

# Comment réduire le risque sismique en France ?

Ecrit par Pierre Mouroux<sup>1</sup> (septembre 2016)

## **Avant-Propos**, par Laurent Stieltjes<sup>2</sup>

### **Le risque sismique existe-t-il vraiment en France ?**

Comparée à ses voisins de la Méditerranée (Italie, Grèce, Croatie, Turquie..., Afrique du Nord), la France est un pays à sismicité modérée : elle est suffisamment éloignée des zones fortement sismiques liées à la collision des plaques africaine et européenne.

Si les tremblements de terre catastrophiques sont rares en France, ils existent pourtant dans la plupart de nos régions et ponctuent l'histoire dramatique de notre pays : Alsace, Vosges, Picardie, Berry, Vendée, Savoie, Provence, Côte d'Azur, Pyrénées, ..., avec une mention tristement spéciale pour les Antilles.

Alors que les forts séismes (ainsi que les plus faibles) sont dûment répertoriés dans chroniques historiques et sismologiques françaises, ils ont souvent déserté nos mémoires individuelles et même, parfois, de celles de décideurs.

Alors, les vigilances s'assoupissent : le risque, c'est pour les autres !

Or, si l'aléa sismique est généralement modéré, **le risque sismique est majeur en France**, la population et les constructions exposées à une menace grave constituant des enjeux considérables.

A tel point que les Pouvoirs Publics ont pris en compte la prévention du risque sismique dans la législation française : ce risque peut, en effet, être notablement réduit par un certain nombre de mesures s'appliquant à chacun d'entre nous dans sa vie quotidienne, comme cela est bien rappelé par la suite.

---

<sup>1</sup> Senior Expert en risque et génie sismiques : Ex-BRGM et AFPS : Association française du génie parasismique

<sup>2</sup> Senior Expert en risque volcanique : Ex-BRGM

## 1. Le risque sismique en France

Un séisme majeur, destructeur de nombreuses constructions, entraînant des dizaines de victimes, morts, blessés, handicapés ou sans-abris, et un dérèglement complet de la vie quotidienne d'une agglomération ou d'une région pendant de nombreux mois, voire d'années, est tout-à-fait possible en France Métropolitaine ( Pyrénées, Alpes, Provence ([dernier séisme destructeur majeur en 1909 près d'Aix-en-Provence](#)), Alsace,...) et encore plus aux Antilles (derniers séismes de [2004](#), en Guadeloupe, et [2007](#), en Martinique).

### CE SÉISME MAJEUR EN FRANCE NE DEVRA PAS NOUS SURPRENDRE.

Un tel séisme est un évènement pernicieux car il est considéré comme rare par la population. Il peut se produire demain ou après-demain, sans que l'on sache malheureusement quand, car la **PREDICTION A COURT TERME** reste toujours **IMPOSSIBLE**. Les Pouvoirs Publics s'y sont préparés depuis une trentaine d'années en France. En 1980, les séismes d'El Asnam, en Algérie, et de Campanie-Lucanie, en Italie, ont été les déclencheurs conduisant en particulier à une révision des règles parasismiques et aux lois de 1982 (indemnisation des catastrophes naturelles) et 1987 sur la prise en compte et le traitement des risques majeurs en France. Voir : [Législation CATNAT](#).

Cette première prise en compte a été poursuivie lors de la Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (DIPCN), de 1990 à 2000. Mais on s'est vite aperçu que la réduction systématique des risques ne pouvait être efficace que si la population et les responsables locaux, à l'échelle d'une agglomération, étaient réellement non seulement informés, mais étaient aussi impliqués dans les différents domaines conduisant à cette réduction des risques, avec comme principe directeur,

### LA PRÉVENTION :

**AMÉNAGEMENT, CONSTRUCTIONS PARASISMiques** (ce sont les constructions qui tuent et non le séisme), **ORGANISATION DES SECOURS** jusqu'à l'échelle communale, **INFORMATION** et **FORMATIONS**.

C'est ainsi que les Pouvoirs Publics, suite à l'occurrence de nombreux séismes destructeurs, à la fin des années 90, au Japon, en Turquie, à Taiwan, et au début des années 2000, en Inde, en Algérie, au Maroc, en Iran, et surtout à Sumatra et autour de l'Océan Indien, ont été amenés à définir des « **PLANS SEISME** » dans le contexte de la France Métropolitaine (2005-2010) puis plus particulièrement aux Antilles (2007-2013, puis 2015-2020), avec des actions spécifiques permettant cette réduction systématique du risque...si elles sont appliquées avec une implication efficace à l'échelle locale de la population, des différents acteurs dans les domaines cités ci-dessus et des pouvoirs publics. On y reviendra en résumant ces actions par la suite.

Références de base : [Les séismes \(2012\)](#) [Plan séisme \(2005-2010\)](#)

[Plan séisme Antilles \(2007-2013\)](#) [Plan séisme Antilles \(Horizon 2020\)](#)

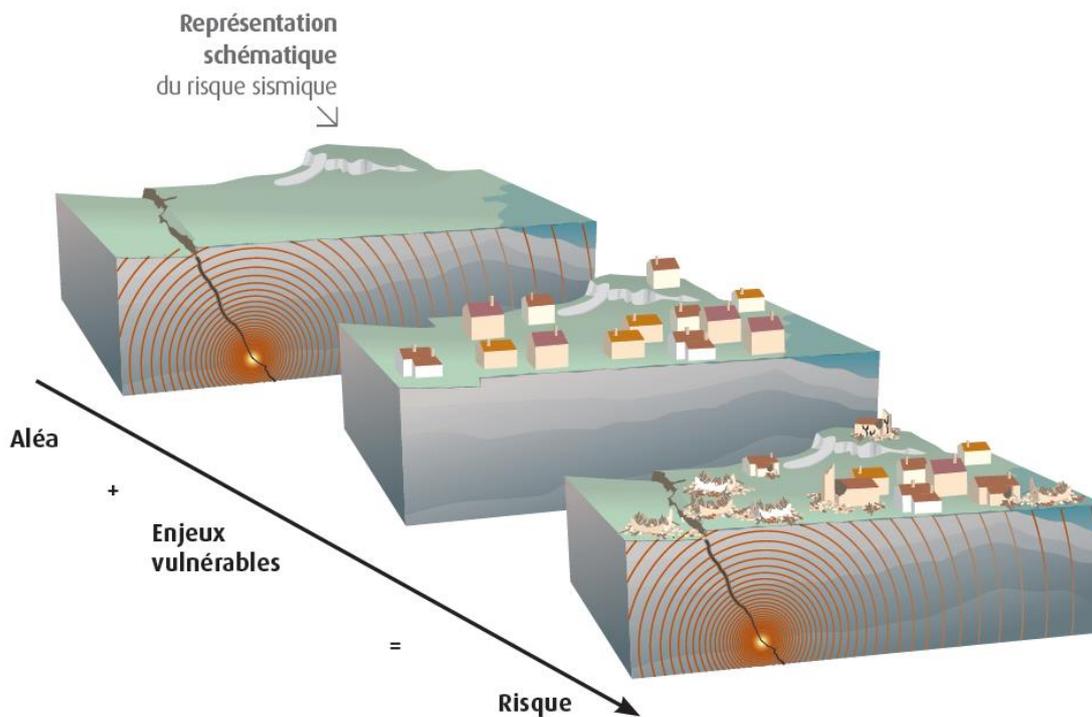
De nombreux organismes nationaux et régionaux ont par ailleurs été impliqués dans ces Plans. Ils ont organisé et divulgué beaucoup d'informations, dans les différentes composantes du risque sismique. Ces organismes sont indiqués ci-après, compte tenu de ces composantes.

Le **risque sismique** peut en fait être défini comme la **probabilité de pertes**, dans une région donnée et pour une période de temps donnée. Ces pertes concernent la destruction des diverses constructions (réhabilitation, reconstruction), les victimes (morts, blessés, handicapés, sans-abris) et les conséquences sur l'économie, l'environnement et, de façon générale, le retour à la vie normale.

Comme pour tous les risques, ses composantes sont :

+ L'**aléa sismique**, soit la **probabilité d'occurrence** du phénomène sismique, toujours dans une région donnée et pour une période de temps donnée. Il est directement lié à la géologie, à la sismologie, à la géophysique et à la géotechnique.

+ La **vulnérabilité** des éléments exposés et des différents enjeux, qui est elle-même composée : de la **vulnérabilité structurale** (des constructions) et de la **vulnérabilité sociale et fonctionnelle** (des hommes considérés comme individu et/ou comme appartenant à un groupe donné).



**Ainsi le risque sismique est nul dans un désert total, quel que soit l'aléa sismique.**

C'est bien la présence de l'homme avec ses enjeux et leur vulnérabilité, composés surtout de l'environnement qu'il s'est choisi, des constructions qu'il a bâties, de l'organisation sociale qu'il a définie et approuvée et de son comportement personnel qui vont conditionner le résultat final du risque, en fonction de tel ou tel niveau d'aléa.

**C'est l'homme qui est responsable de son propre risque.** Il doit donc et pour le moins essayer de mieux l'analyser, mieux le comprendre et finalement mieux le prendre en compte, afin de le réduire de façon systématique en contrôlant l'application des réglementations, pour lui-même et pour tous ceux qui l'entourent.

## 2. Le phénomène sismique et l'aléa :

Le phénomène sismique est grandement décrit dans de nombreux sites et documents, comme :

[Les séismes \(2012\)](#), [BCSF](#), [IRSN](#), [IPGP](#), [ORRM-PACA](#), [IRMA-Grenoble](#), etc...

Ces sites mettent bien en évidence les types de failles à l'origine des séismes (normales, inverses, décrochantes,...), les types d'ondes (de volume : P et S, et de surface : R et L,...) et surtout les paramètres permettant de quantifier la violence d'un séisme (**ne pas les confondre**) :

La **Magnitude**, qui est un chiffre sans dimension, traduisant **l'énergie libérée sous forme d'ondes sismiques** par un séisme. Ce paramètre fut développé dès 1935 par **Charles Richter**, pour caractériser les séismes enregistrés localement en Californie. La magnitude est « unique » pour un séisme et indépendante du lieu d'observation. C'est actuellement la **magnitude de moment (Mw)** qui est la plus utilisée. Elle est estimée par exploitation des sismogrammes. Voir par exemple le catalogue « [BCSF-LDG](#) »2014, issu du projet SI-HEX, pour la période 1962-2009 en France métropolitaine. En théorie, une limite physique à la magnitude doit exister (liée à la quantité d'énergie que les roches de la lithosphère peuvent accumuler, à la taille de la surface de la rupture de la faille). En pratique, **aucune magnitude mesurée n'a encore dépassé 9,5** (séisme du Chili du 22 mai 1960, correspondant à une rupture sur une longueur de l'ordre de 1500 km, le long de la subduction de l'est du Pacifique). Augmenter la magnitude d'une unité revient à multiplier l'énergie libérée par  $31,6 (\sqrt{1000})$ .

L'**Intensité**, qui est un paramètre traduisant **la sévérité de la secousse au sol en fonction des effets et dommages du séisme** en un lieu donné. Ce n'est pas une mesure par des instruments; l'intensité est évaluée à partir de la perception du séisme par la population et des effets du séisme à la surface terrestre (effets sur les objets, dégâts aux constructions, modifications de la surface du sol...). L'intensité n'est donc pas, **contrairement à la magnitude**, fonction uniquement du séisme, mais également du lieu où l'intensité est évaluée. De manière générale, l'intensité est maximale à l'épicentre et décroît au fur et à mesure qu'on s'en éloigne. Néanmoins, des conditions géologiques et topographiques locales (effets de site) peuvent localement accroître l'intensité. L'échelle d'intensité de référence aujourd'hui en Europe est l'**échelle EMS 98 (European Macroseismic Scale 1998)**. L'échelle comporte douze degrés (notés en chiffres romains), le premier degré correspondant à un séisme non perceptible, et le douzième à une catastrophe généralisée. Voir le site [BRGM/EDF/IRSN, Sisfrance](#), qui donne les intensités des séismes historiques pour la France Métropolitaine et la France Outre-Mer dont les Antilles.

Le CNRS fédère par ailleurs le [Service National d'Observation en Sismologie](#) qui comprend en particulier le **Rénass** (réseau de sismomètres d'alerte au séisme important), le **RAP** (réseau d'accéléromètres), pour l'enregistrement et le traitement des signaux sismiques, nécessaires en particulier pour la détermination des magnitudes (Rénass) et des spectres de calcul en génie parasismiques (RAP).

L'**aléa** est par ailleurs généralement considéré à deux échelles, à savoir **régionale** et **locale** :

+ **A l'échelle régionale**, l'aléa sismique régional correspond à la possibilité d'avoir tel mouvement sismique « **au rocher affleurant horizontal** », exprimé généralement sous la forme d'une accélération maximale en  $m/s^2$  ou d'une intensité (échelle EMS98), ou encore

d'un spectre complet mettant en évidence les fréquences propres du mouvement sismique en relation avec celles des structures, très utilisé en génie parasismique.

Deux approches sont alors possibles :

- **déterministe**, plus souvent utilisée pour les ouvrages à **risque spécial** (ICPE : Installations Classées Pour l'Environnement, Installations nucléaires). Elle recherche les séismes maximaux possibles qui peuvent toucher le site étudié, en prenant en compte des marges d'incertitude.
- **probabiliste**, désormais utilisée pour les ouvrages à **risque normal** (du hangar agricole jusqu'à l'ouvrage stratégique). Elle définit la probabilité d'avoir tel dépassement d'un mouvement sismique en chaque point d'un territoire, pour une période de temps donné. La norme actuellement utilisée en Europe, fait appel à une période de retour de 475 ans (mouvement qui a 10% de chance d'être dépassé pendant une période de 50 ans, généralement considéré comme la durée de vie de l'ouvrage).

L'évaluation de l'aléa régional passe nécessairement par les phases suivantes :

- Détermination de zones-sources homogènes (failles actives ou zones sismotectoniquement homogènes), grâce à la géologie (tectonique et [néotectonique](#)) et à la sismologie ([historique](#) et [instrumentale](#)).
- Lois d'atténuation plausibles du mouvement sismique pour chaque zone-source, appelées désormais communément GMPE ([Ground Motion Prediction Equations](#)).
- Détermination des séismes historiques maximaux pour chaque zone-source, pour l'approche déterministe.
- Détermination des paramètres de la loi fréquence-magnitude (Gutenberg-Richter), pour l'approche probabiliste.

On présente ci-dessous la carte issue de l'étude de l'aléa probabiliste de la France, réalisée en 2002 par [GEO-TER](#), permettant de définir 5 zones d'aléa croissant, à la base du [Décret 2010-1255 du 22 octobre 2010](#) portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, à la source de **l'application de la réglementation parasismique** :

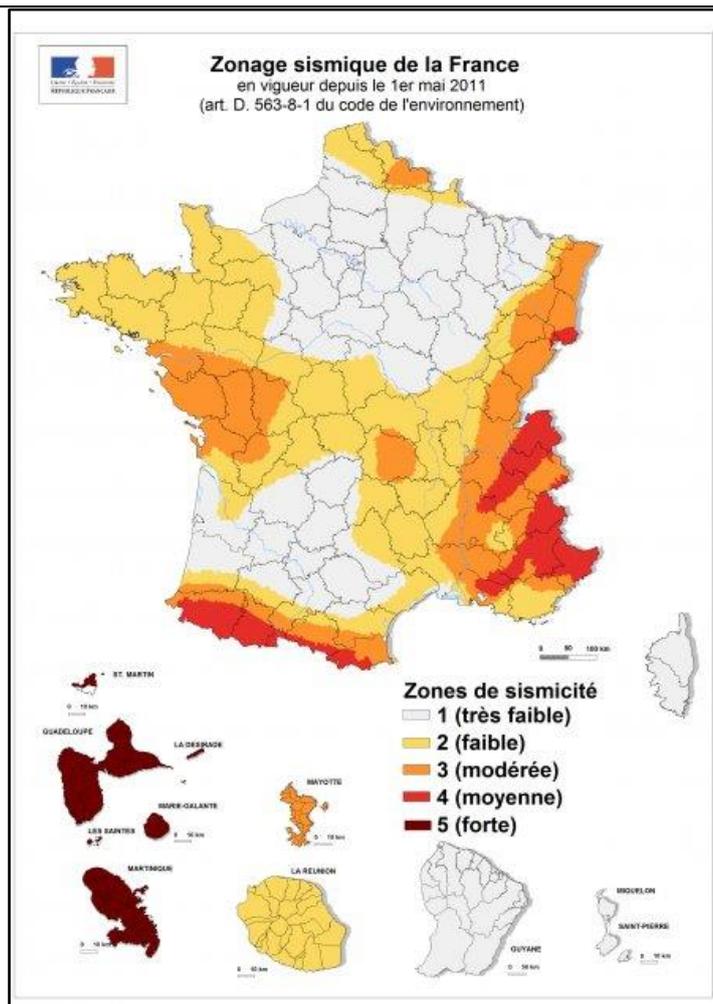


Fig 1 : Zonage sismique de la France – Décret 2010-1255

Comme informations complémentaires, voici des cartes de la sismicité historique et de la sismicité instrumentale de la France, ainsi qu'une carte de zones-sources possibles, déduites d'une analyse sismotectonique :

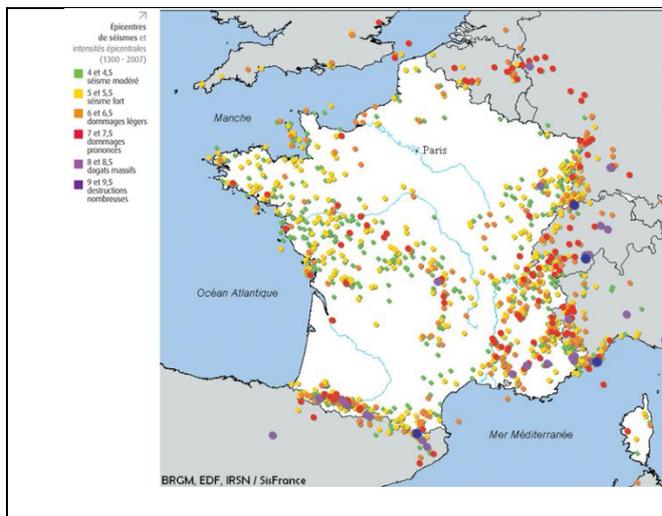


Fig 2

Sismicité historique de la France

Fichier SisFrance ;

BRGM/EDF/IRSN

In : [Les Séismes -2012 p 22](#)

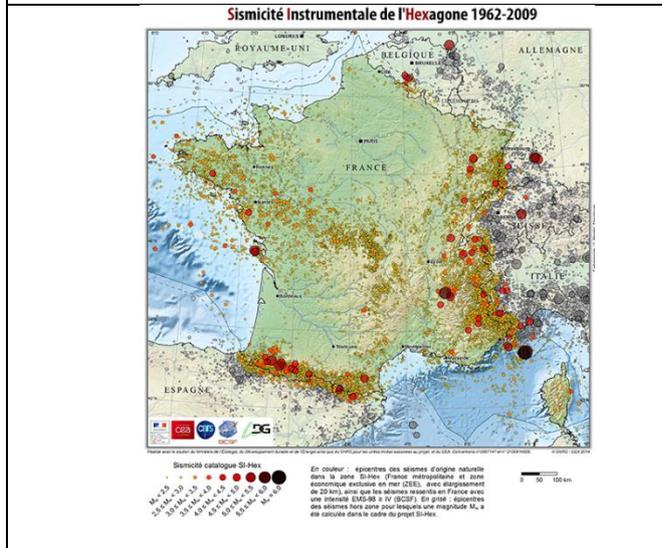


Fig 3

Sismicité instrumentale de la France

Fichier BCSF-LDG 2014,  
issu du projet SI-Hex:

In : [BCSF](#)

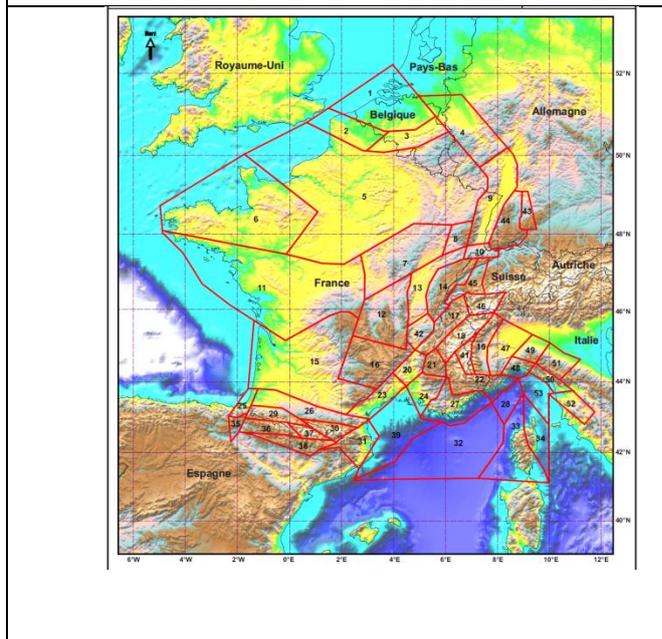


Fig 4

Zonage en 52 zones-sources  
considérées comme homogènes d'un  
point de vue sismotectonique

In : [Revision zonage sismique](#)

Voir : Etude GEOTER sur la  
définition probabiliste de l'aléa –  
Annexes –fig 3.6

+ **A l'échelle locale**, l'aléa sismique local correspond à la possibilité, pour le mouvement sismique au rocher affleurant horizontal, de se transformer à la fois dans les domaines temporel et fréquentiel, compte tenu des conditions particulières du site étudié, géologiques et topographiques, en fonction des caractéristiques géophysiques et géotechniques. On peut mettre ainsi en évidence :

- **Des effets de site** : comme par exemple les amplifications qui ont été observées en 1985, à Mexico, à **plus de 300 km de l'épicentre**, mesurées pour la première fois grâce à des accéléromètres, à l'origine des dommages majeurs observés sur cette ville.
- **Des effets induits** : **Liquéfaction** des sables et limons, saturés et lâches.  
**Mouvements de terrain** : glissements, éboulements, affaissements.

Voir : [Les séismes – 2012](#), p12

Ces effets doivent être pris en compte dans le cadre d'études particulières, en appliquant la réglementation parasismique ([EUROCODE 8, partie 5](#)).

Mais ils peuvent aussi être cartographiés à l'échelle d'une commune et servir à l'aménagement du territoire, sous la forme d'un **microzonage sismique**, première étape par exemple des « **Plans de Prévention du Risque Sismique** » en France, comme cela a pu être déjà réalisés pour certaines communes, en France Métropolitaine (Annecy, Lourdes, Nice par exemple) et aux Antilles.

Voir : [Plan séisme –Espace PPR sismique](#)

### **Les tsunamis :**

Bien mis en évidence récemment avec les séismes de Sumatra en 2004, du Chili en 2010 et du Japon en 2011, les **tsunamis** (vague de port en japonais) peuvent avoir des effets de très grandes catastrophes : plus de 200 000 morts autour de l'Océan Indien en 2004 et près de 20 000 morts au Japon en 2011.

Ces « grands » tsunamis sont généralement dus à des séismes de subduction, de magnitude supérieure à 8.0. Mais des tsunamis de moindre importance peuvent aussi engendrer quelques dommages, par exemple après le séisme de Boumerdes en Algérie en 2003, aux îles Baléares. Certains séismes algériens ou méditerranéens ou atlantiques peuvent avoir des effets sur les côtes françaises.

Voir : [Les séismes – 2012](#), p13 - [CENALT](#), Alerte Tsunami - [Tsunamis en France-BRGM](#)

### 3. La Vulnérabilité des enjeux aux séismes :

Elle concerne la vulnérabilité des constructions et la vulnérabilité sociale et fonctionnelle..

#### + Vulnérabilité des constructions :

Lorsqu'un séisme touche un ensemble de constructions, des dommages peuvent apparaître, allant de la simple fissure jusqu'à l'effondrement complet.

En Europe, ce sont surtout les Italiens, les Grecs, les Roumains,... qui ont beaucoup travaillé sur la mise au point d'un **indice de vulnérabilité des constructions**, à partir d'une matrice la plus complète possible des types de constructions européennes, incluant les françaises. Par exemple, dans le cadre du projet européen [RISK-UE \(2001-2005\)](#), avec la ville de Nice en France, ces spécialistes ont défini une matrice de **23 types de construction** : 7 pour la maçonnerie, 5 pour le béton armé, 5 pour l'acier, 1 pour le bois.

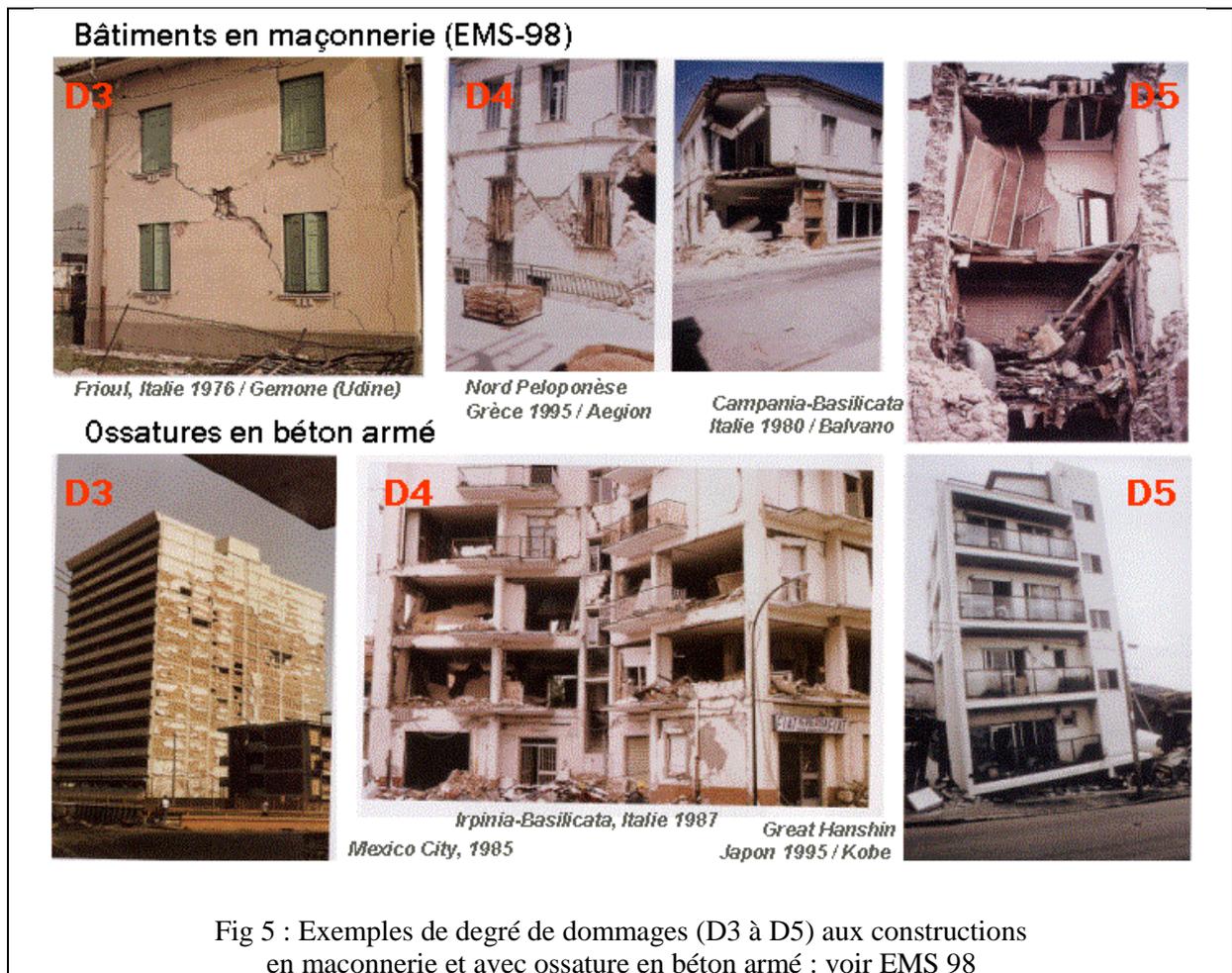
Pour chacun de ces types de construction, un **indice de vulnérabilité** a été défini, **variable de 0 à 1**, correspondant aux **classes de vulnérabilité F à A** (de la plus faible à la plus forte vulnérabilité), définies dans l'échelle macrosismique européenne EMS 98, p14 (voir ci-dessous), et permettant de classer ces types de construction. D'autres paramètres interviennent dans l'expression de cet indice, comme la hauteur de la construction, son emplacement au sein des autres constructions... ainsi que des considérations purement structurales.

Une fonction de vulnérabilité est alors définie. Elle lie les 3 éléments essentiels : **indice de vulnérabilité – intensité ou accélération maximale** due à l'agression sismique – **dommage moyen** sur une échelle variant de 1 à 5 (1 : peu ou pas de dommage, 5 : dommage maximal).

Puis, à partir de ce dommage moyen et après analyse dite « macrosismique-statistique » d'un grand nombre de dommages, évaluée après l'occurrence de séismes en Italie, en Grèce, en Roumanie, en Macédoine... des **fonctions de répartition des dommages sur une échelle à 5 degrés (D1, D2, D3, D4, D5)** sont obtenues, permettant d'évaluer finalement tous les éléments du risque sismique (voir ci-après).

Ces niveaux de dommage correspondent à ce qui a été proposé pour la réalisation de l'échelle macrosismique européenne [EMS 98, p15 et 16](#). Exemple pour les maçonneries :

				
<b>Degré D1</b> Dégâts négligeables à légers (aucun dégat structural, Légers dégâts non structuraux)	<b>Degré D2</b> Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés)	<b>Degré D3</b> Dégâts sensibles à importants (dégâts modérés, dégâts non structuraux importants)	<b>Degré D4</b> Dégâts très importants (Dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants)	<b>Degré D5</b> Destruction. Effondrement total ou presque total



D'autres méthodes du même type ont été mises en place pour évaluer les fonctions de vulnérabilité en France, avec la méthode VULNERALP, comme dans le projet GEMGEP, pour la ville de Nice, mais aussi pour la ville de Grenoble : voir [GEMGEP-Nice](#).

Enfin, bien d'autres méthodes existent, par exemple basées sur une « approche mécanique » prenant en compte le comportement plus ou moins ductile des structures, comme dans le projet HAZUS (Etats-Unis) ou toujours dans RISK-UE, pour la ville de Nice.

**+ Vulnérabilité sociale et fonctionnelle :**

**L'étude de la vulnérabilité sociale et fonctionnelle est fondamentale.** Les consignes et plans d'actions qui en découlent peuvent conduire à une réduction importante du nombre global de victimes lors d'un séisme en particulier si la population devient bien consciente des différents dangers, pendant et après l'occurrence d'un séisme. Deux exemples parmi bien d'autres :

- 1) Lors du séisme de Boumerdes en Algérie en 2003, une réplique a entraîné l'effondrement complet d'un immeuble de grande hauteur à Rouiba, entraînant la mort de plusieurs personnes qui étaient revenues chercher des effets personnels. Donc, toujours faire attention aux répliques, surtout dans des contextes de failles inverses, car elles peuvent entraîner des dommages importants et soudains.

- 2) Lors du séisme de Lorca en Espagne en 2011 (M=5.1, mais faible profondeur focale), les 9 victimes décédées l'ont été parce qu'elles sont sorties de leurs habitations, alors que la consigne de base aurait dû être d'y rester compte tenu du contexte urbain.

De nombreuses études et méthodes conduisant à des plans d'actions spécifiques existent dans les pays où des séismes importants ont eu lieu pendant les dernières décennies. Ils ont été lancés en particulier suite à la « Décennie internationale pour la prévention des catastrophes naturelles (DIPCN) », de 1990 à 2000, à savoir en Californie, au Japon, en Chine, en Inde, en Nouvelle-Zélande, dans de nombreux pays d'Amérique latine, en Algérie, en Iran.

Le problème majeur est en fait : ces Plans d'action sont-ils bien suivis dans le temps et sont-ils ainsi efficaces. Et sinon, que faire pour qu'ils le deviennent.

En France métropolitaine, la prise en compte du risque sismique est loin d'être une priorité par rapport aux autres risques, tout simplement parce que l'évènement possible est considéré comme rare.. Et même dans des villes comme Nice, Mulhouse, Salon de Provence, Grenoble, Lourdes,...où l'aléa apparaît comme plus fort que dans d'autres villes, il faut sans cesse relancer l'information et la sensibilisation vis-à-vis d'un séisme certes possible mais que la population « ne sent pas vraiment ».

Il en est autrement aux Antilles où les séismes de 2004 et 2007 ont fait très peur, même s'ils n'ont pas été trop destructeurs. En fait des « exercices Richter » et « Replik » (2008 et 2009) suite aux séismes de 2004 et 2007 ont maintenu une sensibilisation certaine, même si le séisme de 2007 commence à être déjà assez lointain dans la mémoire de la population.

En France Métropolitaine, certaines études ont été réalisées, comme à Grenoble en 2010 et suite au séisme de l'Ubaye en 2014.

Pour Grenoble, voici quelques-uns des enseignements qui ont pu être tirées d'une enquête réalisée sur 1003 personnes interrogées dans la rue : voir [PACTE-Territoires](#).

- Perception du risque : les répondants ne se sentent pas très exposés au risque sismique
- La moitié d'entre eux connaissent les consignes à suivre en cas de séisme
- Les plus jeunes et les plus diplômés connaissent mieux les consignes
- Peu d'enquêtés affirment avoir reçu de l'information sur le risque sismique à Grenoble
- Avoir reçu de l'information semble influencer la connaissance du risque ou des consignes
- Perception « décalée » sur la résistance des bâtiments
- Pas d'influence du statut sur la vulnérabilité

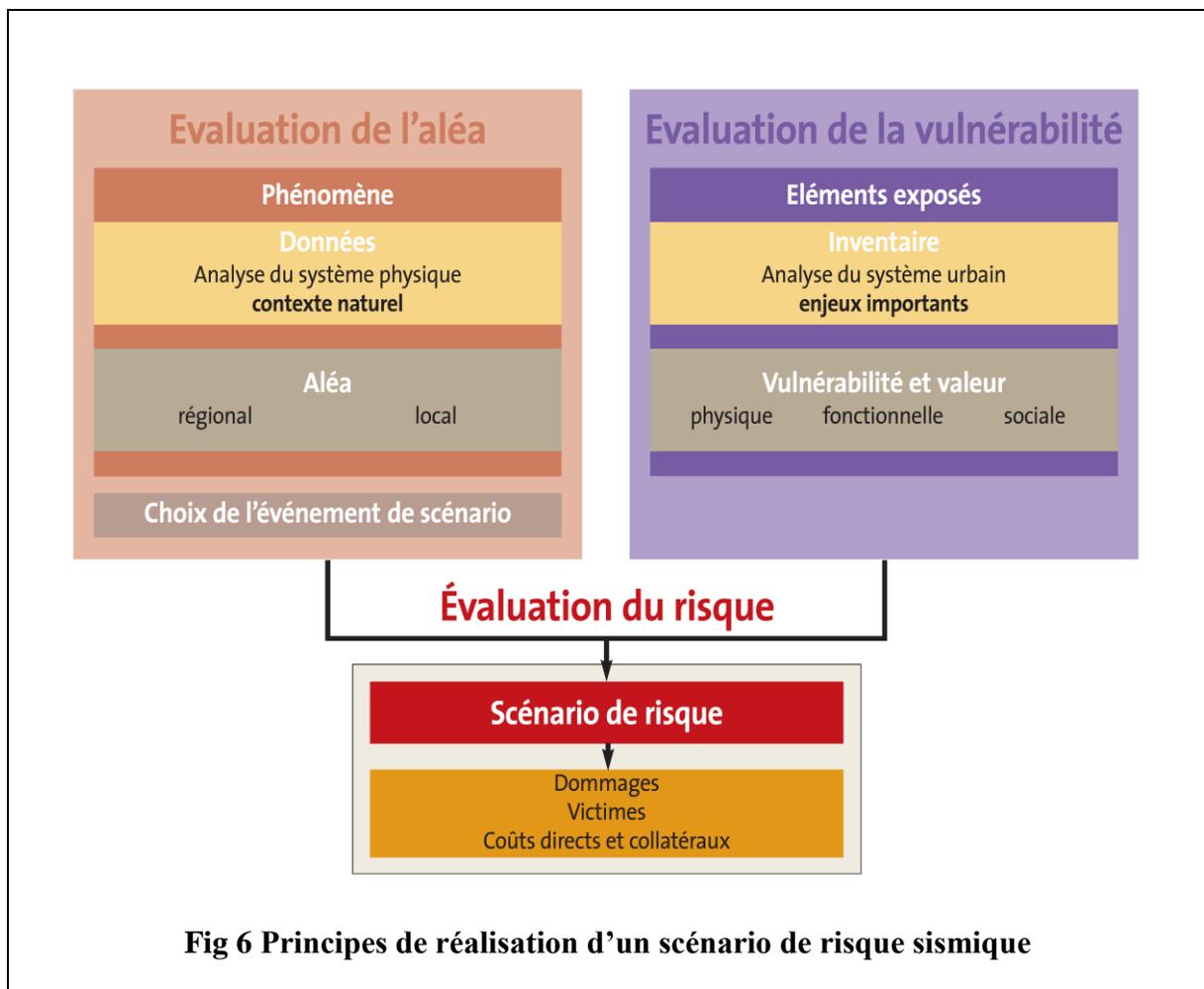
Pour le séisme de l'[Ubaye en avril 2014](#) , les travaux ont porté essentiellement sur l'analyse des attitudes et comportements de la population pendant et après le séisme, à partir d'une méthodologie spécifique et des résultats d'enquête qui en ont résulté : Voir les présentations regroupées sur le site de [l'AFPS-UBAYE](#). Voir également : [REX-UBAYE](#).

Actuellement un groupe de travail de l'AFPS (Association française du génie parasismique), le [GERIS](#) avec le sous-groupe VUSO , travaille à la réalisation d'une méthodologie générale d'évaluation de la vulnérabilité sociale et fonctionnelle, adaptée aux pays européens. Ce travail doit être réalisé en liaison avec une unité pilote dans le domaine aux Etats-Unis, à l'Université de South Carolina (Professor Susan Cutter).

#### 4. L'évaluation du risque sismique → Plans d'Actions :

La connaissance de l'**aléa sismique** en un site ou une région donnée, aux deux échelles régionale et locale, ainsi que des **fonctions de vulnérabilité pour les constructions** permet alors de faire une première estimation du risque sismique. Cette estimation peut être réalisée par exemple sous la forme de **scénarios sismiques**, soit à partir d'un séisme spécifique, connu historiquement, soit à partir d'une probabilité d'occurrence, choisie en fonction des éléments étudiés. Le schéma utilisé dans ces scénarios est représenté ci-dessous :

Voir par exemple RISK-UE ou GEMGEP . Mais bien d'autres scénarios ont été réalisés depuis une vingtaine d'années, dans de nombreux contextes, par exemple aux Etats-Unis (programme HAZUS) ou dans le monde (Programme RADIUS, Projets en Algérie, Iran, Nouvelle-Zélande, Inde, Chine, etc...),



L'analyse des résultats des différents scénarios qui peuvent être réalisés, sur une agglomération par exemple, liée à la connaissance de la **vulnérabilité sociale et fonctionnelle locale** vis-à-vis des séismes, devrait ensuite conduire les responsables locaux, en liaison avec la population, à la réalisation et la mise en place d'un « **Plan d'Actions Séisme** ».

Ce Plan d'actions doit comprendre un inventaire et un échéancier des différentes actions à accomplir chaque année et un suivi de ces actions permettant la **réduction effective du risque sismique** sur une période de 10 à 20 ans. Certaines de ces actions sont présentées au chapitre suivant. Pour un Plan d'Action le plus complet possible, il faut certainement beaucoup plus détailler chacune des actions en faisant intervenir tous les acteurs susceptibles d'y participer ou de les réaliser.

Elles concernent surtout, et dans une première phase, les domaines de l'information-formation, de la construction parasismique pour les bâtiments existants, scolaires et stratégiques et de l'organisation des secours à tous les niveaux.

C'est ce qui a été par exemple entrepris aux Antilles, dans le cadre des Plans 2007-2013, puis 2015-2020. Pour ce dernier plan, les axes principaux d'actions sont ainsi les suivants :

Voir : [Plan séisme Antilles \(Horizon 2020\)](#)

### **Fig 7 : Les grands Axes du Plan Séisme Antilles (Horizon 2020)**

#### **Axe 1 : Réduire la vulnérabilité du bâti existant**

- 1.1 Réduction de la vulnérabilité du bâti public*
- 1.2 Réduction de la vulnérabilité du bâti privé*

#### **Axe 2 : Accompagner les acteurs de l'aménagement et de la construction chargés de réduire la vulnérabilité du bâti**

- 2.1 Formation des professionnels du bâtiment*
- 2.2 Développement du contrôle du respect des règles de construction (CRC)*
- 2.3 Aménagement du territoire communal : plans de prévention des risques sismiques (PPRS)*

#### **Axe 3 : Sensibiliser au risque sismique et tsunami et préparer à la gestion de crise**

- 3.1 Sensibilisation de la population et des maîtres d'ouvrage*
- 3.2 Préparation à la gestion de crise*

#### **Axe 4 : Améliorer la connaissance de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque**

La gouvernance du plan séisme Antilles est assurée, au niveau de l'État, par un comité de direction (CODIR PSA) qui réunit, sous la présidence de la directrice générale de la prévention des risques, déléguée aux risques majeurs, le directeur général des outre-mer, le directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature, le directeur général de la sécurité civile et de la gestion des crises, les deux préfets de région Martinique et Guadeloupe et le préfet délégué pour Saint-Martin et Saint-Barthélemy. Le comité peut associer, pour certaines de ses réunions, des représentants des autres directions d'administration centrale concernées, ainsi que les deux rectorats d'académie et les deux agences régionales de santé.

## 5. Finalement, Comment Réduire Effectivement le Risque Sismique :

Voici un schéma général de la plupart des actions possibles de PRÉVENTION, conduisant à une réduction effective systématique du risque sismique, comme cela a été proposé en Région Provence Alpes Côte d'Azur en 2010. Voir : [ORRM - PACA – RISQUE SISMIQUE](#)

**Fig 8 : Les 4 volets de la Prévention du Risque sismique**



Une description de chacun de ces volets est présentée ci-après :

## 5.1 INFORMER ET FORMER

Un très grand nombre d'informations sur le risque sismique sont présentées sur les sites : PLAN-SEISME, ORRM-PACA, IRMA-Grenoble, PRIM-NET.

5.1.1 L'**information du citoyen** est bien présentée sur le site : [ORRM-Information-Citoyen](#)

+ **Pourquoi informer**

+ **Sur quoi porte cette information**

+ **Quels sont les documents d'information imposés par la loi ?**

Le **Maire** a pour obligation d'informer ses citoyens en rédigeant le DICRIM (Dossier Communal d'Information sur les Risques Majeurs). Lorsqu'un Plan de Prévention existe, il doit également informer le public sur les risques visés par le **PPR**, en particulier le risque sismique.

L'**Etat** doit fournir l'information de base à travers les deux documents suivants : [le dossier départemental des risques majeurs \(DDRM\)](#) ; [le porté à connaissance \(PAC\)](#) qui remplace le dossier communal synthétique (DCS).

Les **propriétaires vendeurs ou bailleurs** ont la double obligation d'informer leurs acquéreurs ou locataires ([Information Acquéreur Locataire](#)) : sur les risques naturels et technologiques auxquels leur bien immobilier est exposé ; sur les sinistres ayant donné lieu à indemnisation au titre de la garantie catastrophe naturelle et technologique.

+ **Où ces documents se trouvent-ils ?**

Tous les documents d'information à l'attention du citoyen (DICRIM, DDRM, PAC, DCS) se trouvent dans les mairies, les services de l'état et les préfectures.

Tous les DICRIM de la région PACA sont disponibles sur ce site dans la rubrique [Moi Citoyen](#)

L'IAL est fournie par les vendeurs ou bailleurs au moment de la vente ou de la rédaction du bail. Des modèles de ces documents sont disponibles dans les mairies.

5.1.2 Pour la **formation** dans les domaines liés au risque sismique et en particulier à la construction parasismique, beaucoup d'éléments se trouvent sur le site [PLAN-SEISME-formation](#), en particulier :

+ Une enquête AFPS 2008, sur les formations en génie parasismique 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycles

+ Des programmes de formation à l'intention des professionnels du bâtiment.

+ Elaboration d'un outil de formation des collectivités territoriales à la prévention du risque sismique

+ Formation Architectes Antilles

+ [Sismos à l'Ecole](#), avec [EDUSISMO](#) : formation à la sismologie et au parasismique au collège

## 5.2 BIEN AMÉNAGER LE TERRITOIRE

Cela correspond à la meilleure prise en compte des différents effets qui ont pu être observés pendant l'occurrence de séismes (voir paragraphe 2 : **aléa à l'échelle locale**) :

+ **effets de site : amplification des mouvements sismiques**

+ **effets induits : liquéfaction et mouvements de terrain**

Rappelons que ces effets peuvent être cartographiés à l'échelle d'une commune et servir à l'aménagement du territoire, sous la forme d'un **microzonage sismique**, première étape par exemple des « **Plans de Prévention du Risque Sismique (PPRS)** » en France, comme cela a pu être déjà réalisés pour certaines communes, en France Métropolitaine (Annecy, Lourdes, Nice par exemple) et aux Antilles.

Voir : [Plan séisme –Espace PPR sismique](#)

## 5.3 CONSTRUIRE PARASISMIQUE

Il faut construire en suivant absolument les prescriptions qui sont indiquées dans la **réglementation parasismique**. Elle est actuellement précisée dans les documents suivants :

[PLAN-SEISME-Règles parasismiques](#) , [AQC-Bâti-neuf](#) , [AQC-Bâti-existant](#) , [AFPS](#),  
AQC : Agence Qualité Construction, AFPS : Association française du génie parasismique

+ Ouvrages à « **risque normal** »

La France dispose depuis le 24 octobre 2010 d'une nouvelle réglementation parasismique, entérinée par les décrets [no 2010-1254](#) et [no 2010-1255](#) et relatifs à la prévention du risque sismique et portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, et par 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** ». Ces nouveaux textes réglementaires sont entrés en vigueur au 1<sup>er</sup> mai 2011. Les règles de construction parasismique applicables aux bâtiments dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité dans laquelle il se trouve : plus la sismicité est forte ou plus l'importance de l'enjeu est grande, plus les exigences de protection parasismique sont fortes.

+ Les ouvrages de la classe à « **risque spécial** », présentant un risque non seulement pour l'ouvrage lui-même, mais aussi pour l'environnement immédiat, font l'objet d'une réglementation spéciale. Ce sont :

- Les **ICPE** (Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement) à risque spécial, certaines pouvant être considérées à risque normal : [PLAN-SEISME-ICPE](#) .

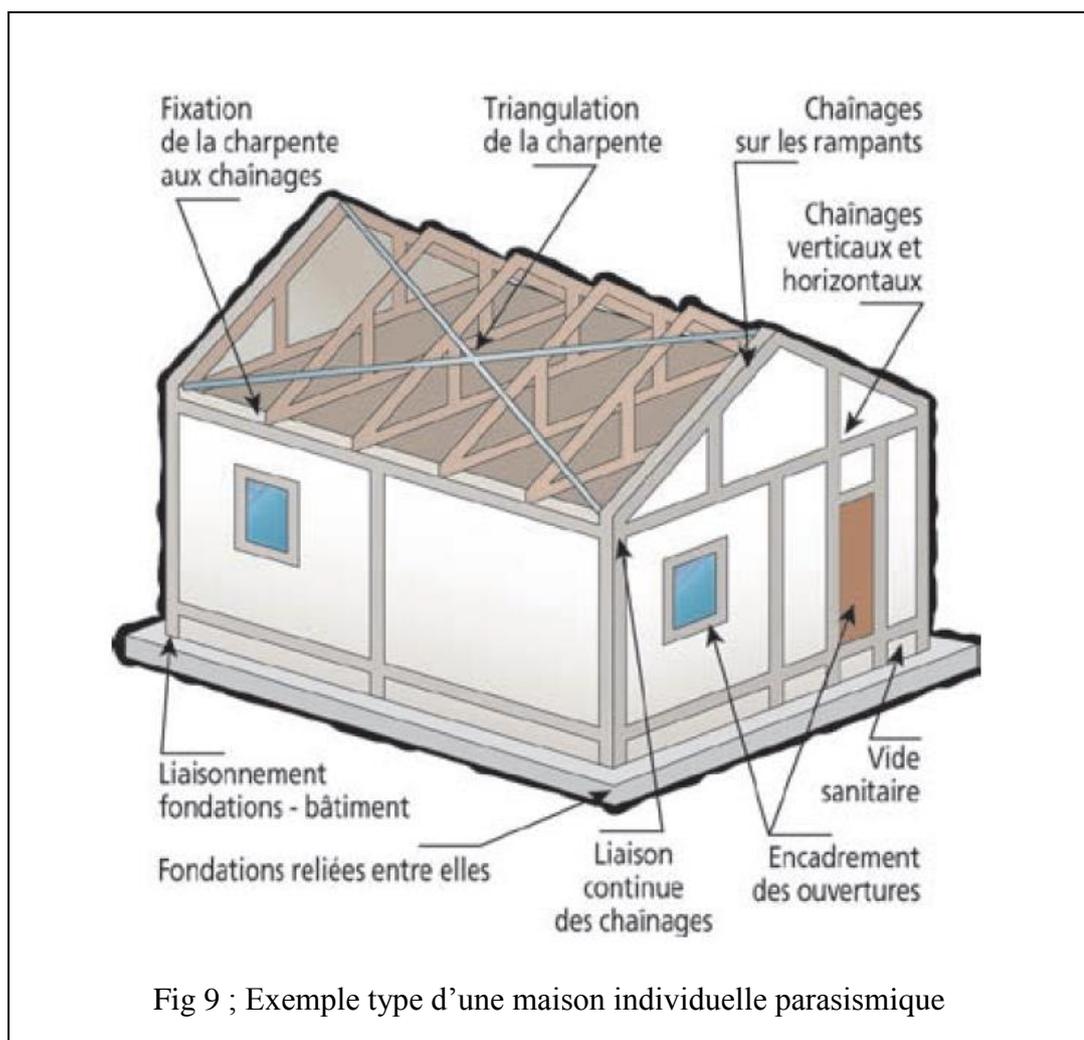
- Des ouvrages hydrauliques, dont les **barrages** : [PLAN-SEISME-BARRAGES](#) . Ce document de 316 pages reprend toute la démarche très complète de la réduction du risque, décrite dans le présent document, avec de nombreuses illustrations et descriptions des méthodes.

- Les **INB** (Installations Nucléaires de Base). Elles sont l'objet de recommandations et de règles de sûreté spécifiques, dites règles fondamentales de sûreté (RFS), établies par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) : [ASN-ORRM](#) et [ASN-GUIDE-2006](#) .

Si on s'intéresse surtout aux **bâtiments courants**, à risque normal, le document suivant de présentation du MEDDE (2014) décrit bien la démarche réglementaire : [AFPS-MEDDE](#)

Elle doit être complétée par une prise en compte globale coordonnée de l'acte de construire : Voir Fig 10.

Voici par ailleurs un exemple classique d'une maison individuelle parasismique (Fig 9).



## ■ Implantation

### ▪ Étude géotechnique



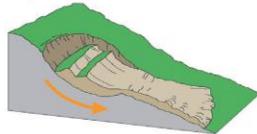
Extrait de carte géologique

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

### ▪ Se protéger des risques d'éboulements et de glissements de terrain

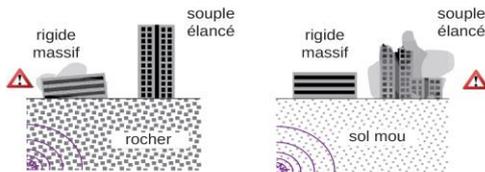
S'éloigner des bords de falaise, pieds de crête, pentes instables.

Le cas échéant, consulter le plan de prévention des risques (PPR) sismiques de la commune.



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 la liquéfaction du sol (perte de capacité portante).

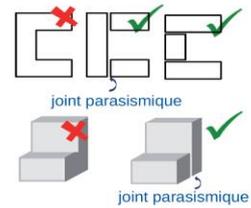
## ■ Conception

### ▪ Privilégier les formes simples

Privilégier la compacité du bâtiment.

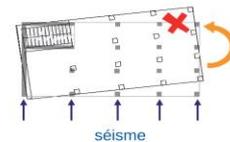
Limiter les décrochements en plan et en élévation.

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.

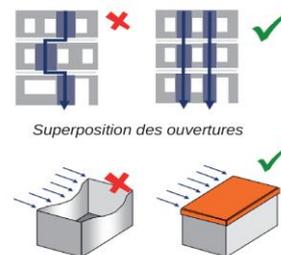


### ▪ Assurer la reprise des efforts sismiques

Assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure.

Superposer les éléments de contreventement.

Créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux.



Limitation des déformations : effet «boîte»

### ▪ Appliquer les règles de construction

## ■ Exécution

### ▪ Soigner la mise en oeuvre

Respecter les dispositions constructives.

Disposer d'une main d'oeuvre 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



béton



maçonnerie

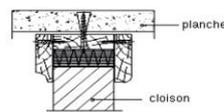


métal



bois

### ▪ Fixer les éléments non structuraux



Liaison cloison-plancher (extrait des règles PS-MI)

Fixer les cloisons, les plafonds suspendus, les luminaires, les équipements techniques lourds.

Assurer une liaison efficace des cheminées, des éléments de bardage...

Fig 10 Les 4 volets d'une bonne construction parasismique :  
Implantation, Conception, Matériaux, Réalisation.

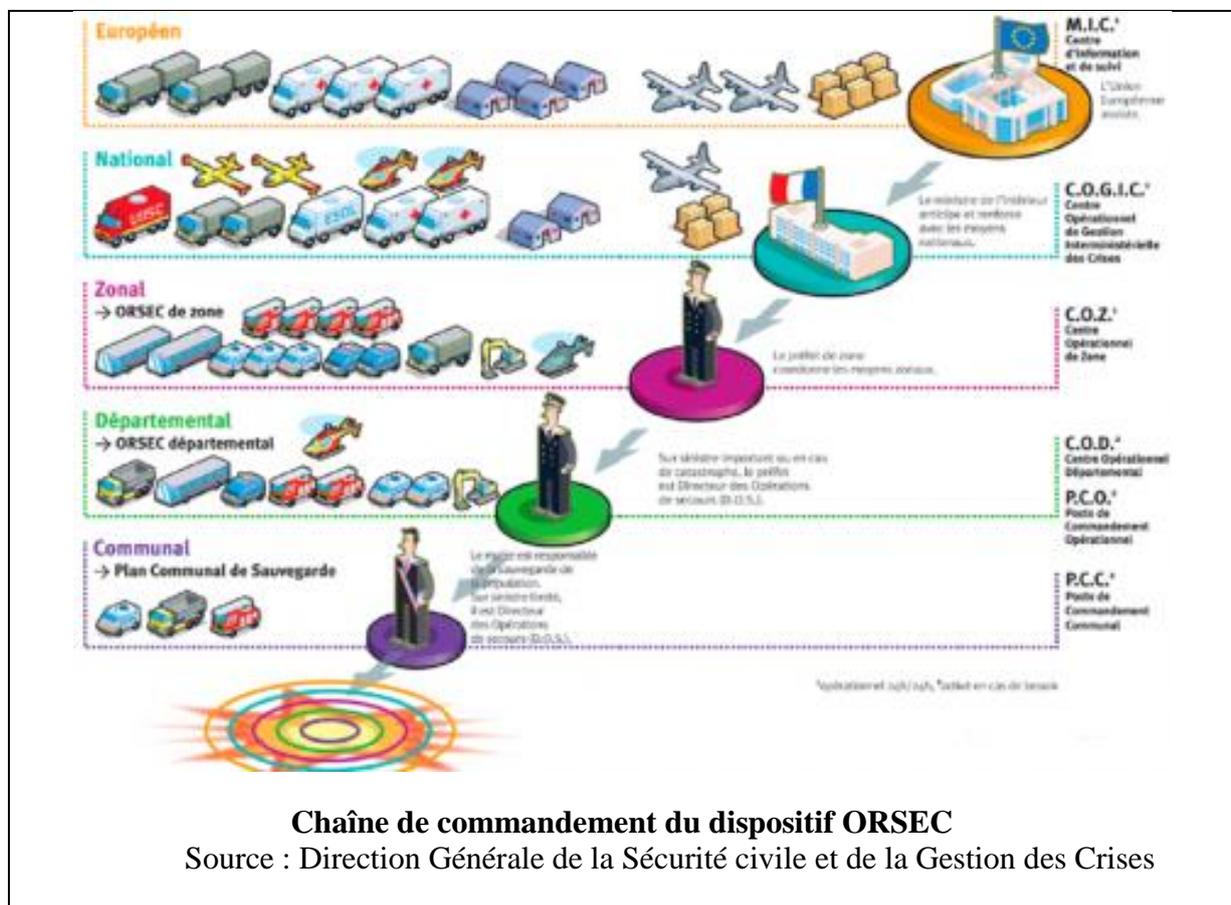
Avec un projet défini et suivi  
par les Architectes, les Ingénieurs et les Contrôleurs, en étroite collaboration

## 5.4 ORGANISER TOUS LES SECOURS

Les secours en France sont organisés à l'échelle du département jusqu'aux niveaux zonal, national et européen : c'est le **Plan ORSEC**. C'est le Préfet qui décide de la mise en route du plan ORSEC dans son département. Le Plan prévoit l'organisation des transports, de la circulation, de l'accueil et de la protection des sinistrés.

Mais généralement, lors de séismes importants, les secours peuvent ne pas intervenir rapidement sur certaines communes. Un **Plan Communal de Sauvegarde (PCS)** est donc nécessaire pour permettre une intervention directe, à l'échelle de la commune. Ce plan prévoit la mise en place d'une équipe de crise autour du maire, au sein d'un poste communal de commandement. Il doit également prévoir la transmission des informations vers la Préfecture.

Voir : [Plan Séisme ORSEC](#) [Plan Séisme PCS](#)



Différents exercices dits **RICHTER** ont par ailleurs été organisés aux Antilles et en France métropolitaine, depuis 2007, pour analyser la réaction et le comportement des différents services de secours, lors d'un séisme majeur.

Voir : [Plan Séisme exercices RICHTER](#)

## **6. RESSOURCES DOCUMENTAIRES :**

**Voir le document joint : 6 - Réduction Risque sismique - Ressources documentaires.**