour les ouvrages stratégiques : il se réfère à la dégradation de la fonctionnalité du bâtiment, c'est-à-dire à sa capacité à continuer à assurer les fonctions qu'il héberge après un séisme. Les dommages qui ne compromettent pas le fonctionnement de l'ouvrage sont alors admis. Les ouvrages stratégiques sont les bâtiments nécessaires à la gestion de la crise sismique comme les préfectures, les hôpitaux ou les établissements des services de secours et d'incendie. Ce niveau de performance à atteindre est rarement identifié dans le cas d'habitations individuelles ou de logements collectifs.
Outre le bâtiment en lui-même, les meubles lourds et les équipements intérieurs peuvent présenter un risque en cas de séisme. Ils peuvent blesser les occupants, gêner l'évacuation du bâtiment ou entraîner des suraccidents dans le cas d'équipements particuliers (contenant des produits toxiques ou inflammables par exemple). Il est donc recommandé de fixer et de protéger ces éléments. Des guides de l'AFPS permettent d'accompagner cette démarche (*Pour aller plus loin*, p. 53).

Comment évaluer la vulnérabilité de votre bâtiment et y remédier

Lors de la construction d'un bâtiment neuf, le risque sismique doit être pris en compte dès la conception. La démarche de construction parasismique relève de dispositions architecturales, de calculs de structure et d'une mise en œuvre soignée sur le chantier (*La construction parasismique,* p. 27).
La plupart des bâtiments existants n'ont pas été construits selon des règles parasismiques modernes. Dans le cas d'un bâtiment existant, il s'agit donc de se placer dans une démarche d'évaluation de la vulnérabilité et, si nécessaire, de renforcement de la structure. La réglementation parasismique précise que cette démarche doit respecter le cadre des normes Eurocode 8 (*La réglementation parasismique,* p. 37). Des guides et documents pour aider les maîtres d'ouvrage et les professionnels à évaluer et renforcer les bâtiments existants sont également disponibles (*Pour aller plus loin*, p. 53).

L'évaluation de la vulnérabilité d'une construction doit être réalisée en faisant appel à un professionnel de la construction parasismique. Les services de l'État et des collectivités, ainsi que les architectes des conseils d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement (CAUE), sont là pour conseiller et orienter les particuliers vers les experts compétents dans leur région. L'objectif d'un diagnostic de vulnérabilité est d'évaluer la capacité de résistance de la structure face au risque sismique. Il s'agit d'identifier le mode de construction du bâtiment, d'examiner les éléments de la structure susceptibles de résister au séisme (absence d'éléments, éléments insuffisants, dégradation ou bon état général, etc.), de considérer l'environnement du bâtiment et son interaction possible avec la structure étudiée. Ce diagnostic doit permettre au maître d'ouvrage de connaître quels types de dommages son bâtiment est susceptible de subir pour un séisme de référence donné (correspondant à une période propre spécifique).

Au vu du diagnostic réalisé par un professionnel, dans le cas d'un renforcement volontaire, deux possibilités se présentent au propriétaire :

• **ne pas renforcer le bâtiment** car il est jugé peu vulnérable, ou au contraire très vulnérable avec un coût de renforcement prohibitif ; dans ce dernier cas, seuls une reconstruction ou un changement d'utilisation sont envisageables afin de diminuer le risque ;

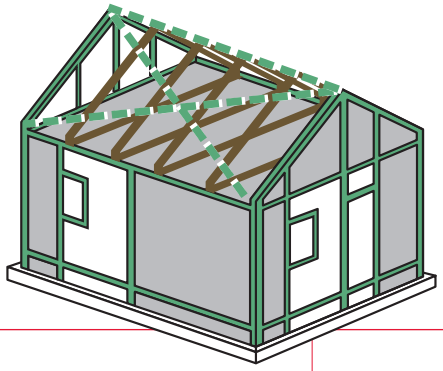
• **renforcer préventivement le bâtiment** par la réalisation de travaux économiquement envisageables : une étude quantitative plus complète est alors nécessaire (diagnostic détaillé et devis de travaux).

Dans le cas d'un renforcement obligatoire, le niveau de renforcement à atteindre est précisé par la réglementation. Dans le cas d'un renforcement volontaire, le maître d'ouvrage choisit le niveau de renforcement qu'il souhaite atteindre en fonction de ses objectifs et de ses moyens. Il choisit un niveau de performance pour un séisme de référence. Les techniques de renforcement des éléments structuraux et non structuraux pour atteindre cet objectif sont ensuite à définir avec l'aide du professionnel.



Exemple
de renforcement
parasismique

+ LA POLITIQUE DE PRÉVENTION



LA PRÉVENTION REGROUPE L'ENSEMBLE DES DISPOSITIONS à mettre en œuvre pour réduire l'impact d'un phénomène naturel prévisible sur les personnes et les biens avant qu'il ne se produise. Si l'État et les communes ont des responsabilités dans le domaine de la protection et de la prévention, les particuliers et les entreprises 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 naturels.

Il n'existe pas aujourd'hui de méthode scientifiquement établie pour prévoir avec certitude le moment et le lieu où un séisme se produira. La prévention, notamment par la construction parasismique, demeure ainsi le moyen le plus efficace de se protéger. La démarche française de réduction du risque de catastrophes s'organise selon ces sept piliers :

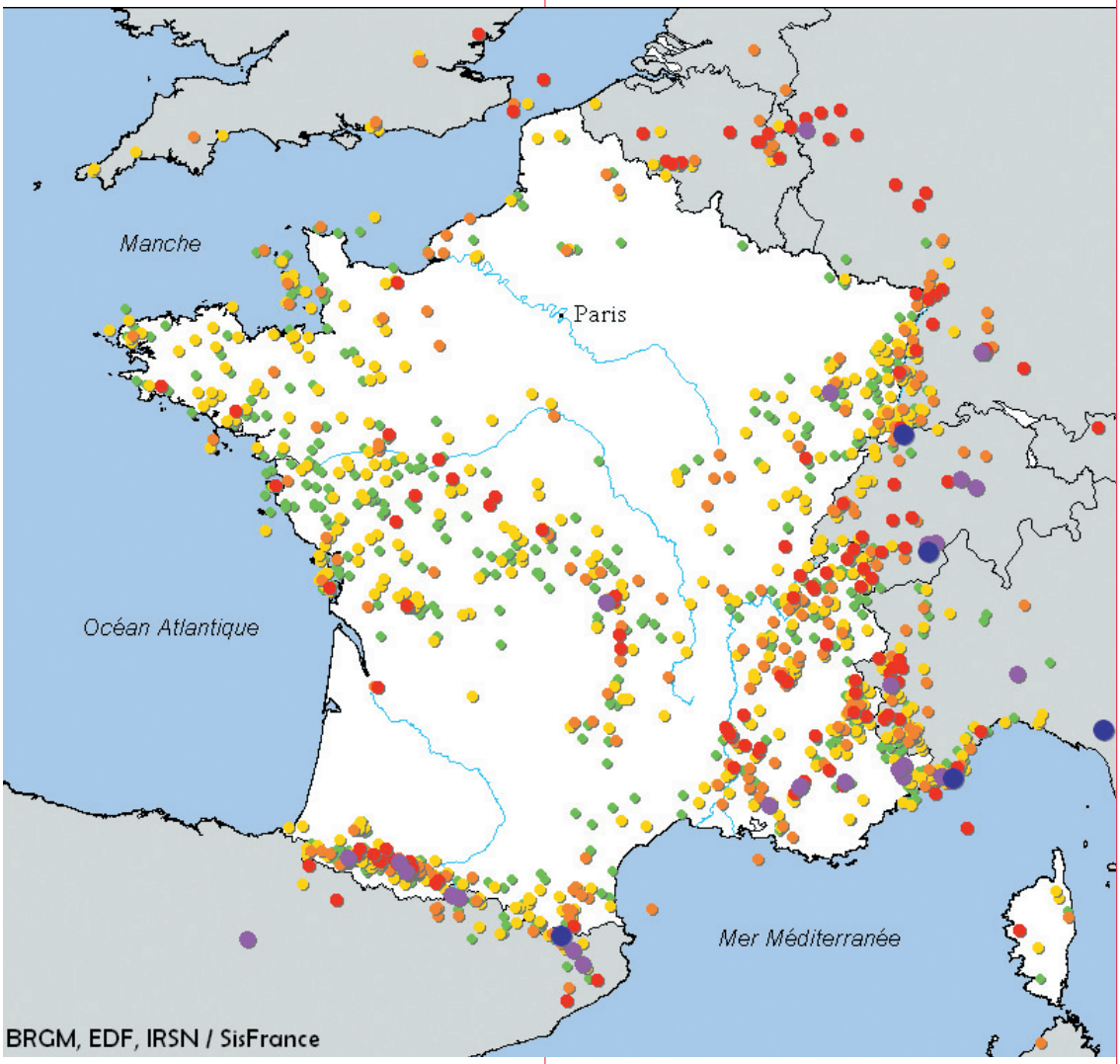
1. la connaissance des phénomènes, de l'aléa et du risque
2. la surveillance
3. l'information préventive et l'éducation des populations
4. la prise en compte des risques dans l'aménagement et l'urbanisme
5. la réduction de la vulnérabilité
6. la préparation à la gestion de crise
7. le retour d'expérience

Concernant le risque sismique, la politique de réduction du risque s'articule principalement autour de trois axes :

• **améliorer la connaissance** de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque sismique (incluant la surveillance) ; **définir des règles de construction et d'aménagement du territoire**

Épicentres de séismes et intensités épicentrales (1300 - 2007)

- 4 et 4,5 séisme modéré
- 5 et 5,5 séisme fort
- 6 et 6,5 dommages légers
- 7 et 7,5 dommages prononcés
- 8 et 8,5 dagats massifs
- 9 et 9,5 destructions nombreuses



en adéquation avec le risque, **les faire appliquer aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre**, en contribuant à améliorer la formation des professionnels aux règles de construction parasismique ;
• **informer** les populations habitant les zones à risques ;
• **préparer** la gestion de crise (*Que faire en cas de séisme,* p. 33).

Dans le cas du risque sismique, les possibilités de mise en sécurité des personnes lorsque l'évènement survient sont très limitées, en comparaison à d'autres risques. Si la préparation à la gestion de crise reste indispensable pour sauver un maximum de vies et éviter les suraccidents, la prévention, notamment par la réduction de vulnérabilité des bâtiments et des ouvrages, est ainsi essentielle pour se protéger contre les séismes.

De 2005 à 2010, l'État a conduit un programme national de prévention du risque sismique (PNPRS), dit plan séisme, dans l'objectif de réduire la vulnérabilité de la France aux séismes*. Le travail engagé pendant ces six années se poursuit, en ciblant les actions sur la réduction concrète de la vulnérabilité des populations.
Le **plan séisme Antilles** a été lancé en 2007, avec des objectifs et des moyens spécifiques par rapport au programme national, en raison du niveau de risque particulièrement fort aux Antilles (*Le plan séisme Antilles,* p. 43).

Enfin, le retour d'expérience des séismes majeurs, ayant eu lieu aussi bien en France que dans le reste du monde, est intégré de manière transverse dans chacun de ces axes, pour une amélioration continue des actions de prévention et de préparation à la gestion de crise. La science du risque sismique est nourrie par le retour d'expérience des séismes majeurs, sur tous les aspects de la chaîne du risque. En France, la réglementation parasismique est née des leçons tirées des séismes d'Afrique du Nord des années 1950 et 1960 et a évolué suite à d'autres séismes majeurs. Une crise sismique constitue une remise en cause des pratiques et des certitudes : le retour d'expérience est l'occasion d'examiner les erreurs et de rechercher comment créer les conditions nécessaires à la diminution du risque pour le futur.

* Pour plus d'informations, site internet *www.planseisme.fr*

Améliorer la connaissance de l'aléa et du risque sismique pour mieux anticiper

La connaissance des séismes dans une région donnée

L'évaluation de l'aléa sismique d'une région nécessite une analyse des données géologiques et sismiques (page 25).

Données sur la sismicité régionale

Pour évaluer l'aléa sismique d'une région, il est nécessaire de connaître les séismes qui s'y sont produits. Ceux-ci peuvent être étudiés à travers des informations de natures différentes et complémentaires : sismicité historique, sismicité instrumentale, macrosismicité.

L'étude des séismes passés : la sismicité historique

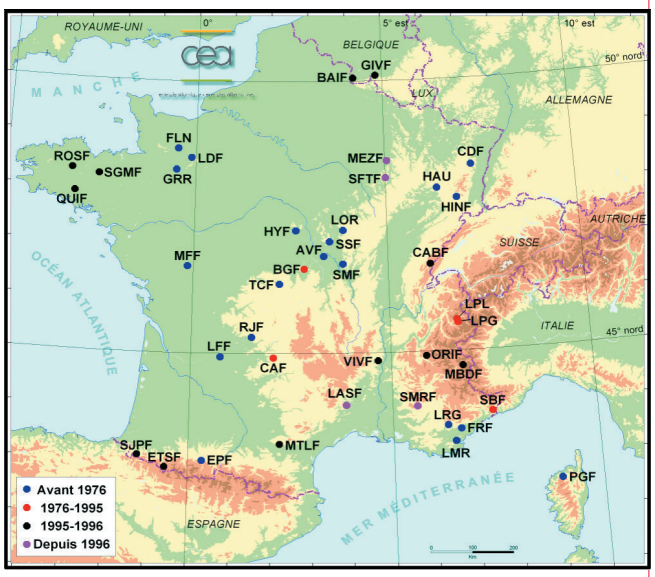
L'étude des séismes passés est l'analyse des séismes ayant eu lieu dans un périmètre donné à l'échelle des temps historiques (depuis 1000 ans en France métropolitaine). Elle est réalisée principalement à partir de documents d'archives. Ces études revêtent un double objectif : déterminer les intensités des séismes passés, délimiter leur épicentre et les zones atteintes. Cette étude de la sismicité historique permet d'évaluer la période de retour d'un séisme de caractéristiques données (ou sa probabilité d'occurrence) dans une même région. Ainsi, le passé est la clé du futur.

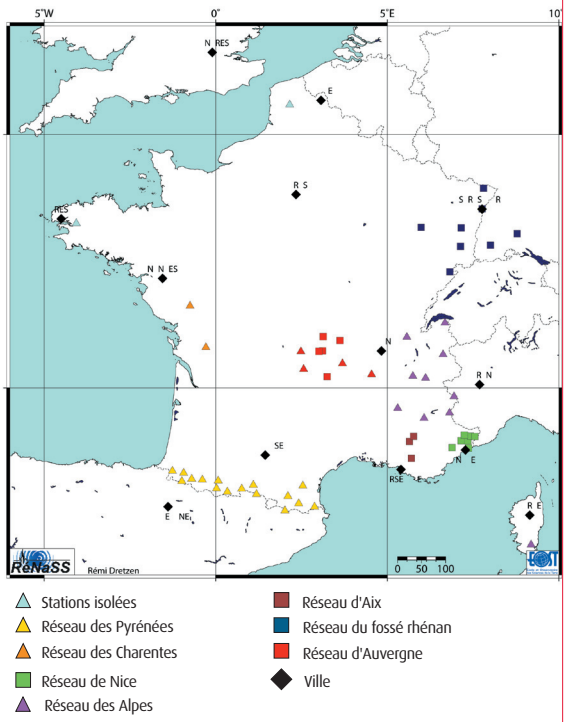
Date	*Localisation épicentrale*	*Région ou pays de l'épicentre*	*Intensité épicentrale*
18.10.1356	Jura suisse	Alsace	IX
02.02.1428	Cerdagne (Puigcerda)	Espagne, Pyrénées orientales	IX
18.02.1887	Ligurie (Riviera di Ponente)	Italie, Alpes maritimes	IX
21.06.1660	Bigorre (Bagnères-de-Bigorre)	Pyrénées centrales	VIII-IX
11.06.1909	Trevaresse (Lambesc)	Provence	VIII-IX
01.03.1490	Limagne (Riom)	Auvergne	VIII
23.06.1494	Alpes niçoises (Roquebillière)	Alpes maritimes	VIII
13.12.1509	Moyenne Durance (Manosque)	Alpes provençales	VIII
20.07.1564	Alpes niçoises (La Bollène-Vésubie)	Alpes maritimes	VIII
18.01.1618	Alpes niçoises (Coaraze)	Alpes maritimes	VIII
15.02.1644	Alpes niçoises (Roquebillière)	Alpes maritimes	VIII
12.05.1682	Hautes Vosges (Remiremont)	Vosges	VIII
14.08.1708	Moyenne Durance (Manosque)	Alpes provençales	VIII
24.05.1750	Bigorre (Juncalas)	Pyrénées centrales	VIII
12.12.1855	Haut Verdon (Chasteuil)	Alpes provençales	VIII
13.08.1967	Béarn (Arette)	Pyrénées occidentales	VIII
21.11.2004	Guadeloupe (les Saintes)	Antilles	VIII
29.06.1477	Limagne (Riom)	Auvergne	VII-VIII
15.02.1657	Plateau de Sainte-Maure (Sainte-Maure)	Touraine	VII-VIII
06.10.1711	Loudunois (Loudun)	Poitou	VII-VIII
10.08.1759	Entre-Deux-Mers	Bordelais, Guyenne	VII-VIII
09.01.1772	Gâtine (Parthenay)	Poitou	VII-VIII
23.01.1773	Tricastin (Clansayes)	Dauphiné	VII-VIII
25.01.1799	Marais Breton (Bouin)	Pays nantais et vendéen	VII-VIII
20.03.1812	Basse Durance (Beaumont-de-Perthuis)	Vaucluse	VII-VIII
19.02.1822	Bugey (Belley)	Bresse et Jura bressan	VII-VIII
20.07.1854	Lavedan (Argelès-Gazost)	Pyrénées centrales	VII-VIII
19.05.1866	Laragne (La Motte-du-Caire)	Alpes provençales	VII-VIII
19.07. et 08.08.1873	Tricastin (Châteauneuf-du-Rhône)	Dauphiné	VII-VIII
14.05.1913	Moyenne Durance (Volx)	Alpes provençales	VII-VIII
30.11.1951	Haut Verdon (Chasteuil)	Alpes provençales	VII-VIII
05.04.1959	Ubaye (Saint-Paul)	Alpes provençales	VII-VIII
25.04.1962	Vercors (Corrençon-en-Vercors)	Dauphiné	VII-VIII
29.02.1980	Ossau (Arudy)	Pyrénées occidentales	VII-VIII

La détection des séismes en temps réel : la sismicité instrumentale

La sismicité instrumentale est la mesure des séismes enregistrée par les instruments. Cette surveillance a été développée depuis les années 1960 en France ; elle permet d'améliorer la connaissance des aléas régionaux et locaux et de fournir des informations utiles à la gestion de crise.
La mesure des séismes se fait à partir de stations d'enregistrement réparties sur l'ensemble du territoire national et regroupées sous forme de réseaux. En France, il existe deux réseaux nationaux de surveillance sismique : le **réseau national du laboratoire de détection et de géophysique (LDG)** du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et le **réseau national de surveillance sismique (RéNaSS)** placé sous la responsabilité des observatoires des sciences de l'univers et de laboratoires CNRS-universités. Ces réseaux nationaux détectent, localisent et évaluent la magnitude des séismes (page 8). L'alerte sismique nationale est assurée depuis juin 2010 par le LDG.

Réseau national du laboratoire de détection et de géophysique (LDG) et réseau national de surveillance sismique (RéNaSS) ↘

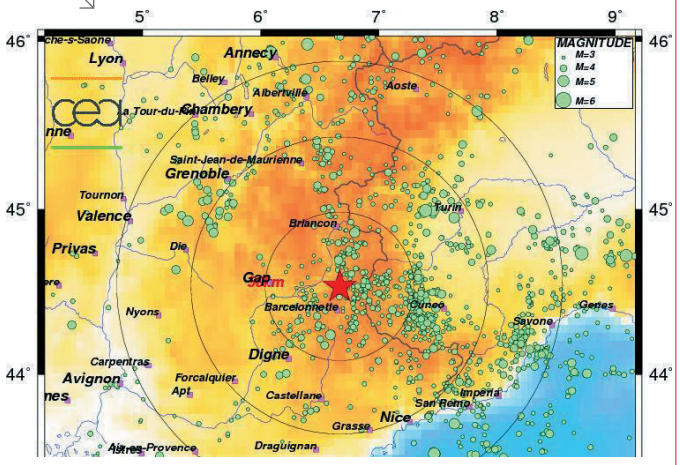




En plus de ces réseaux, la France dispose également d'un **réseau accélérométrique permanent, le RAP,** dont les capteurs permettent l'enregistrement des mouvements forts. Outre-mer, des réseaux spécifiques ont été mis en place, notamment les réseaux des observatoires volcanologiques et sismologiques aux Antilles (OVSG et OVSM) de l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP).

La surveillance des séismes permet également de fournir rapidement des informations précieuses (localisation, magnitude du séisme) pour aider les autorités et les particuliers à la gestion de crise. Néanmoins, elle ne permet pas d'anticiper la survenue d'un séisme et d'alerter les populations assez tôt pour leur évacuation.

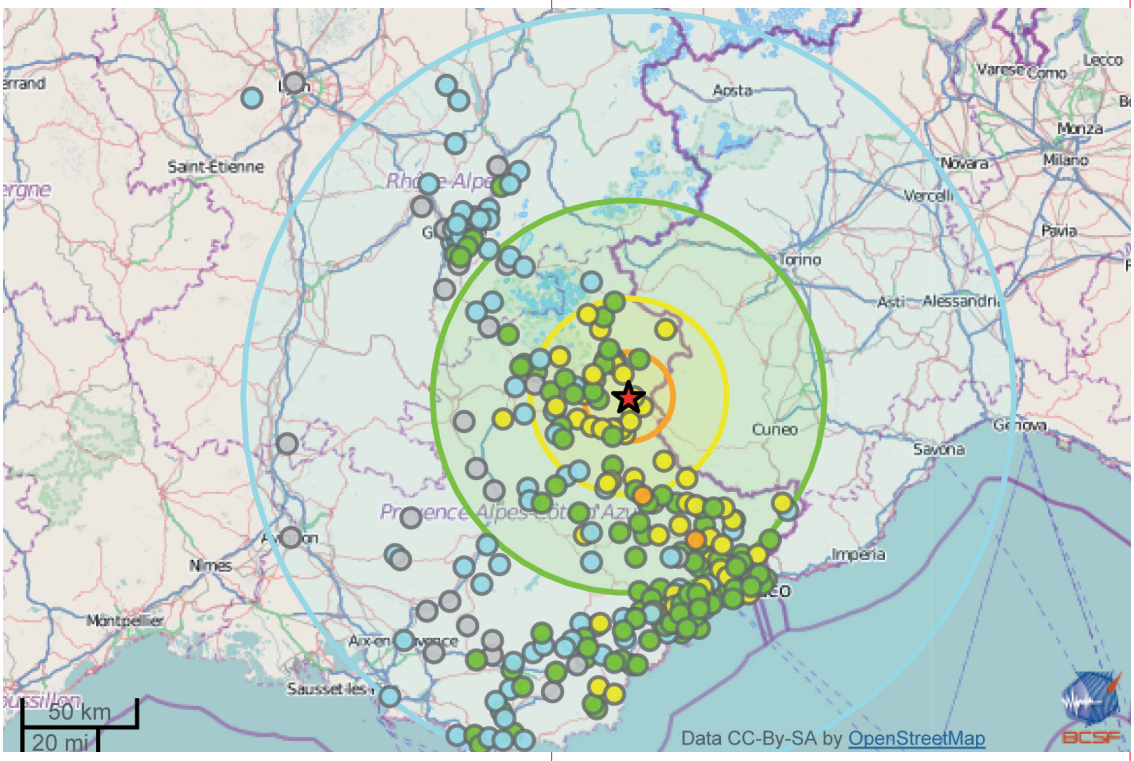
Extrait du bulletin sismique DASE (département analyse, surveillance, environnement du CEA) du séisme de Barcelonnette du 26/02/2012 (M 4,9) ↘



Après le séisme : les enquêtes macrosismiques

Les enquêtes macrosismiques sont réalisées par le Bureau central sismologique français (BCSF), une fois le séisme passé, afin de collecter des informations sur la perception du séisme par la population et les impacts sur les bâtiments et infrastructures. Ces enquêtes permettent d'établir des cartes d'isoséistes, c'est-à-dire des zones homogènes du point de vue de l'intensité macrosismique. Cette démarche est importante pour l'analyse des effets des séismes et l'identification des effets de site.

Si vous ressentez un séisme, témoignez de votre expérience sur le site du Bureau central sismologique français : **www.seismefrance.fr**



Carte d'intensité du séisme de Barcelonette du 26/02/2012 (M 4,9), issue de 1398 témoignages au 18.04.2012

épicentre instrumental : ★ **RéNaSS**

Frontière

Localisation du séisme

Intensité moyenne par témoignage internet

Intensités attendues sur la zone (modélisation BCSF)

Échelle d'intensités macrosismiques (EMS-98)

Intensité EMS-98	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
Dégâts potentiels bâtiments vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	quelques effondrements partiels	nombreux effondrements partiels	nombreux effondrements	effondrements généralisés
Dégâts potentiels bâtiments peu vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	effondrements partiels	nombreux effondrements
Perception humaine	non ressenti	très faible	faible	modéré	forte	brutale	très brutale	sévère	violente	extrême

Évaluation de l'aléa sismique

Aléa régional

L'aléa régional recouvre la caractérisation de l'agression sismique au rocher affleurant en surface. L'analyse de l'aléa régional nécessite deux étapes :

• **l'identification des sources sismiques :** il s'agit de localiser les failles actives et d'évaluer leur potentiel sismogénique en termes de magnitude ou d'intensité des séismes susceptibles d'être générés par ces failles, leur profondeur focale et leur récurrence. En se basant sur des données géologiques et sismiques, ce travail aboutit à la définition d'un zonage sismotectonique délimitant les zones homogènes dans lesquelles la probabilité d'occurrence d'un séisme de caractéristiques données est estimée équivalente en tout point ;

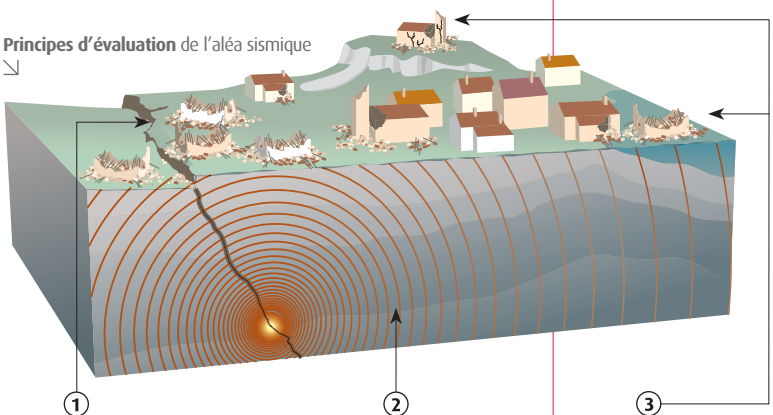
• **le calcul du mouvement vibratoire en surface** par l'application d'une loi d'atténuation aux sources potentielles identifiées dans le zonage sismotectonique.

On distingue principalement deux approches d'évaluation d'aléa régional :

• **l'approche déterministe** dans laquelle le mouvement du sol est estimé à partir d'un séisme de référence, par l'étude des sources sismiques régionales historiques et instrumentales ;

• **l'approche probabiliste,** où est évalué en tout point du territoire le niveau d'accélération du sol susceptible d'être atteint ou dépassé pour une période de temps donnée.

Principes d'évaluation de l'aléa sismique



1 Localisation des failles actives, réalisation d'un zonage sismique et caractérisation des séismes associés

2 Calcul du mouvement du sol (propagation et atténuation des ondes sismiques ou d'énergie)

3 Prise en compte des modifications du mouvement sismique en fonction des conditions géologiques et topographiques locales

Aléa local

L'évaluation de l'aléa local permet de prendre en compte les modifications de la vibration sismique par les conditions géologiques et topographiques locales, les effets de site (p.12). Elle permet également de définir des zones dans lesquelles des effets induits (mouvements de terrain, liquéfaction des sols) sont susceptibles d'être provoqués par un séisme. À l'échelle d'une commune, ce travail permet d'aboutir à un micro-zonage sismique, délimitant les zones dans lesquelles les amplifications du mouvement du sol sont identiques.

La connaissance du risque

Le risque sismique résulte du croisement entre l'aléa et la vulnérabilité des enjeux exposés.

La vulnérabilité caractérise la capacité d'un territoire ou d'un enjeu à résister à un séisme donné et comporte différentes composantes : vulnérabilité structurelle des ouvrages ou des bâtiments, vulnérabilité systémique, vulnérabilité socio-économique, etc. Pour réduire la vulnérabilité aux séismes d'un territoire ou d'un enjeu, il est nécessaire de la connaître. Mener une étude de vulnérabilité aux séismes permet d'identifier le niveau et les facteurs de vulnérabilité et de définir les pistes d'actions pour la réduire. L'étude de la vulnérabilité peut être menée à différentes échelles : groupement de communes, ville, quartier, parc immobilier spécifique (ensemble des écoles, logements sociaux), bâtiments (bâtiments stratégiques)...

Si on s'intéresse à la vulnérabilité de différents enjeux sur un territoire, il est au préalable nécessaire de recenser les enjeux concernés :

• **à l'échelle du bâtiment,** on parle de diagnostic de vulnérabilité. Ce diagnostic est le préalable à toute intervention sur une construction existante (pages 20-21) ;

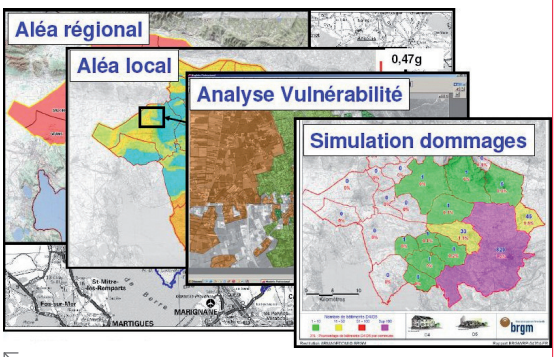
• **à l'échelle d'un territoire,** une étude de vulnérabilité permet d'améliorer la connaissance du territoire et contribue aux différents champs de la politique territoriale : planification, projets de développement, actions de prévention et de gestion des risques...

Différentes méthodes d'étude de vulnérabilité existent : la méthode utilisée doit être choisie en fonction de l'échelle et des objectifs.

De même que pour l'étude de vulnérabilité, l'évaluation du risque, qui utilise les résultats des évaluations d'aléa et de vulnérabilité, peut se faire à l'échelle d'un bâtiment ou d'un territoire, selon différentes méthodes en fonction de l'échelle et des finalités de l'étude.

Pour étudier le risque au niveau d'un bâtiment, des méthodes qualitatives ou bien quantitatives, basées sur des modélisations et plus précises, peuvent être utilisées.

Pour évaluer le risque sismique à l'échelle d'un territoire, l'approche la plus classique consiste à réaliser des scénarios de risque sismique, représentant les effets que pourrait produire un séisme donné en termes de dégâts, de victimes et de coûts (pertes économiques directes et indirectes). Sur la base d'un scénario événementiel, il est possible par exemple d'estimer les dommages des différents bâtiments, les préjudices humains (décès et blessés) ainsi que les pertes économiques. Des analyses du dysfonctionnement des systèmes suite aux séismes de scénario peuvent également être menées.



Exemples de scénarios de risque sismique (ici, département des Bouches-du-Rhône)

Par exemple, à l'aide d'études de scénarios de risque sismique, il est estimé qu'un séisme important qui se produirait aujourd'hui à Nice pourrait entraîner jusqu'à :

• plusieurs centaines de morts et de blessés graves ;

• plusieurs dizaines de milliers de sans-abri ;

• plusieurs milliards d'euros de coûts directs et indirects.

Aux Antilles, le risque sismique est encore plus élevé : un séisme majeur pourrait y entraîner plusieurs milliers de morts.

Ce type d'étude permet une meilleure prise en compte des risques dans les projets d'aménagement. Il constitue également un outil de préparation à la gestion de crise.

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, codifiée dans l'article L 125-2 du code de l'environnement).

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 mises en place pour en limiter les effets. À partir du DDRM, le préfet porte à la connaissance du maire les informations concernant les risques spécifiques de sa commune au moyen de cartes au 1:25 000 ;

• **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 naturels) et d'une campagne d'affichage.

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 du développement durable et de l'intérieur (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 5000 m² de terrain.



Exemple d'affiche d'information

L'information des acquéreurs et des locataires

Tout acheteur ou locataire d'un bien immobilier bâti ou non bâti situé dans une zone couverte par un plan de prévention des risques technologiques ou un plan de prévention des risques naturels (prescrit ou approuvé) ou dans une zone de sismicité 2, 3, 4 ou 5 doit en être informé par le vendeur ou le bailleur. Il doit également être informé sur les risques auxquels le bien immobilier est exposé et les éventuelles indemnités perçues au titre des catastrophes naturelles à l'occasion d'un sinistre sur son bien. Cette information permet de connaître les servitudes qui s'imposent au bien acquis ou loué, les sinistres indemnisés au titre de la garantie catastrophe naturelle, subis antérieurement (articles L 125-5 et R 125-26 du code de l'environnement) et ainsi de prendre des mesures pour sauvegarder son bien et sa propre sécurité



RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS

Toutes les informations utiles et détaillées relatives à l'information des acquéreurs et locataires sur le site de prévention des risques majeurs Prim.net : **http://risquesmajeurs.prim.net**

La construction parasismique

Puisqu'il est impossible de prévoir la date, le lieu et l'intensité d'un séisme (et donc d'évacuer les bâtiments avant qu'il ne survienne), **le moyen de prévention le plus efficace contre le risque sismique est la construction parasismique.**

Les principes de la construction parasismique

Une construction parasismique est une construction capable de résister à un niveau d'agression sismique défini réglementairement pour chaque zone de sismicité. Pour ce niveau d'agression, un bâti courant peut alors subir des dommages irréparables mais il ne doit pas s'effondrer sur ses occupants. En cas de secousse plus modérée, l'application des règles parasismiques permet aussi de limiter les dommages, et donc les pertes économiques. **L'objectif des règles de construction parasismique est la sauvegarde des vies humaines.**

Construire parasismique les règles à respecter

L'IMPLANTATION

• Etude géotechnique

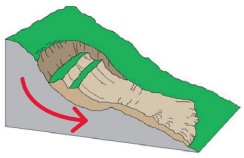


Extrait de carte géologique

- Effectuer une étude de sol pour connaître les caractéristiques du terrain.
- Caractériser les éventuelles amplifications du mouvement sismique.

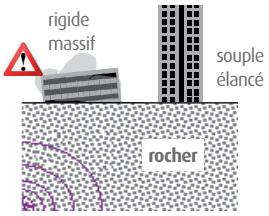
• Se protéger des risques d'éboulement et de glissement de terrain

- S'éloigner des bords de falaise, pieds de crête, pentes instables. Le cas échéant, consulter le plan de prévention des risques naturels (PPRN) sismiques de la commune.

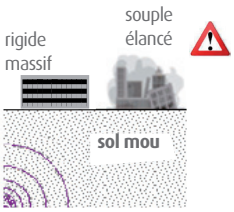


Glissement de terrain

• Tenir compte de la nature du sol



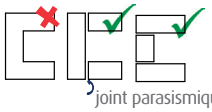
- Privilégier des configurations de bâtiments adaptées à la nature du sol.



- Prendre en compte le risque de liquéfaction du sol (perte de capacité portante).

LA CONCEPTION

• Préférer les formes simples

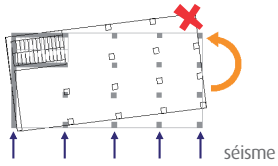




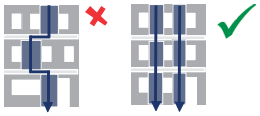
- Privilégier la compacité du bâtiment.
- Limiter les décrochements en plan et en élévation.
- Fractionner le bâtiment en blocs homogènes par des joints parasismiques continus.

• Limiter les effets de torsion

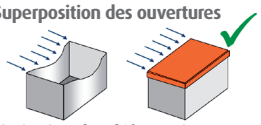
Distribuer les masses et les raideurs (murs, poteaux, voiles...) de façon équilibrée.



• Assurer la reprise des efforts sismiques



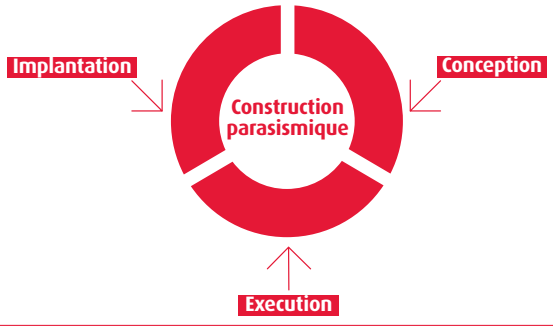
Superposition des ouvertures



Limitation des déformations : effet «boîte»

- Assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure.
- Superposer les éléments de contreventement.
- Créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux.

• Appliquer les règles de construction



L'EXECUTION

• Soigner la mise en oeuvre

- Respecter les dispositions constructives.
- Disposer d'une main d'œuvre qualifiée.
- Assurer un suivi rigoureux du chantier.
- Soigner particulièrement les éléments de connexion : assemblages, longueurs de recouvrement d'armatures...



Noeud de chaînage - Continuité mécanique



Mise en place d'un **chaînage** au niveau du rampant d'un bâtiment

• Utiliser des matériaux de qualité



maçonnerie



béton

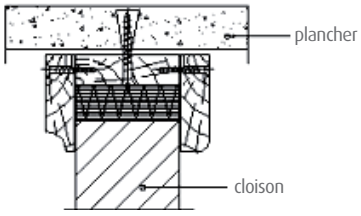


métal



bois

• Fixer les éléments non structuraux



- Fixer les cloisons, les plafonds suspendus, les luminaires, les équipements techniques lourds.
- Assurer une liaison efficace des cheminées, des éléments de bardage...

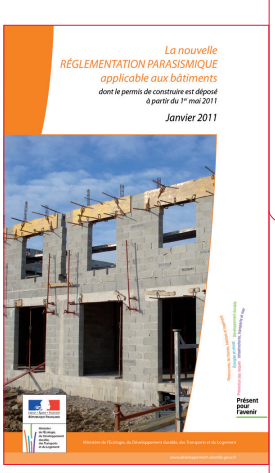
Pour une construction neuve, la conception et la construction parasismiques se traduisent par des surcoûts minimes, en général inférieurs à 2 % du coût total de la construction.
Construire parasismique suppose de tenir compte du risque sismique à toutes les étapes de la construction, puis de la vie du bâtiment. Cinq aspects de la construction parasismique peuvent être définis, chacun essentiel à la limitation des dommages en cas de tremblement de terre (le non-respect de l'un d'eux peut être à l'origine de l'effondrement du bâtiment) :
• **le choix du site :** les terrains situés au sommet des collines ou des pentes, les zones à la limite entre des sols rocheux et des sols mous sont à proscrire ;
• **la conception architecturale :** l'implantation du bâtiment sur le site et le type d'architecture (forme, hauteur, élancement du bâtiment) doivent être étudiés pour favoriser un bon comportement du bâtiment vis-à-vis du séisme ;
• **le respect des règles parasismiques :** pour les constructions neuves et certains bâtiments existants faisant l'objet de travaux importants, des niveaux de protection sont requis selon la zone de sismicité et le type de bâtiment, ainsi que des modalités de calcul et de dimensionnement des différents organes de structure. Depuis le 1er mai 2011, les règles parasismiques sont celles définies par les normes NF-EN 1998, dites règles Eurocode 8. Pour les maisons individuelles et les petits bâtiments, des règles simplifiées (norme NF P 06-014, dites règles PS-MI, en zones de sismicité 2 à 4 et règles CP-MI en zone 5) peuvent être utilisées en alternative des normes Eurocode 8, si les conditions d'applicabilité sont respectées ;
• **la qualité de l'exécution :** elle concerne les matériaux, l'assemblage des éléments et le respect des règles de l'art ;
• **la bonne maintenance des bâtiments** permet de maintenir l'efficacité de la construction parasismique sur le long terme ; toute modification ultérieure de la construction doit prendre en compte le risque sismique.

Pour certains types de bâtiments, notamment ceux nécessaires à la gestion de crise, des niveaux de résistance plus élevés sont requis afin qu'ils puissent rester opérationnels en cas de séisme. Par ailleurs, pour les bâtiments et infrastructures dits à risque spécial, tels que barrages, centrales nucléaires ou installations industrielles à risques, des règles particulières sont appliquées. Elles permettent de garantir la sécurité de la population pour des séismes beaucoup plus puissants que ceux pour lesquels sont dimensionnés les bâtiments dits à risque normal.

La réglementation parasismique

Le dispositif réglementaire parasismique repose principalement sur :
• les articles R 563-1 à R 563-8 du code de l'environnement ;
• l'article D 563-8-1 du code de l'environnement ;
• les arrêtés ministériels d'application précisant les règles parasismiques applicables aux différents types d'ouvrages.
La réglementation parasismique a été actualisée par la parution des décrets n° 2010-1254 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 modifiant le zonage sismique et les règles de construction parasismique. Cette nouvelle réglementation est entrée en vigueur le 1er mai 2011.

L'objectif de la réglementation parasismique est la sauvegarde des vies humaines pour une secousse dont le niveau d'agression est fixé pour chaque zone de sismicité. Le zonage sismique n'est donc pas une carte d'aléa sismique ; il répond à un objectif de protection parasismique dans des limites économiques supportables pour la société.
Pour les bâtiments, les règles parasismiques reposent sur les normes Eurocode 8. Ces règles dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité dans laquelle il se trouve : plus la sismicité est forte ou plus l'importance de l'enjeu est grande, plus les exigences en termes de protection parasismique sont élevées. Il existe trois formes de contrôle de cette réglementation : le contrôle technique, les attestations de prise en compte du risque sismique et le contrôle régalien du respect des règles de construction.
La réglementation intervient sur le dimensionnement des éléments non structuraux. Localement, un plan de prévention des risques naturels (PPRN) peut fixer des règles de construction mieux adaptées au contexte local (p. 31). Des règles parasismiques sont également applicables à d'autres typologies d'ouvrages à risque normal (ponts, équipements et installations) et aux ouvrages à risque spécial (installations nucléaires, barrages, certains équipements et ICPE).
Les informations sur cette réglementation parasismique sont disponibles en mairie, préfecture, auprès des directions départementales des territoires (DDT), des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), des conseils d'architecture et d'urbanisme et de l'environnement (CAUE) et sur internet (*Pour aller plus loin,* p. 52). Des informations plus détaillées sur la réglementation parasismique sont disponibles (*La réglementation parasismique,* p. 37).
La réglementation n'intervient pas sur les aménagements intérieurs susceptibles d'atténuer le danger, de la responsabilité de chacun ; des guides méthodologiques sont disponibles (*Pour aller plus loin,* p. 52).



RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS

Dans la brochure "La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments" téléchargeable sur la salle de lecture : **http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/La_nouvelle_reglementation_parasismique_applicable_aux_batiments.pdf**

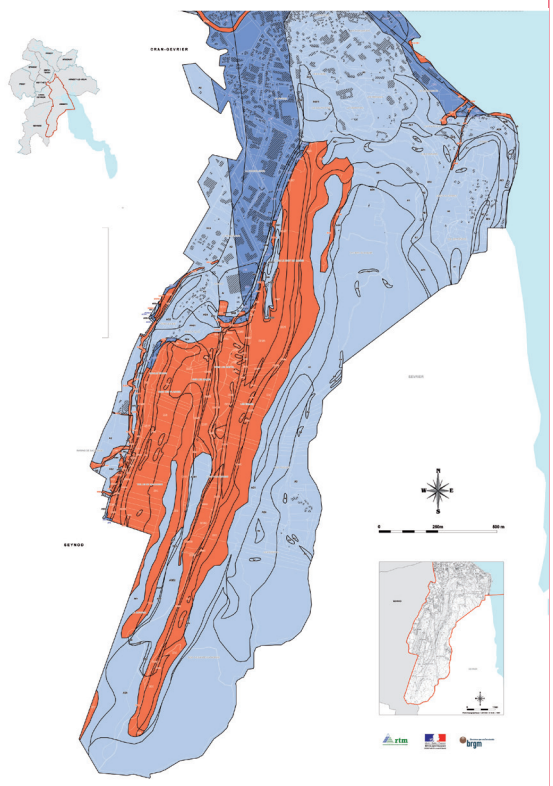
La prise en compte du risque sismique dans l'urbanisme

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), instaurés par la loi du 2 février 1995 (articles L 562-1 à L 562-9 du code de l'environnement).

L'objectif du PPRN est de faire connaître, pour les territoires les plus exposés, les zones à risque et de réduire la vulnérabilité des populations et des biens existants en s'adaptant au risque et au contexte locaux. Un PPRN réglemente 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'aléa fort 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 existantes 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.

Carte réglementaire
Annecy (partie sud) du plan de prévention des risques naturels prévisibles



Le document final du PPRN est composé :

- **d'un rapport de présentation** qui contient l'analyse des phénomènes pris en compte, l'étude de leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs, les principes d'élaboration du PPRN et l'exposé des motifs du règlement ;
- **d'une carte réglementaire** à une échelle comprise entre le 1:10000 et le 1:5000 en général, qui délimite les zones réglementées par le PPRN ;
- **d'un règlement** qui précise les règles s'appliquant à chaque zone.

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

Le risque sismique peut être pris en compte dans un plan de prévention des risques sismiques (PPRS) ou un PPRN multirisque incluant le risque sismique. Le PPR sismique est basé sur une évaluation fine de l'aléa local (microzonage sismique), intégrant les effets de site (lithologiques, topographiques) et les effets induits (mouvements de terrain, liquéfaction des sols). Cette évaluation d'aléa permet l'élaboration des cartes réglementaires du PPRS cartographiant l'aléa sismique local (avec des spectres de réponse prenant en compte les caractéristiques locales des sols) et les effets induits. Les études techniques du PPRS peuvent également comprendre une évaluation de vulnérabilité et du risque sismique sur le territoire exposé. Le niveau de précision des études techniques et le règlement du PPRN dépendent du niveau de sismicité auquel le territoire est exposé, de l'étendue du périmètre du PPRN, des enjeux exposés, et de la volonté spécifique locale en matière de gestion des risques. Les règles du PPRS se substituent à celles de la réglementation nationale, sous réserve qu'elles garantissent une protection au moins égale à celle qui résulterait de l'application de la réglementation nationale (article R 563-8 du code de l'environnement).

Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM)

Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), dit fonds Barnier, a été créé en 1995 pour financer l'expropriation des biens exposés à certains risques naturels menaçant gravement des vies humaines. Il est alimenté par une part des montants retenus dans les contrats d'assurance au titre de la garantie de catastrophes naturelles. Depuis, l'utilisation des ressources du FPRNM a été élargie. Il est aujourd'hui possible d'y avoir recours pour contribuer au financement des mesures suivantes (article 154 de la loi de finances pour 2009 du 27 décembre 2008 et article L 561-3 du code de l'environnement) :

- l'**élaboration des plans de prévention des risques**

naturels et des **actions d'information préventive** conduites par l'État ;
• l'**acquisition amiable** par l'État, une commune ou un groupement de communes de **biens fortement sinistrés** par une catastrophe naturelle ;
• l'**acquisition amiable** par l'État, une commune ou un groupement de communes de **biens exposés à certains risques naturels majeurs menaçant gravement des vies humaines** ;
• les **mesures de réduction de la vulnérabilité prescrites** par un plan de prévention des risques naturels approuvé à des biens existants à usage d'habitation ou utilisés dans le cadre d'activités professionnelles relevant de personnes physiques ou morales employant moins de vingt salariés ;
• les **études** et les **travaux de prévention** contre les risques naturels à maîtrise d'ouvrage des collectivités territoriales couvertes par un plan de prévention des risques naturels approuvé ou prescrit ;
• les **campagnes d'information** sur les procédures administratives et assurantielles d'indemnisation prévues dans le cadre de la garantie contre les dommages dus aux catastrophes naturelles.

Au titre des dispositions temporaires, les lois de finances n° 2003-1311 pour 2004 et n° 2005-1719 pour 2006 et la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle 2) fixent les taux maximaux d'intervention du FPRNM.
La loi Grenelle 2 a également élargi les possibilités d'intervention du fonds dans les Antilles. Le FPRNM peut notamment contribuer, jusqu'au 31 décembre 2013, au financement des études et travaux de prévention du risque sismique pour les bâtiments, équipements et installations nécessaires au fonctionnement des services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) et des travaux de confortement des habitations à loyer modéré visées par le livre IV du code de la construction et de l'habitation, dans les zones les plus exposées à un risque sismique, définies par décret en application de l'article L 563-1 du code de l'environnement.

Les acteurs de la prévention

L'État, les collectivités territoriales, les professionnels de la construction, les particuliers et les entreprises sont des acteurs de la prévention du risque sismique, ayant chacun un rôle et des responsabilités.

L'État

Au niveau national
Trois ministères interviennent principalement dans la prévention du risque sismique :
• **le ministère du Développement durable** pour la prévention et la protection des risques et de l'information préventive ;
• **le ministère de l'Intérieur** pour la préparation et la gestion des crises ;
• **le ministère de l'Économie** assure la tutelle du secteur des assurances en charge de l'indemnisation en cas de sinistre.
De plus, les ministères de la Recherche, de la Santé, de l'Éducation nationale, de la Défense, ainsi que d'autres contribuent dans leurs domaines de compétences à la prévention du risque sismique (et des catastrophes en général).

Au niveau régional
Les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) ont en charge, sous l'autorité du préfet de région, la coordination et l'animation technique des services départementaux chargés de la prévention des risques naturels et technologiques. Elles assurent également, pour leur région, la programmation budgétaire des crédits affectés à la connaissance du risque, à l'information préventive et à la prévention des risques majeurs.

Au niveau départemental
Le préfet de département
Représentant de l'État dans le département, le préfet est responsable de la politique de prévention des risques sur son territoire, c'est-à-dire qu'il a en charge notamment les missions suivantes :
• **élaboration du dossier départemental des risques majeurs** (DDRM) et communication des éléments de connaissance aux collectivités locales ;
• **prescription et approbation** des plans de prévention des risques naturels en concertation avec les élus locaux ;
• **élaboration de l'arrêté préfectoral** décrivant les risques et les communes concernées par la loi sur l'information des acquéreurs et des locataires ;
• **gestion des plans de secours départementaux :** plans d'organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec) (page...).
Les directions départementales des territoires (DDT) assurent, sous l'autorité du préfet de département, la mise en œuvre de la politique de prévention, en se fondant sur leur savoir-faire en matière d'analyse territoriale, de planification, d'aménagement, d'urbanisme et de construction. Par leur connaissance des territoires, elles adaptent et mettent en place au niveau local les orientations nationales en les traduisant en règles opposables aux tiers et en démarches professionnelles. Elles apportent leur expertise aux préfets pour la préparation à la gestion de crise et viennent en appui aux collectivités territoriales pour les opérations de prévention, de protection et de sauvegarde. Les agents des DDT, avec ceux des CETE (centres d'études techniques de l'équipement), suivant une politique établie par la DREAL, mènent des campagnes de contrôle du respect des règles de construction (CRC), qui peuvent inclure le contrôle des règles parasismiques (*La réglementation parasismique,* p.37).

Le maire

Le maire a notamment en charge les actions suivantes :
• **élaborer le document d'information communal sur les risques majeurs** (DICRIM) ;
• **informer sur les risques encourus** dans la commune et appliquer l'obligation d'affichage des risques sur certains bâtiments ou terrains mentionnée à l'article R 125-14 du code de l'environnement ;
• **élaborer le plan local d'urbanisme (PLU) ;**
• **réaliser un plan communal de sauvegarde (PCS)** (*Que faire en cas de séisme,* p. 33) et l'activer en cas de crise ;
• **recenser les demandes des sinistrés** et constituer un dossier de demande communale de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ;
• **assurer les responsabilités de maître d'ouvrage** des bâtiments publics appartenant à la commune, en tant que représentant de la commune, propriétaire de ces bâtiments.

Les professionnels, responsables de la construction parasismique

C'est aux professionnels qu'il incombe d'assurer le bon déroulement des phases successives de la construction parasismique. Tous les acteurs (maître d'ouvrage, artisan, architecte, bureau d'études...) ont une part de responsabilité dans les performances parasismiques du futur bâtiment.

Le maître d'ouvrage doit s'assurer que les règles de construction parasismique sont bien prises en compte par les exécutants. Il lui appartient notamment de désigner un contrôleur technique agréé pour procéder au contrôle des dispositions constructives et notamment des règles parasismiques dans les zones concernées lorsqu'il fait réaliser une construction. Les constructions concernées par un contrôle technique obligatoire sont les bâtiments dont le plancher haut est à plus de 8 mètres dans les zones de sismicité 4 (moyenne) et 5 (forte) et tous les bâtiments de catégories d'importance III et IV dans les zones de sismicité 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne) et 5 (forte).

L'architecte doit intégrer la composante parasismique dans son travail de conception, c'est-à-dire sur l'ensemble des aspects du projet : structure du bâtiment, choix du site, équipements, implantation du bâtiment par rapport aux constructions existantes, etc.
Le bureau d'études ou l'ingénieur conseil peut être requis pour garantir une construction dans les règles du génie parasismique.

L'entrepreneur ou l'artisan joue un rôle primordial car une exécution soignée des travaux peut améliorer considérablement la robustesse d'une habitation. A contrario, une exécution bâclée peut causer des désordres graves sur un bâtiment en cas de séisme, et éventuellement le décès de ses occupants, même si l'habitation a bénéficié d'une conception parasismique.

Les assureurs

En dépit de tous les moyens de prévention et d'intervention mis en œuvre, les dommages matériels et corporels provoqués par une catastrophe naturelle ou technologique peuvent être très importants. Il est donc judicieux, et souvent obligatoire, d'anticiper sur la réparation d'un éventuel sinistre en recourant à l'assurance (page 36).

Les particuliers et les entreprises

Tout particulier ou chef d'entreprise doit se tenir informé des risques naturels présents dans sa commune et connaître la conduite à adopter en cas de séisme. Il peut se préparer à une crise sismique en élaborant un plan familial de mise en sûreté ou un plan spécifique à son entreprise. En situation de crise, le comportement de chacun est déterminant et le respect des consignes de sécurité nécessaire pour assurer l'efficacité des plans de secours.
Chacun est également tenu d'être acteur de sa propre sécurité en évaluant et en réduisant si nécessaire la vulnérabilité de son habitation ou des bâtiments de son entreprise.



RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS
- - - - - -
Les informations à connaître sont contenues dans le DICRIM et sont consultables en mairie et sur le site internet **www.prim.net.**

Que faire en cas de séisme

3

Dans le cas du risque sismique, l'impossibilité de prévoir un séisme et d'alerter la population à temps limite les possibilités de mise en sécurité des personnes pendant la crise. Si les actions de prévention sont essentielles, la préparation à la gestion de crise reste indispensable pour sauver un maximum de vies et éviter une aggravation de la catastrophe. L'État et les collectivités territoriales ont le devoir d'organiser les moyens de secours nécessaires pour faire face aux crises. La population doit, elle, s'y préparer en s'informant des risques et en respectant les consignes à suivre avant, pendant et après une catastrophe.



+ LES CONSIGNES À SUIVRE

DES CONSIGNES GÉNÉRALES À SUIVRE avant, pendant et après une catastrophe sont définies pour l'ensemble des risques naturels et technologiques. Certaines consignes sont cependant spécifiques au type de risque : en cas de séisme, les consignes à suivre sont les consignes générales, complétées par les consignes spécifiques au risque sismique.

En cas de phénomène naturel ou technologique majeur, la population est avertie par un signal d'alerte national, commun à tous les risques. Ce signal est défini par l'arrêté du 23 mars 2007 relatif aux caractéristiques techniques du signal national d'alerte. Sa description est disponible sur le site du ministère de l'Intérieur www.interieur.gouv.fr ainsi que dans la brochure *La démarche française de prévention des risques majeurs du ministère du Développement durable* (*Pour aller plus loin,* p. 52).



Exemple de brochure sur les consignes à suivre en Guadeloupe

	Consignes générales à respecter en cas de catastrophe	*Consignes spécifiques*
Avant	- Prévoir les équipements minimum de survie (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 et du signal d'alerte national. - 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.	- Diagnostiquer la vulnérabilité au séisme de son bâtiment et, le cas échéant, le faire renforcer. - Repérer les points de coupure de gaz, d'eau, d'électricité. - Fixer les appareils et les meubles lourds. - Préparer un plan de regroupement familial.
Pendant	- S'informer : écouter la radio, les premières consignes sont données par Radio-France et les stations locales de RFO. - Informer le groupe dont on est responsable. - Penser aux personnes âgées et handicapées. - Ne pas aller chercher les enfants à l'école. - Ne pas téléphoner (les réseaux doivent rester disponibles pour les secours).	- Rester où l'on est : • à l'intérieur : se mettre près d'un gros mur ou sous des meubles solides, s'éloigner des fenêtres ; • à l'extérieur : ne pas rester près des fils électriques ou près de ce qui peut s'effondrer (ponts, corniches, toitures, cheminée, etc.) ; • en voiture : s'arrêter et ne pas sortir avant la fin des secousses. - Se protéger la tête avec les bras. - Ne pas allumer de flamme.
Après	- S'informer : écouter et suivre les consignes données par la radio et les autorités. - Informer les autorités de tout danger observé. - Apporter une première aide aux voisins. - Se mettre à la disposition des secours. - Évaluer : • les dégâts ; • les points dangereux et s'en éloigner.	- Sortir des bâtiments et ne pas se mettre sous ou à côté des fils électriques et de ce qui peut s'effondrer (ponts, corniches, toitures, bâtiments,...). - Ne pas prendre les ascenseurs pour quitter un immeuble. - Couper l'eau, l'électricité et le gaz : en cas de fuite ouvrir les fenêtres et les portes, se sauver et prévenir les autorités. - Après la première secousse, se méfier des répliques : il peut y avoir d'autres secousses. - S'éloigner des zones côtières, même longtemps après la fin des secousses, en raison d'éventuels tsunamis (qu'il y ait ou non retrait de la mer).



LES PLANS DE SECOURS

AU-DELÀ DE VINGT-QUATRE HEURES APRÈS UN SÉISME, les chances de retrouver les survivants blessés ou ensevelis sous les décombres diminuent rapidement. Il est donc nécessaire de mettre en place une intervention rapide qui passe par la localisation de la région touchée. Aux Antilles, la probabilité qu'un séisme majeur touche la Guadeloupe et la Martinique en même temps est très faible ; l'île non atteinte pourra ainsi porter secours à l'autre.

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. 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 PCS est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN) ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention (PPI). Il doit être élaboré dans un délai de deux ans à compter de la date d'approbation par le préfet du département du plan particulier d'intervention ou du plan de prévention des risques naturels (décret n° 2005-1156 du 13 septembre 2005).

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 d'organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec)

Le plan Orsec départemental, arrêté par le préfet, détermine, compte tenu des risques existants dans le département, l'organisation générale des secours et recense l'ensemble des moyens publics et privés susceptibles d'être mis en œuvre. Il comprend des dispositions générales applicables en 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. Le ministère de l'Intérieur, en lien avec le ministère du Développement durable, a en charge la réalisation d'exercices de crise sismique appelés exercices Richter. Ces exercices contribuent à l'actualisation des dispositions spécifiques du plan Orsec. Ils sont joués sur la base d'un ensemble de données réalistes sur le phénomène, mais surtout sur ses conséquences (scénario de crise sismique). Cinq exercices Richter ont été réalisés entre 2007 et 2011 : Richter 13 (Bouches-du-Rhône), Richter Antilles, Richter 65 (Hautes-Pyrénées), Richter 68 (Haut-Rhin) et Richter 38 (Isère).



L'INDEMNISATION DES VICTIMES

LES PRÉJUDICES OCCASIONNÉS par les séismes sont couverts au titre de la garantie catastrophes naturelles. En effet, la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (article L 125-1 du code des assurances) a fixé pour objectif d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles en se fondant sur le principe de mutualisation entre tous les assurés et la mise en place d'une garantie de l'État. Le fonds d'indemnisation cat-nat est financé par une surprime de 12 % sur les polices applicables aux habitations et de 6 % sur celles des véhicules.

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

- l'agent naturel doit être d'une intensité anormale et constituer la cause directe des dommages ;
- les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les dommages d'incendie, 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 zones et les périodes où s'est située la catastrophe et la nature des dommages couverts par la garantie (article L 125-1 du code des assurances).

4 La réglementation parasismique

CADRE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE DE LA PRÉVENTION DU RISQUE SISMIQUE

LA PRÉVENTION DU RISQUE SISMIQUE en France est encadrée principalement par les textes législatifs suivants : article L 563-1 du code de l'environnement, article L 112-18 du code de la construction et de l'habitation, loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.

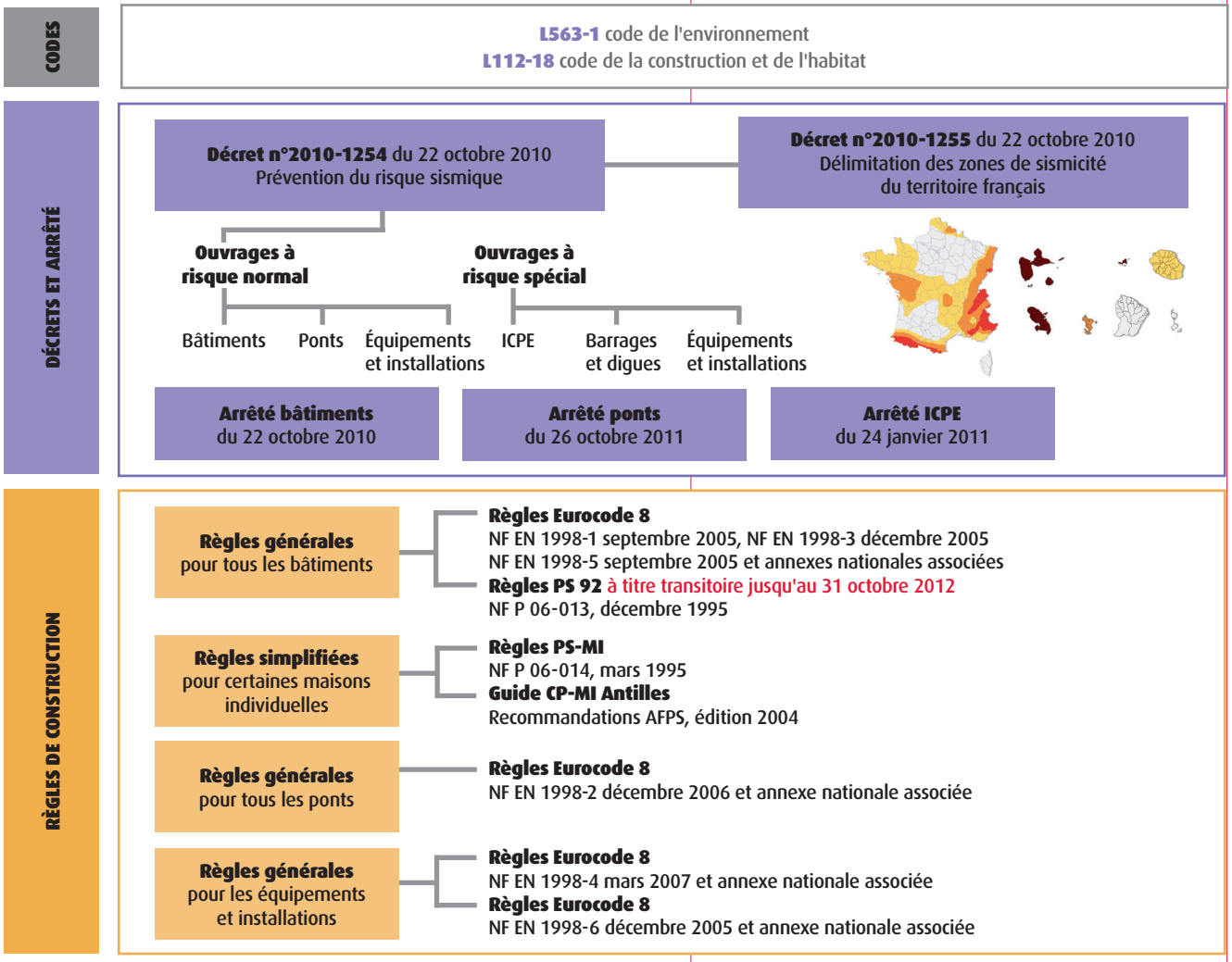
Le dispositif réglementaire relatif à la prévention du risque sismique repose principalement sur :

- les articles R 563-1 à R 563-8 du code de l'environnement, modifiés par le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique ;
- l'article D 563-8-1 du code de l'environnement introduit par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- les différents arrêtés ministériels d'application découlant des deux décrets susmentionnés.

La réglementation relative à la prévention du risque sismique a été actualisée avec la parution des décrets n° 2010-1254 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 modifiant le zonage sismique et les règles de construction parasismique. **Cette nouvelle réglementation est entrée en vigueur le 1er mai 2011.**



Structure de la réglementation relative à la prévention du risque sismique



LES GRANDS PRINCIPES DE LA RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE

L'OBJECTIF DE LA RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE EST LA SAUVEGARDE du 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 irréparables, mais elle ne doit pas s'effondrer sur ses occupants. En cas de secousse plus modérée, l'application des dispositions définies dans les règles parasismiques permet de limiter les destructions et, ainsi, les pertes économiques.
Le zonage sismique n'est donc pas une carte d'aléa sismique ; il répond à un objectif de protection parasismique dans des limites économiques supportables pour la société.

Il existe en France une réglementation parasismique depuis 1967, qui a été améliorée à plusieurs reprises. Un nouveau zonage sismique et de nouvelles règles parasismiques, en vigueur depuis le 1er mai 2011, ont été élaborés, afin de prendre en compte le nouveau code européen de construction parasismique, l'Eurocode 8, ainsi que les progrès scientifiques réalisés depuis 25 ans dans les domaines de la sismologie et du génie parasismique.
Le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010, qui modifie les articles R 563-1 à 8 du code de l'environnement, définit les grands principes relatifs aux règles parasismiques appli-

cables aux bâtiments, équipements et installations.
L'article R 563-2 distingue deux classes de bâtiments, équipements et installations : les ouvrages dits à risque normal, définis dans l'article R 563-3, et les ouvrages dits à risque spécial, définis dans l'article R 563-6.

L'article R 563-4 définit le zonage sismique du territoire national, comportant cinq zones (1, 2, 3, 4 et 5), applicable aux ouvrages à risque normal. La répartition des communes entre ces zones est effectuée dans le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010.

Les articles R 563-5 et 7 précisent la nature des arrêtés réglementaires spécifiant les mesures préventives et, en particulier, les règles de construction à respecter pour les ouvrages à risque normal et à risque spécial. Trois arrêtés d'application ont pour le moment été signés : pour les bâtiments le 22 octobre 2010, pour les ICPE le 24 janvier 2011, pour les ponts le 26 octobre 2011.

L'article R 563-8 précise qu'un plan de prévention des risques naturels peut fixer des règles de construction mieux adaptées au contexte local.

Cette nouvelle réglementation améliore la prévention du risque sismique pour un plus grand nombre de personnes : plus de 21 000 communes sont concernées par les nouvelles règles de construction parasismique contre environ 5 000 par la réglementation précédente.

Les ouvrages à risque normal

Les ouvrages à risque normal sont les bâtiments, installations et équipements pour lesquels les conséquences d'un séisme sont circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat. Ils sont répartis en quatre catégories d'importance définies en fonction du risque encouru par les personnes ou du risque socio-économique causé par leur défaillance :

• **catégorie d'importance I :** ouvrages dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique ;

• **catégorie d'importance II :** ouvrages dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes ;

• **catégorie d'importance III :** ouvrages dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et/ou présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique ;

• **catégorie d'importance IV :** ouvrages dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public.

Pour les bâtiments, la nature des quatre catégories d'importance est précisée dans l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Les ouvrages à risque spécial

Les ouvrages à risque spécial comprennent les bâtiments, les équipements et les installations pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement, de dommages même mineurs, résultant d'un séisme peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat de ces ouvrages. Il s'agit notamment des barrages ou centrales nucléaires (qui sont soumis à des recommandations de sûreté particulières), mais aussi de certains équipements et installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

LE ZONAGE SISMIQUE DE LA FRANCE

LES AVANCÉES SCIENTIFIQUES et l'arrivée du nouveau code européen de construction parasismique, l'Eurocode 8 (EC8), ont rendu nécessaire une révision du zonage sismique de la France. Le nouveau zonage sismique français, entré en vigueur à compter du 1er mai 2011, est défini dans le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010.

Ce zonage sismique est basé sur une meilleure évaluation de l'aléa sismique :

- **fondée sur une méthode probabiliste** (la période de retour de référence étant de 475 ans) selon les recommandations de l'EC8 ;
- **bénéficiant de l'amélioration de la connaissance de la sismicité historique** et des nouvelles données de sismicité instrumentale et historique depuis 1984.

Pour rappel, le zonage défini par le décret n° 91-461 du 14 mai 1991, qui était en vigueur jusqu'au 30 avril 2011, était fondé sur une approche déterministe et sur des données sismologiques antérieures à 1984.

Basé sur un découpage communal, le zonage de 2010 divise la France en cinq zones de sismicité croissante :

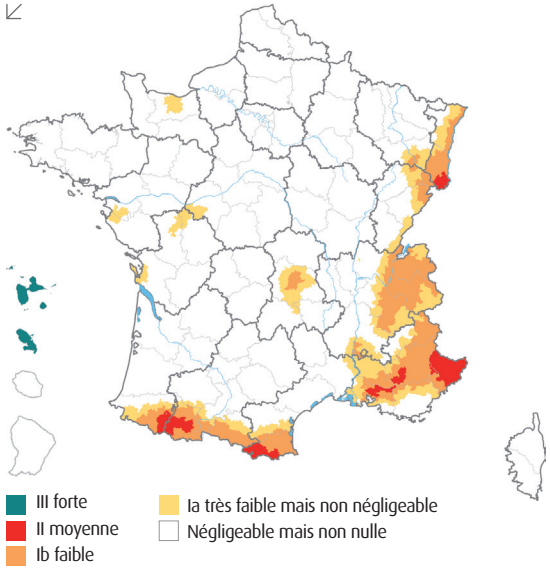
zone 1 : sismicité très faible
zone 2 : sismicité faible
zone 3 : sismicité modérée
zone 4 : sismicité moyenne
zone 5 : sismicité forte.

La zone 5, de sismicité forte, concerne uniquement les Antilles (comme précédemment la zone III).

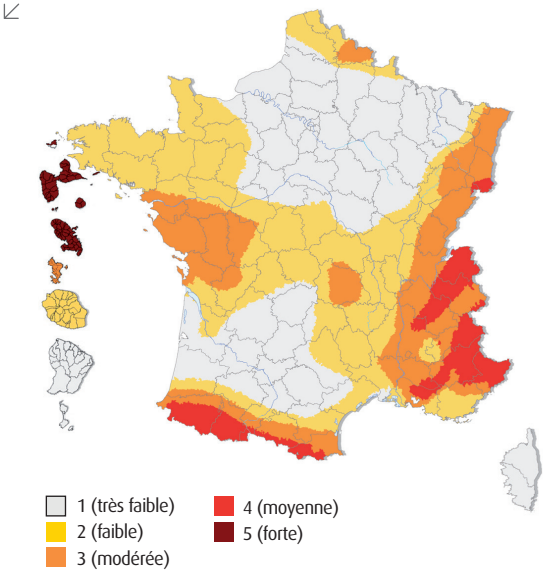
En comparaison avec le zonage de 1991, une extension importante de la zone 2 peut être observée dans le zonage de 2010. Certaines zones, notamment dans le Nord et le Grand Ouest, apparaissent sismiques dans le zonage de 2010, reflétant une meilleure connaissance de la sismicité locale. Des modifications des niveaux de sismicité ou d'extension des zones de sismicité concernent également des régions déjà reconnues sismiques comme les Pyrénées, les Alpes, la Provence ou l'Alsace.

Depuis le 1er mai 2011, 60 % des communes françaises sont situées en zones 2 à 5, contre 14 % en zones Ia à III dans le zonage de 1991. 25 % des communes sont concernées par les règles parasismiques pour les maisons individuelles (zones 3 à 5).

Ancien zonage sismique (jusqu'au 30/04/2011)
Décret n° 91-461 du 11 mai 1991



Nouveau zonage sismique (depuis le 01/05/2011)
Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010



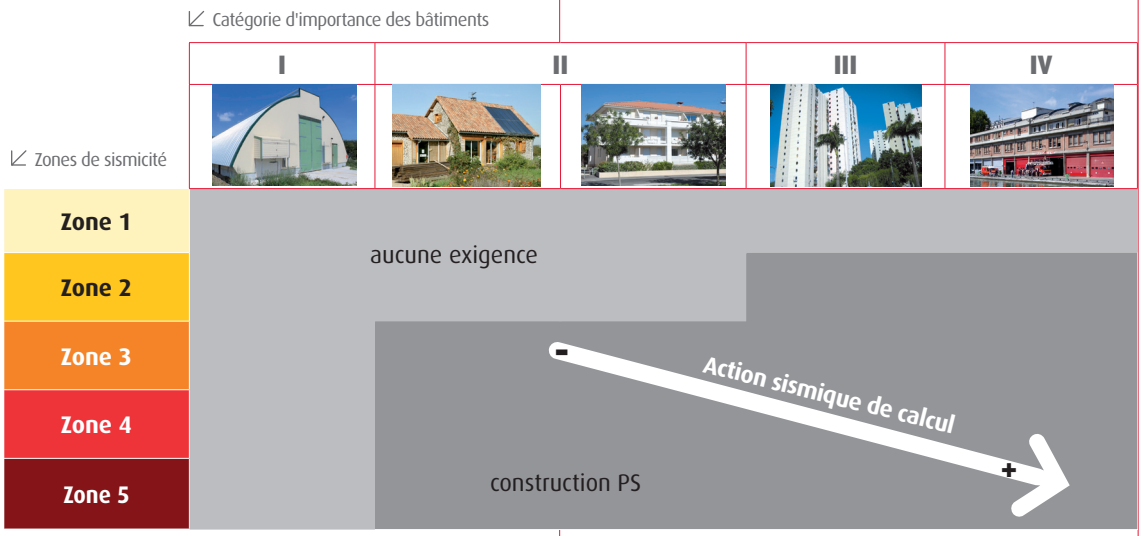


LES RÈGLES PARASISMIQUES POUR LES BÂTIMENTS

L'ARRÊTÉ DU 22 OCTOBRE 2010, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011, définit :

- les règles de construction parasismique à appliquer aux bâtiments à risque normal ;
- l'accélération maximale de référence au rocher en fonction de la zone de sismicité, à utiliser pour le dimensionnement des bâtiments ;
- le coefficient d'importance en fonction de la catégorie de bâtiment ;
- les classes de sol et les coefficients associés, qui interviennent dans le dimensionnement des bâtiments, un sol meuble étant de nature à amplifier les dommages subis par un bâtiment, comparativement à un sol rocheux.

Les règles de construction applicables aux bâtiments dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité dans laquelle il se trouve : plus la sismicité est forte ou plus l'importance de l'enjeu est grande, plus les exigences en termes de protection parasismique sont fortes.



Principe de modulation de l'action sismique de calcul selon la zone de sismicité et la catégorie d'importance du bâtiment

Les catégories d'importance des bâtiments

Le niveau de protection parasismique du bâtiment doit être modulé en fonction de l'enjeu associé. Une classification des bâtiments en catégories d'importance est donc établie en fonction du risque pour la sécurité des personnes et le risque socio-économique que représenterait leur défaillance. L'arrêté du 22 octobre 2010 définit quatre catégories d'importance pour les bâtiments, de la catégorie I, comprenant les bâtiments dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité socio-économique, à la catégorie IV, regroupant les bâtiments dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public.

Catégories d'importance des bâtiments à risque normal

Catégories d'importance		Description	Exemples
I		• Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée	**Hangars, bâtiments agricoles**
II		• Habitations individuelles • Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5 • Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m • Bureaux ou établissements non commerciaux, non ERP, hauteur ≤ 28 m, maximum 300 personnes • Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes • Parcs de stationnement ouverts au public	**Maisons individuelles, petits bâtiments**
III		• ERP de catégories 1, 2 et 3 • Habitations collectives et bureaux, hauteur >28 m • Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes • Établissements sanitaires et sociaux • Centres de production collective d'énergie • Établissements scolaires	**Grands établissements, centres commerciaux, écoles**
IV		• Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public • Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage de l'eau potable, la distribution publique de l'énergie • Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne • Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise • Centres météorologiques	**Protection primordiale : hôpitaux, casernes...**

À chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance, intervenant dans le dimensionnement des bâtiments (*Accélérations de calcul*). Plus ce coefficient est fort, plus l'exigence réglementaire de protection parasismique pour le bâtiment est élevée.

Catégorie d'importance du bâtiment	Cœfficient d'importance γ_I
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

Accélération de calculs

Pour le dimensionnement des bâtiments, le mouvement sismique est représenté par un spectre de réponse lié à l'accélération du sol et d'autres paramètres.

Le paramètre qui caractérise l'intensité du mouvement sismique est l'accélération de calcul a_g. L'accélération de calcul a_g est égale au produit de trois facteurs, le coefficient d'importance du bâtiment γ_I, l'accélération maximale de référence au rocher a_{gr} et le paramètre de sol S : $a_g = \gamma_I\ a_{gr}\ S$

À chaque zone de sismicité est associée une accélération maximale de référence a_{gr} au niveau d'un sol de type rocheux.

Numéro de zone	Sismicité	agr (m/s^2)
1	très faible	0,4
2	faible	0,7
3	modérée	1,1
4	moyenne	1,6
5	forte	3,0

Plus la sismicité est forte, plus la valeur d'accélération maximale de référence au rocher est grande, et plus l'exigence de protection parasismique est élevée.

Le paramètre de sol S caractérise la capacité du sol à amplifier le mouvement sismique, qui varie selon le type de sol. Cinq classes de sol sont définies ; à chacune est associée une valeur de paramètre de sol, en distinguant les zones de sismicité 1 à 4 et la zone 5.

Classes de sol	Paramètres de sol S, zones 1 à 4	Paramètres de sol S, zone 5
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

Ainsi, l'accélération de calcul dépend de la catégorie d'importance du bâtiment, de la zone de sismicité et du type de sol. Plus l'importance du bâtiment (enjeu) est grande ou plus la sismicité (aléa) est forte, plus le niveau de protection parasismique exigé est élevé. De plus, cette exigence augmente si le sol sur lequel est implanté le bâtiment est mauvais.

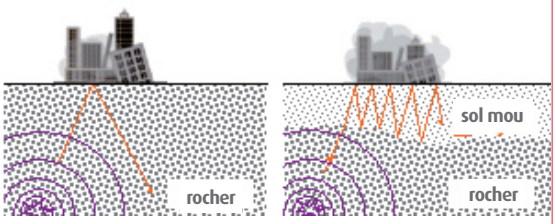
Les règles de construction parasismique

À compter du 1er mai 2011, les règles de construction parasismique applicables aux bâtiments à risque normal, définies dans l'arrêté du 22 octobre 2010, reposent sur les normes Eurocode 8 (EC8). Les transpositions françaises des normes EC8 à appliquer pour les bâtiments sont les normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-3 et NF EN 1998-5 et les annexes nationales associées.
L'Eurocode 8 s'inscrit dans un vaste projet d'Eurocodes (*Glossaire,* p. 50) structuraux, visant à harmoniser les techniques de construction dans l'Union européenne. Il bénéficie des progrès récents du génie parasismique.

Les règles de construction doivent être précédées d'une attention particulière relative à l'implantation de la construction et à la conception de la structure. Puis, en aval du dimensionnement, ces règles doivent être accompagnées d'un soin particulier lors de l'exécution des travaux.

Les régies simplifiées

Le maître d'ouvrage a la possibilité de recourir à des règles simplifiées (qui dispensent de l'Eurocode 8) pour la construction de bâtiments simples ne nécessitant pas de calculs de structure approfondis :
• **les règles de construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés,** dites règles PS-MI 89, révisées 1992 (norme NF P 06-014, mars 1995) s'appliquent aux bâtiments neufs de catégorie II répondant à un certain nombre de critères (nature et portance du sol, régularité et forme du bâtiment, charge d'exploitation des planchers), notamment géométriques, dans les zones de sismicité 3 et 4 ;
• **les règles CP-MI Antilles** (guide de recommandation AFPS, édition 2004) permettent de construire des bâtiments simples de catégorie II dans la zone de sismicité forte (5), sous certaines conditions stipulées dans le guide.
Ces règles fixent des exigences en matière de conception mais également sur les dispositions constructives à mettre en œuvre en fonction des solutions techniques retenues (construction en béton armé, maçonnerie, acier ou bois).



Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

Période transitoire

Durant une période transitoire, les règles parasismiques PS 92 restent applicables pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III et IV ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire, d'une déclaration préalable de travaux ou d'une autorisation de début de travaux avant le 31 octobre 2012. Les valeurs d'accélération à prendre en compte sont des valeurs majorées précisées dans l'arrêté du 22 octobre 2010 (en m/s^2).

Zones de sismicité	Catégorie d'importance II	Catégorie d'importance III	Catégorie d'importance IV
2 (faible)	1,1	1,6	2,1
3 (modérée)	1,6	2,1	2,6
4 (moyenne)	2,4	2,9	3,4
5 (forte)	4	4,5	5

Les dispositions de l'arrêté sont applicables aux bâtiments neufs, ainsi qu'aux bâtiments existants en cas de travaux entraînant une modification importante de leur structure.

Règles applicables aux bâtiments neufs

Les règles de construction applicables aux bâtiments neufs dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité dans laquelle il se trouve. Il n'y a pas d'exigence réglementaire si le bâtiment est en zone 1, ou s'il appartient à la catégorie d'importance I, ou s'il est en catégorie II en zone 2. Les règles simplifiées susmentionnées peuvent être utilisées (si les critères du domaine d'application sont vérifiés) pour les bâtiments de catégorie II, ainsi que pour les établissements scolaires en zone 2.

Règles de construction parasismique applicables aux bâtiments neufs selon leur zone de sismicité et leur catégorie d'importance

Zones de sismicité ↘ / Catégorie d'importance ↙	I	II	II	III	IV
					
Zone 1	aucune exigence				
Zone 2				Eurocode 8[3] a_{gr}=0,7 m/s²	
Zone 3		PS-MI[1]	Eurocode 8[3] a_{gr}=1,1 m/s²	Eurocode 8[3] a_{gr}=1,1 m/s²	
Zone 4		PS-MI[1]	Eurocode 8[3] a_{gr}=1,6 m/s²	Eurocode 8[3] a_{gr}=1,6 m/s²	
Zone 5		CP-MI[2]	Eurocode 8[3] a_{gr}=3 m/s²	Eurocode 8[3] a_{gr}=3 m/s²	

[1] Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
[2] Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
[3] Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

Les éléments non structuraux des bâtiments (par exemple, cheminées, faux-plafonds, cloisons, éléments de façade...) peuvent, en cas de rupture lors d'un séisme, présenter un risque pour la sécurité de personnes ou affecter la structure du bâtiment. La chute de ces éléments représente un enjeu majeur sur le territoire français compte tenu de son contexte sismique ; par exemple, le séisme d'Épagny-Annecy (1996), par la chute de plusieurs centaines de cheminées notamment, illustre le risque représenté par ces éléments non structuraux. C'est pourquoi l'arrêté les prend également en compte : l'ajout ou le remplacement d'éléments non structuraux dans le bâtiment doit s'effectuer conformément aux prescriptions de l'Eurocode 8. En revanche, la réglementation parasismique n'intervient pas sur les aménagements intérieurs susceptibles d'atténuer le danger. Chacun est responsable des aménagements des équipements intérieurs de son habitation ; des guides méthodologiques sont disponibles pour l'y aider (*Pour aller plus loin,* p. 52).

Règles applicables aux bâtiments existants

Pour les bâtiments existants, la réglementation n'impose pas de travaux de renforcement. Néanmoins, le principe de base de la réglementation est le suivant : si des travaux sont réalisés sur des bâtiments existants, ils ne doivent pas aggraver la vulnérabilité de ces bâtiments au séisme.

Ainsi, si des travaux entraînant une modification importante de la structure sont envisagés (création importante de surface, suppression de plancher, suppression de contreventement, ajout d'un équipement lourd en toiture), un dimensionnement est nécessaire avec une minoration de l'action sismique à 60 % de celle du neuf. Les règles PS-MI et CP-MI peuvent également être utilisées dans le cas de travaux sur des bâtiments existants, si les conditions d'applicabilité sont respectées.

Gradation des exigences des règles parasismiques pour les bâtiments existants.

TRAVAUX	Principe de base	Je souhaite améliorer le comportement de mon bâtiment	Je réalise des travaux lourds sur mon bâtiment	Je crée une extension avec joint de fractionnement
	L'objectif minimal de la réglementation sur le bâti existant est la **non-aggravation de la vulnérabilité** du bâtiment.	L'Eurocode 8-3 permet au maître d'ouvrage de moduler l'objectif de confortement qu'il souhaite atteindre sur son bâtiment.	Sous certaines conditions de travaux, la structure modifiée est dimensionnée **avec les mêmes règles de construction que le bâti neuf,** mais en modulant l'action sismique de référence.	L'extension désolidarisée par un joint de fractionnement doit être dimensionnée **comme un bâtiment neuf.** 

	Catégories	Travaux	Règles de construction
Zone 2	IV	> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8 a_{gr}=0,42 m/s²
Zone 3	II	> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau Conditions PS-MI respectées	PS-MI Zone 2
		> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8 a_{gr}=0,66 m/s²
	III	> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8 a_{gr}=0,66 m/s²
	IV		
Zone 4	II	> 30 % de SHON créée Conditions PS-MI respectées	PS-MI Zone 3
		> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8 a_{gr}=0,96 m/s²
	III	> 20 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8 a_{gr}=0,96 m/s²
	IV	> 20 % des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	
Zone 5	II	> 30 % de SHON créée Conditions PS-MI respectées	CP-MI
		> 20 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau > 20 % des contreventements supprimés	Eurocode 8 a_{gr}=1,8 m/s²
	III	> 20 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8 a_{gr}=1,8 m/s²
	IV	> 20 % des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	

Règles de construction parasismique applicables aux bâtiments existants selon la zone de sismicité, leur catégorie d'importance et le type de travaux envisagés

Dans le même temps, les maîtres d'ouvrage sont incités à réduire la vulnérabilité de leurs bâtiments dans une démarche volontaire, en choisissant le niveau de confortement qu'ils souhaitent atteindre.

Le contrôle de la réglementation parasismique

Il existe trois formes de contrôle de la réglementation parasismique : le contrôle technique, les attestations de prise en compte du risque sismique et le contrôle régalien du respect des règles de construction.

Contrôle technique

Dans le cas général, la mission parasismique (mission PS selon NF P 03-100) peut être confiée au contrôleur technique par le maître d'ouvrage, sans caractère obligatoire.
Dans le cas des contrôles techniques obligatoires sur des bâtiments soumis à la réglementation sismique, il est imposé de confier la mission parasismique (PS) au contrôleur technique en sus des missions de base solidité (L) et sécurité (S). Depuis le 1er avril 2006, l'obligation d'un contrôle technique (R 111-38 du code de la construction et de l'habitation) a d'ailleurs été étendue :

- dans les zones de sismicité 4 et 5, à tous les immeubles dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 mètres du sol ;
- dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5, aux constructions de bâtiments de catégorie III et IV.

Attestations de prise en compte des règles de construction parasismique

Depuis le 1er octobre 2007, dans les cas où le contrôle technique est rendu obligatoire pour des raisons d'exposition au risque sismique, le maître d'ouvrage a l'obligation de fournir deux attestations établies par un contrôleur technique. Ces documents justifient de la réalisation de la mission au stade de la conception (à joindre au dépôt du permis de construire) puis de l'achèvement des travaux (à joindre à la déclaration d'achèvement des travaux).
L'arrêté du 10 septembre 2007 relatif aux attestations de prise en compte des règles de construction parasismique liste les documents à communiquer aux contrôleurs techniques et les points essentiels sur lesquels portera le contrôle. Il comporte en annexe les modèles d'attestations.

Contrôle du respect des règles de construction

Le représentant de l'État dans le département, le maire ou ses délégués peuvent à tout moment visiter les constructions en cours et procéder aux vérifications qu'ils jugent utiles.
Les agents des CETE et des DDT, suivant une politique établie par la DREAL, mènent des campagnes de contrôle du respect

des règles de construction (CRC) sur un grand nombre de domaines pour lesquels des exigences réglementaires sont imposées lors de la construction (accessibilité, sécurité incendie, acoustique, thermique, parasismique...). Ces contrôles peuvent être menés sur des opérations d'habitations collectives, d'habitations individuelles et de bâtiments tertiaires.
Depuis 2006, ces contrôles régaliens peuvent inclure le contrôle des règles de construction parasismique. Les premiers contrôles ont débuté en 2011.

Si des écarts sont constatés, ils doivent être repris par les entreprises de construction, avant comme après réception des travaux, dans le cadre, selon le cas, de leur responsabilité civile de droit commun, de la garantie de parfait achèvement ou de l'assurance décennale. En outre, une responsabilité pénale passible des sanctions prévues par le code de la construction et de l'habitation (articles L 152-1 et suivants) pourra être recherchée à la fois vis-à-vis du maître d'ouvrage que des différents professionnels intervenant sur l'opération.

RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE POUR LES AUTRES OUVRAGES À RISQUE NORMAL ET LES OUVRAGES À RISQUE SPÉCIAL

LES RÈGLES DE CONSTRUCTION parasismique applicables aux ouvrages à risque normal autres que les bâtiments et aux ouvrages à risque spécial sont définies par différents arrêtés ministériels dépendant de leur typologie, sauf dans le cas des installations nucléaires de base, soumises à des règles de sûreté spécifiques.

Réglementation parasismique pour les autres ouvrages à risque normal

Les règles parasismiques pour les ponts sont définies par l'arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite à risque normal. Pour les ponts situés en zone de sismicité 2 à 5, les règles de construction parasismique sont celles de la norme NF EN 1998-2, dites règles Eurocode 8 et de l'annexe nationale associée, à compter du 1er janvier 2012.
Pour les équipements et installations à risque normal (canalisations aériennes et enterrées, réservoirs de stockage, structures hautes et élancées) situés en zone de sismicité 2 à 5, les règles de construction parasismique, reposant sur les normes NF EN 1998-4 et NF EN 1998-6, dites règles Eurocode 8, et annexes nationales associées, seront fixées par un arrêté ministériel.

Réglementation parasismique pour les ouvrages à risque spécial

Les ouvrages à risque spécial regroupent certains équipements et installations, les barrages, les installations classées pour la protection de l'environnement et les installations nucléaires de base.
Les installations nucléaires de base sont l'objet de recommandations et de règles de sûreté spécifiques, dites règles fondamentales de sûreté (RFS), établies par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).
Parmi les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), les installations classées dites à risque spécial sont les équipements, au sein des établissements Seveso seuil haut et seuil bas, susceptibles, en cas de séismes, de produire des effets létaux à l'extérieur des sites. L'arrêté du 24 janvier 2011, modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation et qui abrogera l'arrêté du 10 mai 1993, fixe les exigences de tenue au séisme des installations existantes et des installations nouvelles autorisées après le 1er janvier 2013.

Pour les installations existantes, une étude permettant de déterminer les moyens techniques nécessaires à la protection parasismique doit être produite avant le 31 décembre 2015. L'échéancier de mise en œuvre des moyens techniques nécessaires est fixé par arrêté préfectoral, sans dépasser le 1er janvier 2021. L'arrêté ministériel prévoit un réexamen des dispositions prévues pour les installations existantes après avis du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques, sur présentation d'une synthèse des conclusions des études avant le 1er juillet 2016.
Les installations classées à risque normal respectent les dispositions prévues pour les bâtiments, équipements et installations de la classe à risque normal.
Des arrêtés ministériels fixeront les règles parasismiques applicables aux canalisations de transport à risque spécial et aux barrages.

Le plan seisme Antilles

Les Antilles (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy) sont les régions de France où l'aléa et le risque sismiques sont les plus forts. Selon les scientifiques, compte tenu de l'accumulation des contraintes, un séisme majeur devrait y survenir d'ici quelques dizaines d'années ; compte tenu de la vulnérabilité générale du bâti, il pourrait causer la mort de plusieurs milliers de personnes.
Ceci a amené le Gouvernement à créer en 2007 (conseil des ministres du 17 janvier) le plan séisme Antilles.

Le plan séisme Antilles, s'il intègre et intensifie les actions qui étaient en cours depuis plusieurs années en matière d'amélioration de la connaissance sismique locale, de formation, de sensibilisation et de préparation à la gestion de crise introduit une priorité forte et nouvelle : agir pour réduire la vulnérabilité du bâti. L'objectif est de renforcer ou reconstruire un grand nombre de bâtiments publics vulnérables aux séismes : des établissements scolaires, des bâtiments de gestion de crise et des infrastructures et réseaux, des bâtiments de l'État, des établissements de santé et des résidences de logements sociaux.
Les besoins d'ensemble sont évalués à un montant global pour le bâti public d'environ cinq milliards d'euros nécessitant au moins une période de vingt-cinq à trente ans pour mise en œuvre.

Gouvernance et organisation

La gouvernance du plan séisme Antilles est assurée, au niveau de l'État, par un comité de direction (Codir PSA) qui réunit, sous la présidence du directeur général de la prévention des risques, délégué aux risques majeurs, le délégué général à l'outre-mer, le directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature, le directeur général de la sécurité civile et de la gestion des crises, les deux préfets de région Martinique et Guadeloupe et le préfet délégué pour Saint-Martin et Saint-Barthélemy. Le comité associe, pour certaines de ses réunions, des représentants des autres directions d'administration centrale concernées : direction générale de l'offre de soins, direction générale du trésor, direction générale de la comptabilité publique, direction générale de l'enseignement scolaire, direction générale de l'enseignement supérieur et de la recherche, direction de la mémoire, du patrimoine et des archives (ministère de la Défense) ainsi que les deux rectorats d'académie, les deux agences régionales de santé et les SDIS.
Une cellule centrale interministérielle d'appui au plan séisme Antilles, la CCIAPSA, placée au sein de la direction générale de la prévention des risques, assure le secrétariat du Codir PSA, la préparation et la coordination des actions et propose des pistes pour favoriser la mise en œuvre du plan séisme Antilles.

Le plan séisme Antilles est piloté et mis en œuvre, au niveau de la Guadeloupe et de la Martinique, par les préfets qui s'appuient sur les orientations de comités séisme régionaux qu'ils ont créés en 2008. Chacun de ces deux comités séisme régionaux réunit, sous la présidence du préfet, les représentants des conseils régional et général, de l'association des maires, des établissements publics, des services,

de la société civile et des associations concernées par le risque sismique. À Saint-Martin et Saint-Barthélemy, le préfet délégué coordonne le déploiement du plan séisme Antilles en s'appuyant en tant que de besoin sur les services de la direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DEAL) de Guadeloupe. La mise en œuvre opérationnelle du plan est assurée par les directeurs des deux DEAL via des unités locales dédiées, par les services des préfectures et les services des collectivités territoriales.
Outre leur participation au déploiement régional du plan séisme Antilles, les collectivités territoriales prennent l'initiative de diverses mesures de prévention du risque sismique ; elles conduisent des actions relatives à l'exercice de leurs responsabilités en matière de gestion de crise et des actions de réduction de la vulnérabilité de leur bâti.

Le bâti des collectivités territoriales (y compris les services départementaux d'incendie et de secours)

Le retour d'expérience des premières années de mise en œuvre du plan a montré la nécessité de réorienter et accélérer certaines actions, en renforçant certains financements. La loi Grenelle 2 comprend ainsi deux mesures améliorant le recours au FPRNM en faveur des collectivités des Antilles avec le relèvement de 40 % à 50 % du taux maximal de subvention pour les travaux de prévention au regard du risque sismique aux Antilles et avec l'éligibilité des travaux sur les établissements des SDIS aux Antilles.
Ces nouvelles mesures de caractère exceptionnel et temporaire s'inscrivent dans le cadre global du triplement du FPRNM depuis 2008. Pour les SDIS, le FPRNM prend ainsi le relais des financements exceptionnels (8 M€ au total) obtenus en 2009 et 2010 dans le cadre du plan de relance de l'économie.
Avec les grandes collectivités (notamment conseils généraux et régionaux), l'État souhaite contractualiser sur des programmes pluriannuels portant sur des objectifs communs et des listes et échéanciers de projets de travaux, en particulier sur les collèges et lycées. Il s'agit, en associant plus fortement ces collectivités au déploiement du plan séisme Antilles, d'assurer une plus grande efficacité et efficience. Des premiers contrats ont été signés au dernier trimestre 2011.

Le bâti de l'État

L'État se doit d'être exemplaire :
• le caractère opérationnel des bâtiments nécessaires à la gestion de crise doit être garanti après un séisme ;
• les bâtiments abritant un grand nombre d'agents de l'État ou ceux recevant du public doivent également être rendus moins vulnérables au risque sismique.
Pour ses propres bâtiments, l'État a lancé au premier trimestre 2010 des inventaires et des diagnostics de vulnérabilité au risque sismique. Au 1er janvier 2012, les résultats sont disponibles pour la Guadeloupe et en cours d'élaboration pour la Martinique.
En matière de santé, l'État et les agences régionales de santé considèrent comme une priorité la mise aux normes parasismiques des établissements hospitaliers antillais.
Les plans hôpitaux qui n'ont pas pour seul objet le renforcement parasismique ont supporté ou supportent des travaux pour un montant global de plus de 500 M€ (297 M€ de travaux terminés et 266 M€ de travaux en cours).
Les deux dossiers phares sont le CHU de l'agglomération pointoise en Guadeloupe et la mise aux normes du plateau technique du CHU de La Meynard en Martinique. Le financement de la reconstruction du CHU de Guadeloupe (décidé à l'été 2011 pour un montant de 590 M€) sera totalement pris en charge par l'État. Ces deux projets devraient aboutir à des travaux dans les années qui viennent.

Le logement social

Le retour d'expérience a rapidement montré l'importance de ce sujet avec le besoin d'avoir plusieurs modes d'action : démolition-reconstruction (dans un cadre plus large que les seuls enjeux sismiques), confortement parasismique. La loi Grenelle 2 a ainsi étendu les possibilités d'intervention du FPRNM au confortement parasismique du logement locatif social. Avec un montant possible annuel d'aide par le FPRNM de 5 M€ au total pour les Antilles, complété par 5 M€ venant de la LBU (ligne budgétaire unique) du ministère de l'Outre-mer et avec l'apport équivalent de 5 M€ par les bailleurs, c'est de l'ordre de 15 M€ de travaux possibles par an, soit le confortement parasismique de 1 000 à 2 000 logements sociaux par an. Ces actions complètent les programmes conduits par les bailleurs sociaux dans le cadre de la rénovation urbaine (ANRU).



Les Saintes (zone de sismicité forte)

Le bâti privé

La réflexion doit aussi s'accentuer sur la question du bâti privé. Parmi les bâtiments privés, ceux accueillant du public en nombre (écoles, hôtels, restaurants, commerces, loisirs...) doivent être considérés en priorité. Des mesures notamment incitatives devront être étudiées.
Pour le logement privé, les aides fiscales et les incitations financières ne pourront être la seule voie d'action et d'autres mécanismes devront être imaginés.
La réalisation de plans de prévention des risques sismiques (PPRS) dans les communes à forts enjeux et leur intégration dans les documents d'urbanisme (plans locaux d'urbanisme) permettront de recourir au FPRNM, pour financer des projets de réduction de vulnérabilité sismique portés par des propriétaires privés.

Pour les installations industrielles et notamment les installations classées sites Seveso, de nouvelles dispositions réglementaires introduites par un arrêté ministériel du 24 janvier 2011 imposent qu'un diagnostic sismique soit réalisé avant fin 2015 selon une nouvelle méthodologie. Les travaux éventuellement nécessaires de mise en conformité devront être ensuite conduits, au plus tard d'ici 2021.

GLOSSAIRE

Aléa sismique : l'aléa (naturel) est la possibilité qu'un évènement naturel potentiellement dangereux de caractéristiques données survienne dans une région donnée. L'aléa sismique est donc la possibilité, pour un site donné, d'être exposé à des secousses telluriques de caractéristiques données. L'aléa sismique peut être évalué par une méthode déterministe ou probabiliste.

Approche déterministe : dans cette méthode, on évalue le séisme maximum plausible. Le séisme maximum historiquement connu qui s'est produit à l'intérieur d'une zone sismotectonique est supposé pouvoir se reproduire en tout point de la zone. On ne fait donc pas appel à des notions de période de retour. C'est ce type de zonage qui est pour l'instant utilisé pour l'application des normes parasismiques des installations nucléaires de base.

Approche probabiliste : dans cette méthode, un catalogue de sismicité le plus complet possible est utilisé pour estimer la probabilité d'occurrence de différents niveaux d'agression sismique, en général exprimée par l'accélération du sol. Le principe de base est que, dans une zone sismotectonique donnée, il existe une relation entre le nombre de séismes dépassant une certaine magnitude et cette magnitude. Utilisant cette relation et des calculs d'atténuation du mouvement sismique avec la distance, il est possible de calculer en tout point du territoire les accélérations maximales du sol associées à différentes périodes de retour.

Distance épicentrale : distance entre l'épicentre et le site considéré. Quand on est près du séisme, on donne souvent la distance épicentrale en km (d). Quand on est plus loin, on la donne en degrés (D).

Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) : le DICRIM est un document d'information établi par le maire, reprenant les informations transmises par le préfet. Conformément à l'article R125-11 du code de l'environnement, il indique les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde répondant aux risques majeurs susceptibles d'affecter la commune. Ces mesures comprennent, en tant que de besoin, les consignes de sécurité devant être mises en oeuvre en cas de réalisation du risque.

Dossier départemental des risques majeurs (DDRM) : le DDRM est un document où le préfet (conformément à l'article R.125-11 du code de l'environnement) consigne toutes les informations essentielles sur les risques naturels et technologiques majeurs au niveau de son département, ainsi que sur les mesures de prévention et de sauvegarde prévues pour limiter leurs effets. En précisant les notions d'aléas et de risques majeurs, le DDRM doit recenser toutes les communes à risques du département, dans lesquelles une information préventive des populations doit être réalisée. Il est consultable à la préfecture et en mairie.

Echelle d'intensité EMS 98 (European Macroseismic Scale 1998) : classification de sévérité de la secousse au sol en fonction des effets observés (sur les personnes, objets, bâtiments...) dans une zone donnée. Cette échelle comporte 12 degrés (notés en chiffres romains). Le degré I correspond à une secousse imperceptible (même dans des circonstances favorables), les dégâts aux bâtiments commencent au degré VI et deviennent importants (destructions de bâtiments) à partir de VIII. Le degré XII caractérise une catastrophe généralisée, les effets atteignant le maximum concevable. C'est actuellement l'échelle de référence en Europe.

Enjeu : les enjeux sont constitués par les personnes, les biens, les équipements et l'environnement potentiellement menacés par un aléa : on peut hiérarchiser les enjeux en fonction de leur importance avant, pendant et après une crise et en estimer la vulnérabilité face à une intensité donnée d'un événement naturel donné.

Eurocodes
Les Eurocodes constituent un ensemble de normes harmonisant au niveau européen les méthodes de calcul utilisables pour vérifier la stabilité et le dimensionnement des différents éléments constituant des bâtiments ou ouvrages de génie civil. Ils se substituent aux codes nationaux équivalents et permettent aux entreprises de travaux ou bureaux d'études d'accéder aux marchés des autres pays membres. Le domaine parasismique est ainsi couvert par l'Eurocode 8 (NF EN 1998).

Faille fracture ou zone de rupture dans la roche, produite par l'accumulation des contraintes tectoniques, le long de laquelle les deux bords se déplacent l'un par rapport à l'autre.

Foyer (ou hypocentre) point de départ de la rupture des roches, c'est le lieu où se déclenche le séisme.

Magnitude : la magnitude représente l'énergie libérée par une source sismique sous forme d'ondes

pendant un séisme, elle est estimée à partir de l'enregistrement en surface du mouvement du sol pendant un séisme par des appareils d'enregistrement. C'est une valeur caractéristique de la puissance d'un séisme.
Le calcul de la magnitude est une estimation de l'énergie des séismes. Se fondant sur des critères physiques (quantité d'énergie que les roches de la lithosphère peuvent accumuler, taille de la surface de la rupture de la faille), on estime qu'une valeur limite doit exister ; en pratique, la magnitude des plus violents séismes connus à ce jour ne dépasse pas 9,5. A partir d'une magnitude de 5 un séisme dont le foyer est peu profond peut causer des dégâts notables aux constructions.

Mouvement de convection : mouvement dû à la chaleur interne de la terre qui anime les matériaux chauds du manteau.

Onde sismique : Onde élastique se propageant à l'intérieur de la Terre, engendrée généralement par un séisme ou par une explosion.

Période de retour : durée moyenne entre deux événements de même ampleur.

Plan local d'urbanisme (PLU) : c'est un document d'urbanisme qui, à l'échelle d'une commune ou d'un groupement de communes (EPCI), établit un projet global d'urbanisme et d'aménagement et fixe en conséquence les règles générales d'utilisation du sol sur le territoire considéré. Il remplace désormais le plan d'occupation des sols (POS).

Plan particulier d'intervention (PPI) : les PPI sont établis pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence ou au fonctionnement d'ouvrages ou d'installations dont l'emprise est localisée et fixe.

Plan de prévention des risques naturels (PPRN) : le PPRN est un document réalisé par les services de l'État, après concertation et en association avec les collectivités, pour déterminer les zones à risques et définir les mesures d'urbanisme, de construction et de gestion qu'il convient de respecter pour limiter les dommages. Il est d'abord prescrit, puis soumis à enquête publique et enfin approuvé. Il s'impose alors au plan local d'urbanisme (PLU) qui doit être modifié si nécessaire. Cette réglementation locale va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions.

Répliques : séismes succédant, dans une zone proche, à un autre séisme (dit séisme principal) et dont le foyer se trouve à proximité sur le même plan de faille.

Risque : la notion de risque suppose l'existence de biens ou d'activités dommageables. Il s'agit de la quantification de la probabilité pendant une période de référence (par exemple annuelle) de perte des biens, des activités de production et des vies humaines, due à un phénomène naturel ou anthropique potentiellement dangereux. Cette perte peut être exprimée en coût ou en nombre (constructions, vies humaines, ...). On parle de risque naturel quand le risque est associé à un phénomène naturel, et de risque sismique quand le risque est associé à un séisme.

Risque majeur : c'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.

Sismicité : distribution géographique des séismes en fonction du temps.

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 accéléromètre) : détecteur des mouvements du sol qui comporte un capteur mécanique, un amplificateur et un enregistreur.

Séisme (ou tremblement de terre) : ce sont des vibrations de l'écorce terrestre provoquées par des ondes sismiques qui rayonnent à partir d'une source d'énergie élastique créée par la rupture brutale des roches de la lithosphère (partie la plus externe de la terre).

Spectre : de réponse élastique C'est une courbe donnant l'accélération en fonction de la période caractéristique du bâtiment. Le spectre correspond à l'accélération maximale d'un oscillateur simple (qui représente le comportement d'un bâtiment en cas de séisme) en fonction de sa période propre et de son amortissement critique. Il dimensionne le mouvement sismique à prendre en compte dans les règles de construction.

Tsunami : onde provoquée par un rapide mouvement d'un grand volume d'eau (océan ou mer). Ce mouvement est en général dû à un séisme, à une éruption volcanique sous-marine de type explosive ou bien à un glissement de terrain

GLOSSAIRE

sous-marin de grande ampleur. Pour éviter l'association fausse avec les marées et pallier l'imprécision du terme de raz-de-marée, les scientifiques préfèrent employer le mot tsunami.

Vulnérabilité : la vulnérabilité est la fragilité d'un élément exposé au phénomène sismique. On peut distinguer différents types de vulnérabilité : la vulnérabilité structurelle des ouvrages ou des bâtiments liée à leur conception et réalisation, la vulnérabilité systémique, concernant un ensemble d'enjeux organisés en systèmes, la vulnérabilité individuelle exprimant le niveau de développement d'une culture du risque chez les individus, la vulnérabilité socio-économique, etc. La vulnérabilité peut être exprimée par une relation entre des niveaux de dommages et des niveaux d'agression sismique (courbe de vulnérabilité).

Zone sismotectonique : zone géographique dans laquelle la probabilité d'occurrence d'un séisme de caractéristiques données (magnitude, profondeur focale) peut être considérée homogène en tout point : ces zones s'articulent en général autour d'une même faille ou d'une même structure tectonique.

POUR ALLER PLUS LOIN

Références

Sites internet

RISQUE SISMIQUE ET PRÉVENTION

- **Site de la prévention du risque sismique :** www.planseisme.fr
- **Portail de la prévention des risques majeurs :** www.prim.net
- **Site du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement :** www.developpement-durable.gouv.fr
- **Prévention du risque sismique dans la construction :** www.developpement-durable.gouv.fr/-Risques-sismiques-.html
- **Informations générales sur la prévention du risque sismique :** www.developpement-durable.gouv.fr/-Politiques-de-prevention-par-type-.html
- **Sites des préfectures de département :** www.*nomdepartement*.pref.gouv.fr **Arrêtés préfectoraux et documents de référence pour l'information préventive et l'information des acquéreurs/locataires**
- **Mémento du maire :** www.mementodumaire.net/01risques_naturels/index.htm **Informations administratives sur les risques majeurs**
- **Site de l'Institut des risques majeurs (IRMA) :** www.irma-grenoble.com
- **Site de l'Institut de physique de globe de Paris (IPGP) :** www.ipgp.fr
- **Site de l'Association française du génie parasismique (AFPS) :** www.afps-seisme.org

SIGLES

AFPS Association française du génie parasismique
ANRU Agence nationale pour la rénovation urbaine
ASN Autorité de sûreté nucléaire

BCSF Bureau central sismologique français
BRGM Bureau de recherches géologiques et minières

CAUE Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement
CCIAPSA cellule centrale interministérielle d'appui au plan séisme Antilles
CEA Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CETE centres d'études techniques de l'équipement
CHU centre hospitalier universitaire
CNRS Centre national de la recherche scientifique
COM collectivité d'outre-mer
CRC contrôle du respect des règles de construction

DDRM dossier départemental des risques majeurs
DDT direction départementale des territoires
DGALN direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature
DGPR direction générale de la prévention des risques
DICRIM document d'information communal sur les risques majeurs
DOM département d'outre-mer
DREAL / DEAL direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement / direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte et La Réunion)

EC8 Eurocode 8
EMS European Macroseismic Scale

FPRNM fonds de prévention des risques naturels majeurs

ICPE installation classée pour la protection de l'environnement
IPGP Institut de physique du globe de Paris

LBU ligne budgétaire unique
LDG laboratoire de détection et de géophysique

ORSEC organisation de la réponse de sécurité civile
OVSG observatoire volcanologique et sismologique de Guadeloupe
OVSM observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique

PCS plan communal de sauvegarde
PLU plan local d'urbanisme
PNPRS programme national de prévention du risque sismique
PPRN plan de prévention des risques naturels
PPRS plans de prévention des risques sismiques
PSA plan séisme Antilles
PS92 règles de construction parasismique applicables aux bâtiments (antérieures aux règles Eurocode 8)
PSMI / CPMI règles simplifiées de construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés (PSMI : France métropolitaine ; CPMI : Antilles)

RAP réseau accélérométrique permanent
RéNaSS réseau national de surveillance sismique
RFO Réseau outre-mer 1ère
RFS règles fondamentales de sûreté

SDIS service départemental d'incendie et de secours

USGS United States Geological Survey

Séisme en PACA : www.seisme-1909-provence.fr

LA SISMICITÉ EN FRANCE

Site sur les séismes historiques en France : SisFrance www.sisfrance.net

Laboratoire de détection et de géophysique - LDG/CEA : www-dase.cea.fr
Réseau d'alerte nationale du CEA

Réseau national de surveillance sismique : RéNaSS http://renass.u-strasbg.fr
Réseau de surveillance sismique placé sous la responsabilité des observatoires des Sciences de l'Univers et de laboratoires CNRS-Universités

Réseau accélérométrique français – RAP : www-rap.obs.ujf-grenoble.fr
Données de séismes enregistrées par le RAP et notes d'information sur les séismes récents

Réseau de surveillance sismique des Alpes : Sismalp http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr
Informations sur la sismicité des Alpes

Réseau de surveillance sismique des Pyrénées – OMP : www.obs-mip.fr
Informations sur la sismicité des Pyrénées

Observatoire de Clermont-Ferrand – OPGC : www.obs.univ-bpclermont.fr
Informations sur la sismicité en Auvergne

Bureau central sismologique français (BCSF) : www.franceseisme.fr

Si vous ressentez un séisme, témoignez de votre expérience sur le site du BCSF : www.seismefrance.fr

POUR ALLER PLUS LOIN

Base de données NeoPal
www.neopal.net
Base de données sur les déformations récentes et paléoséismes en France

SÉISMES ET TSUNAMIS DANS LE MONDE

Centre sismologique euro-méditerranéen : www.emsc-csem.org
Cartes, données et informations scientifiques sur les séismes dans le bassin méditerranéen

Service géologique américain - USGS |Cartes, données et informations scientifiques sur les séismes dans le monde : http://earthquake.usgs.gov
Cartes, données et informations scientifiques sur les séismes dans le monde

United Nations – International Strategy for Disaster Reduction : www.unisdr.org

UNESCO – International Tsunami Information Centre : www.tsunamiwave.info

Earthquake Engineering Research Institute : www.eeri.org

Pacific Tsunami Warning Centre : www.prh.noaa.gov/ptwc

ASSOCIATIONS, SYNDICATS ET FÉDÉRATIONS DE LA CONSTRUCTION

Agence nationale pour l'habitat : www.anah.fr

Association nationale pour l'information sur le logement : www.anil.org

Conseil architecture urbanisme et environnement : http://fncaue.fr

Centre scientifique et technique du bâtiment : www.cstb.fr

Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment : www.capeb.fr

Chambre de l'ingénierie et du conseil de France : www.cicf.fr

Chambre syndicale des sociétés d'études techniques et d'ingénierie : www.syntec.fr

Conseil national de l'ordre des architectes : www.architectes.org

Fédération française du bâtiment : www.ffbatiment.fr

Fédération des promoteurs constructeurs de France : www.fnpc.fr

Organisme professionnel de qualification et de certification du bâtiment : www.qualibat.com

Union nationale des constructeurs de maisons individuelles : www.uncmi.org

Union sociale pour l'habitat : www.union-habitat.org

Union nationale des syndicats français d'architectes : http://syndicat-architectes.fr

Agence qualité construction : www.qualiteconstruction.com

Réglementation

Textes législatifs et réglementaires

Code de l'environnement : articles L 123-1 à L 123-16, L 125-1 à L 125-9, L 561-1 à L 561-5, L 562-1 à L 562-9, L 563-1, L 563-6, L 565-1 à L 565-2, L 511-1 à L 511-2, L 512-1 à L 512-20, R 125-9 à R 125-26, R 562-1 à R 562-10, R 563-1 à R 563-8

Code de la construction et de l'habitation : articles L 111-26, L 112-18, R 111-38, R 112-1, R 126-1, articles L 151-1, L 152-1, L 152-4 et L 152-2 pour les contrôles opérés par l'administration et les sanctions.

Code de l'urbanisme : articles L 121-1, L 121-2-1, L 123-1, L 123-5, L 123-12, L 126-1, R 111-2, R 123-11, R 123-14, R 126-1

Code des assurances : articles L 121-16, L 121-17, L 125-1 à L 125-6, A 125-1 à A 125-3

Code général des collectivités territoriales : articles L 2212-2, L 2212-4, L 2215-1, R 126-1

Loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles

Loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à la prévention des risques majeurs

Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement

Loi n° 2003-1311 du 30 décembre 2003 de finances pour 2004

Loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile

Loi n° 2005-1719 du 30 décembre 2005 de finances pour 2006

Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

Décret n° 2005-1156 du 13 septembre 2005 relatif au plan communal de sauvegarde et pris pour application de l'article 13 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile

Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique (JO du 24 octobre 2010)

Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français

Arrêté du 10 mai 1993 fixant les règles parasismiques applicables aux installations soumises à la législation sur les installations classées

Arrêté du 27 mai 2003 relatif à l'affichage des consignes de sécurité devant être portées à la connaissance du public

Arrêté du 23 mars 2007 relatif aux caractéristiques techniques du signal national d'alerte

Arrêté du 10 septembre 2007 relatif aux attestations de prise en compte des règles de construction parasismique à fournir lors du dépôt d'une demande de permis de construire et avec la déclaration d'achèvement des travaux

Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » (JO du 24 octobre 2010)

Arrêté du 24 janvier 2011 fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées

Arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique

applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »

- **Arrêté du 26 octobre 2011** relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal »
- **Articles R 563-1 à R 563-8 du code de l'environnement** (modifié par le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique)
- **Article D 563-8-1 du code de l'environnement** (introduit par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010) donnant la répartition des communes entre les zones de sismicité
- **Articles R 562-1 à 10 du code de l'environnement** (ancien décret du 5 octobre 1995) relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles
- **Article R 111-38 du code de la construction et de l'habitation** relatif au contrôle technique mission parasismique
- **Articles R 431-16, A 431-10 et 11, R 462-4 et A 462-2 à 4 du code de l'urbanisme** relatifs aux attestions à joindre aux dossiers de permis de construire en cas de contrôle technique obligatoire
- **Circulaire du 31 octobre 2000** relative au contrôle technique des constructions pour la prévention du risque sismique
- **Circulaire interministérielle du 26 avril 2002** relative à la prévention du risque sismique
- **Circulaire du 2 mars 2011** relative aux modalités de mise en oeuvre des décrets n° 2010-1254 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatifs à la prévention du risque sismique et aux zones de sismicité qui modifient le cadre de l'information préventive des populations et de l'information des acquéreurs et des locataires sur les risques majeurs.

Normes

Les normes peuvent être commandées sur **www.afnor.org**

- **Règles de construction parasismique PS applicables aux bâtiments, dites règles PS 92** (norme P 06-013), Paris, éditions Eyrolles, 1996, et amendements A1 (norme NF P 06-013/A1) de février 2001, utilisables jusqu'au 31 octobre 2012, avec des valeurs minimales d'accélération modifiées
- **Règles de construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés, dites règles PS-MI89** révisées 1992 (norme P06-014), Paris, Afnor, 1995, et amendements A1 (norme NF P 06-014/A1) de février 2001
- **Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles,** Guide CPMI Antilles, recommandations AFPS tome IV, nouvelle édition 2004
- **NF EN 1998-1 (septembre 2005),** Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments (indice de classement : P06-030-1)
- **NF EN 1998-2 (décembre 2006),** Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 2 : Ponts (indice de classement : P06-032)
- **NF EN 1998-3 (décembre 2005),** Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 3 : Évaluation et renforcement des bâtiments (indice de classement : P06-033-1)
- **NF EN 1998-4 (mars 2007),** Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 4 : silos, réservoirs et canalisations
- **NF EN 1998-5 (septembre 2005),** Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques (indice de classement : P06-035-1)
- **NF EN 1998-6 (décembre 2005),** Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 6 : Tours, mâts et cheminées (indice de classement : P06-036-1)

Ouvrages

- **AFPS (Association française du génie parasismique),** 2010, Conception et réalisation d'établissements de santé en zone sismique, Cahier technique n° 29
- **AFPS (Association française du génie parasismique),** 2011, Guide méthodologique pour la conception, l'installation et le diagnostic des équipements en zone sismique, Cahier technique n° 30
- **AFPS (Association française du génie parasismique),** 2011, Guide pour la conception, l'installation et le diagnostic des équipements des établissements scolaires en zone sismique
- **AFPS (Association française du génie parasismique),** 2004, Premières recommandations en vue de l'évaluation de la présomption de vulnérabilité d'un bâtiment existant, Cahier technique n° 24
- **AFPS (Association française du génie parasismique),** 2005, Vulnérabilité sismique du bâti existant : approche d'ensemble, Cahier technique n° 25
- **ATC (Applied Technology Council),** 1989, Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings (Preliminary), ATC 22, Redwood City, California
- **BRGM,** 2006, Revue sur les risques telluriques, Les risques telluriques, n° 4 de la revue Géosciences, septembre 2006, Ed. BRGM
- **BRGM-EDF-IPSN,** 1996, Mille ans de séismes en France – Catalogue d'épicentres, Ouest éditions, 75 pages
- **CNRC (Conseil national de recherches du Canada),** 1993, Lignes directrices pour l'évaluation sismique des bâtiments existants, IRC (Institut de recherche en construction), Ottawa.
- **CNRC (Conseil national de recherches du Canada),** 1993, Manuel de sélection des bâtiments en vue de leur évaluation sismique, IRC (Institut de recherche en construction), Ottawa
- **Collection Les enjeux des Géosciences, Le risque sismique,** 2008, Ed. BRGM, 64 pages

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

- **DIREN PACA, CETE Méditerranée, conseil régional PACA, BRGM,** 2006, Le risque sismique en Provence – Alpes - Côte d'Azur
- **FEMA (Federal Emergency Management Agency),** 1999, Earthquake loss estimation methodology HAZUS 99, Washington D.C
- **Gruppo nazionale difesa dai terremoti,** 1986, Istruzioni per la compilazione della scheda di rilevamento esposizione e vulnerabilita sismica degli edifici, CNR, Regione Emilia Romagna, Italie
- **Lambert J.,** 1997, Les Tremblements de terre en France, Ed. BRGM, 196 pages (épuisé)
- **Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/BICI,** 1989, Procerisq, procédures et règlementations 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,

POUR ALLER PLUS LOIN

textes relatifs à la prévention des risques naturels majeurs, Cellule d'information documentaire sur les risques majeurs, 154 pages

- **Mission interservices 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 relatif aux plans de prévention des risques naturels (PPR)** – Risques sismiques, 2002, Ed. La Documentation française
- **Guide de la conception parasismique des bâtiments,** Association française de génie parasismique, Ouvrage collectif, Paris, Ed. Eyrolles, 2004
- **Terrier M., Vermeersch F., Rey J.** (avec la collaboration d'A. Roullé et de G. Bertrand), 2008, Dossiers de presse sur l'aléa sismique pour 6 régions françaises, rapport BRGM/RP-564448-FR, 150p., 93 fig.
- **Zacek M. (1996),** Construire parasismique, Editions Parenthèses.
- **Zacek M., 2003,** Conception parasismique, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 89 pages
- **Zacek M., 2003,** Vulnérabilité et renforcement, Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, 59 pages
- **Zacek M., 2007,** Réhabilitation parasismique d'une maison individuelle, Étude de cas, Les Grands Ateliers, Villefontaine
- **Zacek M., 2004,** Guide d'évaluation de la présomption de vulnérabilité aux séismes des bâtiments existants, Les Grands Ateliers, Villefontaine

Documents d'information

- **AQC (Agence qualité construction),** 2011, Renforcer le bâti existant en zone sismique, mars 2011
- **AQC (Agence Qualité Construction),** 2011, Prendre en compte le risque sismique pour les bâtiments neufs dès la conception, mars 2011
- **AQC (Agence Qualité Construction),** 2011, Mémo chantier (3D et plaquette) Principes parasismiques en maison individuelle
- **Ministère du Développement durable,** 2011, La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments, janvier 2011. Disponible sur www.developpement-durable.gouv.fr/-Risques-sismiques-.html, www.prim.net, www.planseisme.fr
- **Ministère du Développement durable,** 2011, La démarche française de prévention des risques majeurs. Disponible sur http://www.prim.net

Références bibliographiques

- **DIREN PACA, CETE Méditerranée, conseil régional PACA, BRGM** (2006), Le risque sismique en Provence – Alpes - Côte d'Azur.
- **Feuillet N.** (2000), Sismotectonique des Petites Antilles - Liaison entre activité sismique et volcanisme, thèse de doctorat, université Paris VII Denis-Diderot.
- **Grünthal G.** (2001), L'Échelle macrosismique européenne – European Macroseismic Scale 1998, Conseil de l'Europe – Cahiers du Centre européen de géodynamique et de séismologie, volume 19
- **Sedan O., Terrier M., Negulescu C., Winter T., Roullé A., Douglas J., Rohmer J., Bes de Berc S., De Martin F., Arnal C., Dewez T., Fontaine M.** (2008), Scénario départemental de risque sismique- Méthodologie et processus de réalisation, rapport BRGM/RP-55415-FR, 459 p., 96 fig., 45 tabl., 25 annexes
- **Stephan J.F., Mercier-de-Lépinay B., Calais E., Tardy M., Beck C., Carfantan J.Ch., Olivet J.L., Vila J.M., Bouysse Ph., Mauffret A., Bourgois J., Théry J.M., Tournon J., Blanchet R., Dercourt J.** (1990), Paleogeodynamic maps of the Caribbean : 14 steps from Lias to Present, Bull. Soc. géol. France, (8), VI, 6, 915-919, 1 fig., 14 cartes coul. h.t.
- **Taboada A., Rivera L.A., Fuenzalida A., Cisternas A., Philip H., Bijwaard H., Olaya J., Rivera Cl.** (2000), Geodynamics of the northern Andes: subductions and intracontinental deformation (Colombia), Tectonics, vol. 19, n° 5, pp787-813
- **Terrier M.** (2006), Identification et hiérarchisation des failles actives de la région Provence – Alpes - Côte d'Azur - Phase 3 : Hiérarchisation des failles actives, rapport BRGM/RP-53 930-FR, 216p, 89 fig., 5 pl. hors texte, 1 ann.
- **Terrier M., coll. Bes de Berc S.** (2007), Réalisation d'un zonage sismique de la plaque caraïbe préalable aux choix de scénarios de tsunamis aux Antilles françaises, rapport BRGM/RP–55376–FR, 77p, 31 fig, 1pl.Ht
- **Zacek M. (1996),** Construire parasismique, Editions Parenthèses

Ce n'est pas le séisme qui tue, ce sont les constructions

Ministère de l'Écologie,
du Développement durable
et de l'Énergie

Direction générale de la Prévention des risques

Grande Arche, paroi nord
92 055 La Défense cedex
Tel. 01 40 81 21 22