

Plan Local d'Urbanisme

Révision générale

TOME II

DOSSIER ANNEXE

Pièce n° 5.3.d

Risques sismiques



Ville de Bouc Bel Air
Service Urbanisme et Développement
Pôle Municipal de Sauvecanne
04.42.60.68.78
urbanismegrandstravaux@boucbelair.com

Cabinet LUYTON
Le Concorde, 280 av. Foch
83000 TOULON
04.94.89.06.48
christian.luyton@wanadoo.fr



PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Transmission d'Informations aux Maires (TIM) Une démarche d'information préventive

au titre de l'article L. 125-2
du Code de l'Environnement

DOSSIER COMPLET D'INFORMATION

Aléa sismique dans le département des Bouches-du-Rhône

**Rappel de la réglementation parasismique nationale en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011
Actualisation au 1^{er} juillet 2015**

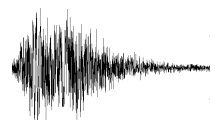


Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône
16, rue Zattara
13332 - Marseille Cedex3
Tél. accueil : 04 91 28 40 40 Site Internet : <http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/>

SOMMAIRE

| | | |
|----------|---|----|
| ANNEXE A | La réglementation parasismique nationale en vigueur | 5 |
| A.1 | La prise en compte du risque sismique dans l'aménagement..... | 6 |
| A.1.A | <i>L'application des règles de construction parasismique.....</i> | 6 |
| A.1.B | <i>Le document d'urbanisme.....</i> | 6 |
| A.1.C | <i>Le Plan de Prévention des Risques.....</i> | 6 |
| A.2 | La réglementation parasismique nationale..... | 7 |
| A.2.A | <i>Cadre législatif et réglementaire</i> | 7 |
| A.2.B | <i>L'aléa - le zonage sismique</i> | 7 |
| A.2.C | <i>Les enjeux - Ouvrages « à risque normal » et ouvrages « à risque spécial »</i> | 11 |
| A.3 | La construction parasismique..... | 19 |
| A.3.A | <i>L'implantation</i> | 19 |
| A.3.B | <i>La conception.....</i> | 21 |
| A.3.C | <i>L'exécution</i> | 23 |
| A.4 | Responsabilité des acteurs..... | 27 |
| A.4.A | <i>Prérogatives de l'Etat, du maire et du citoyen</i> | 27 |
| A.4.B | <i>Responsabilités plus généralement de tout risque majeur des professionnels de l'aménagement et de la construction.....</i> | 27 |
| A.4.C | <i>Responsabilités des gestionnaires de réseaux et d'infrastructures prioritaires</i> | 28 |
| ANNEXE B | Dossier d'information sur le phénomène sismique pour l'Information Préventive | 29 |
| B.1 | Présentation du phénomène sismique..... | 30 |
| B.1.A | <i>Les plaques Tectoniques</i> | 30 |
| B.1.B | <i>Qu'est qu'un séisme ?.....</i> | 32 |
| B.1.C | <i>Les failles.....</i> | 33 |
| B.1.D | <i>Contexte régional et local</i> | 36 |
| B.1.E | <i>Les effets d'un séisme</i> | 43 |
| B.2 | Prédiction, Prévision et Prévention | 49 |
| B.2.A | <i>La prédiction (à court terme).....</i> | 49 |
| B.2.B | <i>La prévision (à long terme)</i> | 49 |
| B.2.C | <i>La Prévention</i> | 50 |
| ANNEXE C | Organisation des secours et consignes de sécurité | 51 |
| C.1 | L'organisation des secours | 52 |
| C.1.A | <i>Au niveau départemental.....</i> | 52 |
| C.1.B | <i>Au niveau communal</i> | 52 |
| C.1.C | <i>Au niveau individuel.....</i> | 52 |
| C.2 | Affichage des consignes de sécurité..... | 53 |
| C.3 | Les consignes individuelles de sécurité..... | 54 |

ANNEXE A
La réglementation parasismique nationale en vigueur



A.1 La prise en compte du risque sismique dans l'aménagement

A.1.A L'application des règles de construction parasismique

Dans le domaine des bâtiments, l'objectif principal 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 par la réglementation. 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 dommages et, ainsi, les pertes économiques.

A.1.B Le document d'urbanisme

Le code de l'urbanisme impose la prise en compte des risques dans les documents d'urbanisme. Ainsi, les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) rappelle dans leurs documents le zonage sismique de la commune et les grands principes de la réglementation parasismique nationale (règles de construction, exigences,...).

Le risque sismique peut également être pris en compte au travers des documents réglementant l'utilisation des sols (PPR).

A.1.C Le Plan de Prévention des Risques

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) sismique, établi par l'Etat définit des zones d'interdiction et des zones de prescription (constructibles sous réserve).

Un aléa local dit « microzonage » est défini dans le cadre du PPR. Ce microzonage permet de prendre en compte les effets de site lithologiques et topographiques¹ locales (effets directs) sur les sollicitations sismiques.

Ces effets directs (vibrations sismiques, effets de site) n'induisent pas d'inconstructibilité. Cependant, tout projet de construction doit être adapté afin de rendre la construction parasismique c'est-à-dire capable de résister à un niveau d'agression sismique défini réglementairement.

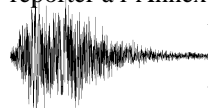
Le PPR s'appuie sur trois cartes : la carte des aléas (intégrant les effets de site lithologiques et topographiques, les failles actives avec zones d'incertitude, les risques de liquéfaction et de mouvements de terrain), la carte du zonage et éventuellement la carte de risque sismique (calcul de l'endommagement des bâtiments : combinaison de l'aléa et de la vulnérabilité des bâtiments à cet aléa).

Dans le cadre de l'élaboration de la carte de zonage du PPR, les effets induits (mouvements de terrain, liquéfaction, rejet de faille,...) sont également évalués. Parmi ceux-ci, ce sont les effets induits « mouvements de terrain » et « rejet de faille » par la définition d'un aléa (nature, intensité...) qui peuvent entraîner un caractère d'inconstructibilité.

La carte de zonage définit deux zones :

- la zone inconstructible (habituellement représentée en rouge), en raison d'un risque trop fort d'effets induits (mouvements de terrain, rejet de faille)
- la zone constructible habituellement représentée en bleu (zone de moindre contrainte) où l'on autorise les constructions sous réserve du respect de certaines prescriptions liées aux effets directs (au minimum les règles de construction parasismique) ou propres au site, liées aux effets induits (chutes de blocs, glissements,...)

¹ Pour plus d'information sur les effets de site se reporter à l'Annexe B paragraphe B.1.E.a



A.2 La réglementation parasismique nationale

La nouvelle réglementation parasismique est en vigueur depuis le 1er mai 2011.

L'objectif principal de cette annexe est de présenter la réglementation parasismique nationale applicable aux bâtiments « à risque normal ».

La réglementation parasismique nationale applicable aux bâtiments « à risque normal »² vise à assurer **le non effondrement des constructions** pour la sauvegarde des vies humaines, l'ouvrage pouvant toutefois subir des déformations ou être endommagé.

Causes des non-conformités

Méconnaissance du nouveau zonage réglementaire

Mauvaise prise en compte des règles de construction

Prise en compte dans un domaine d'application erroné. Le champ des règles PS-MI est par exemple réduit par la qualité du sol de construction, le nombre d'étages admissible, la régularité de la structure...

Conséquences des non-conformités

La solidité de l'ouvrage peut être jugée compromise par le seul critère du non-respect des règles parasismiques

Un bâtiment, ne respectant pas les règles parasismiques, sera dangereux pour la sécurité des personnes et difficilement réparable même sous séisme d'intensité modérée

La mise en conformité d'un bâtiment ne respectant pas les règles parasismiques est toujours complexe et onéreuse.

© Agence Qualité Environnement et Ministère en charge du logement et de la construction - 2013

² Ensemble du bâti courant (maisons individuelles, immeubles d'habitation collective, écoles, hôpitaux, bureaux...)

A.2.A Cadre législatif et réglementaire

Le Cadre législatif et réglementaire pour les bâtiments « à risque normal » est constitué des deux décrets et de l'arrêté suivants :

Le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010, relatif à la prévention du risque sismique.

Ce décret modifie les articles R 563-1 à 8 du Code de l'Environnement.

Ce décret définit les grands principes relatifs aux règles parasismiques, notamment les modalités d'application de l'article L. 563-1 du Code de l'Environnement³.

Le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 (codifiée à l'article D.563-8-1) portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

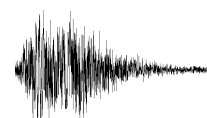
L'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

A.2.B L'aléa - le zonage sismique

Le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. :

- une zone de sismicité très faible (1) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments « à risque normal » mais prise en compte de l'aléa sismique dans les installations à risque spécial (installations classées)
- quatre zones de sismicité faible (2), modérée (3), moyenne (4) et forte (5), où les règles de construction parasismique sont applicables pour les bâtiments

³ « Dans les zones particulièrement exposées à un risque sismique ou cyclonique, des règles particulières de construction parasismique ou paracyclonique peuvent être imposées aux équipements, bâtiments et installations » (Art. L. 563-1 CE)



En France, c'est aux Antilles (Martinique, Guadeloupe, 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 Amérique et Sud Amérique sous la plaque caraïbe.

En métropole, la zone de sismicité la plus forte est la zone de sismicité 4.

A.2.B.a Le mouvement au rocher

L'aléa dit « régional », qui représente le niveau d'aléa pour un **sol dur** (ou mouvement « au rocher ») sans topographie marquée.

Cet aléa se traduit réglementairement par une accélération au rocher dépendant de la zone de sismicité.

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 » définit l'accélération maximale de référence au rocher en fonction de la zone de sismicité, à prendre en compte pour le dimensionnement des bâtiments.

| Zone de sismicité | Niveau d'aléa | a_{gr} (m/s ²) |
|-------------------|---------------|------------------------------|
| Zone 1 | Très faible | 0,4 |
| Zone 2 | Faible | 0,7 |
| Zone 3 | Modéré | 1,1 |
| Zone 4 | Moyen | 1,6 |
| Zone 5 | Fort | 3 |

**Accélération nominale au rocher selon la zone de sismicité
Pour un bâtiment de catégorie d'importance II**

A.2.B.b Prise en compte des effets de site directs et classes de sol

La nature locale du sol en surface (dizaines de mètres les plus proches de la surface) influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments (**effet de site lithologique**⁴).

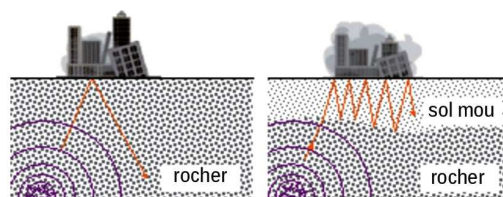
L'Eurocode 8 distingue sept catégories de sols (de la classe A pour un sol de type rocheux à la classe E pour un sol mou et deux autres classes de sol S₁ et S₂).

Conformément à l'Eurocode 8, « des investigations appropriées doivent être réalisées en vue de classer le sol » (Paragraphe

3 – Eurocode 8-01) sauf si la commune dispose d'un microzonage adapté défini dans le cadre d'un PPR approuvé après l'entrée en vigueur de la nouvelle réglementation (mai 2011).

| Classe de sol | Description du profil stratigraphique |
|----------------|--|
| A | Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant |
| B | Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur |
| C | Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs de mètres |
| D | Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes |
| E | Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v_s (vitesse des ondes S) de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s |
| S ₁ | Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ($PI > 40$) et une teneur en eau importante |
| S ₂ | Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S ₁ |

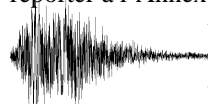
Classifications des sols selon l'Eurocode 8



Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

Le paramètre S associé à chaque classe de sol principale (de A à E) est défini par l'arrêté du 22 octobre 2010.

⁴ Pour plus d'information sur les effets de site se reporter à l'Annexe B paragraphe B.1.E.a



Le paramètre S est un coefficient multiplicateur qui intervient dans le calcul de l'accélération de référence ; un sol meuble étant de nature à amplifier les accélérations et donc les dommages subis par un bâtiment, comparativement à un sol rocheux.

| Classes de sol | S (zones 1 à 4) | S (zone 5) |
|----------------|--|------------|
| A | 1 | 1 |
| B | 1,35 | 1,2 |
| C | 1,5 | |
| D | 1,6 | |
| E | 1,8 | |
| S_1 | A définir dans le cadre d'études particulières (Eurocode 8-01) | |
| S_2 | | |

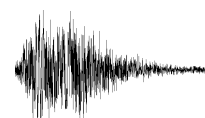
**Valeur du coefficient multiplicateur S
en fonction de la classe de sol**

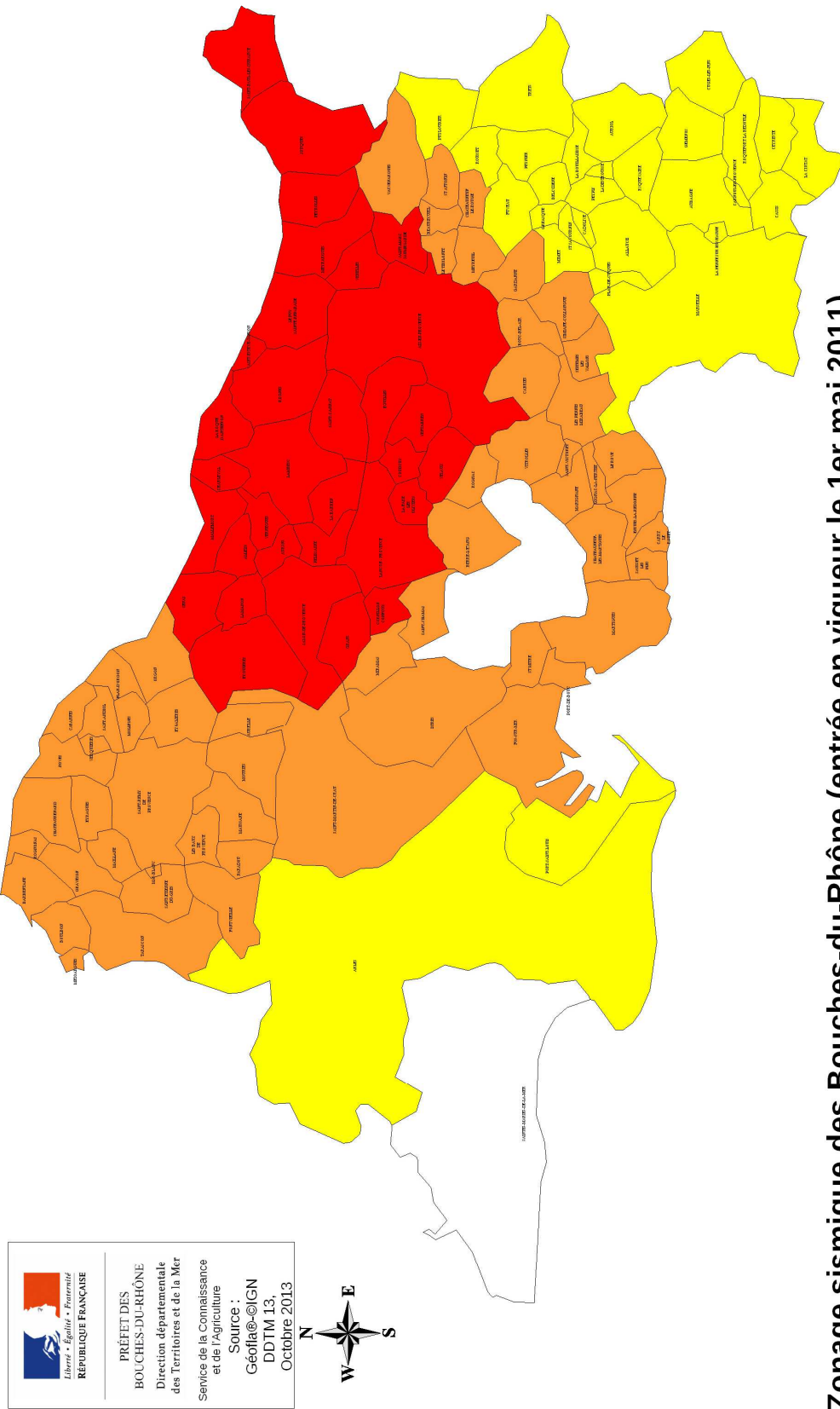
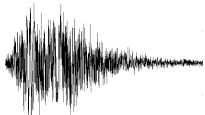
Le paramètre S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

Par ailleurs, conformément à l'Eurocode 8, pour les structures importantes (Bâtiments de catégorie d'importance III et IV), il y a lieu de tenir compte des effets d'amplification topographique⁵.

De même que pour l'effet lithologique caractérisé par un coefficient multiplicateur S , l'effet topographique est pris en compte par l'intermédiaire d'un coefficient S_T dans le calcul de l'accélération de référence.

⁵ Pour plus d'information sur les effets de site topographiques se reporter à l'Annexe B paragraphe B.1.E.a





PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer
Service de la Connaissance
et de l'Agriculture
Source :
Géoifa@IGN
DDTM 13,
Octobre 2013



Zonage sismique des Bouches-du-Rhône (entrée en vigueur le 1er mai 2011)

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets no 2010-1254 du 22 octobre 2010 et no 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible).
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Pour plus d'informations : <http://www.planseisme.fr/Zonage-sismique-de-la-France.html>

A.2.C Les enjeux - Ouvrages « à risque normal » et ouvrages « à risque spécial »

- La première classe dite « à **risque normal** », définie à l'article R.563-3 du Code de l'Environnement et précisée dans les arrêtés d'application,⁶ regroupe les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat. Elle comprend notamment l'ensemble du bâti courant (maisons individuelles, immeubles d'habitation collective, écoles, hôpitaux, bureaux...)
- La seconde classe dite à « **risque spécial** » correspond aux bâtiments, équipements et installations pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement de dommages, mêmes mineurs, peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat desdits bâtiments, équipements et installations. 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) qui font l'objet d'une réglementation particulière

Pour rappel, l'objectif principal de cette annexe est de présenter la réglementation parasismique nationale applicable aux bâtiments « à risque normal ».

A.2.C.a Classification des bâtiments « à risque normal »

Les bâtiments « à risque normal » sont répartis en quatre catégories d'importance définies par **l'arrêté du 22 octobre 2010** en fonction du risque encouru par les personnes ou du risque socio-économique causé par leur défaillance (de la catégorie I à faible enjeu à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise).

⁶ Pour les bâtiments, Il s'agit de 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 ». Il existe d'autres ouvrages (autres que les bâtiments) qui peuvent être dits « à risque normal » : les ponts, les équipements,...

Afin de tenir compte de la catégorie d'importance du bâtiment, un coefficient multiplicateur est attribué à chaque catégorie (tableau ci-après) et apparaît dans le calcul de l'accélération sismique de référence.

| Catégorie d'importance | Coefficient d'importance γ_I |
|------------------------|-------------------------------------|
| I | 0,8 |
| II | 1 |
| III | 1,2 |
| IV | 1,4 |

Le coefficient d'importance γ_I

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance γ_I qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8.

Valeur du coefficient d'importance γ_I suivant la catégorie d'importance du bâtiment

A.2.C.b L'accélération de calcul

L'accélération de calcul a_g (sans prise en compte des effets de site topographiques⁷) a pour expression :

$$a_g = a_{gr} * \gamma_I * S$$

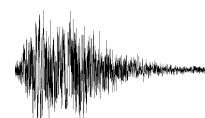
En prenant en compte les éventuels effets de site topographiques (coefficient multiplicateur S_T), l'expression de l'accélération de calcul a_g devient :





$$a_g = S_T * a_{gr} * \gamma_I * S$$

C'est cette dernière expression qui est utilisée pour le calcul de l'accélération sismique de référence et le dimensionnement de la structure des bâtiments « à risque normal ».

Dans le cas de travaux sur un bâtiment existant, la catégorie d'importance à considérer est celle du bâtiment après travaux ou changement de destination. Pour les bâtiments constitués de diverses parties relevant de catégories d'importance différentes, c'est le classement le plus contraignant qui s'applique à leur ensemble.

⁷ Pour plus d'information sur les effets de site se reporter à l'Annexe B paragraphe B.1.E.a



| Catégorie d'importance | | Description |
|------------------------|--|--|
| I |  | Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée (hangars, bâtiments agricoles etc.) |
| II |  | Habitations individuelles Établissements recevant du public de catégories 4 et 5 à l'exception des bâtiments scolaires Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m Bureaux ou établissements commerciaux non ERP de hauteur inférieure à 28 m et pouvant accueillir au plus 300 personnes Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes Bâtiments abritant les parcs de stationnement ouverts au public |
| III |  | ERP de catégories 1, 2 et 3 Habitations collectives et bureaux de hauteur supérieure à 28 m Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes Bâtiments des établissements sanitaires et sociaux Bâtiments des centres de production collective d'énergie suivant le niveau de production Établissements scolaires |
| 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 d'eau potable, la distribution publique de l'énergie Bâtiments des établissements de santé nécessaires à la gestion de crise Bâtiments des centres météorologiques |

**Répartition des bâtiments à « risque normal » par catégories d'importance
(arrêté du 22 octobre 2010)**

A.2.C.c Les règles de construction parasismique

L'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 définit les règles de construction parasismique applicables aux bâtiments « à **risque normal** » :

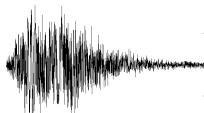
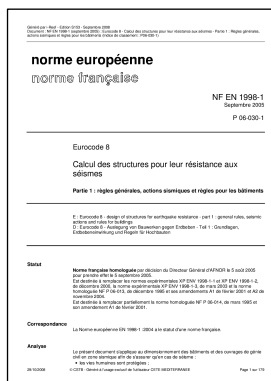
- L'Eurocode 8 (parties 1, 3 et 5) transposé en normes françaises NF EN 1998-1, NF EN 1998-3 et NF EN 1998-5 et leurs annexes nationales associées (NA) est la règle générale de dimensionnement des bâtiments et ouvrages géotechniques associés

Ces règles de construction ont été harmonisées à l'échelle européenne et ont bénéficié des progrès récents dans le domaine du génie parasismique.

La **partie 1** expose les principes généraux du calcul parasismique et les règles applicables aux différentes typologies de bâtiments :

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.

NF EN 1998-1/NA, décembre 2007. Annexe nationale à la NF EN 1998-1 : 2005. Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments.



La **partie 3** concerne l'évaluation (diagnostic) et le renforcement des bâtiments existants:

NF EN 1998-3, décembre 2005. Eurocode 8. Calcul des structures pour leur résistance aux séismes. Partie 3 : évaluation et renforcement des bâtiments.
NF EN 1998-3/NA, janvier 2008. Annexe nationale à la NF EN 1998-3 : 2005. Évaluation et renforcement des bâtiments.

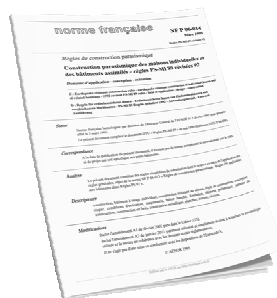
La **partie 5** vient compléter le dimensionnement en traitant des fondations de la structure, des aspects géotechniques et des murs de soutènement :

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.

NF EN 1998-5/NA, octobre 2007. Annexe nationale à la NF EN 1998-5 : 2005. Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques.





- Les règles **forfaitaires** simplifiées PS-MI⁸, de la norme NF P 06-014 mars 1995 amendée A1 février 2001 (Pour plus d'informations sur le domaine d'application de cette norme, se reporter au paragraphe suivant)

«Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés - Règles PS-MI 89 révisées 92».



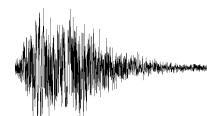
A.2.C.d Le croisement Aléa – Catégorie d'importance des bâtiments - Exigences de la réglementation

Pour les ouvrages « à risque normal », les exigences de protection parasismique sont modulées en fonction de deux critères : la zone sismique (localisation géographique) d'une part (aléa) et la catégorie d'importance de l'ouvrage d'autre part (enjeu).

| | I  | II petit bâtiment  | III établissement  | IV protection primordiale  |
|-------------------|--|---|---|---|
| Zone 1 | aucune exigence | | | |
| Zone 2 | aucune exigence | | Eurocode 8 | |
| Zone 3 | aucune exigence | Règles simplifiées PS-MI | Eurocode 8 | Eurocode 8 |
| Zone 4 | aucune exigence | Règles simplifiées PS-MI | Eurocode 8 | Eurocode 8 |
| Zone 5 (Antilles) | aucune exigence | Règles simplifiées CP-MI Antilles | Eurocode 8 | Eurocode 8 |

Règles de construction à respecter pour les bâtiments neufs en fonction de la catégorie d'importance et de la zone de sismicité

⁸ Ces règles ont un domaine d'application limitée. Pour en savoir plus, se reporter au paragraphe A.2.C.d



Les bâtiments neufs « à risque normal » – Exigences de la réglementation

Les règles de construction parasismique dites « règles Eurocode 8 » s'appliquent pour tous les bâtiments de catégorie d'importance II, III et IV.

Cependant, les règles **forfaitaires** simplifiées PS-MI, de la norme NF P 06-014 mars 1995 amendée A1 février 2001 « Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés - Règles PS-MI 89 révisées 92 », peuvent être utilisées en dispense des règles Eurocode 8. Le projet doit alors respecter ces conditions d'application.

Ces règles sont forfaitaires, sans calculs complexes.

Les conditions du paragraphe 1.1 de la norme (NF P 06-014), sont en partie listées ci-dessous:

- Le bâtiment comporte au plus un rez-de-chaussée, un étage et un comble, construits sur terre-plein ou sur sous-sol

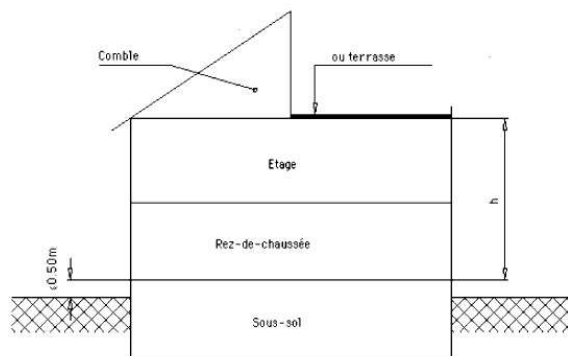
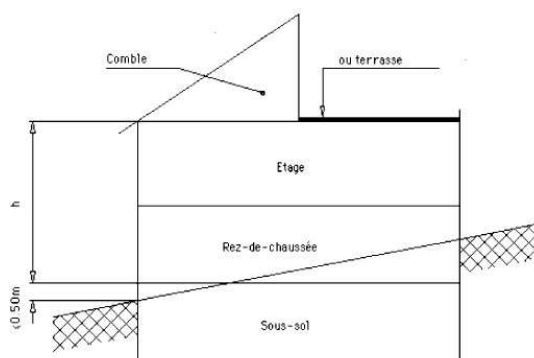


Figure 1.1

Coupe sur bâtiment (terrain plat)



Coupe sur bâtiment (terrain en pente)

- Si le plancher du rez-de-chaussée n'est pas en moyenne à moins de 0,50 m au-dessus du sol, le sous-sol est compté comme un étage (figures ci-avant). Il en est de même en cas de terrain en pente : en façade aval le plancher du rez-de-chaussée ne doit pas se trouver à plus de 0,50 m au-dessus du sol (figure ci-après), exception faite d'un accès au sous-sol d'au plus 3,00 m de largeur d'ouverture
- la hauteur « h » du plancher du comble ou de la terrasse, mesurée à partir du plancher du rez-de-chaussée, n'excède pas 3,30 m dans le cas d'une construction en rez-de-chaussée, ou 6,60 m dans le cas d'une construction à étages construits en murs de maçonnerie porteurs ou en béton banché ou en panneaux préfabriqués ou en panneaux en bois ou en ossature ou/et panneaux en acier en respectant les conditions d'exécution de la norme
- Les planchers seront prévus pour des charges d'exploitation inférieures ou égales à 2,5 kN par m²

Si le projet de construction de maison individuelle ne respecte pas les conditions d'application des règles PS-MI, les règles parasismiques applicables sont celles des normes NF EN 1998-1 et NF EN1998-5 de septembre 2005, dites « règles Eurocode 8 ».

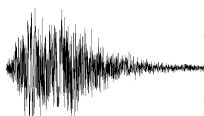
Consulter la norme susmentionnée pour obtenir des informations complètes sur le domaine d'application des règles PS-MI.

Exigences en cas de travaux lourds sur l'existant (bâtiment « à risque normal »)

L'obligation d'application des règles parasismiques aux bâtiments faisant l'objet de travaux lourds est définie dans l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010.

En fonction de la zone de sismicité et de la catégorie d'importance du bâtiment et de la nature des travaux et du niveau de modification envisagé sur la structure (extension de surface de plancher, suppression partielle de plancher,...), la réglementation nationale exige :

- En cas d'application des règles de construction **Eurocode 8**, le renforcement de l'ensemble du bâtiment pour une valeur de l'accélération égale à 60% de l'accélération a_{gr} prise en compte dans le dimensionnement de bâtiment neuf



- En cas d'application des règles de construction **PS-MI**, la prise en compte de la zone de sismicité immédiatement inférieure à celle du zonage sismique national de la commune.

Les extensions de bâtiment désolidarisées par un joint de fractionnement doivent être dimensionnées comme une structure neuve.

| | Cat. | Travaux | Règles de construction |
|--------|------|---|--|
| Zone 2 | IV | > 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau | Eurocode 8³ $a_{gr}=0,42 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 3 | II | > 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau Conditions PS-MI respectées | PS-MI¹ Zone 2 |
| | | > 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau | Eurocode 8³ $a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$ |
| | III | > 30% de SHON créée | Eurocode 8³ $a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$ |
| | IV | > 30% de plancher supprimé à un niveau | Eurocode 8³ $a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 4 | II | > 30% de SHON créée Conditions PS-MI respectées | PS-MI¹ Zone 3 |
| | | > 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau | Eurocode 8³ $a_{gr}=0,96 \text{ m/s}^2$ |
| | III | > 20% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau | Eurocode 8³ $a_{gr}=0,96 \text{ m/s}^2$ |
| | IV | > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture | |
| Zone 5 | II | > 30% de SHON créée Conditions CP-MI respectées | CP-MI² |
| | | > 20% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés | Eurocode 8³ $a_{gr}=1,8 \text{ m/s}^2$ |
| | III | > 20% de SHON créée | Eurocode 8³ $a_{gr}=1,8 \text{ m/s}^2$ |
| | IV | > 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture | |

¹ Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI. La zone sismique à prendre en compte est celle immédiatement inférieure au zonage réglementaire (modulation de l'aléa).

² Application **possible** du guide CP-MI

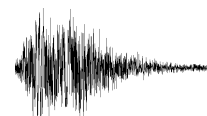
³ Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

Exigences de la réglementation en cas de travaux lourds en fonction de la catégorie d'importance et de la zone de sismicité

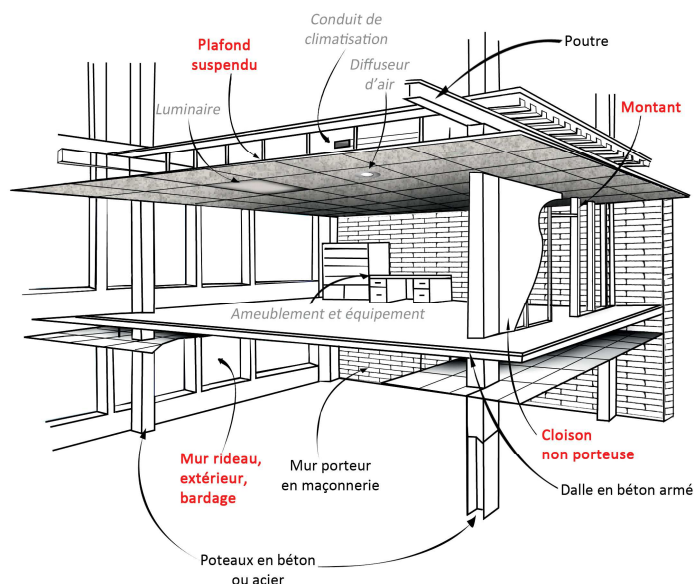
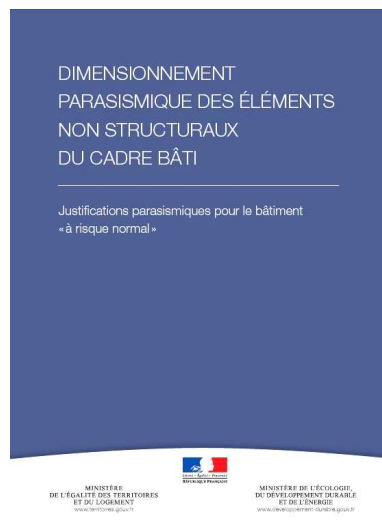
Dans tous les cas, les travaux entrepris sur un bâtiment ne doivent pas augmenter sa vulnérabilité au séisme.

Procédés innovants

En cas de procédé innovant, les dispositifs constructifs doivent être justifiés par application des principes de la norme NF EN 1990 mars 2003, le cas échéant étendus aux éléments non structuraux, en tenant compte du caractère spécifique de leurs matériaux et procédés constitutifs.



Eléments non structuraux



Exemple d'éléments non structuraux « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti »

©Ministère de l'égalité des territoires et du logement
©Ministère de l'écologie, du développement durable
et de l'énergie

Définition des familles d'éléments du cadre bâti

Les éléments constitutifs du bâtiment sont distingués suivant la fonction qu'ils assurent:

Les éléments structuraux (murs, planchers...) assurent la stabilité et la résistance du bâtiment sous l'effet des charges (gravité, vent, séisme...),

Les éléments non structuraux (cheminées, cloisons, éléments de façade, plafonds suspendus...) contribuent de façon négligeable à la reprise des efforts dans la structure,

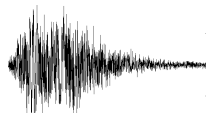
Les équipements techniques se caractérisent par des fonctions annexes au clos et couvert, par exemple en assurant des fonctions de confort ou d'exploitation du bâtiment (chauffage, éclairage, distribution d'eau, ascenseurs...).

Source : Extrait du guide « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal »

Les éléments non structuraux nécessitant une prise compte du séisme sont ceux définis au chapitre 1^{er} (Domaine d'application) du référentiel "*Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti - Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal »*" version 2014, disponible sur les sites Internet du MLETR et du MEDDE. Ce référentiel vient expliciter le champ et les principes de l'Eurocode 8 dans sa partie dédiée aux éléments non structuraux du cadre bâti afin de proposer une méthode simplifiée pour l'application des clauses réglementaires.

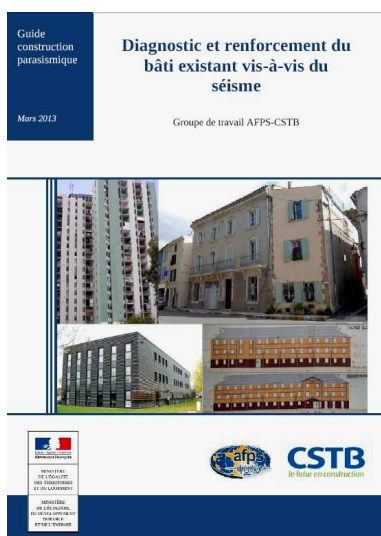
L'application de la réglementation sismique est obligatoire pour le dimensionnement des éléments non structuraux des constructions neuves mais également à l'ajout ou au remplacement de ces derniers lors de travaux lourds sur le bâti existant (extension conséquente, suppression de plancher,...) déjà définis précédemment.

L'application du référentiel vaut justification parasismique pour les éléments non structuraux.



Le renforcement volontaire

L'arrêté du 22 octobre 2010 laisse la possibilité à un maître d'ouvrage souhaitant renforcer son bâtiment de choisir le niveau de confortement qu'il souhaite atteindre.



Le guide « Diagnostic et renforcement du bâti existant vis-à-vis du séisme » s'appuyant sur les dispositions relatives au renforcement volontaire défini dans l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié et sur les dispositions de l'Eurocode 8 partie 3, règles de construction retenues par la réglementation (NF EN 1998-3 décembre 2005), a été publié en 2013. La rédaction du guide a été confiée à l'Association Française de Génie Parasismique (AFPS) et au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) par la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP). Ce guide n'a pas de statut réglementaire ni normatif. Il est destiné aux maîtres d'ouvrage qui s'engagent dans une démarche de renforcement et plus particulièrement aux bureaux d'études amenés à réaliser le diagnostic et à proposer une stratégie de renforcement.

| 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. |

Récapitulatif des exigences de la réglementation

A.2.C.e Le contrôle

Deux formes de contrôle extérieur de la réglementation parasismique sont possibles : le contrôle technique, obligatoire pour certains bâtiments, réalisé par des organismes agréés et le contrôle régalien du respect des règles de construction mené par les agents de l'État.

Le contrôle technique obligatoire

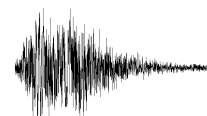
Le contrôleur technique a pour mission de contribuer à la prévention des différents aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages.

L'article R. 111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation liste les opérations de construction soumises au contrôle technique.

Le maître d'ouvrage fait appel à un contrôleur technique indépendant agréé.

Au cours de la phase de conception, le contrôleur technique procède à l'examen critique de l'ensemble des dispositions techniques du projet.

Pendant la période d'exécution des travaux, il s'assure notamment que les vérifications techniques qui incombent à chacun des constructeurs s'effectuent de manière satisfaisante. (Art R. 111-40 du Code de la Construction et de l'Habitation).



En pratique, la mission débute dès la conception, se poursuit pendant la construction et finit à la réception de l'ouvrage

Il est en outre prévu un dispositif d'attestations pour la « missions PS relative à la sécurité des personnes dans les constructions en cas de séisme », établies par le contrôleur à joindre à la **demande de permis de construire** ainsi qu'à la **déclaration attestant l'achèvement et la conformité des travaux** pour :

- les immeubles situés dans les zones de sismicité 4 et 5 (délimitées par le Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010) dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 mètres par rapport au niveau du sol
- les bâtiments appartenant aux catégories d'importance III et IV et les établissements de santé situés dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5 (délimitées par le Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010)

Le dossier joint à la demande de permis de construire dans les cas prévus aux alinéas 4 et 5 de l'article R 111-38 susvisé, doit comprendre un document établi par un contrôleur technique attestant qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte, au stade de la conception, des règles parasismiques (article R. 431-16d du Code de l'Urbanisme).

A l'issue de l'achèvement des travaux, le maître d'ouvrage doit fournir une nouvelle attestation stipulant qu'il a tenu compte des avis formulés par le contrôleur technique sur le respect des règles parasismiques (Art. R. 462-4 et A. 462-2 à 4 du Code de l'Urbanisme).

La vérification de la présence de ces pièces incombe à l'autorité délivrant l'autorisation d'urbanisme.

L'infraction aux règles de construction parasismique est susceptible d'entraîner la responsabilité du maître d'ouvrage et des différents acteurs de la construction.

Le contrôle régalien et les opérations ciblées de contrôle

La vérification du respect des règles de construction parasismique est délicate car elle nécessite un suivi attentif à toutes les étapes de l'opération (qualité des études préliminaires de conception, qualité de l'exécution sur le chantier).

Les services du ministère en charge de la construction effectuent des contrôles des règles parasismiques (tirage aléatoire + choix ciblés) dans le cadre des politiques régionales de contrôle des règles de construction (CRC).

L'administration peut exercer un droit de visite et de communication des documents techniques pendant les travaux et jusqu'à 3 ans après leur achèvement (Art. L. 151-1 du Code de la Construction)

Ces contrôles peuvent concerner les **logements collectifs**, les **maisons individuelles** ainsi que les bâtiments à usage non-résidentiel.

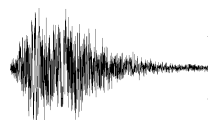
En cas de non-conformité, l'infraction fait l'objet de suites juridiques, par l'intermédiaire du procureur de la république à qui est envoyé systématiquement le procès-verbal. Les infractions constatées peuvent conduire à différents types de sanctions pénales, de l'amende à l'interdiction d'exercer, en passant par des astreintes.

La plaquette "Contrôle du respect des règles de construction : un outil au service de la qualité des bâtiments" est consultable et téléchargeable sur Internet. Elle a été éditée par la Direction Générale de l'Aménagement du Logement et de la Nature (DGALN) en avril 2009.

Vérifications contractuelles

Des **vérifications contractuelles** peuvent être réalisées à l'initiative du maître ouvrage, qui peut en particulier missionner un contrôleur technique au-delà des obligations réglementaires.

Les vérifications peuvent être prévues dans le cadre des **démarches qualité** (auto-contrôle, audit...) propres aux certifications ou aux procédures internes que peuvent avoir mis en place les différents acteurs de la construction.



A.3 La construction parasismique

Une construction parasismique est une construction capable de résister à un niveau d'agression sismique. Ce niveau d'agression est défini réglementairement pour chaque zone de sismicité (accélération à prendre en compte pour le dimensionnement de l'ouvrage).

Pour ce niveau d'agression, un bâti courant peut alors subir des dommages même irréparables mais il ne doit pas s'effondrer sur ses occupants. En effet, plus de 90% des pertes en vies humaines sont dus à l'effondrement des constructions.

L'objectif des règles de construction parasismique est la sauvegarde des vies humaines.

Construire parasismique suppose de tenir compte du risque sismique à toutes les étapes de la construction (conception, exécution), puis de la vie du bâtiment. Le principe de la construction parasismique repose sur **cinq piliers indissociables**, chacun essentiel à la limitation des dommages en cas de tremblement de terre.

- **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 :**

Il constitue une nécessité. Pour la construction neuve, elles fixent les niveaux de protection requis par région et par type de bâtiment. Ces règles définissent également les modalités de calcul et de dimensionnement des différents organes de structure des constructions

- **la qualité de l'exécution :**

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

- **la bonne maintenance des bâtiments :**

Elle permet de maintenir l'efficacité de la construction parasismique sur le long terme

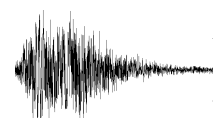
Le non-respect de l'une de ces cinq démarches peut être à l'origine de l'effondrement du bâtiment lors d'un tremblement de terre.

A.3.A L'implantation

Le choix du site d'implantation d'un projet doit prendre en compte les effets induits des séismes au droit du site d'implantation: chute de blocs, glissement de terrain, affaissement d'une cavité, liquéfaction...

Les effets induits

Principes à respecter lors du choix du site : s'éloigner des bords de falaise, pieds de crête, pentes instables. Le cas échéant, consulter le plan de prévention des risques (PPR) sismiques de la commune.



Effets induits et Eurocode 8

« Une évaluation du site de la construction doit être effectuée pour déterminer la nature du terrain de fondation afin de s'assurer que les dangers potentiels de rupture, d'instabilité des pentes, de liquéfaction, et de forte susceptibilité à la densification soient minimisés en cas d'agression sismique.

Une vérification de la stabilité du sol doit être effectuée pour les structures qui doivent être érigées sur ou à proximité de pentes naturelles ou artificielles, afin d'assurer que la sécurité et/ou la fonctionnalité des structures sont préservées pour le séisme de calcul. »

Source : Eurocode 8-05 Paragraphe 4 – Prescriptions relatives au choix du site et aux sols de fondation

Choix du site d'implantation et PS-MI

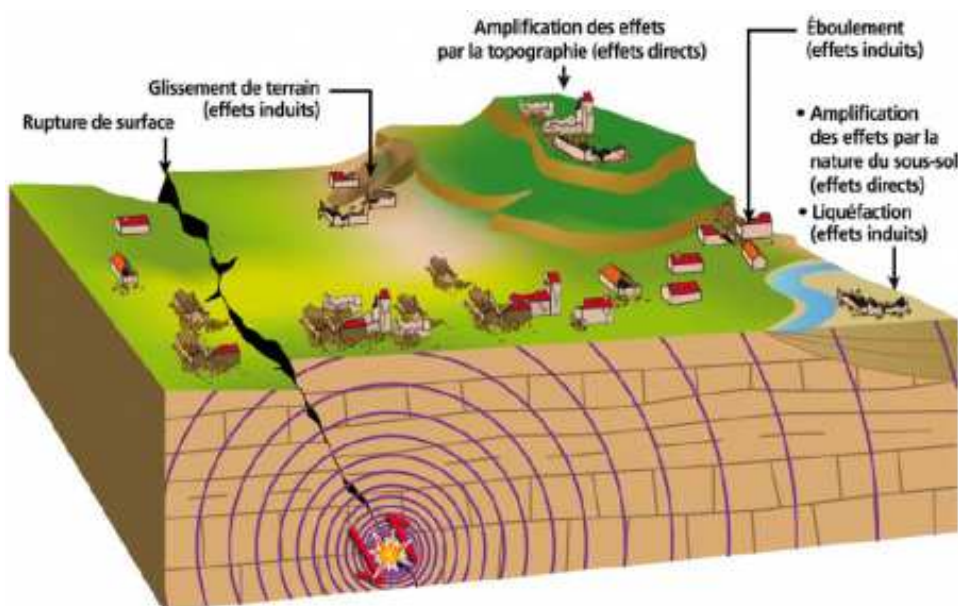
Sont exclues du domaine d'application des règles PS-MI les constructions fondées sur des sols mal consolidés et/ou de portance ultime inférieure à 250 kN/m² ou liquéfiables.

A défaut de connaissance de la résistance à la compression du sol, sont exclues les constructions fondées sur des sols tels que vases, tourbes, sables fins susceptibles d'être gorgés d'eau, alluvions non compactés et les constructions sur des terrains dont la pente naturelle ultime excède 10%.

L'application de ces règles suppose le respect des règles applicables aux bâtiments en situation normale.

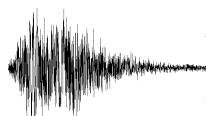
Le document contient également des dispositions concernant la conception et des dispositions concernant l'exécution.

Source : PS-MIParagraphe 4 – Généralités



Modulations locales de l'aléa sismique

Source : « Le risque sismique en PACA »
©BRGM/DIREN PACA/Région PACA, 2006



Une évaluation de la susceptibilité à la liquéfaction, autre effet induit, doit être effectuée pour certaines catégories d'importance d'ouvrage⁹ dans les zones de sismicité 3 et 4 (arrêté du 22 octobre 2010).

Liquéfaction et Eurocode 8

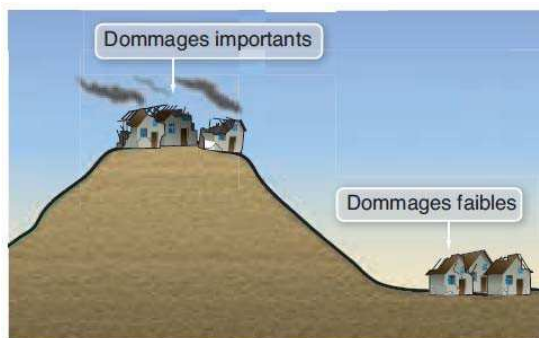
« Si des sols sont identifiés comme liquéfiables et si les effets qui en découlent sont jugés capables d'affecter la capacité portante ou la stabilité des fondations, la stabilité des fondations doit être assurée par exemple par une amélioration du sol et des fondations sur pieux (pour transmettre les charges à des couches non sensibles à la liquéfaction) »

Il convient que l'amélioration du sol pour éviter la liquéfaction se fasse soit par compactage du sol pour augmenter sa résistance à la pénétration au-delà des limites dangereuses, soit par l'utilisation d'un drainage pour diminuer l'accroissement de pression d'eau interstitielle produit par les secousses sismiques. »

Source : Eurocode 8-05 Paragraphe 4
Prescriptions relatives au choix du site et aux sols de fondation

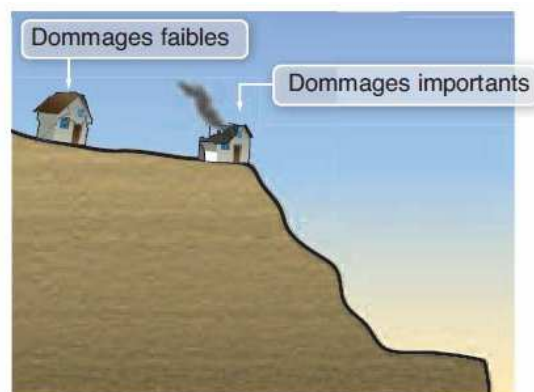
Si les sols sont identifiés comme liquéfiables (pour rappel, les règles PS-MI ne sont alors pas applicables), la stabilité des fondations doit être assurée (se reporter à l'Eurocode 8-5 : amélioration du sol, fondations sur pieux,...).

L'effet de site topographique



Effet topographique et choix du site d'implantation

Il faut éviter d'implanter le bâtiment en rebord de plateau et en sommet de butte afin de se préserver de l'amplification de l'accélération subi par le bâtiment en raison de l'effet de site topographique.



Effet topographique et choix du site d'implantation

A.3.B La conception

A.3.B.a Aléa sismique et conception

Lors de la construction d'un bâtiment neuf, le risque sismique doit être pris en compte dès la conception. Une collaboration étroite entre l'architecte et l'ingénieur structure est donc préférable dès les premières phases de la conception du projet.

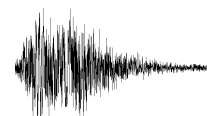
Ceci permet d'éviter tout « bricolage » final, après conception de l'ouvrage par l'architecte, pour le dimensionnement parasismique de l'ouvrage.

Conception et Eurocode 8

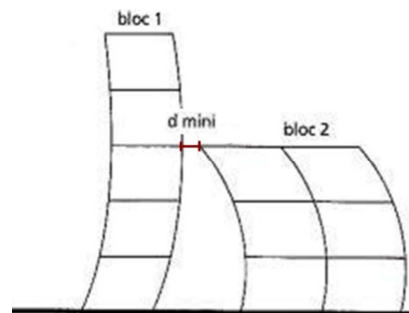
« Dans les zones sismiques, l'aléa sismique doit être pris en compte aux premiers stades de la conception d'un bâtiment, ce qui permet ainsi de réaliser un système structural qui, pour un coût acceptable, respecte les exigences fondamentales spécifiées en 2.1 » (Exigence de non-effondrement, Exigence de limitation des dommages)

Source : Eurocode 8-01 Paragraphe 4 – Dimensionnement des bâtiments

⁹ Lorsqu'un dimensionnement parasismique pour le neuf ou un renforcement parasismique pour le bâtiment existant (travaux lourds) sont exigés



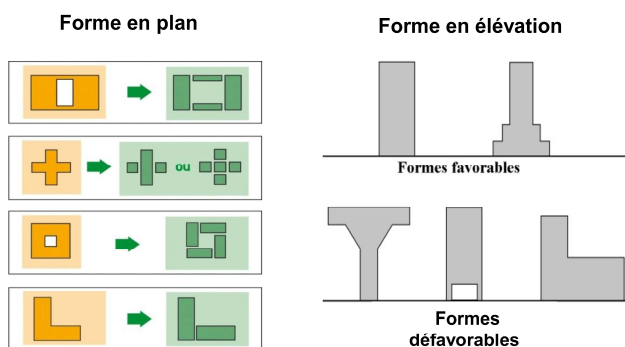
En effet, une conception parasismique¹⁰ permet d'éviter le phénomène de résonance du bâtiment avec le sol, l'apparition d'oscillations asynchrones, de torsions, l'effet de niveau « souple », l'effet de « poteau court » dommageable pour le bâtiment et ses occupants ou encore de tenir compte du principe « Poteau fort - poutre faible ».



A.3.B.b Principes de la conception parasismique

Les principes généraux de la conception parasismique :

- **Formes régulières** : pour offrir une meilleure résistance au séisme, la structure doit avoir, si possible, des formes régulières aussi bien en plan qu'en élévation, afin d'assurer une bonne répartition des sollicitations à travers la structure et de minimiser les effets de torsion

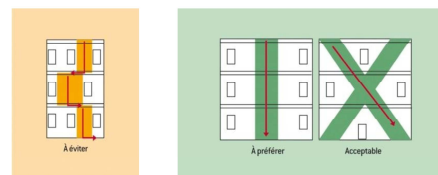


Préférer une forme simple, symétrique et régulière (la forme en plan et en élévation doit être la plus compacte possible)

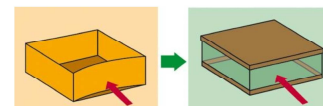
- **Joints** : les joints entre deux structures adjacentes doivent assurer l'indépendance complète entre les blocs qu'ils délimitent. La largeur des joints doit être au moins égale à la somme entre les déplacements maximaux des deux structures à leurs parties supérieures

- **Homogénéité de la construction en terme de rigidité** : Le changement brutal des raideurs, créé par des étages souples, des poteaux courts (« poteaux raides »), par l'utilisation des matériaux de construction différents ou par le changement de la section des éléments structuraux, doit être évité, de façon à ne pas remettre en cause la stabilité de la structure
- **Contreventements¹¹** : les structures doivent comporter des contreventements dans les deux directions principales du bâtiment pour mieux reprendre les charges verticales et pour assurer une transmission directe des forces au niveau des fondations

Transit des efforts dans les voiles



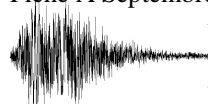
Importance des diaphragmes



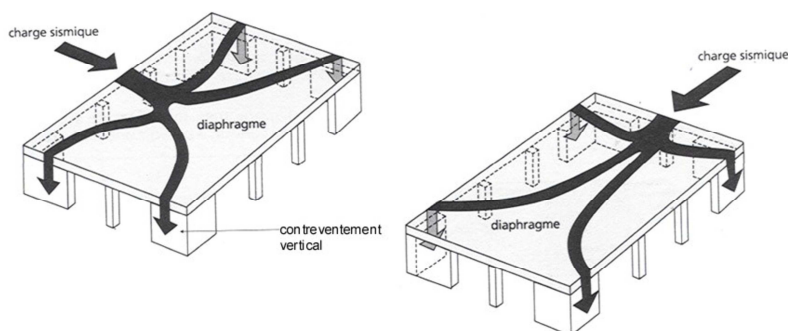
- **Préférer une distribution uniforme des masses** : Les contreventements assurent une stabilité horizontale et verticale de la structure lors des secousses. Ils doivent être dimensionné dès la naissance du projet. La distribution des éléments structuraux et des ouvertures doit être pensée vis-à-vis de la descente de charge sismique

¹⁰ Pour en savoir plus sur la conception parasismique, se reporter au document « Conception parasismique des bâtiments » Fiche A Septembre 2010 – Milan Zacek

¹¹ Agencement des pièces d'une construction destinées à en assurer la stabilité, à s'opposer à sa déformation ou à son renversement



- Concevoir les planchers et les toitures en tant que diaphragmes rigides



- **Chaînages** : un critère de base pour la résistance des structures aux séismes est d'assurer une bonne liaison entre les éléments structuraux, qu'il s'agisse de liaisons poutres-poteaux ou murs-planchers. Ces liaisons se font à l'aide des chaînages qui doivent être continus d'un élément à l'autre. Pour cela, il est impératif de respecter les longueurs de recouvrements entre les armatures et les distances entre les étriers

Principes de la conception et Eurocode 8

« Les principes qui guident la conception vis-à-vis de l'aléa sismique sont :

- la simplicité de la structure,
- l'uniformité, la symétrie et l'hyperstaticité,
- la résistance et la rigidité dans les deux directions,
- la résistance et la rigidité vis-à-vis de la torsion,
- l'action des diaphragmes au niveau des planchers,
- des fondations appropriées. »

Source : Eurocode 8-01 Paragraphe 4 – Dimensionnement des bâtiments

A.3.B.c La ductilité

Pour les bâtiments courants, privilégier le comportement ductile¹² des éléments et de la structure est un des principaux objectifs recherchés par les normes parasismiques et leurs dispositions constructives, c'est-à-dire conférer au bâtiment une grande capacité à se déformer ou s'étirer de manière irréversible (l'énergie sismique est dissipée par ses déformations).

Le respect des normes de construction parasismique dès la conception permet de réduire les coûts de façon notable. En effet, l'application de dispositions constructives concernant la ductilité (déformations plastiques dissipant l'énergie) permet par la plafonnement de la charge subie (accélération sismique) par le bâtiment en cas de fort séisme de diminuer les coûts de construction.

A.3.C L'exécution

Une conception adaptée et le respect des règles parasismiques ne peuvent garantir à assurer le non effondrement des constructions sans une mise en œuvre et une exécution soignées.

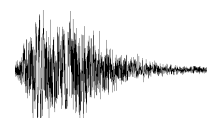
Règles à respecter pour une exécution de qualité :

Des matériaux de bonne qualité, favorisant la résistance des éléments constructifs aux tremblements de terre, ainsi que la dissipation de l'énergie communiquée lors des secousses.

Exécuter les travaux dans les règles de l'art, avec un soin tout particulier apporté aux assemblages et aux liaisons entre les divers éléments, principaux points faibles des structures. La dégradation de leur résistance et de leur rigidité conduit rapidement à la ruine de la construction.

Respecter les conditions de mise en œuvre des éléments non structuraux : ils doivent être conçus et installés de façon à ne subir aucun dommage lors des déformations de la structure à laquelle ils sont fixés.

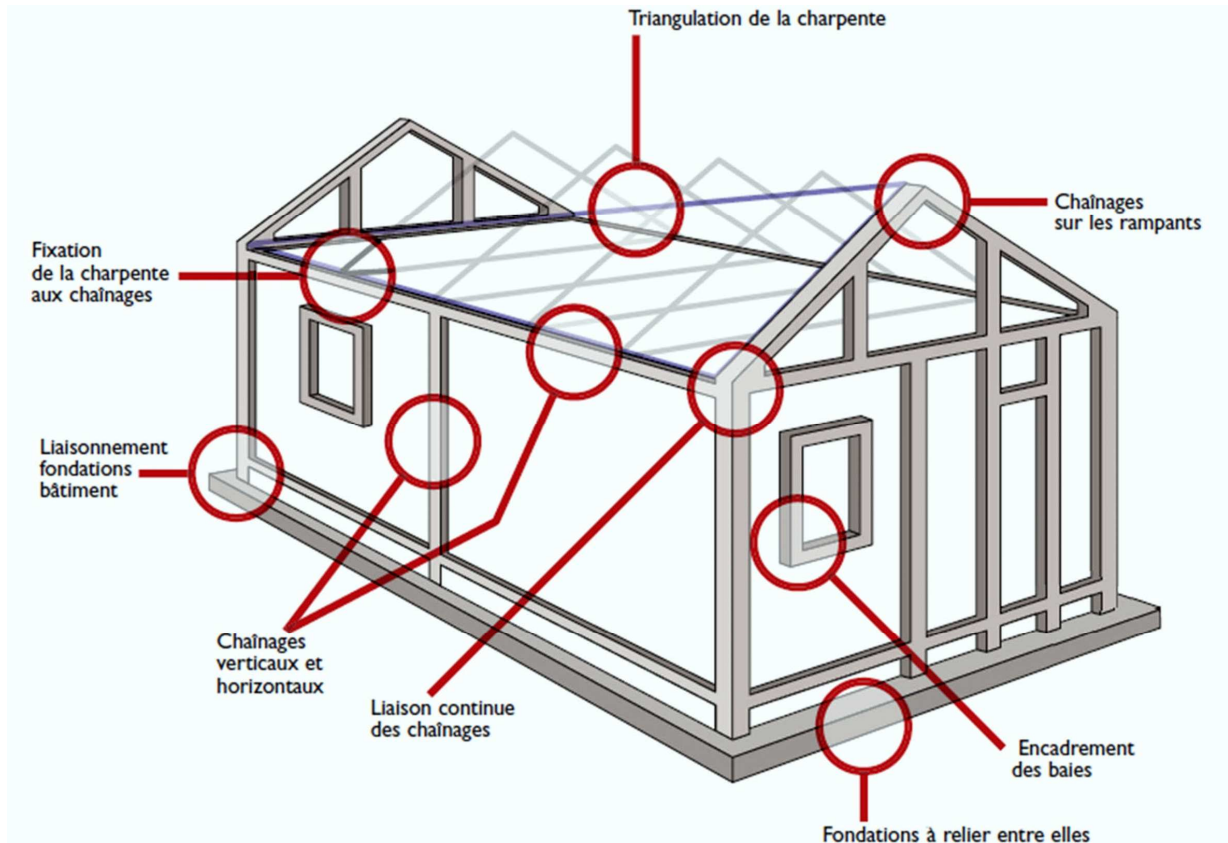
¹² Ductilité = aptitude des matériaux ou des structures à se déformer de façon irréversible sans arriver à la dislocation



Leur destruction est une cause trop fréquente de blessures de personnes et entraîne des coûts de réparation ou de remplacement non négligeables.

Prendre en compte les modifications ultérieures : les recommandations de l'Association Française de Génie Parasismique

précisent clairement « qu'il ne peut être procédé à des transformations de l'ouvrage, même non structurales, ou à des changements d'affectation et d'utilisation que si les conséquences en ont été étudiées et les inconvénients éventuels dûment palliés ».



Structure monolithique
Dispositions constructives (chaînages)
 © AGC / AFPS

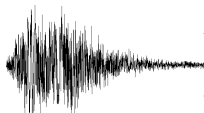
Les grands principes de construction parasismique :

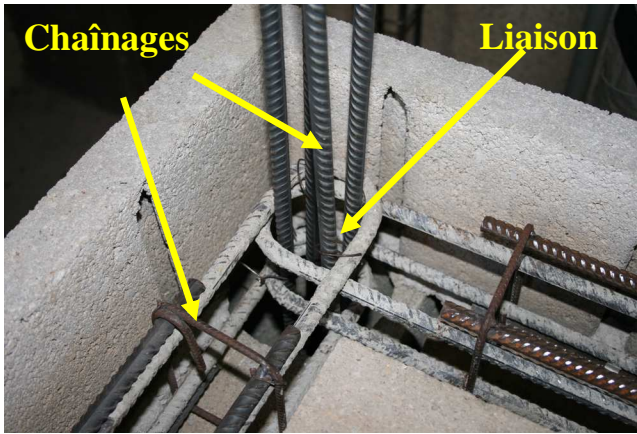
- fondations reliées entre elles
- liaisonnement fondations-bâiments-charpente
- chaînages verticaux et horizontaux avec liaison continue
- encadrement des ouvertures (portes, fenêtres)
- murs de refend
- panneaux rigides
- fixation de la charpente aux chaînages
- triangulation de la charpente
- chaînage sur les rampants
- toiture rigide

Continuité de la structure :

Tous les éléments de la structure ne doivent former qu'un seul bloc (tout en évitant les bâtiments de forme complexe en un seul bloc) afin garantir la résistance mécanique de la structure en cas de séisme. Ce principe de construction est appelé « monolithisme ».

Pour les bâtiments en maçonnerie, les fondations, les murs, le plafond, etc. doivent être reliés par des chaînages afin d'être solidaires entre eux et éviter ainsi la séparation des différents parties du bâtiments ou l'effondrement partiel voire global du bâtiment lors d'un séisme (malgré un détachement possible de divers éléments de la structure, le chaînage permet de garder la cohésion de l'édifice).





Exemple de continuité mécanique par chaînage
©le moniteur.fr



Exemple de continuité mécanique entre fondations et des fondations avec les chaînages verticaux
©Forumconstruire.com

Éléments non structuraux

La qualité de l'exécution concerne également les matériaux et éléments non structuraux. En cas de séisme, les éléments non structuraux peuvent en effet occasionner des blessures aux occupants ou gêner leur évacuation.

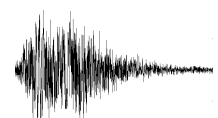
Equipements lourds et canalisations

Lors d'un séisme, il est très courant que les équipements lourds (armoires électriques, ballon d'eau chaude...) se renversent; ils peuvent alors, soit blesser directement les occupants des locaux, soit bloquer les issues, gênant alors l'évacuation du bâtiment

Il faut donc les fixer à la cloison par des systèmes adéquats (vis, boulons, chevilles)

Un séisme peut provoquer d'importants dysfonctionnements sur les différentes canalisations d'un bâtiment (eau, gaz,...) et même être à l'origine d'incendie ou d'explosion.

Les points à traiter en priorité sont les fixations ainsi que les liaisons avec les réseaux extérieurs.





Construire parasismique les règles à respecter

L'IMPLANTATION

• Etude géotechnique

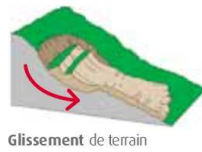


Extrait de carte géologique

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

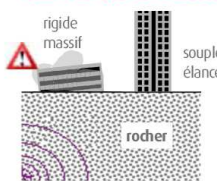
• Se protéger des risques d'éboulement et de glissement de terrain

- 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.

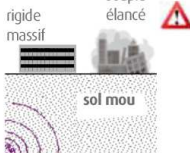


Glissement de terrain

• Tenir compte de la nature du sol



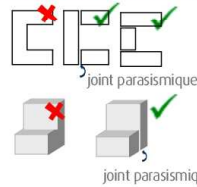
- Privilégier des configurations de bâtiments adaptées à la nature du sol.



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

LA CONCEPTION

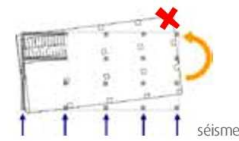
• Préférer les formes simples



- 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.

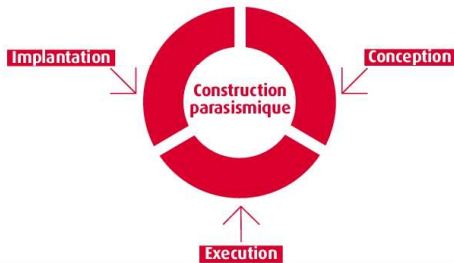


• Assurer la reprise des efforts sismiques



- 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

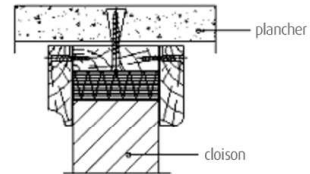


métal

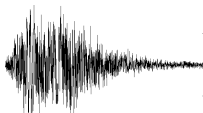


bois

• 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...



A.4 Responsabilité des acteurs

Le cadre législatif français définit les rôles et responsabilités des acteurs du territoire en matière de prévention du risque sismique, qu'ils soient services de l'État, collectivités territoriale, gestionnaires de réseaux, citoyens...

A.4.A Prérrogatives de l'Etat, du maire et du citoyen

Chaque acteur du territoire a des responsabilités en matière de prévention du risque sismique. Ces responsabilités sont résumées dans les trois tableaux ci-dessous¹³.

Prérrogatives du préfet

| Connaissance | Aménagement | Information | Mitigation | Préparation |
|--|--|---|---|--|
| Collecte et conservation des données sur l'aléa et le risque sismique. | Plan de Prévention du Risque Sismique (PPRN-sismique). Contrôle de légalité des autorisations d'urbanisme. Contrôle des règles de construction parasismique. | Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM). Transmission des informations : état des risques. | Fonds de prévention des risques naturels majeurs. Commission départementale des risques naturels majeurs. | Plan d'organisation des secours et exercices de crise sismique. Scénarios départementaux du Risque Sismique (SDRS). Réseau d'alerte. |

Prérrogatives du maire

| Connaissance | Aménagement | Information | Mitigation | Préparation |
|--|--|--|--|---|
| Études complémentaires notamment sur l'aléa local et la vulnérabilité au séisme des bâtiments communaux. | Plan Local d'Urbanisme (PLU). Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT). Autorisations d'urbanisme. Travaux. Droit de préemption urbain. | Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM). Réunions publiques. Affichage. Information des bailleurs et vendeurs. Certificat d'urbanisme. | Opération Programmée d'Amélioration de l'Habitat (OPAH). Travaux de réduction de la vulnérabilité au séisme. Politique foncière. | Affichage communal. Plan communal de sauvegarde et exercices de crise sismique. |

Prérrogatives du citoyen

| Connaissance | Aménagement | Information | Mitigation | Préparation |
|--|--|--|---|--|
| Étude de sol à l'occasion d'un projet de construction ou de réhabilitation. Étude sur la vulnérabilité au séisme de ses biens. | Respect des règles nationales et locales en matière d'urbanisme et de construction parasismique. | État des risques lors de la vente ou de la location d'un bien. Éducation à la prévention du risque sismique. S'informer. | Travaux de mitigation*. Commission départementale des risques naturels majeurs. | Affichage immeuble. Plan particulier de mise en sûreté (PPMS) ou document unique. Plan familial de sauvegarde. |

*dans la limite de 10% de la valeur vénale du bien dans le cadre de l'application de prescriptions d'un PPR

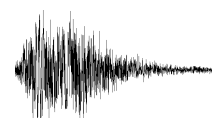
A.4.B Responsabilités plus généralement de tout risque majeur des professionnels de l'aménagement et de la construction

Les professionnels de l'aménagement et de la construction (Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE), architectes, entrepreneurs, bureaux d'études, autres techniciens...) ont un rôle, une obligation professionnelle de conseil, d'information et de mise en garde vis-à-vis du maître d'ouvrage. En matière d'information, ils doivent à minima préciser aux maîtres d'ouvrage, le niveau de risque sismique auquel leur projet est exposé, et les obligations en matière de prévention de ce risque dans l'acte de construire ou d'aménager.

À leur niveau, ils doivent bien entendu respecter **les règles de l'art** et **les obligations réglementaires nationales et locales**. En ce sens, tout professionnel du bâtiment est susceptible de voir sa responsabilité civile engagée vis-à-vis des ayants droit en cas de non-respect de l'une des règles de construction, mais aussi sa responsabilité pénale.

En ce qui concerne les maîtres d'ouvrage, il est de leur responsabilité de connaître la loi et les réglementations qui en découlent mais aussi de s'assurer qu'ils s'entourent des compétences nécessaires et suffisantes pour mener à bien leur projet dans des conditions satisfaisantes, notamment du point de vue de la prévention du risque sismique.

¹³ Source : Les rôles des acteurs de la prévention des risques naturels, 2008, ministère en charge de l'écologie



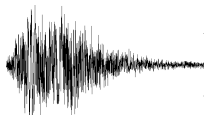
Leur responsabilité peut donc être engagée au côté de celles des maîtres d'oeuvre en cas de contentieux ou de sinistres.

A.4.C Responsabilités des gestionnaires de réseaux et d'infrastructures prioritaires

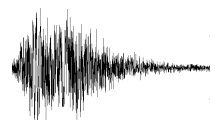
Les articles L.732-1 et suivants du Code de la Sécurité Intérieure prévoient un certain nombre d'obligations en matière de sécurité civile visant à assurer la continuité du service pour les réseaux et les infrastructures en cas d'événements majeurs (séisme, inondation,...).

Ainsi, les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement, de production ou de distribution d'eau pour la consommation humaine, d'électricité ou de gaz, ainsi que les opérateurs des réseaux de communications électroniques ouverts au public prévoient les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise (Art. L. 732-1 du Code de la Sécurité Intérieure).

Les maîtres d'ouvrage et exploitants d'ouvrages routiers, ferroviaires ou fluviaux ainsi que les exploitants de certaines catégories d'établissements recevant du public garantissent aux services de secours la disposition d'une capacité suffisante de communication radioélectrique à l'intérieur de ces ouvrages et établissements (Art. L. 732-3 du Code de la Sécurité Intérieur).



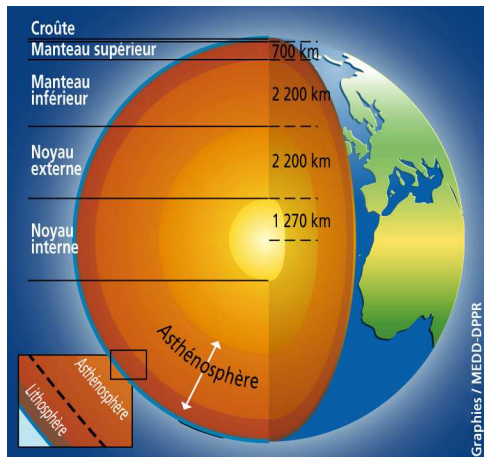
ANNEXE B
Dossier d'information sur le phénomène sismique pour
l'Information Préventive



B.1 Présentation du phénomène sismique

B.1.A Les plaques Tectoniques

La Terre est divisée en couches superposées qui se distinguent par leur état solide, liquide ou plastique, ainsi que par leur densité.

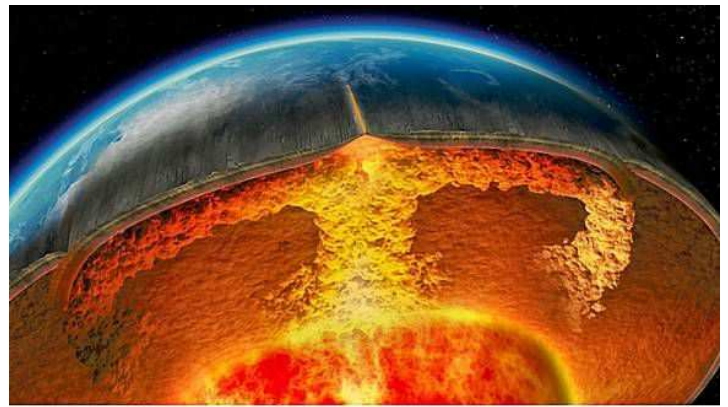


Structure interne de la Terre
© Observatoire-Regional-Risques-PACA

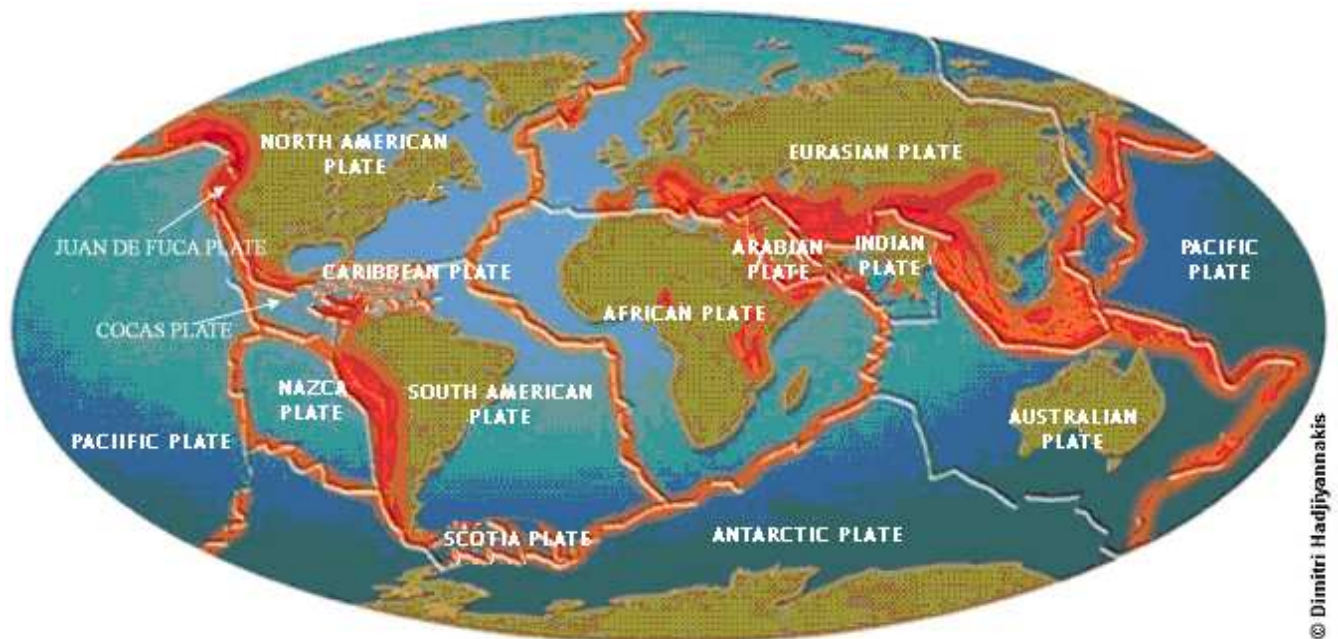
La lithosphère correspond au manteau supérieur solide et à la croûte terrestre. L'asthénosphère représente la partie plastique du manteau.

Dans le noyau, la désintégration radioactive de certains éléments chimiques produit un flux de chaleur à l'origine de cellules de convection.

Ces mouvements de convection du manteau induisent alors sur la lithosphère rigide des déformations. Ces dernières se traduisent par un découpage de la lithosphère en plaques rigides qui se déplacent les unes par rapport aux autres en « glissant » sur l'asthénosphère.

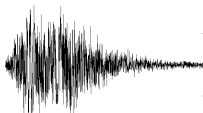


Cellule de convection
© National Geographic



La tectonique des plaques. La partie superficielle du globe est constituée d'une mosaïque de plaques lithosphériques qui « flottent » sur le magma et frottent les unes contre les autres.

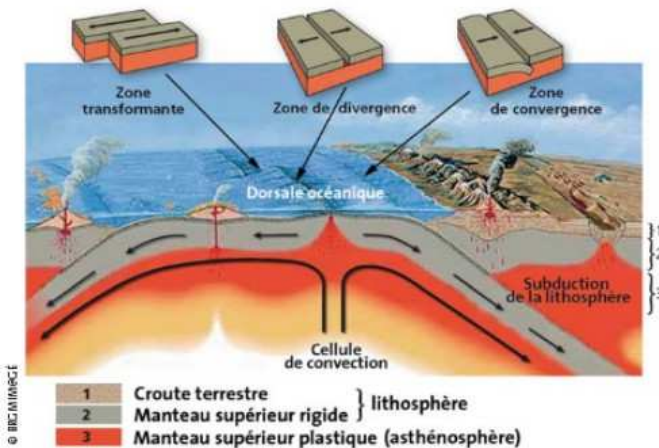
©CEA



Vitesse de déplacement des plaques

La vitesse relative de déplacement des plaques n'est pas homogène. Elle peut varier de 1,3 cm/an (divergence plaques Afrique et Antarctique) jusqu'à 18,3 cm/an (divergence plaques Nazca et Pacifique). Près de 90% des séismes se produisent au niveau des frontières de plaques.

La lithosphère est ainsi découpée en plaques plus ou moins importantes à la manière d'un puzzle.



Cellule de convection
© BRGM

Le glissement de ces plaques lithosphériques sur l'asthénosphère induit des mouvements de divergence, de convergence ou de coulissage horizontal.

Zone en divergence

Les plaques s'éloignent les unes des autres. La distension entre deux plaques provoque un amincissement de la croûte.

Les dorsales océaniques qui constituent des grandes chaînes de montagnes volcaniques sous-marines, se développent à la limite entre deux plaques lithosphériques divergentes et sont à l'origine de la création d'une nouvelle croûte océanique.

Il existe aussi des zones de divergence continentales (exemple du grand rift Est Africain). Si la distension se poursuit, elle aboutira à la séparation de celle-ci en deux parties et à la création d'un océan.



Rift Est Africain
©University of Rochester

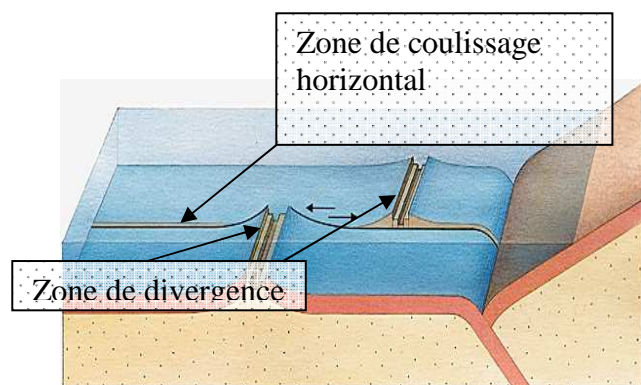
Zone en convergence

C'est le plongement d'une plaque sous une autre plaque, c'est-à-dire la subduction généralement de la plaque océanique (plus lourde) sous la plaque continentale (par exemple, subduction de la plaque pacifique sous la plaque eurasiennne).

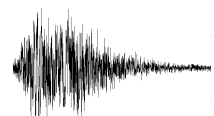
Cette convergence peut ensuite évoluer en collision entre 2 plaques continentales. Il s'agit par exemple, de l'affrontement de la plaque indienne avec la plaque eurasiennne, à l'origine de la formation de la chaîne himalayenne.

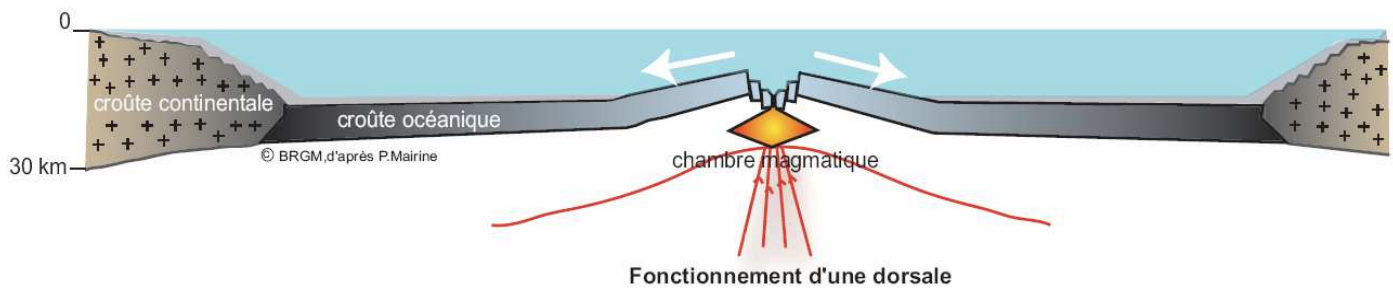
Zones de décrochement (zone de coulissage horizontal) :

Les plaques glissent horizontalement les unes contre les autres. Il s'agit par exemple du coulissement de la plaque nord américaine le long de la plaque pacifique, assuré par la faille de San Andréas en Californie.

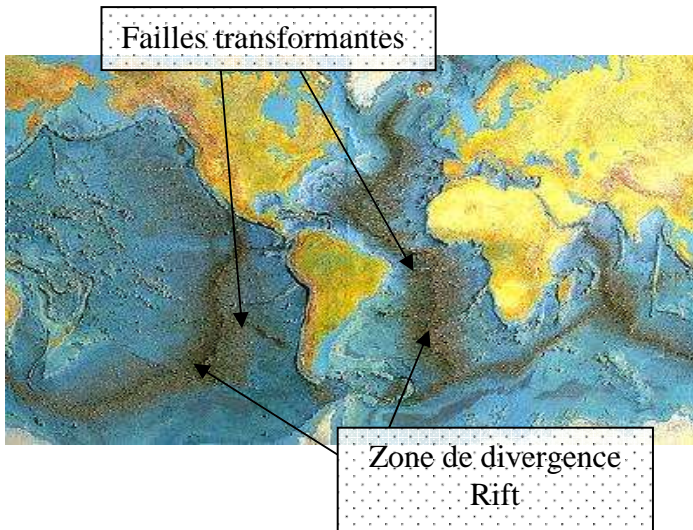


Faille transformante – Dorsale océanique
©Larousse





©BRGM



Des zones de coulissement horizontal se rencontrent également au niveau des dorsales océaniques (zone de divergence). Ces failles appelées failles transformantes recoupent les dorsales et sont parallèles au mouvement relatif de divergence des deux plaques. Ce phénomène s'explique par la non uniformité de vitesse de déplacement des plaques à la surface terrestre, il se forme alors des cassures le long de la dorsale (illustration ci-contre).

Ces différentes zones peuvent être le siège de failles qui localement ont une direction ou un sens différents du mouvement principal (convergent, divergent, coulissant).

B.1.B Qu'est qu'un séisme ?

Les séismes sont, avec le volcanisme, une des manifestations de la tectonique des plaques. Une fracturation brutale des roches en profondeur, après accumulation de contrainte, crée des failles dans le sous-sol et provoque l'apparition d'ondes sismiques pouvant se propager à travers les roches jusqu'à atteindre la surface terrestre. C'est le passage de ces ondes qui provoque les vibrations du sol qui sont ensuite transmises aux bâtiments.

Un séisme est caractérisé par :

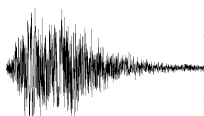
- **Son foyer ou hypocentre:** région de la faille où se produit la rupture et d'où se propagent les ondes sismiques (source).
- **Son épicentre:** point situé à la surface terrestre à la verticale du foyer et où l'intensité est généralement la plus importante (en supposant une absence d'effets de site).

- **Sa magnitude:** unique pour un séisme donné, elle est fonction de l'énergie libérée par le séisme. L'échelle de Richter est régulièrement employée par les médias. Augmenter la magnitude d'un degré revient à multiplier l'énergie libérée par 30 environ.

Magnitude

Elle est estimée par exploitation des sismogrammes. À partir d'une magnitude 5, un séisme dont le foyer est peu profond peut causer des dégâts significatifs aux constructions, comme lors du séisme de Lorca (Espagne) du 11 mai 2011, de magnitude 5.1.

- **Son intensité:** elle mesure les effets et dommages du séisme en un lieu donné. Ce n'est pas une mesure objective, mais une appréciation de la manière dont le séisme est perçu par les personnes et se traduit en surface en terme de dommages.



On utilise habituellement l'échelle MSK¹⁴. Depuis janvier 2000, le Bureau Central Sismologique Français (BCSF) a adopté l'échelle européenne EMS 98 qui précise l'échelle MSK. L'intensité n'est pas, fonction uniquement du séisme, mais également du lieu où la mesure est prise.

En effet, les conditions topographiques¹⁵ (effet des reliefs) ou lithologiques locales (particulièrement des terrains sédimentaires reposant sur des roches plus dures) peuvent être à l'origine d'effets de site qui amplifient l'intensité d'un séisme. Sans effet de site, l'intensité d'un séisme est maximale à l'épicentre et décroît avec la distance.

Parallèlement aux effets sur les bâtiments, les effets « sismogéologiques » sont également pris en compte dans l'évaluation de l'intensité. Cependant, ces effets des tremblements de terre sur le sol (niveau de l'eau dans les puits, glissements de terrain, chutes de pierres, fissures,...) sont difficiles à utiliser dans la pratique de par leur complexité et du fait de l'influence d'autres facteurs parfois peu aisés à évaluer pour un observateur (stabilité intrinsèque des pentes, niveau de la nappe phréatique, fracturation des roches,...). Ces effets peuvent être toutefois observés dans un large intervalle d'intensité et sont particulièrement utiles à la définition de l'intensité dans les zones inhabitées.

La fréquence et la durée des vibrations : ces 2 paramètres ont une incidence fondamentale sur les effets en surface (effets de site).

B.1.C Les failles

Ce sont des cassures ou fractures de la lithosphère terrestre rigide accompagnées d'un déplacement latéral, vertical ou mixte des blocs séparés. Les foyers des séismes sont localisés le plus souvent dans les failles préexistantes (zones de moindre résistance).

¹⁴ L'échelle MSK comporte douze degrés. Le premier degré correspond à un séisme non perceptible, le douzième à un changement total du paysage.

¹⁵ Le mouvement sismique est amplifié au sommet d'une montagne (surface convexe) ou près du sommet d'une pente, et atténué au creux de canyons (surface concave).

A l'échelle régionale, la plupart des failles est constituée de différents plans élémentaires, appelés **segments**, aux relations étroites. Un séisme correspond à l'activation d'un ou de plusieurs de ces segments.

B.1.C.a Les différents types de failles

Suivant le type de mouvement relatif, on définit trois types de faille :

- faille inverse ou chevauchante (mouvement de compression)
- faille normale (mouvement d'extension)
- faille décrochante (coulissage horizontal)

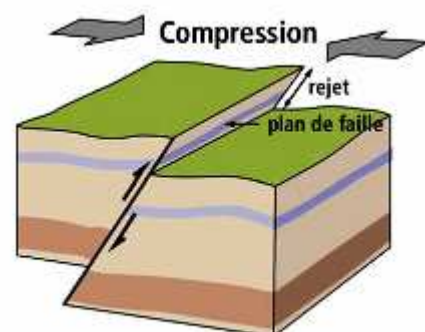
Faille préexistante et faille fraîche

« Si l'essentiel d'une rupture a lieu le long d'une faille préexistante, notons que chaque séisme crée grosso modo 1 à 10 % de faille fraîche. Il faut imaginer la croûte avec des fissures, des fractures à toutes les échelles du centimètre à la centaine de mètres. Au fil des ruptures et des milliers d'années, elles se connectent pour créer des réseaux de failles qui casseront à leur tour. »

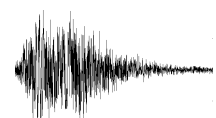
Extrait d'un article du mensuel « La recherche » n°310 - 01/06/1998

Le mouvement de chaque compartiment est représenté sur les schémas ci-après. Ces mouvements peuvent donner lieu, en cas de magnitude significative à l'apparition de rejet en surface (Décalage des deux compartiments), vertical pour les failles normales et inverses (respectivement dû à des mouvements d'extension et de compression) et horizontal pour les failles décrochantes (coulissage).

La Faille inverse



Faille inverse
© BRGM



La faille inverse ou chevauchante provoque un rapprochement des blocs qui indique une tectonique en compression, comme dans les chaînes de montagne de subduction ou de collision.

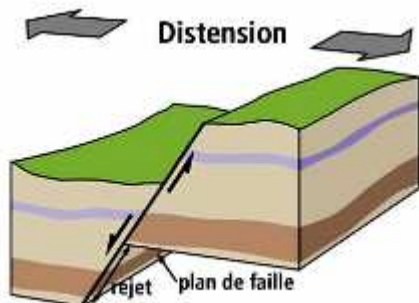


Rejet - Faille inverse

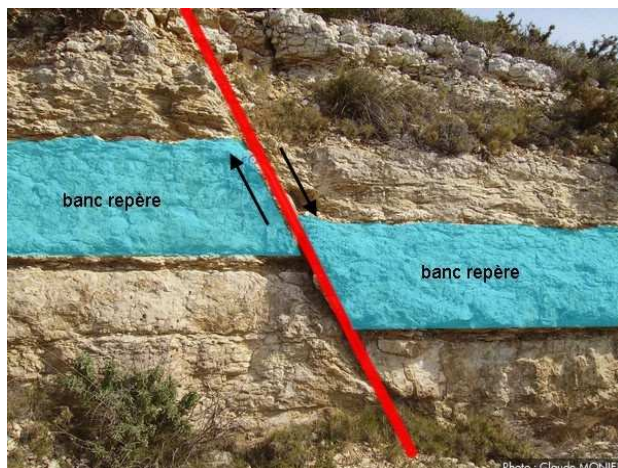
<http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr>

La faille normale

La faille normale correspond à un écartement des blocs, et par conséquent à une tectonique en distension comme on en trouve au niveau d'un rift (fossé d'effondrement) ou d'une dorsale océanique.



Faille normale
© BRGM

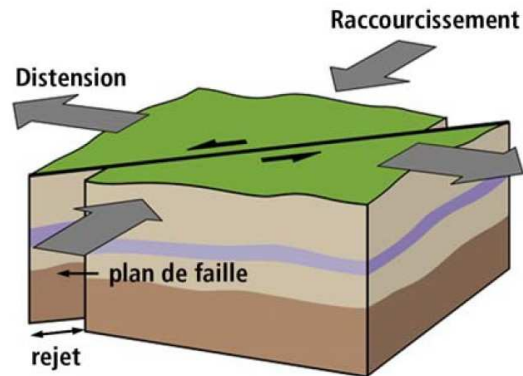


Rejet - Faille normale

<http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr>

La faille décrochante

La faille décrochante produit quant à elle un coulissage horizontal.



Faille décrochante
© BRGM



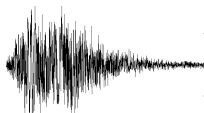
Rejet - Faille décrochante
<http://www.utl-kreizbroleon.fr>

Il existe également des failles obliques, le mouvement est une combinaison d'une compression ou distension et d'un décrochement. On parle alors de mouvement décrochant compressif ou décrochant extensif.

Le cycle sismique :

Après une longue accumulation de contrainte sur une faille, le seuil de résistance est atteint, une rupture se produit (déclenchement du séisme).

Ce phénomène d'accumulation – libération d'énergie (rupture) se répète et constitue un cycle sismique. Ce cycle a été décrit pour la première fois par l'Américain H.F. Reid en 1912.





Dr. H.F. Reid - Alaska.
©USGS –
Photo réalisée par
Charles Will Wright,
1933

B.1.C.b Les failles actives

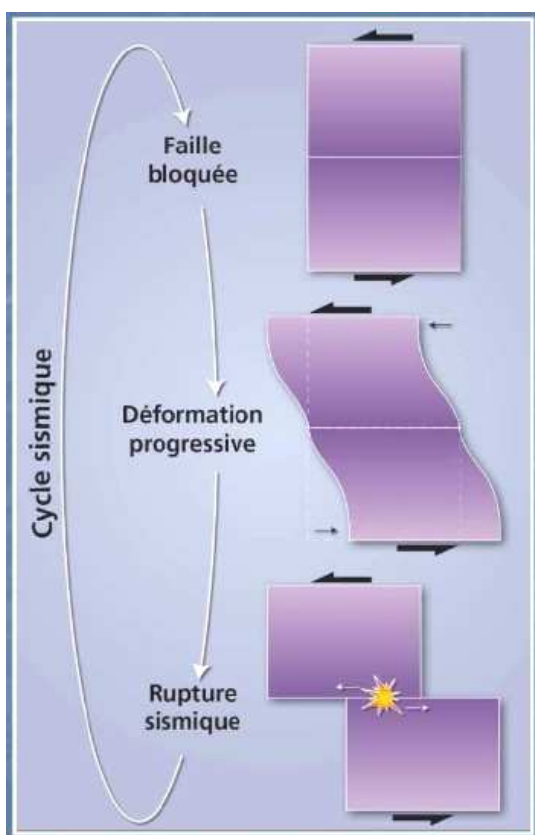
D'après le guide PPR sismique élaboré par les directions d'administration centrale en charge de l'écologie et de l'équipement en 2002 en cours de révision, une faille est déclarée active (par opposition aux failles dites inactives ou « mortes ») s'il y a, au regard des études existantes, présomption de déformation tectonique au Quaternaire récent et/ou activité sismique actuelle.

Faillle active et Eurocode

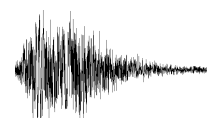
« Les bâtiments de catégories d'importance II, III, IV définies dans l'EN 1998-1 :2004, 4.2.5 ne doivent pas être construits à proximité immédiate de failles tectoniques reconnues comme étant sismiquement actives dans les documents officiels publiés par les autorités nationales.

Pour la plupart des structures ne présentant pas de danger pour la sécurité publique, une absence de mouvement pendant le quaternaire récent peut être utilisée pour identifier les failles non actives. »

Extrait de l'Eurocode 8-05 Paragraphe 4-1-2
Proximité de failles sismiques actives



Extrait du Classeur sismique
©DIREN PACA - CETE Méditerranée



B.1.D Contexte régional et local

Dans la majorité des cas, les séismes se déclenchent en limite de plaques (appelés séismes interplaques) au niveau des failles. C'est au droit de ces contacts interplaques que les contraintes occasionnées par la tectonique des plaques sont les plus fortes.

Il existe également des séismes intraplaques¹⁶ pour lesquels les contraintes sont moins importantes.

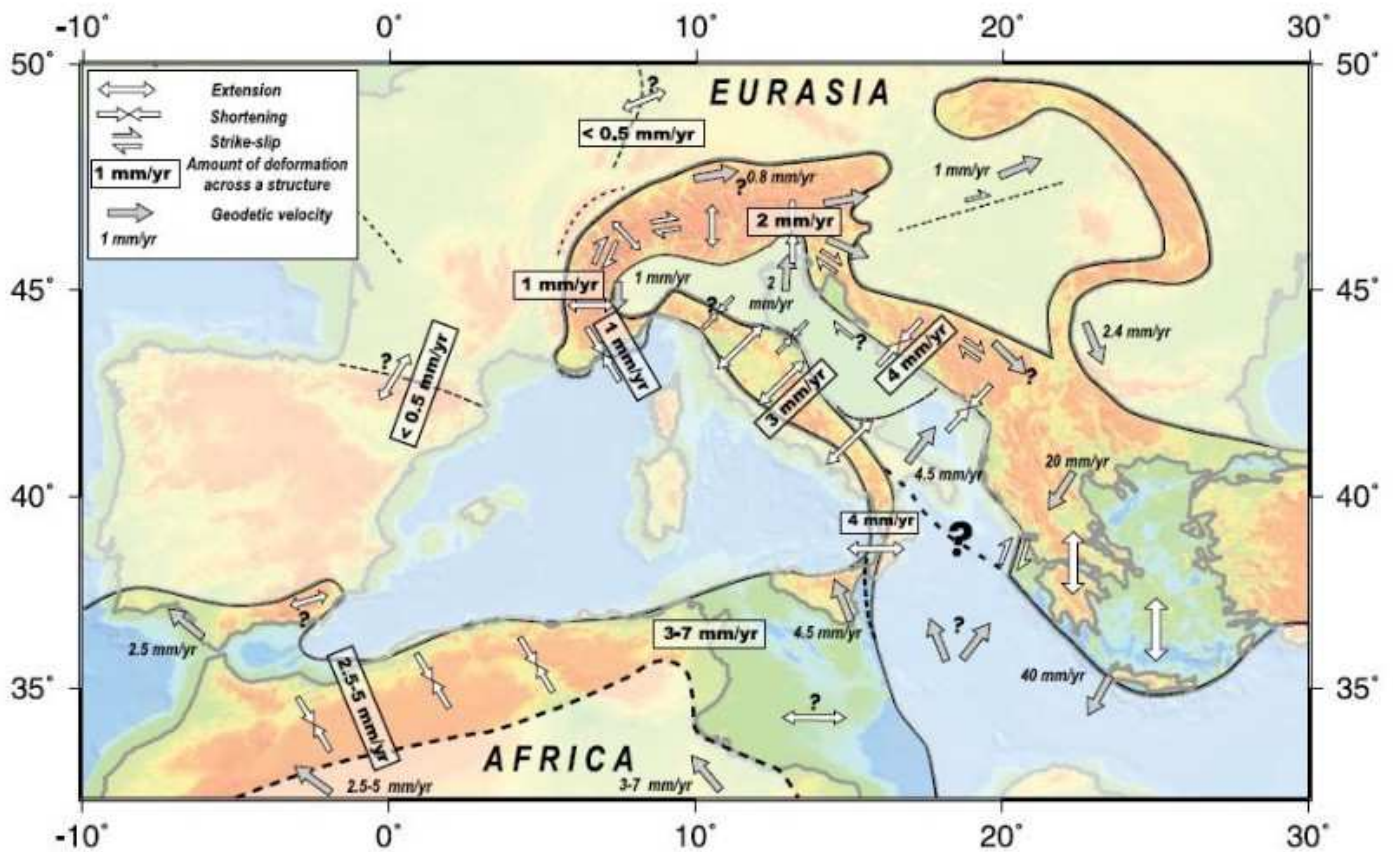
B.1.D.a Séismes interplaques et intraplaques

En France métropolitaine, les séismes sont principalement liés à la convergence des deux grandes plaques tectoniques Eurasie et Afrique.

En effet, l'affrontement entre ces deux grandes plaques induit une poussée de la microplaque Adriatique sur l'Ouest de l'Europe (dans le Sud-est de la France). La chaîne alpine est le résultat de cette collision continentale.

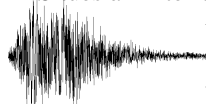
En France métropolitaine, on distingue des séismes de type interplaque (Provence en général, Vallée de la Durance, Pyrénées) moins importants en terme de magnitude que d'autres séismes dans le monde également localisés en limite de grandes plaques tectoniques (Pacifique, Océan Indien en particulier) et des séismes de type intraplaque (Massif central, Alsace, Nord,...)

Les Alpes, la Provence, les Pyrénées et l'Alsace sont des régions où l'aléa sismique est le plus fort en métropole. Dans ces régions assez montagneuses, outre les effets directs d'un séisme sur les constructions, les très nombreux mouvements de terrain potentiels peuvent aggraver le danger (effets induits ou indirects).



Synthèse cinématique en Europe- Méditerranée occidentale et centrale (d'après Nocquet, 2002)
©BRGM

¹⁶ Situés à l'intérieur des plaques

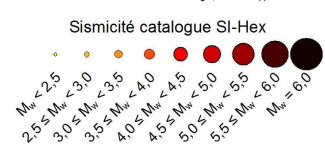
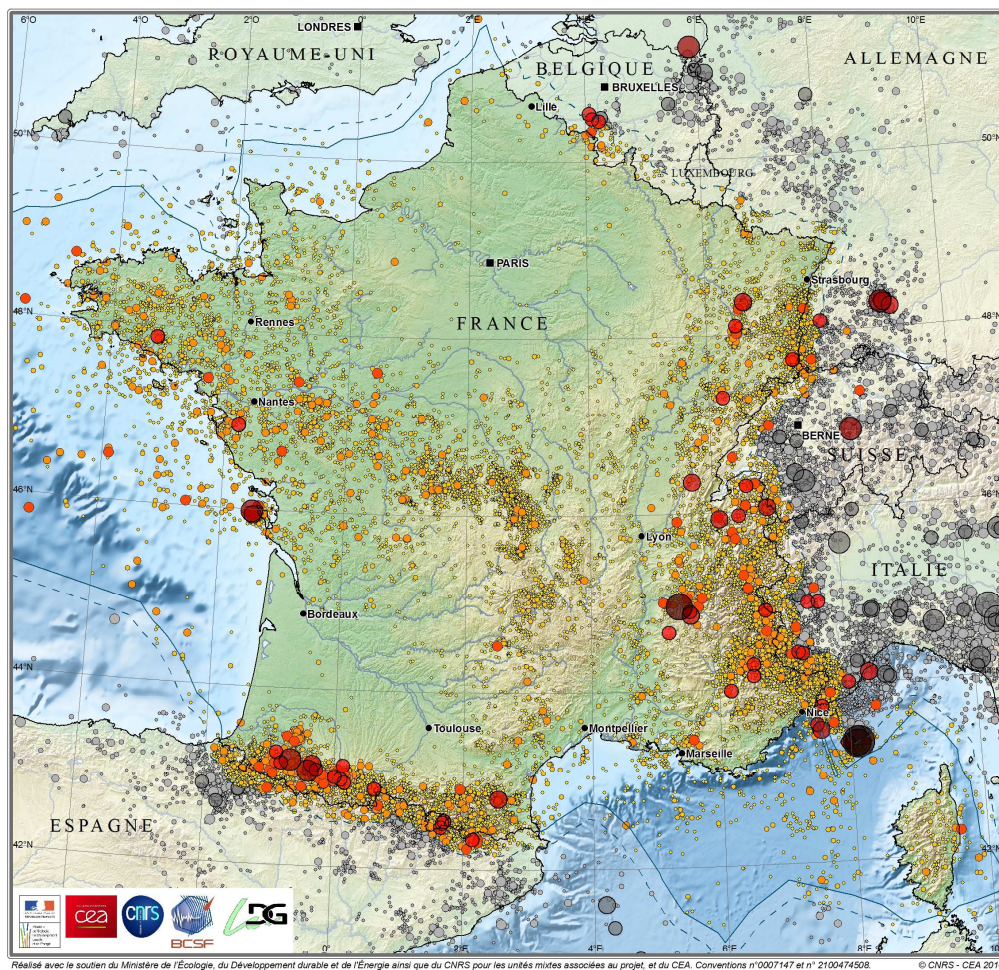


La métropole, est soumise à un aléa sismique modéré en comparaison de celui des Antilles par exemple mais qui peut s'avérer, en fonction de la vulnérabilité des constructions, dévastateur en terme de victimes ou de dégâts. Les conséquences peuvent être aggravées par la rareté du phénomène. En effet, le territoire national est présumé à tort par une majorité de la population comme étant peu sismique voire même asismique.

Ainsi, le seul séisme d'une magnitude supérieure à 6 ayant eu lieu en France métropolitaine au XX^{ème} siècle est celui dit de Lambesc (Bouches du Rhône), dans le secteur de la chaîne de la Trevasse, le 11 juin 1909.

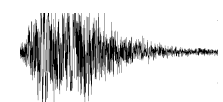
Or, selon l'inventaire de sismicité historique SisFrance (BRGM, EDF, IRSN, 2010), 632 séismes d'intensité supérieure ou égale à 4 (secousses modérées à destructions importantes) ont été recensés en France métropolitaine de 1800 à 2007. La grande majorité de ces séismes a une intensité comprise entre 5 et 6,5 dont deux tiers entre 5 et 5,5 (secousses fortes) et un cinquième entre 6 et 6,5 (dommages légers).

Sismicité Instrumentale de l'Hexagone 1962-2009



En couleur : épicentres des séismes d'origine naturelle dans la zone SI-Hex (France métropolitaine et zone économique exclusive en mer (ZEE), avec élargissement de 20 km), ainsi que les séismes ressentis en France avec une intensité EMS-98 ≥ IV (BCSF). En gris : épicentres des séismes hors zone pour lesquels une magnitude M_w a été calculée dans le cadre du projet SI-Hex.

Carte de sismicité de la France ©BCSF



B.1.D.b Les principales failles actives en PACA

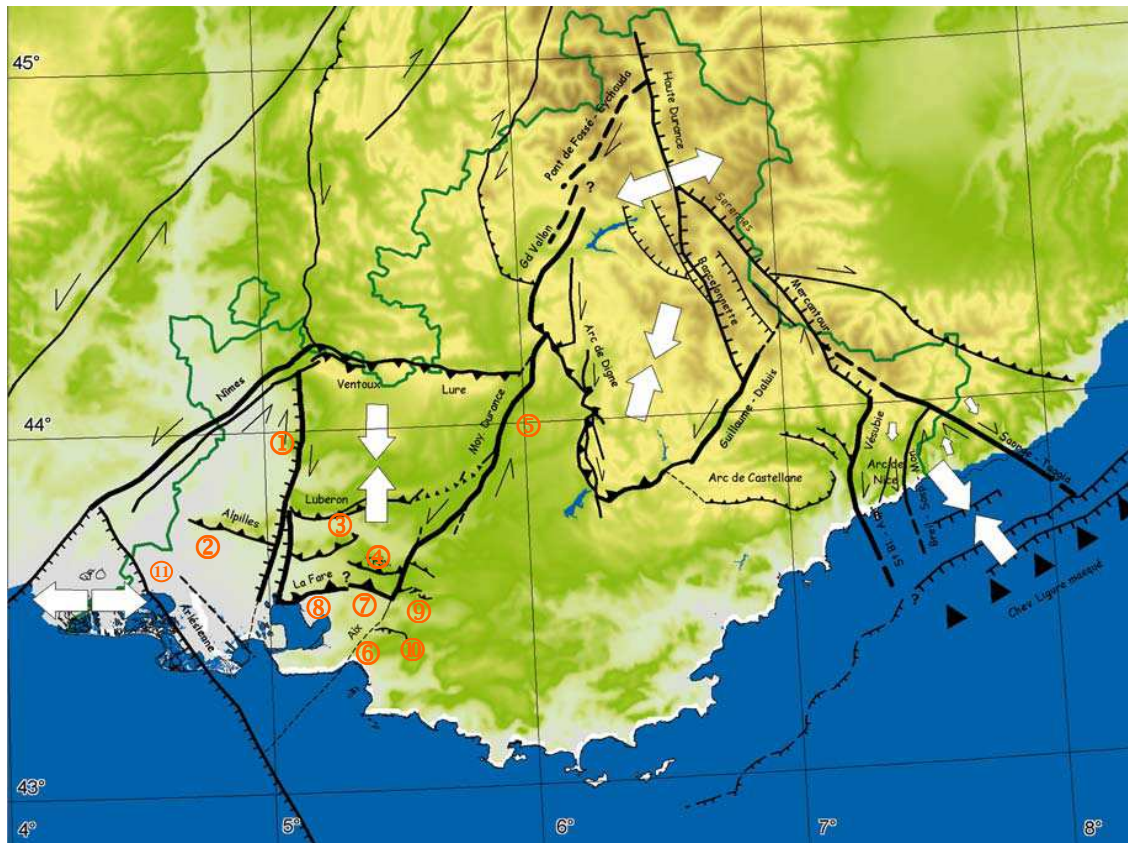
Les principales failles actives de la région sont :

- ① Système de failles de Salon-Cavaillon
- ② Faille des Alpilles
- ③ Faille des Costes
- ④ Faille de la Trévaresse
- ⑤ Faille de la Moyenne Durance
- ⑥ Faille d'Aix
- ⑦ Faille d'Eguilles

- ⑧ Faille de la Fare-Coudoux
- ⑨ Faille de la Sainte Victoire
- ⑩ Faille de l'Etoile
- ⑪ Faille Arlésienne ...

Au cours des 5 derniers siècles, plusieurs séismes ont fortement secoué la région PACA. Les données historiques montrent une concentration d'événements sismiques dans la partie alpine et subalpine de la région tandis qu'à l'Ouest, la répartition épacentrale des séismes est relativement plus diffuse.

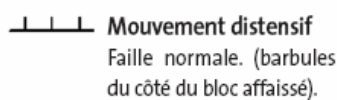
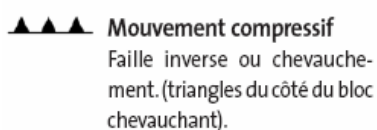
Les événements sismiques décrits dans les archives historiques et d'intensité épacentrale (Io) au moins égale à VII en région PACA, sont reportés dans le tableau ci après.



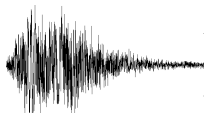
Direction des forces principales

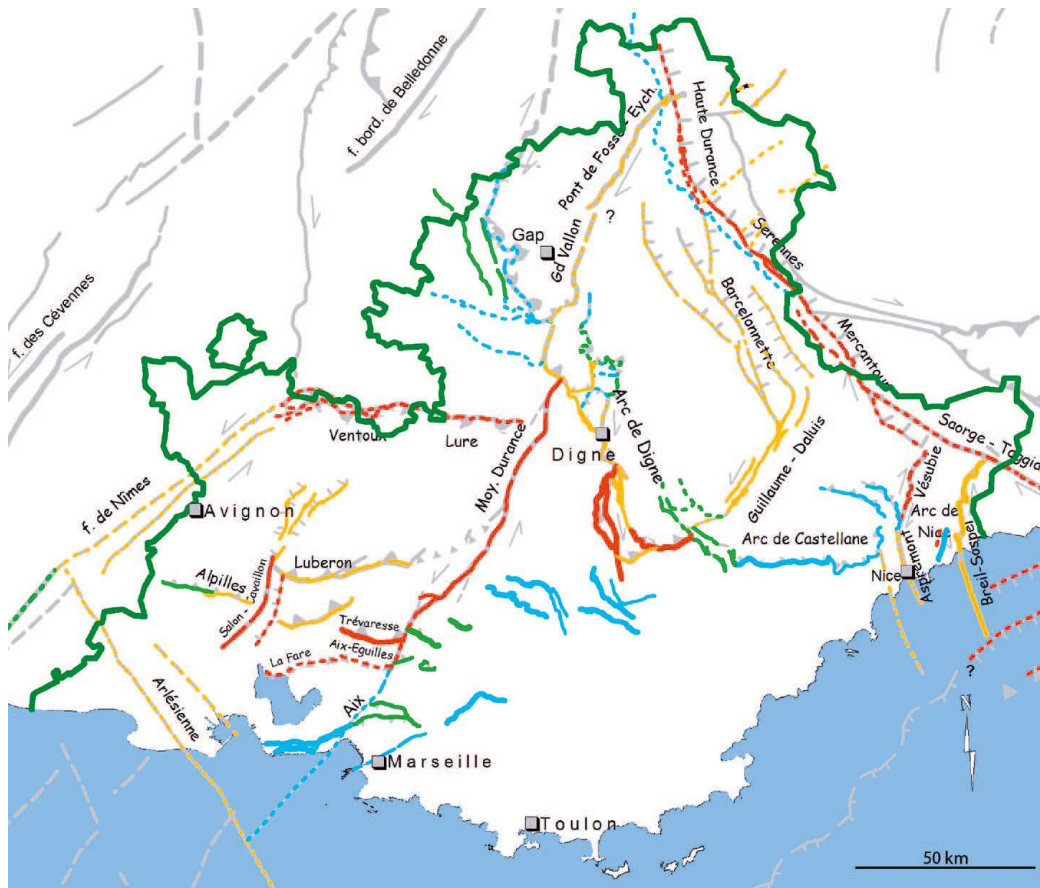


Déformation cassante des terrains (cassure au sein ou en limite de blocs)



Source : « Le risque sismique en PACA » (BRGM/DIREN PACA/Région PACA, 2006)



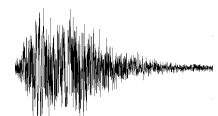


| Classification des failles potentiellement actives de la région PACA | | Niveau d'activité présumée | | | |
|--|--------------|----------------------------|-----------|------------|-----------------------|
| | | Élevé (3) | Moyen (2) | Faible (1) | Nul à Négligeable (0) |
| Niveau de connaissance | Bon (C) | 3C | 2C | 1C | 0C |
| | Moyen (B) | 3B | 2B | 1B | 0B |
| | Médiocre (A) | 3A | 2A | 1A | 0A |

Classification des failles potentiellement actives de la région PACA (Terrier 2006, modifié).

| Région | Hautes-Alpes | Alpes Maritimes Secteur de la Vésubie | Alpes Ligures et au large de la Côte d'Azur | Digne et Barcelonnette | Castellane | Moyenne Durance | Région de la Trévarresse et des Costes |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|--|--|
| Séismes historiques Io= intensité épicentrale | 1884 (Io = VII) | 1494 (Io = VIII) | 1831 (Io = VIII) | | | 1509 (Io = VIII) | |
| | 1904 (Io = VII) | 1564 (Io = VIII) | 1854 (Io = VII-VIII) | 1863 (Io = VII) | | 1678 (Io = VIII) | |
| | 1935 (Io = VII) | 1618 (Io=VIII), | 1887 (Io = IX) | 1866 (Io = VII-VIII) | 1855 (Io = VIII). | 1708 (Io = VII-VIII) | 1909 (Io = VIII-IX). |
| | 1959 (Io = VII-VIII) | 1644 (Io = VIII). | 1896 (Io = VII). | | | 1812 (Io = VII-VIII) 1913 (Io = VII-VIII) | |

Séismes historiques en région PACA – Intensité épicentrale



B.1.D.c Le séisme de Lambesc (1909)

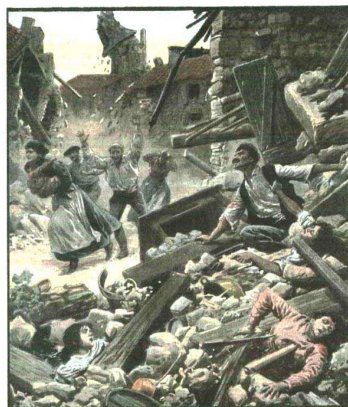
Le soir du 11 juin 1909, à environ 21h15, s'est produit un fort séisme (d'une magnitude de 6.2 sur l'échelle de Richter) dans la région de Lambesc, à proximité d'Aix en Provence.

La faille de la Trévaresse (située à 20km au Nord-Ouest d'Aix-en-Provence) est très probablement à l'origine de ce séisme.

La rupture, superficielle, se serait initiée à environ 6km de profondeur. Ressenti jusqu'en Italie et en Espagne, il restera en France métropolitaine comme l'évènement sismique le plus destructeur du XX^{ème} siècle (46 morts, 250 blessés graves, des centaines de sans-abri et des dégâts matériels considérables).

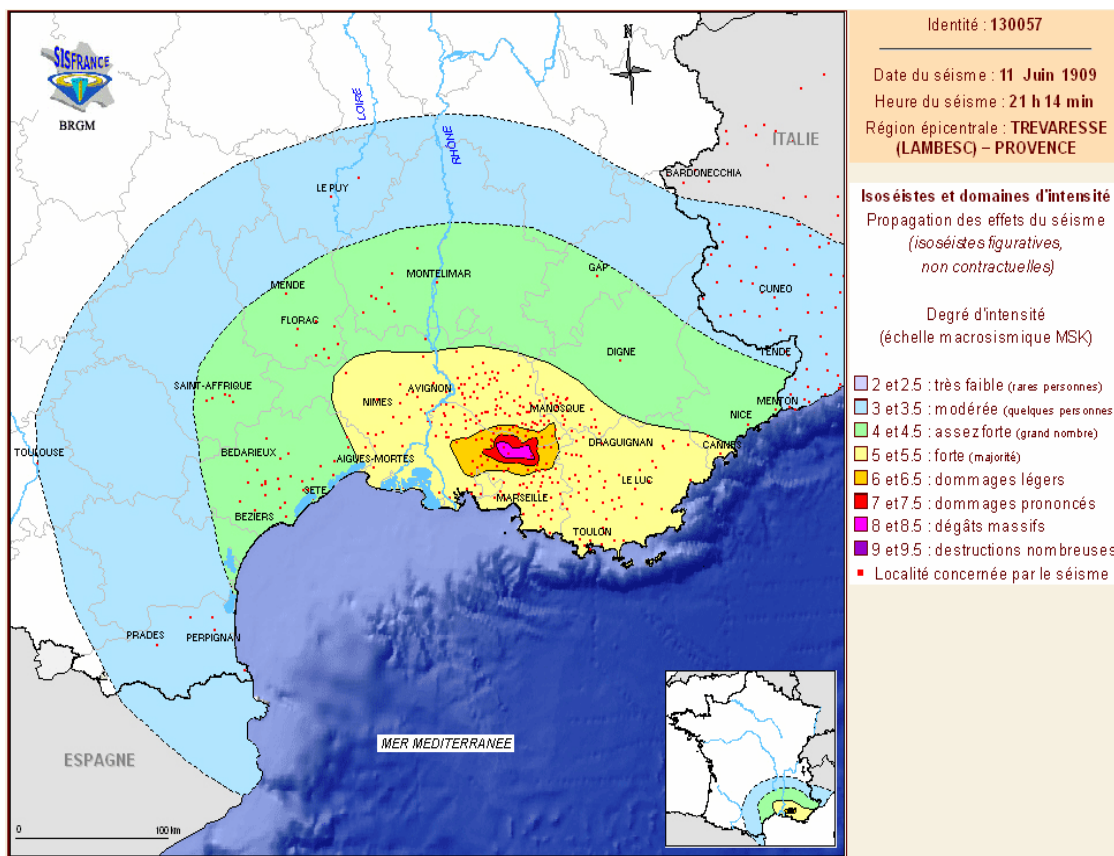
Le Petit Journal

Le Petit Journal SUPPLEMENT ILLUSTRE
 Le Petit Journal illustré, 400 pages - Le Petit Journal illustré, 400 pages
 Le Petit Journal illustré, 400 pages - Le Petit Journal illustré, 400 pages
 Le Petit Journal illustré, 400 pages - Le Petit Journal illustré, 400 pages

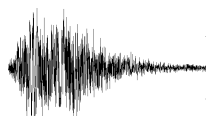


LE TREMBLEMENT DE TERRE DU MIDI

Couverture du Petit Journal relatant le séisme de Lambesc du 11 juin 1909



Carte d'isoséiste (courbe d'égale intensité sismique) – Seime de Lambesc 1909
 © BRGM, EDF, IRSN / Sisfrance



B.1.D.d Reconstitution et simulation du séisme de Lambesc (1909)

En 1982, une simulation a été réalisée à la demande de l'Etat afin de connaître les effets d'un même séisme (magnitude, lieu,...) à la date de l'étude (1982), tant sur le plan humain que sur le plan matériel et économique.

Entre 1909 et 1982, les communes impactées par le séisme de Lambesc se sont étendues, les populations ont changé de même que leurs comportements, la qualité des bâtiments a évolué, des industries nouvelles se sont installées.

De plus, dans le secteur d'études qui représente une superficie de 700 km², la population était de l'ordre de 95 000 habitants en 1982 contre 37 000 en 1909.

Si le 11 juin 1909, les provençaux prenaient le frais en dehors des maisons, en juin 1982, ils regardaient majoritairement la télévision. Le nombre de personnes à l'intérieur des maisons a été estimé à 80% pour l'année 1982.

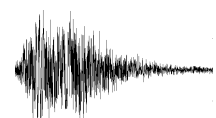
En conséquence, alors que la population a été multipliée par 2.9 entre 1909 et 1982, le bilan (tableau ci-après) fait état d'une multiplication par 10 à 20 du nombre de victimes.

| Simulation 1982 (estimation) | Séisme de 1909 |
|--|--|
| Victimes | |
| 400 à 970 morts 1 850 à 5 650 blessés | 46 morts 250 blessés |
| Dommages aux habitations | |
| (25 420 bâtiments sur la zone étudiée) 450 entièrement détruits 21 850 endommagés 315 intacts | Plusieurs milliers de logements détruits ou endommagés gravement (dont 1 500 à Aix-en Provence) Village de Lambesc entièrement détruit |
| Coûts directs (reconstruction ou réparation) Le coût des victimes n'a pas été pris en compte | |
| Habitations: 2 750 MF Autres bâtiments: 1 600 MF Equipements et infrastructures: 130 MF Mobilier: 130 MF Total: 4 660 MF | 1 500 à 2 250 MF (estimation : valeur 1982) MF millions de francs (en francs 1982) |
| Coûts indirects (incidence sur l'activité économique) Le coût des victimes n'a pas été pris en compte | |
| Perte de production: 400 à 500 MF Mise hors service de certains grands ouvrages: 50 à 60 MF | Estimation précise impossible (données insuffisantes) |

**Source : Le risque sismique
Délégation aux risques Majeurs, Ministère de l'environnement, 1982**

Ces chiffres (tableau) mis en perspective avec le budget de 815 MF de la Région PACA en 1983 par exemple ou du coût moyen de construction d'une autoroute de 10 km d'environ 190 MF (1983), donnent une idée de l'impact économique qu'aurait aujourd'hui un séisme comparable au séisme de 1909.

Enfin, le bilan en termes dommages et de victimes pourrait être encore plus dramatique aujourd'hui en 2015 compte tenu de l'évolution des comportements et du développement de l'urbanisation.



LE SEISME DE LAMBESC EN REGION PACA

11 juin 1909

Séisme Grande peur en Provence

Partout la secousse a été accompagnée d'un grondement sourd semblable à un roulement de tonnerre plus ou moins lointain (onde P). Ces bruits ont également été entendus dans d'autres localités parfois très éloignées : Barrême (04), La Turbie (06), Joyeuse (07), Orgeix (09), Vinassan (11), Millau (12), Hyères (83), Orange (84)...

Dans les bassins du port de Toulon, plusieurs navires ont été violemment secoués et ont failli être couchés sur le quai !

À la même date, la terre tremble en Italie et en Espagne, marquant encore plus la population.

* Au moment où nous éclairons une cigarette (c'était 9h18) notre main se met à trembler, impossible de faire joindre l'allumette et le tabac, notre corps entier suit le même mouvement et puis tout d'un coup un grondement sourd s'approchant en roulement de centaines de tambours, des craquements sinistres, une secousse brutale dans un sens que suit une autre non moins vive dans un autre sens, la sarabande des verres et des tables... la cessation subite de l'éclairage électrique et des cris... *

Eugène CAIRE (Pélissanne)

La-Roque-d'Anthéron
110 familles sont sans abri.

Le Puy-Ste-Réparate
2 morts, 5 blessés.

Venelles
3 blessés graves.

Vernègues
2 morts, 4 blessés, une grande partie de l'agglomération est très fortement endommagée.

Rognes
14 morts, 10 blessés graves, 250 maisons endommagées.

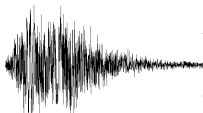
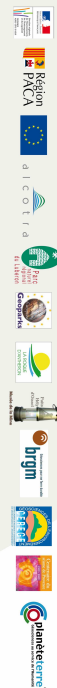
Salon-de-Provence
Plus de 2000 maisons à reconstruire

Pélissanne
4 morts, 4 blessés.

Lambesc
14 morts, 12 blessés, 50 constructions détruites, 600 endommagées.

St-Cannat
10 morts, 8 blessés, 310 maisons endommagées dont 50 à raser !

Certaines victimes ont été tuées chez elles, d'autres dans la rue, par une seule pierre!
Lors d'un séisme, respecter les consignes peut sauver la vie!



B.1.E Les effets d'un séisme

On distingue 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 (lithologiques et topographiques)
- les effets indirects ou induits, liés à des ruptures permanentes du sol, tels que glissements de terrain, chutes de blocs, affaissements/effondrements, liquéfactions des sols, tsunamis ...

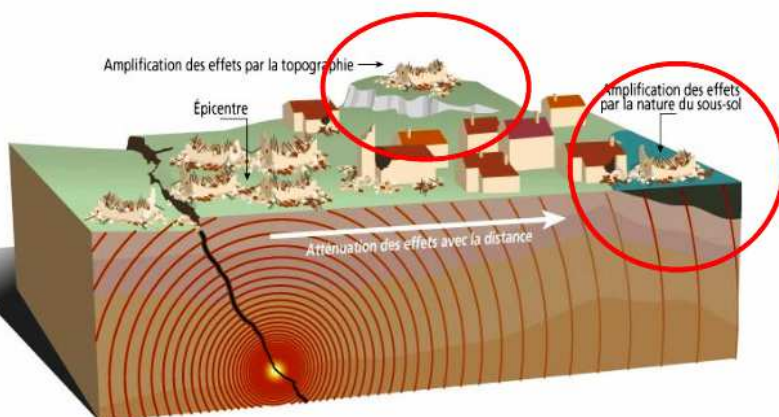
De plus, dans le cas de séisme de magnitude élevée, la faille peut se prolonger jusqu'à la surface et provoquer des décalages de terrain de part et d'autre de cette dernière.

B.1.E.a Les effets de site

Les effets de site directs sont causés par les caractéristiques locales du site (topographie, lithologie) et se traduisent fréquemment par une amplification du mouvement sismique¹⁷ (plus rarement une atténuation) et une augmentation de sa durée.

Ces effets de site qui modulent la sévérité des secousses sismiques et en conséquence le mouvement du sol de référence à retenir pour le dimensionnement du projet, doivent être pris en compte dans la phase de conception de la structure (bâtiment, pont,...).

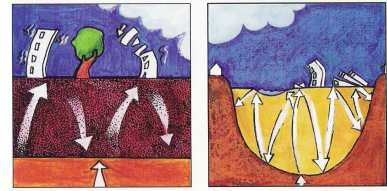
On distingue les effets de site liés à la nature du sol (lithologiques ou géologiques) et les effets de site liés à la topographie.



Les effets de site lithologiques

Les effets de site sont des phénomènes physiques qui préoccupent de plus en plus les responsables de la gestion parasismique.

Extrait du Guide méthodologique des Plans de Prévention des risques naturels – Risques sismiques.

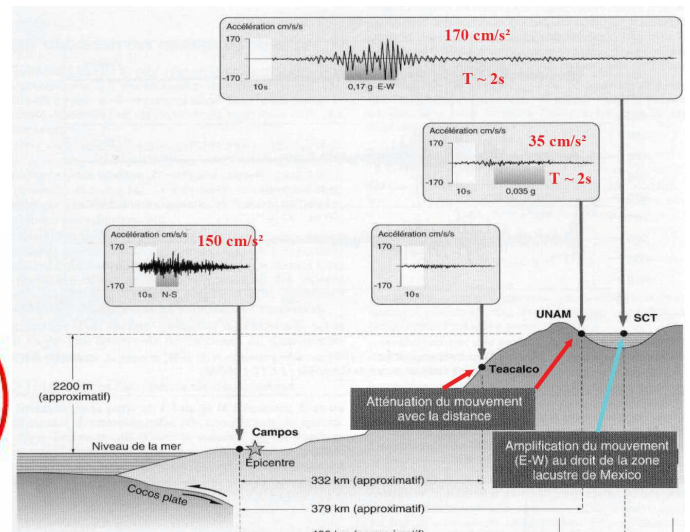


Source : Laurence Barret

Source : Laurence Barret

L'observation post-sismique a montré en effet que les conditions de sols en sub-surface (dans les 100 premiers mètres de la croûte terrestre en général) pouvaient augmenter l'agressivité d'un séisme.

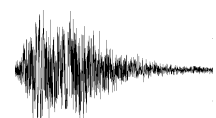
L'effet de site lithologique (ou géologique) se manifeste le plus souvent sur un remplissage sédimentaire ou anthropique, meuble, surmontant un substratum rigide. Les ondes sismiques peuvent être piégées dans ces couches meubles. Cela conduit à l'allongement de la durée du mouvement sismique et à un véritable phénomène de résonance, c'est à dire à une amplification du signal en surface. Cette amplification se fera principalement à une fréquence fondamentale f_0 , liée aux caractéristiques physiques de la couverture sédimentaire.



Evolution de l'accélération en fonction de la distance à l'épicentre - Séisme de Mexico 1985

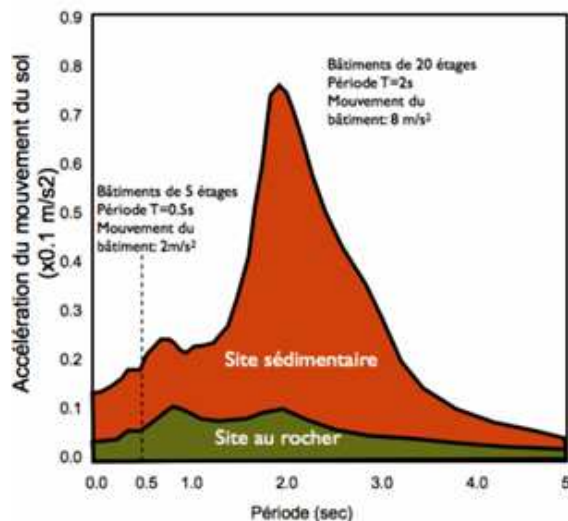
Source : Pierre Mouroux

¹⁷ Piégeage et interférences constructives des ondes sismiques



Le centre ville de Mexico se situe dans un ancien lac salé au-dessus d'un bassin sédimentaire. Ces couches de terrain meuble superficielle surmontant un substratum rocheux ont eu pour conséquence, lors du séisme survenu en 1985 (magnitude de 8.2), une amplification des secousses alors que le centre de Mexico se trouvait à plus de 300 kilomètres de l'épicentre. Comme on peut le remarquer sur le schéma ci-dessus des points plus proches de l'épicentre (commune de Tealcalco ou l'épicentre lui-même) ont été soumis à des accélérations sismiques bien moindres que celles subies par le centre de Mexico mettant en évidence l'effet de site lithologique.

On remarque également sur le graphique ci-dessous que le phénomène de résonance (amplification du signal) est maximal autour d'une fréquence proche de 0.5 Hz. Les bâtiments possédant une fréquence propre autour de la fréquence de 0.5 Hz (immeubles d'une vingtaine d'étages) entrèrent en résonance et furent parmi les plus touchés. Par contre, dans les mêmes quartiers, les anciennes maisons coloniales de 2 ou 3 étages¹⁸ possédant des fréquences propres éloignées de la fréquence de résonance (0.5 Hz) n'ont été que très peu endommagées, pourtant construites sans principe parasismique.



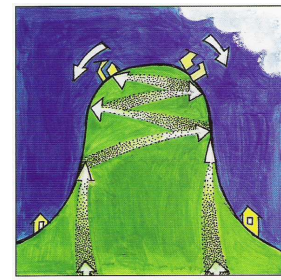
Amplification du mouvement du sol au niveau du site sédimentaire (centre de Mexico) et du site au rocher lors du séisme de Mexico (1985)

©Institut des Sciences de la Terre – Grenoble

¹⁸ La fréquence propre d'un bâtiment croit avec le nombre d'étage. Formule très simplifiée de la fréquence propre d'un bâtiment: $F=10/\text{nombre d'étages}$ (en Hz).

Les effets de site topographiques

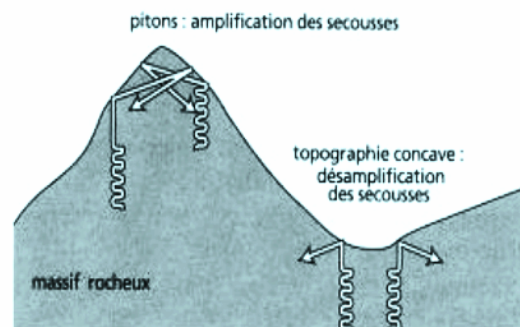
La forme du relief peut accroître les effets dévastateurs d'un séisme notamment par l'amplification des vibrations.



Source : Laurence Barret

Les effets de site topographiques se traduisent ainsi par des amplifications pouvant être importantes au sommet des buttes, sur les crêtes allongées, les rebords de plateaux ou de falaises.

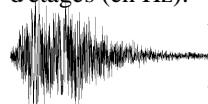
La bande de fréquence où l'amplification est maximale correspond à des longueurs d'onde comparables aux dimensions horizontales du relief. Les effets topographiques deviennent négligeables si la longueur d'onde est très grande devant celles-ci.



En l'absence d'effet de site lithologique, les secousses sismiques peuvent être « désamplifiées » et les dégâts occasionnés atténués (topographie concave).



Communes de Rognes - seime Lambesc 1919
Droits réservés - © 1909



L'effet topographique est l'hypothèse avancée pour expliquer l'amplification des dommages observée lors du séisme de 1909 au niveau des reliefs marqués de la commune de Rognes.

En effet, on peut remarquer sur la carte postale d'époque ci-dessus que la quasi-totalité des constructions situées au niveau des flancs de la colline (colline du Foussa) a été détruite alors qu'en contrebas, au pied du relief, les bâtiments subirent beaucoup moins de dommages (14 morts et 10 blessés graves ont été dénombrés sur la commune de Rognes).

D'autres communes du département situées dans un contexte topographique similaire ont subi des dégâts comparables.

B.1.E.b Les effets induits

La vibration sismique peut entraîner localement des effets supplémentaires appelés effets induits tels que

- la liquéfaction
- les mouvements de terrain
- le rejet de faille
- les tsunamis

La liquéfaction

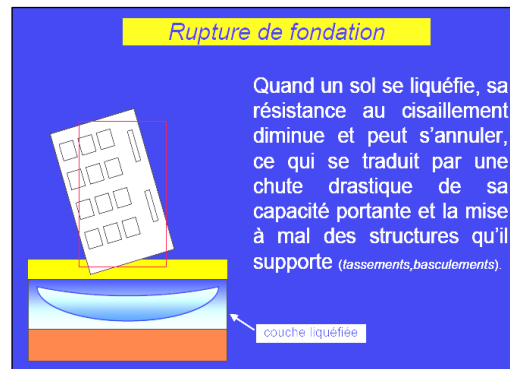
Sous certaines conditions de sollicitations dynamiques (notamment une accélération sismique suffisamment importante), certains sols peu compacts (milieux granulaires : sables, limons et vases,...) saturés en eau peuvent perdre toute portance (illustration - Séisme de Caracas). La présence de nappes souterraines à proximité ou dans ces sols est un facteur aggravant. L'eau contenue dans les sédiments va alors être expulsée formant de petits cônes caractéristiques appelés volcans de boue ou volcans de sable.



Volcans de boue
©USGS, BRGM

Le sol va se comporter comme un « liquide » (par réarrangement des grains qui provoque une diminution de l'indice des vides) et ne pourra plus supporter les charges auxquels il est soumis.

Cette déconsolidation brutale du matériau qui se traduit par la déstructuration du sol caractérise le phénomène de liquéfaction.



J.F.Serratrice,
© CETE Méd., 2004

Les constructions reposant sur des sols soumis à ce phénomène de tassement rapide des sédiments vont être particulièrement instables (basculement, enfoncement des constructions dans le sol, ruine partielle ou totale des constructions, voire la perte de vies humaines).

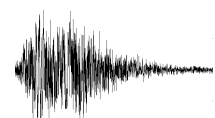


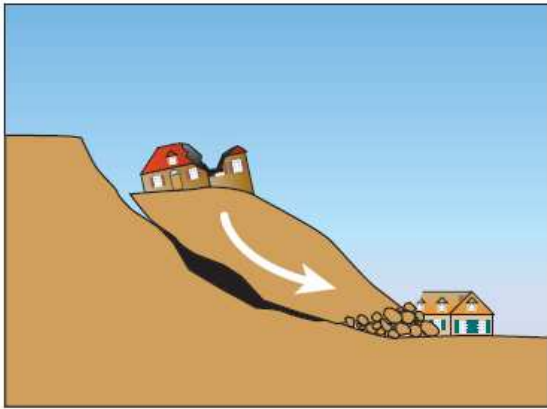
Séisme de Caracas (Venezuela) 1967
© USGS

Les mouvements de terrain

Un mouvement de terrain est un déplacement gravitaire plus ou moins brutal de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles ou artificielles.

Un versant stable en situation statique peut se trouver en déséquilibre sous sollicitation dynamique (séisme).

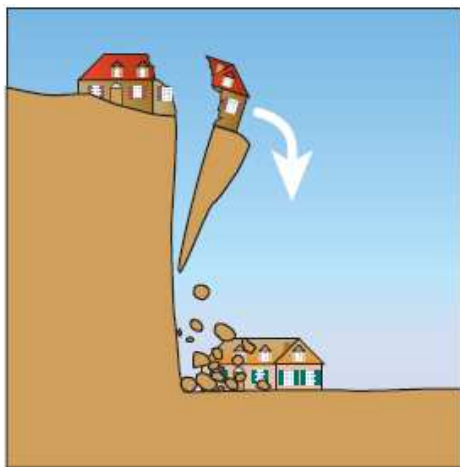




Glissement

Source : « Le risque sismique en PACA »

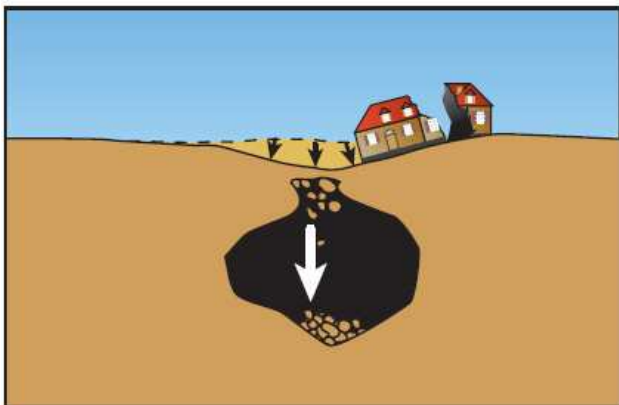
©BRGM/DIREN PACA/Région PACA, 2006



Chute de blocs

Source : « Le risque sismique en PACA »

©BRGM/DIREN PACA/Région PACA, 2006



Eboulement de cavité

Source : « Le risque sismique en PACA »

©BRGM/DIREN PACA/Région PACA, 2006

Les secousses sismiques peuvent être un élément déclencheur de ces mouvements gravitaires par modification de l'équilibre géologique (chutes de blocs, glissements de terrain, tassements ou effondrements de cavités...).

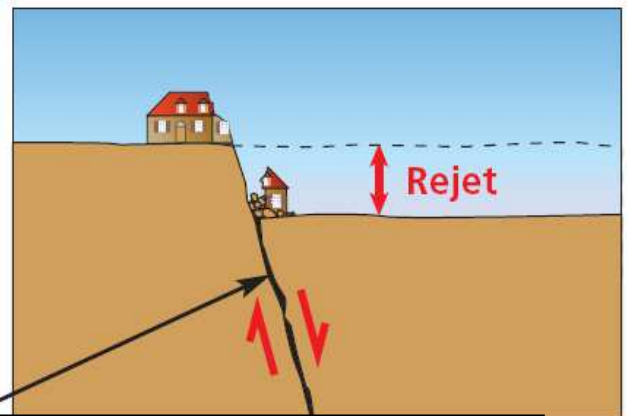
Outre leur facteur déclenchant, les vibrations sont de nature à augmenter la vitesse et la zone de propagation des mouvements de terrain.

Le rejet de faille

Dans certains cas, la rupture du plan de faille se propage jusqu'à la surface du sol, entraînant un décalage des terrains le long de la faille de quelques centimètres à plusieurs mètres appelée « rejet ». Cette propagation jusqu'à la surface du sol de la rupture du plan de faille dépend de la profondeur initiale du foyer sismique (endroit du plan de faille où a débuté la rupture) et de la magnitude du séisme (quantité d'énergie dissipée).

Une faille active débouchant en surface peut provoquer :

- un déplacement le long de la ligne de rupture (rejet horizontal ou vertical)
- une majoration des actions sismiques localement (zone de quelques centaines de mètres de part et d'autre de la ligne de rupture)

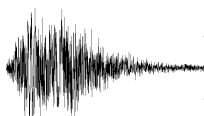


Propagation de la rupture du plan de faille jusqu'à la surface du sol (rejet vertical)

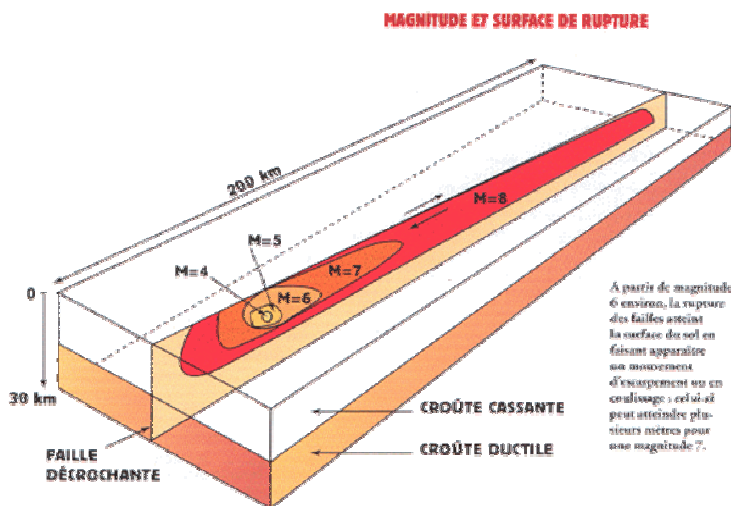
Rejet en surface

Source : « Le risque sismique en PACA »

©BRGM/DIREN PACA/Région PACA, 2006



Un rejet de 20 cm est suffisamment dommageable pour les bâtiments pour que cet aléa puisse être à l'origine de l'établissement d'une bande de neutralisation¹⁹ (inconstructible) ou de prescriptions spécifiques en particulier dans le cadre d'un Plan de Prévention des Risques Naturels. Toutefois, la probabilité d'occurrence d'un séisme supérieur à 6 dans les prochaines décennies étant très faible, la probabilité d'un rejet en surface reste faible.



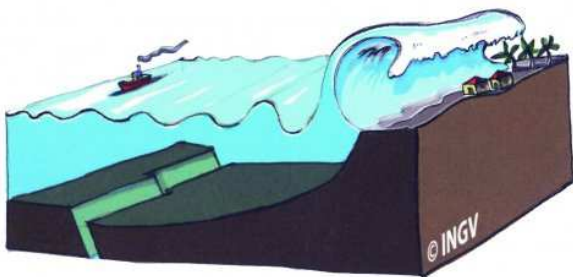
La magnitude est fonction de la surface de rupture sur le plan de faille (plus la surface de rupture est importante, plus la magnitude sera forte)

Les tsunamis

Un tsunami (du japonais : tsu, « port » et nami, « vague ») est une onde provoquée par un rapide mouvement d'un grand volume d'eau (océan ou mer).

Les principales origines des tsunamis sont:

- Les séismes : pour qu'un séisme soit à l'origine d'un tsunami, il est nécessaire que la rupture du plan de faille se soit propagée jusqu'à la base de la tranche d'eau.



<http://www.seisme-1909-provence.fr>

D'une façon générale les tsunamis sont habituellement générés par de grands tremblements de terre sous-marins (magnitude > 7) très peu profonds (profondeur < 50 km).

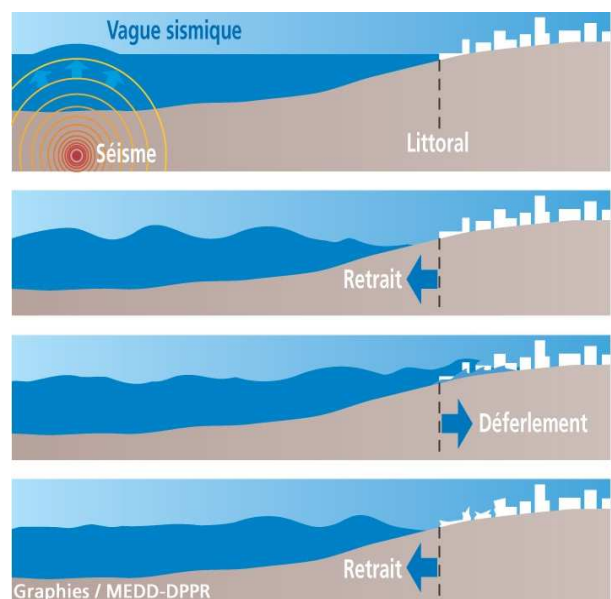
- Les mouvements de terrain sous-marins de grande ampleur



<http://www.seisme-1909-provence.fr>

- Les éruptions volcaniques sous marines de type explosif

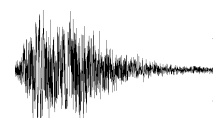
Le phénomène de tsunami peut également être initié par les chutes d'astéroïde, de comète ou de blocs de glaces.



Les différentes étapes du phénomène de tsunami

Le risque de tsunami concerne surtout les zones littorales des DOM TOM, mais le littoral métropolitain n'est pas à l'abri d'un tel phénomène, en particulier les rivages de la Méditerranée.

¹⁹ Cette bande de neutralisation tient compte de l'incertitude sur la localisation précise de la faille



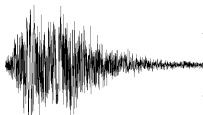
Tsunami à Nice

Le 16 octobre 1979, à 13h57, à l'embouchure du fleuve Var, une partie de la plate forme de remblaiement qui devait prolonger sur la mer les pistes de l'aéroport de Nice s'effondre. Elle entraîne avec elle 15 ouvriers et du matériel (quatre camions, deux grues). Ce chantier était alors considéré comme le plus grand chantier de travaux publics d'Europe. Neuf ouvriers trouvent la mort dans l'accident. Le glissement provoque une vague de 2,5 à 3 mètres qui frappe le littoral entre le port de la Salis et Antibes et occasionne des dégâts importants ainsi que la mort d'une commerçante d'Antibes. Une centaine de maisons ont été envahies par les flots. Une dizaine de voitures ainsi qu'une centaine d'embarcations ont été projetées sur les quais

©<http://www.seisme-1909-provence.fr>).



Photo du port de la Salis - Nice matin
Photo de voitures projetées sur le quai du port de la
Salis - Paru dans Nice Matin
<http://www.seisme-1909-provence.fr>



B.2 Prédiction, Prévision et Prévention

B.2.A La prédiction (à court terme)

Une prédiction²⁰ est l'action d'annoncer des événements futurs à court terme, dans notre cas, un séisme (heure, lieu précis, intensité,...). Elle est basée sur l'identification de signes précurseurs faibles (liste non exhaustive) :

- déformations crustales (= de la croûte terrestre)
- évolution spatio-temporelle de la sismicité
- variation du niveau d'eau dans les puits
- phénomène thermométrique (variation anormale de la température et de la conductivité du sol,...)
- dégagement de gaz (radon,...)
- variation du champ électromagnétique au sol et dans l'ionosphère
- comportement des animaux...

La prédiction, hélas, n'est pas une méthode fiable. En effet, l'analyse de ces signaux s'avère complexe, car ils ne sont pas toujours identifiables ou interprétables même si parfois ils ont été précurseurs d'un séisme (voir encart « Héliki » ci-contre). De plus, de nombreux exemples récents ont montré que ces signes ne sont pas systématiques, avant chaque séisme et que les modèles ne sont ni fiables, ni reproductibles ou généralisables, ce qui rend la prédiction difficile voire impossible, du moins à ce jour.

Des recherches mondiales sont cependant entreprises afin de mieux comprendre les séismes et d'être capable à l'avenir de les prévoir.

B.2.B La prévision (à long terme)

La prévision s'appuie sur les données historiques (archives, catalogues, témoignages,...) et instrumentales (enregistrements récents par appareils de mesure,...) et des données issues d'études géologiques et sismologiques. Elle permet de définir l'alea sismique d'une région.

Ce dernier se définit par la probabilité qu'un séisme survienne dans une région donnée sur une période donnée (50 ans, 500 ans...).

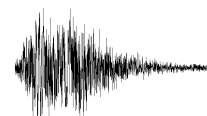


Dans la nouvelle réglementation nationale, l'accélération maximale de référence du sol a été estimée pour une période de retour²¹ de 475 ans correspondant à une probabilité de dépassement de la valeur de l'accélération réglementaire de 10% sur 50 ans.

La prédiction d'un séisme ou la diminution de l'alea étant impossible, seule la prévention permet de limiter l'ampleur des dégâts causés par un tremblement de terre et de sauver des vies humaines.

²¹ Période de retour = durée **moyenne** entre 2 événements de même ampleur.

²⁰ Ou prévision à court terme



B.2.C La Prévention



Lisbonne Abymée (vers 1760)
Eau-Forte
Bnf, Estampes et photographie
©Bibliothèque nationale de France

La controverse Voltaire - Rousseau

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

Cette controverse entre les deux écrivains marque le début de la réflexion sur la responsabilité de l'Homme face aux risques naturels qui se traduit aujourd'hui par les notions de vulnérabilité et de prévention.

La prévention est l'« Ensemble des dispositions prises pour prévenir un danger, un risque, un mal » (Larousse).

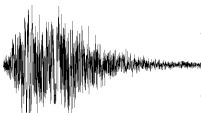
« Ce n'est pas le séisme qui tue mais les bâtiments »

La prévention regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour réduire l'impact d'un phénomène prévisible sur les personnes et les biens, avant qu'il ne se produise.

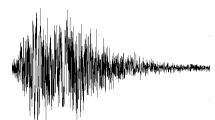
La politique française de réduction du risque sismique s'articule principalement autour des axes suivants :

- améliorer la connaissance de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque sismique
- informer les populations habitant les zones à risques
- définir et faire appliquer les règles de construction et d'aménagement du territoire, pour réduire la vulnérabilité et l'exposition au risque (**construire parasismique est le seul moyen efficace pour se protéger de l'aléa sismique**)
- préparer la gestion de crise.

Si l'État et les collectivités territoriales ont des responsabilités dans le domaine 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 donc primordial que chacun s'informe sur les risques auxquels il est exposé, ainsi que sur les mesures de prévention à mettre en œuvre.



ANNEXE C
Organisation des secours et consignes de sécurité



C.1 L'organisation des secours

C.1.A Au niveau départemental

En cas de catastrophe, lorsque plusieurs communes sont concernées, le plan de secours départemental (plan ORSEC) est mis en application. Il fixe l'organisation de la direction des secours et permet la mobilisation des moyens publics et privés nécessaires à l'intervention. Au niveau départemental, c'est le préfet qui élabore et déclenche le plan ORSEC ; il est directeur des opérations de secours.

En cas de nécessité, il peut faire appel à des moyens zonaux ou nationaux.

Ceci comprend la préparation d'un kit séisme, composé d'une radio avec ses piles de rechange, d'une lampe de poche, d'eau potable, des médicaments urgents, des papiers importants, de vêtements de rechange et de couvertures.

Une réflexion préalable sur les lieux les plus sûrs de mise à l'abri dans chaque pièce et les itinéraires d'évacuation complètera ce dispositif. Le site [risquesmajeurs.fr](http://www.risquesmajeurs.fr) donne des indications pour aider chaque famille à réaliser ce plan.

<http://www.risquesmajeurs.fr/le-plan-familial-de-mise-en-surete-pfms>

C.1.B Au niveau communal

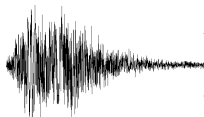
C'est le maire, détenteur des pouvoirs de police, qui a la charge d'assurer la sécurité de la population dans les conditions fixées par le code général des collectivités territoriales.

À cette fin, il prend les dispositions lui permettant de gérer la crise. Pour cela le maire élabore sur sa commune un Plan Communal de Sauvegarde (PCS). L'élaboration de ce PCS est obligatoire dans un délai de deux ans si la commune dispose d'un PPR approuvé ou si elle est comprise dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention (à partir de la date d'approbation de ces plans). S'il n'arrive pas à faire face par ses propres moyens à la situation il peut, si nécessaire, faire appel au préfet représentant de l'État dans le département.

Pour les établissements recevant du public, le gestionnaire doit veiller à la sécurité des personnes en attendant l'arrivée des secours. Il a été demandé aux directeurs d'école et aux chefs d'établissements scolaires d'élaborer un Plan Particulier de Mise en Sûreté afin d'assurer la sûreté des enfants et du personnel.

C.1.C Au niveau individuel

Un plan familial de mise en sûreté. Afin d'éviter la panique lors de la première secousse sismique, un tel plan préparé et testé en famille, constitue pour chacun la meilleure réponse pour faire face au séisme en attendant les secours.



C.2 Affichage des consignes de sécurité

Les consignes de sécurité figurant dans le document d'information communal et celles éventuellement fixées par certains exploitants ou propriétaires de locaux ou de terrains fréquentés par le public sont portées à la connaissance du public par voie d'affiches (Art. R. 125-12 Code de l'Environnement).

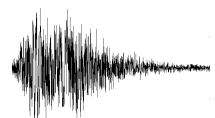
L'affichage dans la commune est obligatoire. Il est effectué sous l'entière responsabilité du maire sur la base d'un modèle-type arrêté par les ministres chargés respectivement de la sécurité civile et de la prévention des risques majeurs [voir arrêté du 9 février 2005 portant approbation des modèles d'affiches relatives aux consignes de sécurité devant être portées à la connaissance du public].

Les consignes de sécurité résultent des dispositions d'organisation des secours prises par le maire ainsi que du dispositif local éventuel d'observation des risques pouvant conduire à une alerte.

L'affichage doit être effectué partout où la nature du risque ou la répartition de la population l'exige. Ainsi, il pourra être réalisé non seulement sur les zones directement exposées, mais également sur la totalité de la commune (en cas de risque sismique ou cyclonique par exemple), voire sur des secteurs de communes voisines en accord avec les maires concernés.

Les consignes établies par l'exploitant ou le propriétaire du local sont liées au caractère du local ou du lieu d'affichage et visent à garantir la sécurité des occupants de ces locaux.

Cet affichage est mis en place en premier lieu dans les locaux dépendant de la commune (mairie, école, services sociaux, caserne de pompiers, locaux de la gendarmerie, etc.). Mais il peut également, en tant que de besoin, être imposé dans des lieux privés faisant l'objet de fréquents passages de la population dont la liste figure à l'article R. 125-14 du code de l'environnement. (Source : Prim.net)



C.3 Les consignes individuelles de sécurité

Se mettre à l'abri

Ecouter la radio : préciser la station de radio et sa fréquence

Respecter les consignes

En cas de séisme :

AVANT

- **Diagnostiquer la résistance aux séismes** de votre bâtiment et le renforcer si nécessaire
- **Repérer les points de coupure du gaz, eau, électricité**
- **Fixer les appareils et les meubles lourds**
- **Préparer un plan de groupement familial**

PENDANT

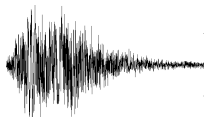
- Rester où l'on est :
 - à l'intérieur : se mettre près d'un gros mur, une colonne porteuse ou sous des meubles solides, s'éloigner des fenêtres
 - à l'extérieur : ne pas rester sous des fils électriques ou sous ce qui peut s'effondrer (cheminées, ponts, corniches, toitures, arbres...)
 - en voiture : s'arrêter et ne pas descendre avant la fin des secousses
- **Se protéger** la tête avec les bras
- **Ne pas allumer** de flamme

APRÈS

Après la première secousse, se méfier des répliques : il peut y avoir d'autres secousses importantes.

- **Ne pas prendre** les ascenseurs pour quitter un immeuble
- **Vérifier** l'eau, l'électricité, le gaz : en cas de fuite de gaz ouvrir les fenêtres et les portes, se sauver et prévenir les autorités
- **S'éloigner** des zones côtières, même longtemps après la fin des secousses, en raison d'éventuels raz-de-marée

Si l'on est bloqué sous des décombres, garder son calme et signaler sa présence en frappant sur l'objet le plus approprié (table, poutre, canalisation...)



Modèle d'affiche communale

Commune.....

Département des Bouches du Rhône

k

en cas de **danger** ou d'**alerte**

1. abritez-vous
take shelter
resguardese

2. écoutez la radio
listen to the radio
escuche la radio

Station 00.00 MHz

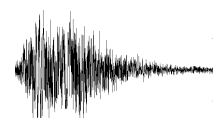
3. respectez les consignes
follow the instructions
respete las consignas

> n'allez pas chercher vos enfants à l'école
don't seek your children at school
no vaya a buscar a sus ninos a la escuela

pour en savoir **plus**, consultez

> à la mairie : **le DICRIM**, dossier d'information
communal sur les risques majeurs

> sur internet : **www.prim.net**



Pour en savoir plus

Textes officiels

Décret n°2005-1005 du 23 août 2005 relatif à l'extension du contrôle technique obligatoire à certaines constructions exposées à un risque sismique et modifiant le code de la construction et de l'habitation

Décret n°2007-1727 du 7 décembre 2007 relatif à l'extension du contrôle technique obligatoire à certaines constructions exposées à un risque sismique et modifiant le code de la construction et de l'habitation

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 de travaux

Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010, relatif à la prévention du risque sismique

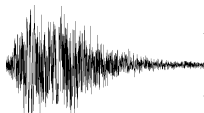
Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, portant délimitation des zones de sismicité du territoire français

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 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicable aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »

Arrêté du 25 octobre 2012 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 15 septembre 2014 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 »



Sites Internet utiles

<http://www.planseisme.fr/>

site de référence sur la prise en compte du risque sismique, accès aux productions réalisées dans le cadre du plan séisme

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Risque-sismique-.html>

site du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

<http://prim.net>

Portail de la prévention des risques majeurs

Information sur les risques au niveau de votre commune et notamment indication de la zone de sismicité

www.seisme-1909-provence.fr

Un site pour comprendre le risque sismique et connaître les actions menées en région

Provence-Alpes-Côte-d'Azur

www.sisfrance.net

Relevé et caractéristiques des séismes historiques et contemporains en France

<http://www.qualiteconstruction.com/>

Site de l'Agence Qualité Construction. L'Agence Qualité Construction est une association loi 1901 qui a pour mission de prévenir les désordres dans le bâtiment et d'améliorer la qualité de la construction (outils techniques destinés à aider les professionnels du bâtiment)

<http://afps-seisme.org/>

L'Association Française du Génie Parasismique (AFPS) est une association régie par la loi du 1er juillet a pour objet l'étude des tremblements de terre, celle de leurs conséquences sur le sol, sur les constructions et sur leur environnement

Bibliographie

Les séismes – Dossier d'information (grand public)

DPPR –SDPRM –20 pages – 2004 www.developpement-durable.gouv.fr/Les-seismes.html

Le risque sismique en France

64 p. – 2008 – BRGM éditions

Etude tectonique de la région de Marseille Tomes 1 et 2

Par G. GIEU

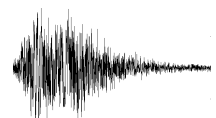
398 p – 2002 – PUP

Les tremblements de terre aux XVIIe et XVIIIe siècles

La naissance d'un risque

Par G. QUENET

592 p. – 2005 – Edition Champ Vallon – Collection Epoques



Le cahier d'activités du SISMO

Collège – Lycée : activités éducatives proposées par le Sismo des Ecoles

Par J.L. BERENQUER; F. PASCUCCHI; H. FERRY

102 p. et CD-Rom - 2006 – CRDP de l'Académie de Nice

www.crdp-nice.fr

Construire en zone sismique : S'implanter, bâtir, habiter

Plaquette du Programme national de prévention du risque sismique

4 p. – 2005

Conception, vulnérabilité, urbanisme et sismologie

Par M. ZACEK; P. BALANDIER

Coffret de 5 cahiers – 2003 – Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau – Collection

Conception parasismique www.lesgrandsateliers.fr

Conception parasismique des bâtiments

Fiche A (Conception d'ensemble) –

Fiche B (Dispositions constructives)

Par M. ZACEK, Septembre 2010

Téléchargeable sur Internet

Conception parasismique des maisons individuelles

Fiche C

Par M. ZACEK, Janvier 2011

Téléchargeable sur Internet

Construire parasismique : Risque sismique. Conception parasismique des bâtiments.

Réglementation

Par M. ZACEK

342 pages - 1996 - Prix 73,18 € - Ed. Parenthèses.

Cours de construction parasismique

Patricia BALANDIER - 2001

5 Volumes

www.planseisme.fr

Guide de la conception parasismique des bâtiments

AFPS - 159 pages – 2003 – Prix 50 euros – Ed. Eyrolles

Du contexte de la réglementation en matière de construction parasismique

Par G. CZITROM

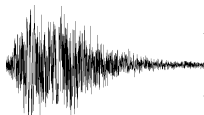
Association Française du Génie Parasismique (AFPS) : Cahier technique numéro spécial, septembre 1999

137 p. – 1999 – AFPS

www.afps-seisme.org

Les tremblements de terre en France. Hier. Aujourd'hui. Demain

196 p - 1997 - Prix 38,11 €. - BRGM éditions



Evaluation du respect de l'application des règles de construction parasismique
Région Provence Alpes Côte d'Azur
CETE MEDITERRANEE– 56 p. - 2001

Evaluation de l'application de la réglementation parasismique dans les
départements des Alpes-Maritimes, Isère, Pyrénées-Atlantiques et Hautes-Pyrénées
CGPC - IGE – 77 p. - 2004

Les techniques de prévision et de prévention des risques naturels : séismes et mouvements de terrain

Par Ch. KERT, Député dans le cadre de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - 1995 - Prix 11,43 €.

Rapport Assemblée nationale n° 2017, Sénat n° 261 -1995

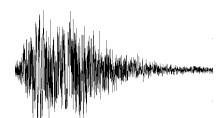
Rapport n°1540 à l'Assemblée nationale et n°312 au Sénat – 1999

Les dispositifs d'alerte aux tsunamis en France et dans le monde

Rapport du Sénat n° 546 (2008-2009) – 156 p.

Région PACA, BRGM, DIREN PACA et CETE Méditerranée, Le risque sismique en PACA,
100 p – 2006

<http://www.planseisme.fr>



Glossaire

Aléa sismique : L'aléa est une estimation de la probabilité qu'un événement naturel survienne dans une région donnée et dans un intervalle de temps donné. L'aléa sismique est donc la probabilité, pour un site, d'être exposé à une secousse tellurique de caractéristiques données. L'évaluation de l'aléa sismique intègre la magnitude, l'ampleur et la période de retour des séismes.

Amplitude d'une secousse (d'une onde)

Mouvement maximal du sol par rapport à la position d'équilibre.

Approche déterministe

Dans cette méthode, 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 actuellement utilisé pour l'application des normes parasismiques des installations à risque spécial et 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 linéaire 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.

Asthénosphère

Partie ductile du manteau terrestre, directement située sous la lithosphère rigide. Son épaisseur varie entre environ 100 km sous les océans (quelques kilomètres au niveau des rifts océaniques) et environ 250 km sous les continents.

Collision continentale

Le phénomène de collision continentale est la confrontation de deux plaques continentales qui suit la disparition des lithosphères océaniques par subduction ; il est à ce titre la deuxième phase du phénomène de convergence.

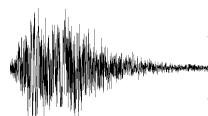
La collision provoque la formation de structures géologiques comme les plis, chevauchements et nappes de charriage et entraîne à terme une orogénèse.

Convergence

Mouvements de rapprochement de deux plaques lithosphériques. L'une peut plonger sous l'autre (subduction) ou elles peuvent entrer en collision et créer ainsi une chaîne de montagne. Les zones de convergence sont caractérisées par une forte sismicité et des reliefs élevés.

Croûte terrestre

Couche de roches situées près de la surface de la Terre. Les continents et les bassins océaniques en font partie. Sous les océans, la croûte mesure environ 5 km d'épaisseur, tandis que sous les continents, l'épaisseur moyenne est de 35 km. La croûte se compose entre autres de basalte et de granite. Le basalte est la principale composante de la croûte océanique tandis que le granite se retrouve principalement dans la croûte continentale.



Distance épacentrale

Distance par rapport à l'épicentre. Quand on est « près » du séisme, on donne souvent la distance épacentrale en km (d). Quand on est plus loin, on la donne en degrés (D).

Divergence

Mouvements d'écartement de deux plaques lithosphériques. La divergence est le phénomène à l'origine de la naissance et de l'expansion des océans.

Ductilité

Capacité d'un matériau, et par extension d'un élément ou d'une structure, de subir avant la rupture des déformations plastiques (irréversibles) sans perte significative de résistance. L'absence de rupture fragile d'une structure est un élément essentiel d'une bonne conception parasismique. Ces matériaux « préviennent » donc de l'approche de leur rupture.

Échelle de Richter

Mot impropre pour désigner la magnitude, qui est une mesure de la taille des séismes, proposée par C. Richter en 1935. De par sa définition, elle n'a pas de limite ni supérieure ni inférieure. Sur des critères physiques liés à la taille maximale d'une source sismique et à l'énergie correspondante qui peut être rayonnée, on estime cependant qu'une valeur limite doit exister (la magnitude des plus forts séismes connus à ce jour ne dépasse pas 9.5 : séisme du Chili en 1960).

Effets de site

Modification des mouvements sismiques du fait de la résonance des ondes sismiques produite par la topographie du relief (effets de site dits topographiques) ou par la présence de formations géologiques superficielles meubles (effets de site dits géologiques). Le plus souvent, les effets de site conduisent à une amplification des mouvements sismiques.

Effets induits

Phénomènes naturels provoqués ou induits par les séismes, et dont les effets s'ajoutent à ceux liés aux mouvements du sol. Les principaux effets induits sont les mouvements de terrain, le phénomène de liquéfaction des sols-, et les tsunamis.

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.

Epicentre

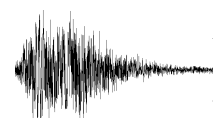
Le point à la surface du sol, situé à la verticale du foyer.

Faïlle

Fracture ou zone de rupture dans la roche, le long de laquelle les deux bords se déplacent l'un par rapport à l'autre.

Foyer/hypocentre

Point de départ de la rupture des roches.



Intensité

Classification de sévérité de la secousse au sol en fonction des effets observés (personnes, objets, bâtiments...) dans une zone donnée. Les deux principales échelles utilisées en France (MSK64 et EMS-98) comportent 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 V et deviennent importants (destructions de bâtiments) à partir de VIII. Le degré XII caractérise une catastrophe généralisée, les effets atteignant le maximum concevable. L'échelle EMS-98 constitue aujourd'hui l'échelle de référence en Europe.

Isoséiste

Courbe reliant les lieux ayant subi la même intensité sismique

Liquéfaction

La liquéfaction des sols désigne le phénomène physique de passage des sols d'un état solide à un état liquide. Ce changement d'état s'observe dans le cas de forts mouvements sismiques appliqués à des sols granulaires (sables) saturés en eau.

Lithosphère

Couche externe et rigide de la Terre au-dessus de l'asthénosphère. Elle inclut la croûte et la partie superficielle du manteau. Elle est caractérisée par ses propriétés mécaniques (solide et cassante) et thermiques (propagation de chaleur par conduction). Elle est constituée d'un certain nombre de plaques tectoniques qui se déplacent les unes par rapport aux autres.

Magnitude/Échelle de Richter

La magnitude représente l'énergie libérée par une source sismique sous forme d'onde pendant un séisme, elle est estimée à partir de l'enregistrement du mouvement du sol pendant un séisme par des sismomètres. C'est une valeur caractéristique de la « puissance » d'un séisme. L'« échelle de Richter » mesure la magnitude des séismes. Elle n'a, par définition, aucune limite théorique (ni inférieure ni supérieure). Se fondant sur des critères physiques (taille maximale d'une secousse tellurique et énergie rayonnée correspondante), on estime néanmoins qu'une valeur limite doit exister : la magnitude des plus violents séismes connus à ce jour ne dépasse pas 9,5. A partir d'une magnitude 5,5 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 la roche en fusion du manteau.

Onde sismique

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

Orogenèse

Ensemble des événements aboutissant à la formation d'une chaîne de montagne.

Période de retour

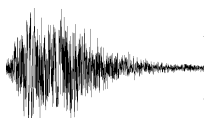
Durée moyenne entre deux événements de même ampleur.

Plaque tectonique

Grande structure géométrique qui compose la croûte terrestre. Les plaques tectoniques sont en continu mouvement.

Précurseur

Petit séisme qui précède de quelques secondes à quelques semaines un fort séisme. Le précurseur a lieu à l'emplacement ou à proximité du gros séisme.



Répliques

Séismes succédant, dans une zone proche, à un autre séisme (dit séisme principal).

Résonance :

Situation de concordance des périodes d'oscillation des ouvrages avec le mouvement sismique du sol, se traduisant par une amplification importante du mouvement de l'ouvrage.

Risque naturel

La circulaire n° 88-67 du 20 juin 1988 relative aux risques naturels et au droit des sols distingue deux notions : le phénomène naturel et le risque naturel.

Le phénomène naturel s'oppose au phénomène anthropique, c'est-à-dire provoqué par une action humaine. Il peut être soit localisé (c'est-à-dire lié aux caractéristiques physiques du milieu), soit délocalisé (c'est-à-dire survenant dans un espace quelconque - les phénomènes atmosphériques pour l'essentiel).

La notion de risque suppose à priori l'existence de biens ou d'activités (généralement des établissements humains) dommageables. On parle de risque naturel quand un phénomène naturel susceptible de se produire expose des biens et activités à des dommages et des personnes à des préjudices.

La catastrophe naturelle correspond à des dommages importants résultant d'une intensité anormale du phénomène naturel. Le risque majeur résulte de la conjonction d'une catastrophe naturelle et de l'existence de biens et activités vulnérables.

Risque sismique

Le risque sismique d'un site est un risque naturel lié à l'activité sismique. Il est la conjonction d'un aléa sismique et d'une vulnérabilité des personnes, des biens et des activités sur ce site. La nature et la vulnérabilité des enjeux (économiques, patrimoniaux, sociaux...) sont primordiales pour l'évaluation du risque sismique.

Séisme/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).

Sismicité

Distribution géographique des séismes en fonction du temps.

Sismogramme

Représentation graphique de l'enregistrement d'une onde sismique, réalisé au moyen d'un sismomètre.

Sismologie

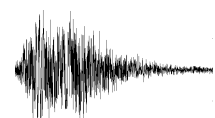
Science qui étudie les tremblements de terre naturels ou artificiels, et d'une manière générale la propagation des ondes sismiques à travers

Sismomètre/Séismomètre

Détecteur des mouvements du sol qui comporte un capteur mécanique, un amplificateur et un enregistreur.

Spectre de réponse élastique

Le spectre de réponse élastique correspond à l'accélération maximale d'un oscillateur simple 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.



Subduction

Processus intervenant lors de la convergence entre deux plaques tectoniques. Une plaque plongeante va retourner dans l'asthénosphère en prenant appui sur une plaque chevauchante. Il peut s'agir de deux plaques océaniques entre elles ou d'une plaque océanique et d'une plaque continentale. Les zones de subduction ont une topographie aux forts reliefs positifs et négatifs et sont le siège d'une activité géologique importante.

Tectonique des plaques

La tectonique des plaques (d'abord appelée dérive des continents) est le modèle actuel du fonctionnement interne de la Terre. Elle est l'expression en surface de la convection qui se déroule dans le manteau terrestre. La lithosphère, couche externe de la Terre, est découpée en plaques rigides qui flottent et se déplacent sur l'asthénosphère, plus ductile.

Tsunami

En japonais, tsunami vient de tsu « port » et nami « vague ». C'est un raz de marée généralement provoqué par un mouvement brutal du fond de la mer, par exemple au cours d'un séisme sous-marin, d'un mouvement de terrain sous marin ou d'une éruption volcanique sous marine.

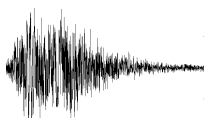
Vulnérabilité

Les ouvrages humains (constructions, équipements, aménagements, etc.) ne sont pas tous capables d'absorber et de dissiper, sans dommage (rupture), les efforts transmis par les ondes sismiques. Selon leur nature et leur conception ils sont plus ou moins vulnérables à ces sollicitations.

Des règles de construction parasismique sont imposées pour réduire cette vulnérabilité dans les zones sismiques.

Zone sismotectonique

Zones géographiques dans lesquelles 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





PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

PREFECTURE DES BOUCHES DU RHONE

**DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES
ET DE LA MER**

Transmission d'informations aux maires

NOTE SYNTHETIQUE

Principes pour la prise en compte du risque sismique

Un nouveau zonage sismique des communes françaises est en vigueur depuis le 1er mai 2011 (Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010). Il s'accompagne d'une évolution réglementaire des règles de construction parasismique. L'arrêté du 22 octobre 2010 définit de nouvelles normes de construction parasismique à appliquer pour les bâtiments de la classe dite « à risque normal ». Ce nouveau zonage se fonde principalement sur une approche de type probabiliste (prise en compte des périodes de retour) et définit 5 zones de sismicité croissante, allant de 1 (zone d'aléa très faible) à 5 (zone d'aléa fort). La réglementation parasismique s'applique aux nouveaux bâtiments et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières (précisées en annexe), dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5.

La protection des bâtiments est modulée en fonction de l'**enjeu** associé au bâtiment et de l'agression sismique à prendre en compte (**aléa**).

Une démarche d'information préventive

Cette Transmission d'Informations aux Maires est une démarche préventive visant à mieux informer les maires, les maîtres d'ouvrage et les constructeurs, de façon à renforcer l'exigence à l'égard du comportement des constructions futures face au phénomène séisme.

Cette information préventive relative aux risques majeurs et à l'organisation de la sécurité civile est devenue un droit du citoyen par la loi du 27 juillet 1987. Il a été codifié dans l'article L. 125-2 du Code de l'Environnement :

« Les citoyens ont un droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis dans certaines zones du territoire et sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Ce droit s'applique aux risques technologiques et aux risques naturels prévisibles. (...) »

L'État et les communes ont un devoir d'information de la population sur la nature et les conséquences possibles du phénomène. Ce « porter à la connaissance » est un support d'information et de communication de l'État vers les communes. Celles-ci sont chargées de transmettre à leur population les informations présentées ci-après.

Le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (D.D.R.M)

Le DDRM est un document dans lequel le préfet (conformément à l'article R125-11 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. Le DDRM mis à jour est disponible sur le site internet des services de l'Etat : <http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/>

Cette Transmission d'Information aux Maires permet de préciser et de compléter l'information sur le risque sismique par rapport au DDRM.

Le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)

Les informations et préconisations contenues dans ce document (DDRM) ont vocation à étayer le DICRIM et à être diffusées largement à la population; cette diffusion pourra s'appuyer sur tous types de supports disponibles (DICRIM, bulletins communaux, site internet, affichage, etc.). Le DICRIM doit être accompagné d'une communication au moins tous les deux ans en cas de plan de prévention des risques prescrit ou approuvé sur la commune.

Information des Acquéreurs ou locataires (I.A.L.)

La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages a introduit, dans son article 77, l'Information des Acquéreurs ou Locataires (I.A.L.) de bien immobilier. Lorsque ces biens sont situés dans une zone couverte par un PPR Technologique, un PPR Naturel, un PPR Miniers (prescrit ou approuvé) ou dans une zone de sismicité au minimum faible, le vendeur ou le bailleur a une obligation d'information sur l'existence de risques (état des risques naturels, miniers et technologiques). Il doit également fournir une information sur les éventuelles indemnités perçues au titre des catastrophes naturelles à l'occasion d'un sinistre sur son bien. L'arrêté préfectoral qui liste les communes des Bouches du Rhône soumises à l'I.A.L a été mis à jour le 26 mai 2011 pour prendre en compte le risque sismique.

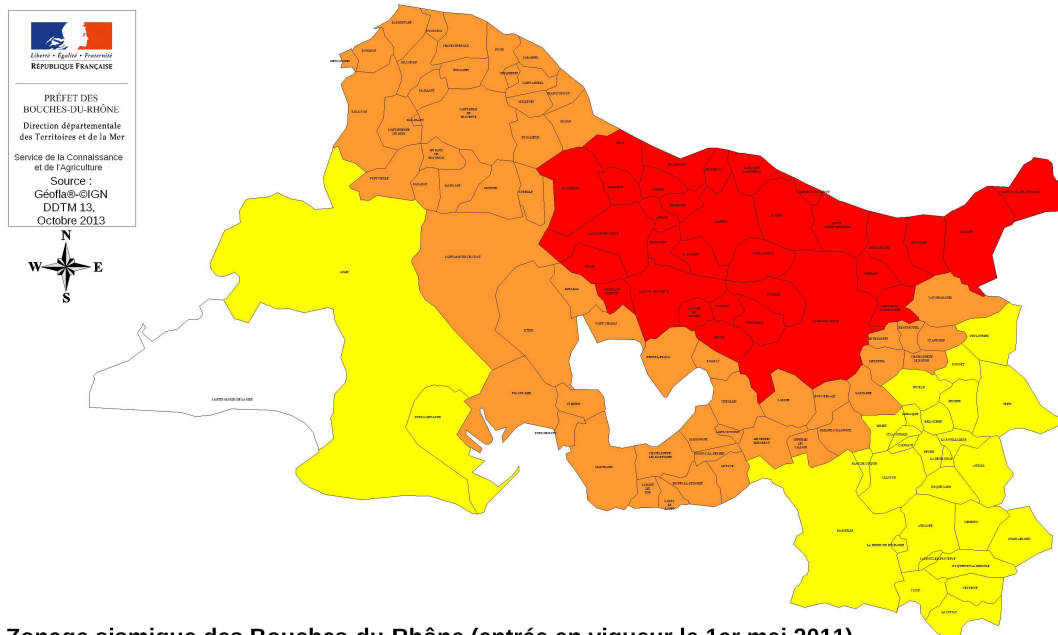
Il est recommandé pour la délivrance d'autorisation d'urbanisme de remettre un exemplaire de ce document au moment du retrait des imprimés relatifs aux permis de construire ou déclarations préalables pour les bâtiments pouvant être concernés.

L'aléa

Le département des Bouches du Rhône est exposé au risque sismique et ce aussi bien en intensité qu'en surface de territoire où la vulnérabilité des différents enjeux y est très forte, en particulier dans la vallée de la Durance, dans le secteur du pays d'Aix-en-Provence, mais également plus à l'ouest, dans les secteurs de Pélissanne, Salon-de-Provence et Lambesc.

Les communes du département des Bouches du Rhône sont situées en zone de sismicité 1, 2, 3 et 4 (voir carte de zonage ci-après).

A l'exception de Saintes-Maries-de-la-Mer (zone de sismicité 1), toutes les communes du département sont concernées par les exigences de la nouvelle réglementation parasismique.



Zonage sismique des Bouches-du-Rhône (entrée en vigueur le 1er mai 2011)

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets no 2010-1254 du 22 octobre 2010 et no 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Pour plus d'informations : <http://www.planseisme.fr/Zonage-sismique-de-la-France.html>

Zone de sismicité

- 1 - Très faible
- 2 - Faible
- 3 - Modéré
- 4 - Moyenne

Les enjeux

Les enjeux (bâtiments) sont classés suivant leur importance par catégorie. Les bâtiments à risque normal sont classés en quatre catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu (hangar, entrepôt,...) à la catégorie IV (bâtiments stratégiques).

La réglementation parasismique en vigueur

Pour les bâtiments à risque normal, les exigences de protection parasismique sont modulées en fonction de deux critères : la zone sismique (localisation géographique - aléa) d'une part, et la catégorie d'importance du bâtiment (enjeu) d'autre part.

L'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 définit les règles de construction parasismiques applicables aux bâtiments à risque normal :

- L'**Eurocode 8** (parties 1, 3 et 5) transposé en normes françaises NF EN 1998-1, NF EN 1998-3 et NF EN 1998-5 et leurs annexes nationales associées est la règle générale de dimensionnement des bâtiments et ouvrages géotechniques associés.
- La norme **NF P 06-014** dite règles **PS-MI 89 révisées 92** sont des règles forfaitaires auxquelles il est possible de recourir pour les bâtiments de forme simple (conditions d'application explicitées dans la dite norme).

Les attestations requises pour certaines constructions :

Lors de la demande du permis de construire pour les bâtiments pour lesquels la mission parasismique PS est obligatoire (pour les bâtiments listés aux alinéas 4° et 5° de l'article R111-38 du code de la construction et de l'habitation), une première attestation établie par le contrôleur technique doit être fournie. Elle spécifie que le contrôleur a bien fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques au niveau de la conception du bâtiment.

A l'issue de l'achèvement des travaux, le maître d'ouvrage doit fournir une nouvelle attestation stipulant qu'il a tenu compte des avis formulés par le contrôleur technique sur le respect des règles parasismiques.

Les maisons individuelles ne sont pas soumises à cette obligation d'attestation.

Les contrôles

Un contrôle est exercé par échantillonnage dans le cadre du Contrôle du Règlement de la Construction (CRC) déjà diligenté chaque année par les services de l'État.

Un processus de contrôle spécifique est mis en place pour les maisons individuelles.

Des opérations de contrôle en cours de chantier pourront être mises en œuvre sur des maisons construites en maçonnerie.

Réponses aux questions fréquemment posées sur la réglementation nationale

Réponses aux questions sur la nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments

CLASSIFICATION DES BÂTIMENTS

Suite à la publication des nouveaux textes réglementaires en date du 22 octobre 2010 (décrets n° 2010-1254 et 2010-1255, 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 », de nouvelles règles de construction parasismique sont à appliquer pour les bâtiments à « risque normal » sur le territoire national depuis le 1er mai 2011.

Afin d'accompagner la sortie de cette nouvelle réglementation, la DGALN et le CETE Méditerranée (à présent CEREMA) ont réalisé une plaquette d'information et des journées de sensibilisation au risque sismique dans la construction à destination des professionnels de la construction sont tenues depuis mars 2011 dans l'ensemble des zones sismiques. Au cours de ces journées, de nombreuses questions ont été collectées afin de répertorier les besoins d'explicitation les plus fréquents et de leur apporter des éléments de réponse.

Vous trouverez ci-dessous des réponses formulées aux principales questions de la part des acteurs de la construction sur les implications de la nouvelle réglementation parasismique.

L'enseignement supérieur ou pour adulte fait-il partie des établissements scolaires de catégorie III?

Réponse : La catégorie d'importance III regroupe les bâtiments recevant du public vulnérable, pour lequel la défaillance de la structure entraînerait un risque élevé. Par conséquent, seuls les établissements d'enseignement primaire et secondaire, recevant des enfants ou des adolescents, sont classés en catégorie III en tant qu'établissements scolaires. Les bâtiments d'enseignement supérieur ou pour adulte sont classés en fonction d'autres critères définis dans l'arrêté du 22 octobre 2010 : catégorie d'ERP, limites des 300 personnes ou des 28 m de hauteur.

Un permis de construire est déposé pour un bâtiment de catégorie II. En cours de construction, la destination des locaux est modifiée. Le bâtiment dans sa configuration finale aurait été classé en catégorie III. Une justification parasismique en catégorie III est-elle nécessaire ?

Réponse : Le changement de destination en cours de chantier implique un changement d'enjeu et du niveau de risque associé à la construction. Il est du ressort du maître d'ouvrage de prendre en compte la nouvelle catégorie d'importance du bâtiment et, compte tenu de l'avancement du projet, d'actualiser sa conception et son dimensionnement avec l'appui de la maîtrise d'œuvre. Le changement de catégorie d'importance II en catégorie d'importance III implique le recours à un contrôleur technique pour les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5. L'attestation de prise en compte des règles parasismiques est à fournir lors de la demande de PC modificatif et à l'issue de l'achèvement des travaux.

Une modification de destination des locaux intervient dans un bâtiment existant, sans travaux importants. La catégorie d'importance de l'ouvrage dans son nouvel usage est plus élevée que la catégorie initiale. Le bâtiment doit-il faire l'objet d'une justification parasismique ?

Réponse : La réglementation parasismique n'implique aucune obligation pour le maître d'ouvrage dans le cas d'un changement de catégorie d'importance sans travaux. Cependant, le changement de catégorie d'importance reflète un changement du niveau de risque associé. Il est donc fortement recommandé de faire réaliser un diagnostic sismique de la structure et d'éventuels renforcements. L'arrêté du 22 octobre 2010 encourage d'ailleurs tout maître d'ouvrage volontaire à améliorer le comportement de son bâtiment en permettant de moduler l'objectif de confortement dans le cadre de l'application de la norme NF EN 1998-3 (Eurocode 8, partie 3 - évaluation et renforcement des bâtiments).

Un même bâtiment comporte deux ERP superposés de 4ème catégorie au sens de la protection contre les risques d'incendie et de panique. La somme de l'effectif des deux ERP dépasse les 300 personnes. Comment classer ce bâtiment au sens de la réglementation parasismique ?

Réponse : La classification en catégorie d'importance sismique s'appuie en partie sur la définition des catégories d'ERP liée à la réglementation incendie. Cependant, les deux classements relèvent de principes physiques très différents : la réglementation incendie se réfère à la possibilité de propagation d'un incendie d'un ERP à l'autre, alors que la réglementation parasismique considère l'unité structurelle dans son ensemble, soumise à l'action d'un tremblement de terre. Des ERP distincts au sens de la réglementation incendie ne sont donc pas nécessairement des bâtiments distincts au sens de la réglementation parasismique.

Pour un bâtiment constitué de deux ERP de 4ème catégorie (moins de 300 personnes chacun), deux cas de figures peuvent donc se présenter :

- la somme de l'effectif des deux ERP reste inférieure à 300 personnes, le bâtiment peut alors être classé en catégorie d'importance II au sens de la réglementation parasismique, sous réserve de prise en compte des autres clauses de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.
- la somme de l'effectif des deux ERP est supérieure à 300 personnes, la limite en effectif fixé par l'arrêté du 22 octobre 2010 est dépassée et le bâtiment est classé en catégorie d'importance III.

Ce raisonnement reste valable pour toutes les combinaisons pouvant se présenter au sein d'une même structure (plusieurs ERP mais aussi cohabitation de logements et d'ERP dans un même bâtiment).

Dans quelle catégorie d'importance les établissements pénitentiaires doivent-ils être classés ?

Réponse : Pour les nouvelles constructions de centres pénitentiaires (maisons d'arrêt, maisons centrales, centre de détention), les constructions à l'intérieur du mur d'enceinte sont classées en catégorie IV et les bâtiments hors enceinte sont classés en catégorie II.

Les crèches, les centres de formations sont-ils à considérer comme des établissements scolaires au sens de la catégorie d'importance III ?

Réponse : Les crèches ne sont pas des établissements scolaires mais des établissements de garde d'enfants d'âge préscolaire, donc des établissements sanitaires et sociaux : les crèches sont à classer dans la catégorie d'importance III. Les centres de formation d'apprentis doivent être considérés comme des établissements scolaires et appartiennent donc à la catégorie d'importance III.

Il est à noter que les catégories d'importance explicitées dans l'arrêté du 22 octobre 2010 proviennent de la déclinaison des catégories définies dans le décret n°2010-1254. Celui-ci stipule notamment que les bâtiments de catégories d'importance II sont ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes et que les bâtiments de la catégorie d'importance III sont ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes ou en raison de leur importance socio-économique. La vulnérabilité du public (personnes âgées, handicapées ou enfants) est donc un critère permettant de délimiter les bâtiments de catégorie III. La maîtrise d'ouvrage peut se rapprocher de ces définitions pour classer son bâtiment, tout en respectant les conditions de l'arrêté.

Les maisons de retraite sont-elles à considérer comme des établissements sanitaires et sociaux au sens de la catégorie d'importance III ?

Réponse : Au titre de la sécurité incendie, la distinction entre maisons de retraite - ERP et maisons de retraite – bâtiments d'habitation est réalisée d'après le niveau de dépendance des personnes hébergées. Cette distinction est également à réaliser pour la classification des bâtiments au titre de la réglementation parasismique.

Ainsi, à ce titre, dès qu'une maison de retraite est un ERP de type J, et ce quelque soit sa catégorie (dans ce cas précis, on ne se limite pas, comme précisé à l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010, aux ERP de catégories 1,2 et 3), elle est à considérer comme un établissement sanitaire et social et donc comme un bâtiment de catégorie d'importance III.

Cette classification est justifiée par le fait que les structures d'accueil pour personnes âgées dépendantes, compte tenu de la vulnérabilité du public en cas de séisme, relèvent de la catégorie d'importance III définie notamment par le décret n°2010-1254 par la catégorie de bâtiments dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes ou en raison de leur importance socio-économique.

Quelle hauteur est à prendre en compte pour la classification des bâtiments au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 ?

Réponse : Par analogie aux bâtiments soumis au contrôle technique (mission PS obligatoire) en zone sismique au sens de l'article R11-38 du CCH , la hauteur à considérer pour appliquer l'arrêté du 22 octobre 2010 correspondant à la hauteur entre le "plancher bas du dernier niveau par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable par les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie" telle que définie dans l'article R11-38 du Code de la Construction et de l'Urbanisme.

Cette définition est basée sur les définitions relatives à la mise en sécurité incendie des ERP.

Les bâtiments modulaires, quelle que soit leur catégorie d'importance, doivent-ils faire l'objet de règles de construction parasismique ? Pour les cas de catégories d'importance III, sont-ils soumis à l'attestation de respect des règles de construction ?

Réponse : Dans la réglementation parasismique (arrêté du 22 octobre 2010 modifié), les bâtiments font l'objet d'une classification selon l'enjeu et les fonctionnalités qu'ils hébergent. La durée d'exploitation ou le caractère temporaire de l'installation n'est pas pris en compte dans la classification. La durée d'utilisation des bâtiments modulaires n'est d'ailleurs pas forcément réduite. Ces bâtiments sont donc soumis à l'arrêté du 22 octobre 2010 et aux règles de construction.

En cas de procédés non courants, la technique constructive du bâtiment modulaire devra faire l'objet d'un avis technique spécifiant la catégorie d'importance du bâtiment et la zone sismique concernées.

Quels sont les bâtiments des centres de production collective d'énergie à classer en catégorie d'importance III ?

Réponse : Les « bâtiments de centres de production collective d'énergie quelle que soit leur capacité d'accueil » visés par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne correspondent qu'aux bâtiments dont la fonction première est la production collective d'énergie.

Les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil sont classés en catégorie III par l'arrêté du 22 octobre 2010:

- la production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique,
- la production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique,
- le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm³/ h.

Les bâtiments techniques (répondant au moins à l'un des trois critères cités ci avant) associés aux éoliennes, centrales électriques et photovoltaïques, réseaux de chaleur..., dont l'endommagement empêcherait le fonctionnement du centre de production, sont des bâtiments de catégorie d'importance III. Par contre, les équipements eux-mêmes (l'éolienne par exemple ou la centrale photovoltaïque) ne sont pas l'objet de l'arrêté bâtiment.

Existe-t-il une liste des bâtiments qui relèvent de la catégorie d'importance IV ?

Réponse : Par circulaire interministérielle du 26 avril 2002, il était demandé aux préfets des départements de recenser les fonctions essentielles à maintenir pour permettre la gestion des secours suite à un séisme et d'établir la liste des bâtiments, équipements, installations et ponts aptes à les assurer soient les ouvrages de catégorie d'importance IV au sens du décret n°2010-1254 Du 22 octobre 2010.

Afin d'aider au recensement dans chaque département des ouvrages de catégorie d'importance IV, un guide de recommandations a été élaboré dans le cadre des travaux du GEPP (Groupe d'Etudes et de Propositions pour la Prévention du risque sismique), dans le cadre d'un groupe de travail piloté par la Direction Générale de la Sécurité civile et de la Gestion des Crises.

Le guide disponible à partir du lien suivant : <http://www.planseisme.fr/Guide-d-aide-au-recensement-et-la-classification-des.html> peut donc être consulté en cas de détermination de la catégorie d'importance IV d'un bâtiment soumis à la réglementation parasismique (décrets n°210-1254 et 2010-1255 et arrêté du 22 octobre 2010 modifié).

REGLES DE CONSTRUCTION

Quel est le traitement parasismique à appliquer aux bâtiments modulaires à simple rez-de-chaussée et à leurs systèmes de fondations ?

Réponse : Pour les bâtiments modulaires usuels à simple rez-de-chaussée situés en zone sismique, le cas de charge prépondérant pour le dimensionnement de l'ossature et de sa fondation est très généralement le vent. Dans cette situation, l'Eurocode 8-1 permet de s'affranchir de la vérification de tenue sismique (couverte par celle sous les forces du vent – cf. clause 4.4.1 (2)). La structure et les fondations sont alors dimensionnées par les charges dues au vent et il n'y a peu de dispositions parasismiques à envisager.

Concernant les fondations, que le bâtiment soit modulaire ou non, la question de l'obligation d'un liaisonnement entre points de fondation (liaisonnement par longrines ou par radier), bien que recommandé de manière générale, n'est pas nécessairement obligatoire en zone sismique. Il y a en fait trois configurations possibles :

Les sols de classe A toutes zones et les sols de classe B en zone de sismicité 2 font office de liaison et aucune disposition particulière autre que la reprise des charge sismique n'est à prévoir ; Les points de fondation sont reliés entre eux (longrines ou radier à dimensionner selon Eurocode 8 Partie 5 – NF EN 1998-5)

Quand les deux conditions précédentes ne sont pas vérifiées, les effets des déplacements différentiels entre points de fondations doivent être pris en compte dans le dimensionnement de la structure.

Pour un bâtiment modulaire usuel à simple rez-de-chaussée, un ancrage aux fondations reste nécessaire, pour reprendre a minima les charges de vent (on ne peut pas simplement « poser » le bâtiment sur le sol, même en zone non sismique). Un liaisonnement des fondations entre elles n'est en général pas nécessaire, le longeron inférieur de la structure pouvant être assimilé à un élément rigide de liaison entre deux massifs de fondation, et les déplacements différentiels sur une portée de l'ordre de 10 m étant négligeables.

Dans le cas d'ancrage par chevilles dans les massifs de fondations, celles-ci doivent bénéficier d'un Agrément Technique Européen ou d'une Évaluation Technique Européenne (ETE), déclarant des performances sismiques.

En résumé, pour un bâtiment modulaire simple rez-de-chaussée, les surcoûts liés au respect de la réglementation parasismique devraient normalement rester négligeables, par rapport à un bâtiment en zone non sismique. En outre, le liaisonnement des points de fondation n'est pas nécessaire. En cas d'ancrage par cheville, on doit veiller à utiliser des produits qualifiés pourwagner ce type d'usage.

La condition de suppression de plancher à un niveau donné dans un bâtiment existant (arrêté du 22 octobre 2010) couvre-t-elle le remplacement de plancher ?

Réponse : Au-delà d'un certain pourcentage de plancher supprimé à un niveau, les règles parasismiques doivent s'appliquer au bâtiment en travaux conformément aux dispositions de l'arrêté du 22 octobre 2010. Cette condition s'entend comme une suppression effective de plancher avec création de trémie et non comme un remplacement d'une partie ou de la totalité d'un plancher.

La continuité de fonctionnement de catégorie IV, par exemple un hôpital, impose-t-elle la prise en compte d'un coefficient de comportement de 1 ?

Réponse : La continuité de fonctionnement ne signifie pas l'absence de dommages (fissuration par exemple) ni l'obligation d'un comportement élastique.
L'objectif est que le bâtiment abritant des fonctions stratégiques continue d'être utilisable pour gérer une crise sismique qu'il aurait lui-même subi.

Sous quelles conditions les règles simplifiées peuvent-elles être appliquées ?

Réponse : Que ce soit en métropole (règles PS-MI) ou dans les Antilles (règles CP-MI), les règles simplifiées ne sont applicables que sous réserve de rester dans le domaine d'application énoncé dans ces référentiels. Cela concerne principalement :

- les conditions sur l'architecture du projet (nombre de niveau maximum, régularité en plan ou en élévation...),
- la charge d'exploitation des planchers
- les conditions sur le terrain (pente, sol non liquéfiable, portance minimum de sol)

La réglementation parasismique s'applique-t-elle aux bâtiments existants ?

Réponse : Oui, dans certains cas :

1/ dans le cas de travaux modifiant de façon significative le comportement de la structure (augmentation de surface de plancher, suppression de planchers, de contreventement, ajout d'équipements lourds en toiture), et selon la catégorie d'importance du bâtiment, la construction doit respecter la réglementation nationale. En cas d'extension, si cette dernière est désolidarisée par un joint de fractionnement, seule la partie nouvelle doit respecter les règles du neuf. Sans joint, l'ensemble doit faire l'objet de l'étude et, par suite, être renforcé.

Voir l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 pour plus de précisions.

2/ en cas de démarche volontaire, le renforcement doit être cadré par l'Eurocode 8 partie 3 dédiée au renforcement de l'existant.

3/ lorsqu'un PPR approuvé le prévoit, des mesures de réduction de la vulnérabilité peuvent être imposées, mais elles ne sont obligatoires que dans la limite de 10% de la valeur de la construction au moment où le PPRN est approuvé (art R.562-5 du Code de l'Environnement).

Comment les procédés non traditionnels sont-ils pris en compte dans le calcul de résistance aux séismes ?

Réponse : La justification des éléments structuraux et non structuraux est réalisée en respectant les règles d'application définies dans les normes NF EN 1998-1 septembre 2005, NF EN 1998-3 décembre 2005, NF EN 1998-5 septembre 2005, dites " règles Eurocode 8 " accompagnées des documents dits " annexes nationales " des normes NF EN 1998-1/ NA décembre 2007, NF EN 1998-3/ NA janvier 2008, NF EN 1998-5/ NA octobre 2007 s'y rapportant.

Les dispositifs constructifs non visés par les règles d'application des normes précitées sont justifiés par application des principes de la norme **NF EN 1990 mars 2003**, le cas échéant étendus aux éléments non structuraux, en tenant compte du caractère spécifique de leurs matériaux et procédés constitutifs.

Une étude géotechnique est-elle obligatoire avant la réalisation d'une construction parasismique ?

Réponse : La réalisation d'une étude géotechnique n'est pas obligatoire mais s'avère de fait très importante pour un bon dimensionnement parasismique des structures. Pour appliquer l'Eurocode 8, des études géotechniques spécifiques en vue de compléter l'évaluation géotechnique hors séisme sont nécessaires pour déterminer la classe de sol (classe A, B, C, D, E, S1 ou S2). Elles sont d'ailleurs demandées par l'article 3.1.1(1)P qui précise que des investigations appropriées doivent être menées pour obtenir la classification du sol. Cette classe de sol permet de définir l'accélération de calcul pour le dimensionnement du bâtiment.

Les études géotechniques à programmer visent à déterminer la classe de sol suivant la classification de l'Eurocode 8-1 (classe A, B, C, D, E, S1 ou S2). La classe de sol est définie dans l'Eurocode 8-1 par :

- son profil stratigraphique,
- la valeur « $V_{s,30}$ », vitesse moyenne des ondes de cisaillement dans les 30 premiers mètres du terrain.

Si la vitesse $V_{s,30}$ ne peut être déterminée, l'Eurocode 8-1 propose des équivalences avec d'autres grandeurs mécaniques caractéristiques du sol : le nombre de coups SPT (Standard penetration test) et la résistance au cisaillement du sol non drainé c_u . L'Eurocode 8-5 dédié au calcul géotechnique sismique précise qu'il est possible d'utiliser des corrélations empiriques avec d'autres grandeurs géotechniques comme la résistance à la pénétration in situ, sauf pour des structures importantes dans des régions de forte sismicité.

Toutefois, l'annexe nationale de l'EC8-1 précise que ces investigations peuvent se résumer à celles exigibles en situation non sismique dans le cas de faible sismicité ou lorsque le bâtiment est de catégorie I ou II et que le maître d'œuvre a à sa disposition des documents de reconnaissance de sol permettant de définir en toute fiabilité la classe de sol.

En application des règles simplifiées (PS-MI ou CP-MI), les études géotechniques à mener sont moins lourdes que celles nécessaires à l'application de l'Eurocode 8. Elles permettent de vérifier que le projet satisfait au domaine d'application des règles notamment en termes de capacité portante et de stabilité du terrain. Il est rappelé que sont exclues du domaine d'application des règles PS-MI les constructions fondées sur des sols mal consolidés et/ou de portance ultime inférieure à 250 kN/m² ou **liquéfiables**.

L'étude géotechnique s'avère également nécessaire pour déterminer la nature du terrain de fondation et évaluer notamment la susceptibilité à la liquéfaction.

QUESTIONS ECONOMIQUES

Quel est l'impact de la nouvelle réglementation sur le coût de la construction ?

Réponse : La DGALN a confié au CSTB une étude sur l'impact économique du changement de zonage et du passage PS92->EC8 en habitat collectif neuf.

L'impact sur le coût de la construction est fortement variable en fonction du type de projet, de la zone sismique, et aussi de la classe de sol. Avec ces réserves, il est possible de retenir les ordres de grandeurs suivants :

1/ pour des bâtiments classiques de 3 ou 4 niveaux :

- situés précédemment hors zone sismique réglementaire : l'augmentation des coûts est estimée, selon le type de sol, entre [0,5% et 3,5%] pour le gros œuvre (matériaux, études) ou [0,5% et 1,5%] pour le coût de construction
- déjà situés en zone sismique : l'augmentation des coûts est estimées, selon le type de sol, entre [0,5% et 1,8%] pour le gros œuvre (matériaux, études) ou [0,5% et 0,8%] pour le coût de construction

2/ pour des bâtiments de 8 ou 9 niveaux :

- situés précédemment hors zone sismique réglementaire : l'augmentation des coûts est estimées, selon le type de sol, entre [2% et 10%] pour le gros œuvre (matériaux, études) ou [1% et 5%] pour le coût de construction
- déjà situés en zone sismique, l'augmentation des coûts est estimée, selon le type de sol, entre [2% et 5%] pour le gros œuvre (matériaux, études) ou [1% et 3,5%] pour le coût de construction

Il est essentiel de noter que pour les maisons individuelles, dans la mesure où les règles sont identiques à la réglementation précédente, il y a un coût parasismique pour les nouvelles zones modérée (3), moyenne (4) ou forte (5) (au cas où les règles PS-MI ne sont pas utilisées ou applicables), les maisons individuelles n'étant pas concernées par la zone de sismicité faible (2).

Il faut noter qu'au-delà du coût d'investissement, la sinistralité réduite des constructions parasismiques vis-à-vis d'autres périls (tels que les retrait-gonflement des argiles) est intéressante en coût global sur la durée de vie du bâtiment.

Puis-je bénéficier d'aides financières pour le renforcement du bâti existant ?

Réponse : En application de la loi du 30 juillet 2003 et du décret d'application du 12 janvier 2005, le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM), aussi appelé « Fonds Barnier », peut contribuer à subventionner ces travaux si ils sont explicitement imposés par le règlement d'un PPRN. Les taux sont fixés au maximum à 40% du montant des travaux imposés pour les particuliers et 20% pour les entreprises de moins de vingt salariés.

Sous certaines conditions, l'Agence Nationale pour l'Habitat (ANAH) accorde également des subventions pour l'amélioration du confort et de la sécurité dans les habitations privées.

CONTROLE DE LA REGLEMENTATION

Quelles sont les formes de contrôle possibles de la réglementation parasismique?

Réponse : Trois formes de contrôle extérieur de la réglementation parasismique sont possibles :

- le contrôle technique : pour certains bâtiments, dont la liste est établie au R111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation, le contrôleur technique doit mener une mission PS obligatoire en accompagnement des missions L et S dans les zones de sismicité 2,3,4 et 5.
- l'attestation de prise en compte des règles parasismiques, dispositif en amont du projet (dépôt de permis de construire) et en aval (achèvement des travaux) : le contrôleur technique doit attester de la prise en compte des règles de construction parasismique à ces deux stades du projet. Les modalités sont définies aux articles R431-16 et R462-4 du Code de l'Urbanisme.
- le contrôle régalién, mené par les agents de l'État : le contrôle de respect des règles de construction (CRC) est étendu aux règles de construction parasismique depuis 2006 et va être mené sur des maisons individuelles (règles PSMI 89 révisées 92, norme NF P 06-014) en priorité sur des secteurs déjà en zones sismiques au sens du zonage de 1991.

L'administration effectue-t-elle des contrôles réglementaires?

Réponse : Oui.

Les articles L151-1 et suivants du Code de la Construction et de l'Habitation permettent aux agents assermentés et commissionnés de contrôler les opérations de construction à tout moment de la construction et jusqu'à trois ans après l'achèvement des travaux.

En pratique, les rubriques actuellement contrôlées portent sur des réglementations techniques telles que la performance énergétique, l'accessibilité, l'acoustique, la sécurité contre l'incendie ou l'aération.

Une méthode de contrôle spécifique sur la rubrique parasismique est en train d'être fiabilisée avant d'élargir les campagnes des contrôles régaliens sur ce thème. Des premiers contrôles, sur la maison individuelle et les règles PS-MI seront menés en priorité sur des secteurs déjà en zones sismiques au sens du zonage de 1991.

Quand est-ce que le contrôle technique est obligatoire ?

Réponse : L'article R111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation définit dans quelles conditions le contrôle technique est obligatoire.

A la mission L portant sur la solidité des ouvrages et des éléments d'équipement indissociables et à la mission S portant sur les conditions de sécurité des personnes dans les constructions est ajoutée la mission complémentaire PS dans tous les cas où la réglementation prévoit la protection contre les séisme pour les cas suivants :

- 1) Les ERP de 1er, 2e et 3e catégories,
- 2) Les immeubles dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 28 mètres,
- 3) Des bâtiments, autres qu'à usage industriel :
 - Comportant des éléments en porte à faux de portée supérieure à 20 mètres ou des poutres ou arcs de portée supérieure à 40 mètres, ou
 - Comportant, par rapport au sol naturel, des parties enterrées de profondeur supérieure à 15 mètres, ou des fondations de profondeur supérieure à 30 mètres, ou
 - Nécessitant des reprises en sous-œuvre ou des travaux de soutènement d'ouvrages voisins, sur une hauteur supérieure à 5 mètres,
- 4) Les immeubles dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 mètres en zones de sismicité 4 et 5,
- 5) Les bâtiments de catégories d'importance III et IV et des établissements de santé dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5,
- 6) Les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure ou égale à 12 mètres.

La mission porte sur les ouvrages et éléments d'équipement visés par les règles parasismiques (Décret no 99-443 du 28 mai 1999 relatif au cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de contrôle technique).

Existe-t-il un dispositif d'attestation de prise en compte de la réglementation ?

Réponse : Oui, dans les cas prévus par les 4° et 5° de l'article R. 111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation où le contrôle technique est obligatoire :

- Les immeubles dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 mètres en zones de sismicité 4 et 5,
- Les bâtiments de catégories d'importance III et IV dans les zones de sismicité 2, 3, 4 et 5.

Une attestation doit être établie :

- Lors de la demande de permis de construire, le dossier doit comprendre « un document établi par le contrôleur technique attestant qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte, au stade de la conception, des règles parasismiques » (art R431-16 Code de l'Urbanisme),
- A la déclaration d'achèvement qui doit être accompagnée d'un document « attestant que le maître d'ouvrage a tenu compte des avis du contrôleur technique sur le respect des règles de construction parasismiques » (art A.462-4 Code de l'Urbanisme).

L'arrêté du 10 septembre 2007 précise les modalités de réalisation de l'attestation et propose notamment deux modèles (1 modèle « dépôt de permis de construire », 1 modèle « achèvement des travaux »)

En cas de travaux lourds sur l'existant, y a-t-il contrôle technique obligatoire incluant la mission PS ? et production de l'attestation parasismique ?

Réponse : Le contrôle technique incluant une mission PS est obligatoire dans tous les cas recensés dans l'article R. 111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation en zone sismique (en dehors de la zone de sismicité très faible). Cependant, seules les opérations de construction ayant pour objet la réalisation de bâtiments sont concernées. Il ne s'agit donc que de constructions neuves et non de travaux sur l'existant (y compris travaux sur la structure du bâtiment), même s'ils font l'objet d'un permis de construire.

En cas de travaux lourds sur la structure comme définis dans les conditions particulières de l'arrêté du 22 octobre modifié, le contrôle technique incluant la mission PS n'est pas obligatoire. Cependant, le maître d'ouvrage peut toujours demander un contrôle technique.

De même, pour des travaux sur l'existant, il n'y a pas lieu de réaliser d'attestation de prise en compte des règles de construction parasismique (obligatoire pour les cas 4° et 5° de l'article R111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation) ni au dépôt de permis de construire, ni à l'achèvement des travaux.

Le contrôleur technique doit-il vérifier la tenue des éléments non structuraux aux séismes lors du contrôle d'une construction nouvelle? et en cas d'ajout ou remplacement sur une construction existante ?

Réponse : La réglementation parasismique en vigueur (arrêté du 22 octobre 2010 modifié) impose des dispositions spécifiques aux éléments non structuraux sur les bâtiments neufs comme sur les bâtiments existants (en cas d'ajout ou de remplacement lors de travaux lourds). Les articles R. 111-38 et R. 111-39 du Code de la Construction et de l'Habitation définissent le champ du contrôle technique obligatoire et des missions qu'il comprend. Ces missions sont en lien avec les référentiels réglementaires et la mission PS doit donc intégrer des vérifications relatives aux éléments non structuraux.

De plus, l'arrêté du 10 septembre 2007 relatif aux attestations de prise en compte des règles de construction parasismique (obligatoires pour les cas 4° et 5° de l'article R111-38 du Code de la Construction et de l'Habitation) précise que : « Les avis sont émis par le contrôleur technique après examen, à chaque phase de la mission de contrôle technique qui lui a été confiée, des éléments de fondations, d'ossatures et de façades et des éléments non structuraux. »

En cas d'ajout ou de remplacement d'un élément non structurel sur un bâtiment existant lors de travaux lourds (tel que visé par les conditions particulières de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié), il n'y a pas obligation de contrôle technique incluant la mission PS et donc de fait pas d'obligation de contrôle technique sur les éléments non structuraux. Il peut cependant y avoir un contrôle technique demandé par le maître d'ouvrage.

DROIT DES SOLS

Comment calculer la modification de surface de plancher d'un bâtiment existant ?

Réponse : L'arrêté du 22 octobre 2010 précise qu'en cas de travaux ayant pour objet de modifier la surface de plancher (à hauteur d'un certain pourcentage de surface de plancher initiale), il sera fait application de l'Eurocode 8 avec une accélération diminuée par rapport à une construction neuve. Pour le calcul de cette modification de surface, chaque corps de bâtiment fractionné par un joint structurel vertical doit être considéré individuellement. Ces joints de structure doivent être visibles sur le permis de construire.

Quelle définition de surface doit-on prendre en compte pour l'application de l'arrêté du 22 octobre 2010 ?

Réponse : La notion de « surface de plancher » telle que définie dans le décret n°2011-2054 du 29 décembre 2011 s'applique à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

En effet, l'arrêté bâtiments constitue une disposition réglementaire au sens de l'article 6 du décret précité et, à ce titre, les dispositions de l'arrêté exprimées en « SHON » s'entendent depuis le 1er mars 2012 en « surface de plancher ».

Ce remplacement de notion de « SHON » par celle de « surface de plancher » intervient ainsi pour les seuils de travaux réalisés sur un bâtiment existant qui déclenchent l'application des règles de construction parasismique - 3° (paragraphe « Conditions particulières ») de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Quel est le calendrier de mise en application de la réglementation, et selon quelles références pour les dates d'application ?

Réponse : Les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, relatif à la prévention du risque sismique et portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, et l'arrêté qui introduit la nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments ont été signés le 22 octobre 2010.

Les règles de construction citées dans l'arrêté du 22 octobre 2010 (règles simplifiées PSMI 89 révisées 92 et CPMI Antilles et règles générales Eurocode 8) sont applicables aux bâtiments faisant l'objet :

- d'une demande de permis de construire (PC),
- ou d'une déclaration préalable (DP),
- ou d'une autorisation permettant un commencement de travaux (AT), **déposée à compter du 1er Mai 2011** (précision apportée par l'arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010).

En cas de demande de permis de construire modificatif, dans quelle mesure doit-on considérer que la nouvelle réglementation s'impose ?

Réponse : La date à prendre en compte pour l'application de la réglementation parasismique, en cas de permis modificatif, est la date de dépôt du permis initial sauf si la modification aggrave la vulnérabilité du bâtiment au séisme au sens des conditions particulière de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 - c'est-à-dire les conditions de travaux (création de SHON, suppression de plancher, de contreventement...) qui déclenchent l'application des règles de construction pour un bâtiment existant. Dans ce cas, c'est la date de dépôt de demande de permis modificatif qui est à prendre en considération pour l'application de la réglementation. Les règles de construction s'appliquent dans ce cas avec les valeurs d'accélération a_{gr} utilisées pour les bâtiments neufs (a° de l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010).

Lorsque l'on change de destination (exemple : un hangar qui devient habitation : changement de catégorie I à II), y a t il une nécessité de respecter les règles de construction parasismique ?

Réponse : Des travaux de confortement ne sont pas obligatoires pour un changement de destination du bâtiment, sans travaux sur la structure ni ajout ou remplacement d'éléments non structuraux. En ce sens, le critère de création de surface pris dans l'arrêté doit être entendu comme une création effective (physique) de surface. Cependant, il est recommandé, en particulier en cas d'augmentation de la catégorie d'importance du bâtiment, de faire réaliser un diagnostic de vulnérabilité par un bureau d'études techniques. Le maître d'ouvrage peut par ailleurs profiter du changement de destination pour prendre l'initiative d'améliorer le comportement sismique de son bâtiment. La réglementation permet dans ce cas au maître d'ouvrage de fixer le niveau de renforcement qu'il souhaite atteindre sur sa structure (Eurocode 8-3).

Zone de sismicité des communes des Bouches du Rhône

| Code INSEE | Commune | Zone | Sismicité |
|------------|---------------------------|------|-----------|
| 13001 | AIX-EN-PROVENCE | 4 | Moyenne |
| 13002 | ALLAUCH | 2 | Faible |
| 13003 | ALLEINS | 4 | Moyenne |
| 13004 | ARLES | 2 | Faible |
| 13005 | AUBAGNE | 2 | Faible |
| 13006 | AUREILLE | 3 | Modéré |
| 13007 | AURIOL | 2 | Faible |
| 13008 | AURONS | 4 | Moyenne |
| 13009 | LA BARBEN | 4 | Moyenne |
| 13010 | BARBENTANE | 3 | Modéré |
| 13011 | LES BAUX-DE-PROVENCE | 3 | Modéré |
| 13012 | BEAURECUEIL | 3 | Modéré |
| 13013 | BELCODENE | 2 | Faible |
| 13014 | BERRE-L'ETANG | 3 | Modéré |
| 13015 | BOUC-BEL-AIR | 3 | Modéré |
| 13016 | LA BOUILLADISSE | 2 | Faible |
| 13017 | BOULBON | 3 | Modéré |
| 13018 | CABANNES | 3 | Modéré |
| 13019 | CABRIES | 3 | Modéré |
| 13020 | CADOLIVE | 2 | Faible |
| 13021 | CARRY-LE-ROUET | 3 | Modéré |
| 13022 | CASSIS | 2 | Faible |
| 13023 | CEYRESTE | 2 | Faible |
| 13024 | CHARLEVAL | 4 | Moyenne |
| 13025 | CHATEAUNEUF-LE-ROUGE | 3 | Modéré |
| 13026 | CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES | 3 | Modéré |
| 13027 | CHATEAURENARD | 3 | Modéré |
| 13028 | LA CIOTAT | 2 | Faible |
| 13029 | CORNILLON-CONFoux | 4 | Moyenne |
| 13030 | CUGES-LES-PINS | 2 | Faible |
| 13031 | LA DESTROUSSE | 2 | Faible |
| 13032 | EGUILLES | 4 | Moyenne |
| 13033 | ENSUES-LA-REDONNE | 3 | Modéré |
| 13034 | EYGALIERES | 3 | Modéré |
| 13035 | EYGUIERES | 4 | Moyenne |
| 13036 | EYRAGUES | 3 | Modéré |
| 13037 | LA FARE-LES-OLIVIERS | 4 | Moyenne |
| 13038 | FONTVIEILLE | 3 | Modéré |
| 13039 | FOS-SUR-MER | 3 | Modéré |
| 13040 | FUVEAU | 2 | Faible |

| Code INSEE | Commune (suite) | Zone | Sismicité |
|------------|----------------------------|------|-----------|
| 13041 | GARDANNE | 3 | Modéré |
| 13042 | GEMENOS | 2 | Faible |
| 13043 | GIGNAC-LA-NERTHE | 3 | Modéré |
| 13044 | GRANS | 4 | Moyenne |
| 13045 | GRAVESON | 3 | Modéré |
| 13046 | GREASQUE | 2 | Faible |
| 13047 | ISTRES | 3 | Modéré |
| 13048 | JOUQUES | 4 | Moyenne |
| 13049 | LAMANON | 4 | Moyenne |
| 13050 | LAMBESC | 4 | Moyenne |
| 13051 | LANCON-PROVENCE | 4 | Moyenne |
| 13052 | MAILLANE | 3 | Modéré |
| 13053 | MALLEMORT | 4 | Moyenne |
| 13054 | MARIGNANE | 3 | Modéré |
| 13055 | MARSEILLE | 2 | Faible |
| 13056 | MARTIGUES | 3 | Modéré |
| 13057 | MAS-BLANC-DES-ALPILLES | 3 | Modéré |
| 13058 | MAUSSANE-LES-ALPILLES | 3 | Modéré |
| 13059 | MEYRARGUES | 4 | Moyenne |
| 13060 | MEYREUIL | 3 | Modéré |
| 13061 | SAINT-PIERRE-DE-MEZOARGUES | 3 | Modéré |
| 13062 | MIMET | 2 | Faible |
| 13063 | MIRAMAS | 3 | Modéré |
| 13064 | MOLLEGES | 3 | Modéré |
| 13065 | MOURIES | 3 | Modéré |
| 13066 | NOVES | 3 | Modéré |
| 13067 | ORGON | 3 | Modéré |
| 13068 | PARADOU | 3 | Modéré |
| 13069 | PELISSANNE | 4 | Moyenne |
| 13070 | LA PENNE-SUR-HUVEAUNE | 2 | Faible |
| 13071 | LES PENNES-MIRABEAU | 3 | Modéré |
| 13072 | PEYNIER | 2 | Faible |
| 13073 | PEYPIN | 2 | Faible |
| 13074 | PEYROLLES-EN-PROVENCE | 4 | Moyenne |
| 13075 | PLAN-DE-CUQUES | 2 | Faible |
| 13076 | PLAN-D'ORGON | 3 | Modéré |
| 13077 | PORT-DE-BOUC | 3 | Modéré |
| 13078 | PORT-SAINT-LOUIS-DU-RHONE | 2 | Faible |
| 13079 | PUYLOUBIER | 2 | Faible |
| 13080 | LE PUY-SAINTE-REPARADE | 4 | Moyenne |

| Code INSEE | Commune (suite) | Zone | Sismicité |
|------------|--------------------------|------|-------------|
| 13081 | ROGNAC | 3 | Modéré |
| 13082 | ROGNES | 4 | Moyenne |
| 13083 | ROGNONAS | 3 | Modéré |
| 13084 | LA ROQUE-D'ANTHERON | 4 | Moyenne |
| 13085 | ROQUEFORT-LA-BEDOULE | 2 | Faible |
| 13086 | ROQUEVAIRE | 2 | Faible |
| 13087 | ROUSSET | 2 | Faible |
| 13088 | LE ROVE | 3 | Modéré |
| 13089 | SAINT-ANDIOL | 3 | Modéré |
| 13090 | SAINT-ANTONIN-SUR-BAYON | 3 | Modéré |
| 13091 | SAINT-CANNAT | 4 | Moyenne |
| 13092 | SAINT-CHAMAS | 3 | Modéré |
| 13093 | SAINT-ESTEVE-JANSON | 4 | Moyenne |
| 13094 | SAINT-ETIENNE-DU-GRES | 3 | Modéré |
| 13095 | SAINT-MARC-JAUMEGARDE | 4 | Moyenne |
| 13096 | SAINTE-MARIES-DE-LA-MER | 1 | Très Faible |
| 13097 | SAINT-MARTIN-DE-CRAU | 3 | Modéré |
| 13098 | SAINT-MITRE-LES-REMPARTS | 3 | Modéré |
| 13099 | SAINT-PAUL-LES-DURANCE | 4 | Moyenne |
| 13100 | SAINT-REMY-DE-PROVENCE | 3 | Modéré |
| 13101 | SAINT-SAVOURNIN | 2 | Faible |
| 13102 | SAINT-VICTORET | 3 | Modéré |
| 13103 | SALON-DE-PROVENCE | 4 | Moyenne |
| 13104 | SAUSSET-LES-PINS | 3 | Modéré |
| 13105 | SENAS | 4 | Moyenne |
| 13106 | SEPTEMES-LES-VALLONS | 3 | Modéré |
| 13107 | SIMIANE-COLLONGUE | 3 | Modéré |
| 13108 | TARASCON | 3 | Modéré |
| 13109 | LE THOLONET | 3 | Modéré |
| 13110 | TRETS | 2 | Faible |
| 13111 | VAUVENARGUES | 3 | Modéré |
| 13112 | VELAUX | 4 | Moyenne |
| 13113 | VENELLES | 4 | Moyenne |
| 13114 | VENTABREN | 4 | Moyenne |
| 13115 | VERNEGUES | 4 | Moyenne |
| 13116 | VERQUIERES | 3 | Modéré |
| 13117 | VITROLLES | 3 | Modéré |
| 13118 | COUDOUX | 4 | Moyenne |
| 13119 | CARNOUX-EN-PROVENCE | 2 | Faible |