

WEB-ATELIER #1



Réglementation parasismique et contrôle des règles de construction

CYCLE DE WEB-ATELIERS : CONCEVOIR ET CONSTRUIRE PARASISMIQUE



**Andrei Balgiu
- AFPS -**

Jeudi 4 novembre 2021



SOMMAIRE

- 1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8**
- 2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS**
- 3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS**
- 4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE**
- 5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS**

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Les bâtiments sont exposés à trois catégories de risques :
 - les risques naturels, tels que les inondations, les séismes, les mouvements de terrains, les avalanches, ...
 - les risques technologiques d'origine humaine, tels que les risques industriel, nucléaire, biologique, les ruptures de barrages,
 - les risques liés à la vie courante tels que l'incendie, la sécurité des piscines ou des ascenseurs,...
- Les enjeux liés aux risques naturels et technologiques concernent avant tout la protection des personnes, mais également la limitation des dommages directs (réparation, remise en état des bâtiments,...) et indirects (arrêt d'activité dans des entreprises, relogement des personnes évacuées,...).

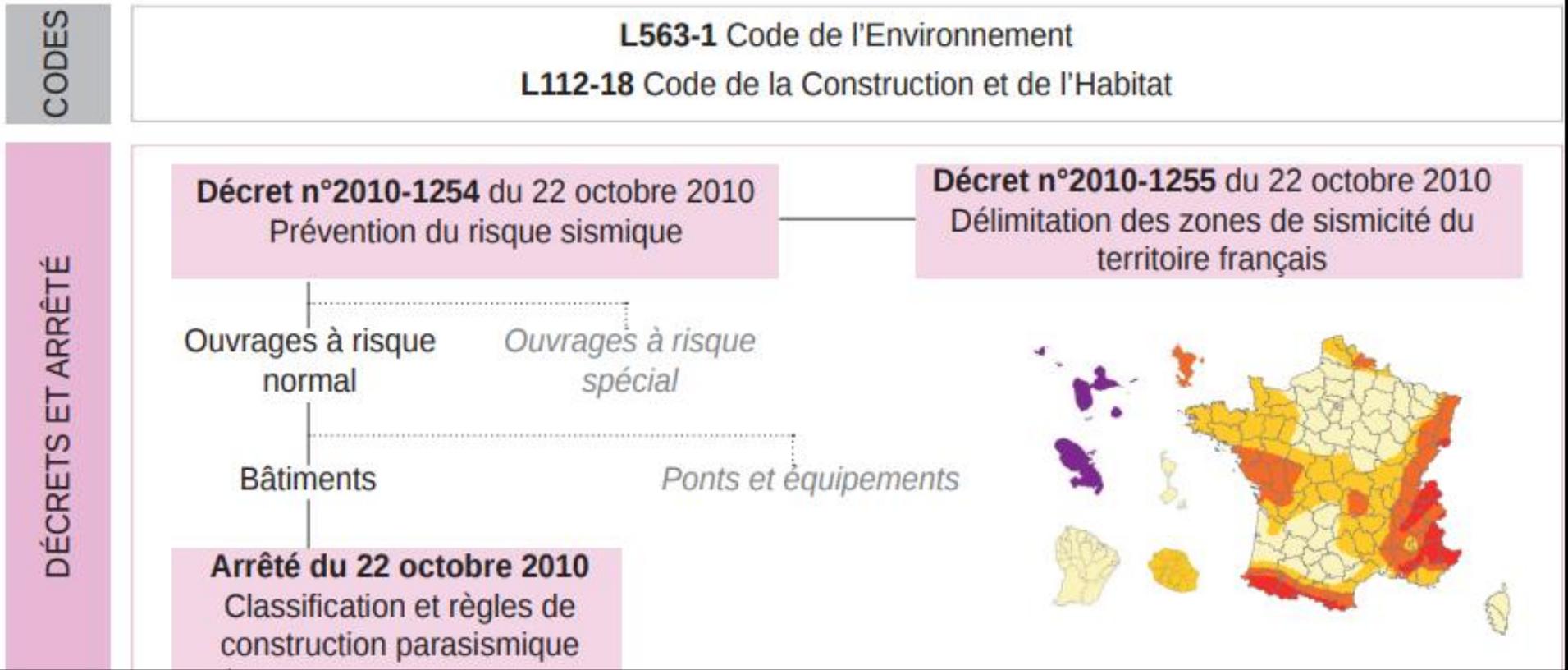
1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Le séisme constitue un risque naturel majeur potentiellement meurtrier et pouvant causer des dégâts assez importants sur les bâtiments et les équipements.
- 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. La construction peut alors subir des dommages irréparables, mais elle ne doit pas s'effondrer sur ses occupants. En cas de séisme plus modéré, l'application des dispositions définies dans les règles parasismiques permet de limiter ainsi, les pertes économiques.
- Les exigences parasismiques sont définies en fonction de deux critères principaux :
 - la localisation géographique ;
 - la nature de l'ouvrage.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

1.1) La réglementation parasismique

■ Organisation réglementaire



1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- **Le Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010** : portant la délimitation des zones de sismicité du territoire français – fixe le périmètre d'application de la réglementation parasismique .
- **Le Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010** : relatif à la prévention du risque sismique - définit les grands principes relatifs aux règles parasismiques, permet la classification des ouvrages et des bâtiments et de nommer et hiérarchiser les zones de sismicité du territoire.
- **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** ».

Cet Arrêté a été modifié plusieurs fois, notamment au 15 septembre 2014, au 30 décembre 2020 et au 8 septembre 2021.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- La réglementation distingue deux types d'ouvrages :
 - les ouvrages à « **risque normal** » : cette classe correspond « aux bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat ». Elle correspond notamment au bâti dit courant (maisons individuelles, immeubles d'habitation collective, écoles, hôpitaux, bureaux, etc....)
 - les ouvrages à « **risque spécial** » : cette classe correspond « aux bâtiments, équipements et installations pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement de dommages même mineurs résultant d'un séisme peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat desdits bâtiments, équipements et installations ». Elle correspond à des installations de type nucléaire, barrages, ponts, industries SEVESO, qui font l'objet d'une réglementation parasismique particulière.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Pour la catégorie des ouvrages à « **risque spécial** », l'Arrêté qui s'applique est le :
 - **Arrêté du 24 janvier 2011** : fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées. Cet arrêté complète l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).
- Dans cette présentation on va traiter uniquement les ouvrages à « **risque normal** ».
- **L'Arrêté parasismique du 22 Octobre 2010** change la donne en terme de prévention du risque sismique dans les constructions.
- Cet arrêté prévoit l'application des dispositions contenues dans l'Eurocode 8.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

1.2) L'essentiel de l'Eurocode 8

1.2.1) Domaine d'application et objectif

- L'EN 1998-1 s'applique au dimensionnement et à la construction de bâtiments et d'ouvrages de génie civil en zone sismique.
- Les structures spéciales, telles que les centrales nucléaires, les structures en mer et les grands barrages, ne sont pas couvertes par l'EN 1998.
- Il est suppose qu'aucune modification de la structure ne sera effectuée pendant la phase de construction ou pendant la durée de vie de la structure, à moins qu'elle ne soit correctement justifiée et vérifiée.
- En raison de la nature spécifique de la réponse sismique, ceci s'applique également aux modifications entraînant un renforcement de la résistance de la structure.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Le but de l'EN 1998 est d'assurer qu'en cas de séisme :
 - les vies humaines sont protégées ;
 - les dommages sont limités ;
 - les structures importantes pour la protection civile restent opérationnelles.

1.2.2) Exigences de performance

- Exigence de non-effondrement : La structure doit être conçue et construite de manière à résister aux actions sismiques de calcul, sans effondrement local ou général, conservant ainsi son intégrité structurale et une capacité portante résiduelle après l'événement sismique.
- Exigence de limitation des dommages : La structure doit être conçue et construite pour résister à des actions sismiques présentant une probabilité de se produire plus importante que les actions sismiques de calcul, sans qu'apparaissent des dommages et des limitations d'exploitation, dont le coût serait disproportionné par rapport à celui de la structure.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- La fiabilité visée par l'exigence de « **non-effondrement** » et de l'exigence de « **limitation des dommages** » sont définis par les autorités nationales pour les différents types de bâtiments ou d'ouvrages de génie civil, en fonction des conséquences que peut avoir leur ruine. La différenciation de la fiabilité est obtenue en classant les structures en diverses **catégories d'importance**. Un **coefficient d'importance** « γ_1 » est attribué à chaque catégorie.

1.2.3) Critères de conformité

- Pour satisfaire aux exigences fondamentales, les états limites suivants doivent être vérifiés :
 - les états limites ultimes ;
 - les états limites de limitation de dommages.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

■ Etats limites ultimes

- Il doit être vérifié que le système possède les **propriétés de résistance et de dissipation d'énergie spécifiées** dans les parties concernées de l'EN 1998.
- La résistance et la capacité de dissipation d'énergie à conférer à la structure dépendent de la façon dont fait appel à son comportement linéaire. En pratique, un tel arbitrage entre la résistance et la capacité de dissipation d'énergie est caractérisé par les valeurs du **coefficient de comportement $\ll q \gg$ et les classes de ductilité associées.**
- Il doit être vérifié que la structure dans son ensemble reste stable sous l'action sismique de calcul, vis-à-vis du renversement et du glissement.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Il doit être vérifié que, sous l'effet de l'action sismique de calcul, le comportement des éléments non structuraux ne présente pas de risque pour les personnes.
 - Etats limitation des dommages
- Un degré approprié de fiabilité vis-à-vis de dommages inacceptables doit être assuré en respectant les limites de déformation ou d'autres limites définies dans les parties appropriées de **l'EN 1998**.
- Dans le cas des structures importantes pour la protection civile, il doit être vérifié que le système structural possède une résistance et une rigidité suffisantes pour **maintenir le fonctionnement des services vitaux de ces installations**, dans le cas d'un événement sismique associé à une période de retour appropriée.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

1.2.4) Informations nécessaires pour le calcul selon l'EN 1998

Cadre d'application de l'EUROCODE 8

Catégorie d'importance du bâtiment	Zone de sismicité				
	1	2	3	4	5
I	Non	Non	Non	Non	Non
II	Non	Non	Oui	Oui	Oui
III	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
IV	Non	Oui	Oui	Oui	Oui



1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- **La classe de sol** : il est considéré cinq classes de sol correspondant aux descriptions suivantes :
 - **Classe A** : Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant ;
 - **Classe 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 ;
 - **Classe C** : Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres ;
 - **Classe 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 ;
 - **Classe E** : Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v_s (vitesse de propagation des ondes de cisaillement S) de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

● Les valeurs du paramètre de sol, S , résultant de la classe de sol sous le bâtiment sont données par le tableau suivant :

Classes de sol	S (pour les zones de sismicité 1 à 4)	S (pour la zone de sismicité 5)
A	1	1
B	1.35	1.2
C	1.5	1.15
D	1.6	1.35
E	1.8	1.4

- Les bâtiments sont définis en 2 classes :
 - bâtiments à « risque normal » (dégâts circonscrits aux occupants ou voisinage immédiat) ;
 - bâtiments à « risque special ».

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Pour les bâtiments à « risque normal » il y a 4 « catégories d'importance » :
 - Catégorie d'importance I : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique ;
 - Catégorie d'importance II : ceux dont la défaillance présente un risque dit moyen pour les personnes ;
 - Catégorie d'importance III : ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique ;
 - Catégorie d'importance IV : ceux dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

Catégorie	Bâtiments concernés
I	Bâtiments dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visés par les autres catégories
II	Bâtiments d'habitation individuelle et collective (de hauteur inférieure ou égale à 28 m) ERP des 4e et 5e catégories au sens des articles, à l'exception des établissements scolaires Bâtiments à usage commercial ou de bureaux, non ERP, bâtiments industriels, pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300, de hauteur inférieure ou égale à 28 m Parcs de stationnement ouverts au public
III	Etablissements scolaires ERP des 1re, 2e et 3e catégories Bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres Bâtiments d'habitation collective de hauteur supérieure à 28 m Bâtiments à usage de bureaux de hauteur supérieure à 28 m Autres bâtiments pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes appartenant notamment aux types suivants : — bâtiments à usage commercial ou de bureaux, non classés ERP — bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle — bâtiments des établissements sanitaires et sociaux, à l'exception de ceux des établissements de santé qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique et qui sont mentionnés à la catégorie d'importance IV Bâtiments des centres de production collective d'énergie quelle que soit leur capacité d'accueil.
IV	Bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de la sécurité civile et de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public et comprenant notamment : — bâtiments abritant les moyens de secours en personnels et matériels et présentant un caractère opérationnel — bâtiments définis par le ministre chargé de la défense, abritant le personnel et le matériel de la défense et présentant un caractère opérationnel Bâtiments contribuant au maintien des communications, et comprenant notamment ceux : — des centres principaux vitaux des réseaux de télécommunications ouverts au public — des centres de diffusion et de réception de l'information — des tours hertziennes stratégiques Bâtiments et toutes leurs dépendances fonctionnelles assurant le contrôle de la circulation aérienne des aéroports classés dans les catégories A, B et C2 suivant les instructions techniques pour les aéroports civils (ITAC) édictées par la direction générale de l'aviation civile, dénommées respectivement 4 C, 4 D et 4 E suivant l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) Bâtiments des établissements de santé qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique Bâtiments de production ou de stockage d'eau potable Bâtiments des centres de distribution publique de l'énergie Bâtiments des centres météorologiques

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Un coefficient d'importance « γ_1 » est attribué à chacune des catégories d'importance de bâtiment. Les valeurs des coefficients d'importance « γ_1 » sont données par le tableau suivant :

Catégories d'importance de bâtiment	Coefficient d'importance γ_1
I	0.8
II	1.0
III	1.2
IV	1.4

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- La **zone de sismicité** du lieu à bâtir : selon la « **Carte de l'aléa sismique** » et l'**Arrêté du 22 octobre 2010** modifiant l'Arrêté du 29 mai 1997 :
 - **Zone 1** (très faible)
 - **Zone 2** (faible)
 - **Zone 3** (modérée)
 - **Zone 4** (moyenne)
 - **Zone 5** (forte)
- Le mouvement dû au séisme en un point donné de la surface du sol, à partir duquel les règles de construction doivent être appliquées, est représenté par un **spectre de réponse élastique en accélération**.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- La forme du spectre dépend notamment des paramètres suivants :
- **L'accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux** (classe **A**), dénommée « a_{gr} », résultant de la situation du bâtiment par rapport à la zone sismique d'implantation. Les valeurs des accélérations « a_{gr} », exprimées en m/s^2 (et en fraction de l'accélération de la gravité « g »), sont données par le tableau suivant :

Zones de sismicité	a_{gr}
2 (Faible)	0.7 ($\approx 0.07g$)
3 (Modérée)	1.1 ($\approx 0.11g$)
4 (Moyenne)	1.6 ($\approx 0.16g$)
5 (Forte)	3.0 ($\approx 0.31g$)

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- **L'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux (classe A), « a_g », est égale à « a_{gr} » multipliée par le coefficient d'importance « γ_I », soit : $a_g = \gamma_I * a_{gr}$**
- On obtient le tableau suivant **des accélérations horizontales de calcul**, « a_g », exprimées en m/s^2 (et en fraction de l'accélération de la gravité « g »), en fonction des **zones de sismicité** et des **catégories d'importance des bâtiments** :

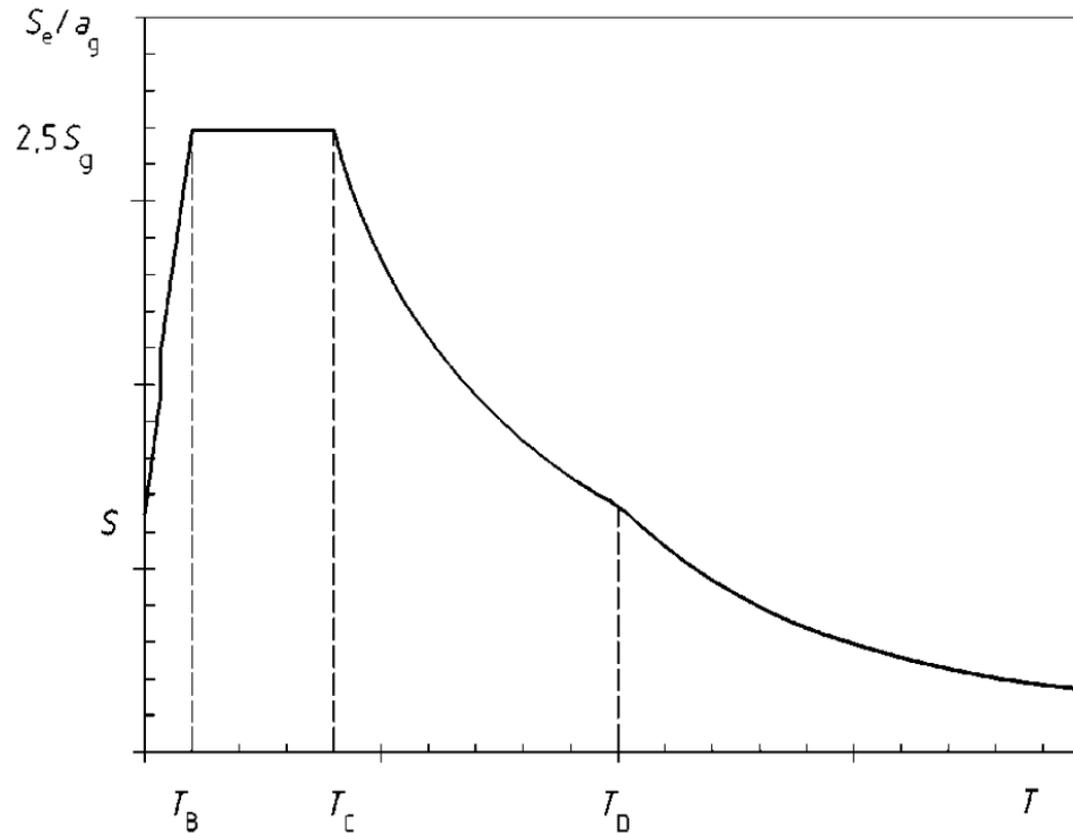
Zones de sismicité	Catégories d'importance de bâtiment			
	I	II	III	IV
2	0.56 (≈0.06g)	0.70 (≈0.07g)	0.84 (≈0.09g)	0.98 (≈0.10g)
3	0.88 (≈0.09g)	1.10 (≈0.11g)	1.32 (≈0.13g)	1.54 (≈0.16g)
4	1.28 (≈0.13g)	1.60 (≈0.16g)	1.92 (≈0.2g)	2.24 (≈0.23g)
5	2.40 (≈0.24g)	3.00 (≈0.31g)	3.60 (≈0.37g)	4.20 (≈0.43g)

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- La **nature du sol** par l'intermédiaire du **paramètre de sol, S** (voir tableau ci-dessus).
- Les valeurs T_B , T_C et T_D (la limite inférieure et supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante et la valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant), à prendre en compte pour l'évaluation des composantes horizontales et verticales du mouvement sismique, exprimées en **secondes** sont données par le tableau suivant :

Classes de sol	Pour les zones de sismicité 1 à 4			Pour la zone de sismicité 5		
	T_B	T_C	T_D	T_B	T_C	T_D
A	0.03	0.20	2.50	0.15	0.40	2.00
B	0.05	0.25	2.50	0.15	0.50	2.00
C	0.06	0.40	2.00	0.20	0.60	2.00
D	0.10	0.60	1.50	0.20	0.80	2.00
E	0.08	0.45	1.25	0.15	0.50	2.00

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8



$S_e(T)$ spectre de réponse élastique

T période de vibration du système linéaire à un seul degré de liberté, dans la direction considérée.

a_g accélération de calcul pour un sol de classe A : $a_g = \gamma_i \times a_{gr}$

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- **La capacité des systèmes structuraux à résister à des actions sismiques dans le domaine non linéaire** permet en général d'effectuer leur dimensionnement pour résister à des forces plus faibles que celles correspondant à une réponse linéaire élastique.
- Afin d'éviter d'effectuer, pour le dimensionnement, une analyse structurale non élastique explicite, la capacité de dissipation d'énergie de la structure, obtenue principalement par le comportement ductile de ses éléments, est prise en compte en réalisant une analyse élastique fondée sur un spectre de réponse réduit par rapport au spectre élastique, dénommé « **spectre de calcul** ». Cette réduction est réalisée en introduisant le **coefficient de comportement** « **q** ».
- Le coefficient de comportement « **q** » est une approximation du rapport entre les forces sismiques que la structure subirait si sa réponse était complètement élastique avec un amortissement visqueux de 5% et les forces sismiques qui peuvent être utilisées lors de la conception et du dimensionnement, avec un modèle linéaire conventionnel, en continuant d'assurer une réponse satisfaisante de la structure.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- Le coefficient de comportement « q » :
- Les bâtiments en acier résistant aux séismes doivent être dimensionnés selon l'un des Principes suivants :
 - Principe « a » : **comportement de structure faiblement dissipatif** ;
 - Principe « b » : **comportement de structure dissipatif**.
- Principes de dimensionnement, classe de ductilité des structures et limites supérieures des valeurs de référence des coefficients de comportement :

Principe de dimensionnement	Classe de ductilité de la structure	Intervalle des valeurs de référence du coefficient de comportement « q »
Principe « a » : Comportement de structure faiblement dissipatif	DCL (limitée)	$\leq 1.5 - 2.0$
Principe « b » : Comportement de structure dissipatif	DCM (moyenne)	≤ 4.0 (également limité par le tableau du coefficient « q » en fonction des types de structures)
	DCH (haute)	Uniquement limité par les valeurs du tableau en fonction des types de structures

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- **Dans le cas des structures faiblement dissipatives (DCL)**, il n'est tenu compte pour la conception et le dimensionnement d'aucune dissipation d'énergie hystérétique et la valeur retenue pour le **coefficient de comportement** dans le cadre de l'**Annexe nationale** (NF P EN 1998-1/NA) est **$q = 1.5$** . Cependant la valeur **$q = 2.0$** peut également être retenue.
- Si le bâtiment est **irrégulier en élévation**, les limites supérieures des valeurs de **q sont réduites de 20 %**.
- **Nota 1** : dans le cas des **structures métalliques**, nous conseillons de limiter le coefficient de comportement à un maximum de « **2** », c'est à dire de rester dans le domaine des structures à **ductilité limité (« DCL »)**.
- **Nota 2** : les bâtiments en béton armé peuvent être réalisés en classe de ductilité « **DCL** » seulement dans les zones de faible sismicité, ça veut dire en **zone de sismicité 2**.

1) LA REGLEMENTATION PARASISMIQUE ET L'ESSENTIEL DE L'EUROCODE 8

- **Cas des structures isostatiques**
- Pour tous les matériaux, dans le cas des **structures isostatiques**, le coefficient de comportement « **q** » doit être limité à « **1,5** ».
- Exemples de structures isostatiques courantes :
 - structures métalliques ou bois sur des poteaux ou voiles en béton armé, ou sur des murs maçonnés ;
 - structures intégralement préfabriquées ; poteaux préfabriqués encastrés en pieds et traverses préfabriquées seulement posées sur les têtes des poteaux.

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

2.1) Principes de base de la conception des bâtiments en zones sismiques

- Les principes qui guident la **conception** vis-à-vis de l'aléa sismique sont :
 - la simplicité de la structure : caractérisée par l'existence de cheminements clairs et directs des forces sismiques ;
 - l'uniformité, la symétrie et l'hyperstaticité :
 - l'uniformité en plan se caractérise par une répartition régulière des éléments structuraux, laquelle permet des transmissions courtes et directes des forces d'inertie liées aux masses réparties dans le bâtiment. Si nécessaire, l'uniformité peut être réalisée en subdivisant l'ensemble du bâtiment, par des joints sismiques, en unités dynamiquement indépendantes.
 - l'uniformité de la structure en élévation est également souhaitable puisqu'elle tend à éliminer l'apparition de zones sensibles au niveau desquelles des concentrations de contraintes ou des demandes importantes de ductilité pourraient causer une rupture prématurée.

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

- **la résistance et la rigidité dans les deux directions** : le mouvement sismique horizontal est un phénomène bidirectionnel et c'est pourquoi il convient que les éléments structuraux soient disposés en un réseau orthogonal en plan, assurant des caractéristiques de résistance et de rigidité similaires dans les deux directions principales.
- **la résistance et la rigidité vis-à-vis de la torsion** : il convient que les structures de bâtiment possèdent une résistance et une rigidité appropriée à la torsion, afin de limiter les mouvements dus à la torsion qui tendent à solliciter de façon non uniforme les divers éléments de la structure. Dans ce but, il est avantageux de répartir les éléments principaux de contreventement à proximité de la périphérie du bâtiment.
- **actions des diaphragmes au niveau des étages** : dans les bâtiments, les planchers (y compris le toit) jouent un rôle important dans le comportement sismique d'ensemble de la structure. Ils agissent comme des diaphragmes horizontaux qui collectent les forces d'inertie et les transmettent aux éléments verticaux, pour résister à l'action sismique horizontale.

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

• Critères de régularité en plan :

- La structure du bâtiment doit être approximativement symétrique en plan par rapport à deux directions orthogonales, en ce qui concerne la raideur latérale et la distribution des masses.
- La configuration en plan doit être compacte, c'est à dire qu'elle doit être délimitée pour chaque plancher par un contour polygonal curviligne.
- L'élançement $\lambda = L_{\max}/L_{\min}$ de la section en plan du bâtiment ne doit pas être supérieur à 4, où L_{\max} et L_{\min} sont respectivement la plus grande et la plus petite dimension en plan du bâtiment mesurées dans les directions orthogonales.
- La raideur en plan des planchers doit être suffisamment importante, comparée à la raideur latérale des éléments verticaux de la structure, pour que la déformation du plancher ait peu d'effet sur la distribution des forces entre les éléments verticaux de structure.

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

• Critères de régularité en élévation :

- Tous les éléments de contreventement, comme les noyaux centraux, les murs ou les portiques, doivent être continus depuis les fondations jusqu'au sommet du bâtiment.
- La raideur latérale et la masse de chaque niveau doivent demeurer constantes ou sont réduites progressivement, sans changement brutal, entre la base et le sommet du bâtiment considéré.
- Lorsque l'ouvrage présente des retraits, les dispositions supplémentaires suivantes s'appliquent :
 - dans le cas de **retraits successifs** maintenant une symétrie axiale, le retrait à un niveau quelconque ne doit être supérieur à **20 %** de la dimension en plan du niveau inférieur dans la direction du retrait ;
 - dans le cas d'un seul retrait situé dans les **15 %** inférieurs de la hauteur totale du système structural principal, le retrait ne doit être supérieur à **50 %** de la dimension en plan du niveau inférieur.

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

2.2) Méthodes d'analyse

Conséquences de la régularité de la structure sur la méthode d'analyse et le calcul sismique :

Régularité		Simplifications admises		Coefficient de comportement
Plan	Élévation	Modèle	Analyse élastique linéaire	(pour l'analyse linéaire)
Oui	Oui	Plan	Force latérale ^{a)}	Valeur de référence
Oui	Non	Plan	Modale	Valeur minorée
Non	Oui	Spatial ^{b)}	Force latérale ^{a)}	Valeur de référence
Non	Non	Spatial	Modale	Valeur minorée

a) Si la condition de 4.3.3.2.1(2) est également satisfaite.

b) Dans les conditions particulières indiquées en 4.3.3.1(8), un modèle plan séparé peut être utilisé dans chaque direction horizontale, conformément à 4.3.3.1(8).

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

- Les effets sismiques et les effets des autres actions présentes dans la situation sismique de calcul peuvent être déterminés sur la base d'un comportement élastique linéaire de la structure.
- En fonction des caractéristiques de la structure du bâtiment, l'un des deux types d'analyse élastique linéaire ci dessous peut être utilisé :
 - la « **méthode d'analyse par forces latérales** » ;
 - « **l'analyse modale utilisant le spectre de réponse** » qui est applicable à tous les types de bâtiments.
- Comme variantes aux méthodes linéaires, des méthodes non linéaires peuvent également être utilisées, telles que :
 - **l'analyse statique non linéaire** (analyse en poussée progressive, « **push-over** ») ;
 - **l'analyse chronologique non linéaire (dynamique).**

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

- Par commodité, le calcul des structures aux séismes est basé sur le concept de force, alors qu'aucune force d'origine sismique réelle ne s'exerce sur elles. Lors des tremblements de terre, les structures subissent une mise en mouvement (de l'énergie cinétique leur est " induite ") et des déformations imposées. Leur survie en cas de séisme dépend davantage de leur capacité à absorber cette énergie et à tolérer ces déformations, que de leur résistance pure.
- On observe effectivement que les structures ayant une bonne capacité à absorber l'énergie par dissipation se comportent mieux sous séismes destructeurs que d'autres, plus " résistantes en soi ", mais qui n'ont pas cette capacité de dissipation.
- Pour le calcul aux séismes, les constructions sont considérées comme non déformées au moment d'application des charges sismiques.

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

2.2.1) Méthode d'analyse par forces latérales

- La « méthode d'analyse par forces latérales » peut être appliquée aux bâtiments dont la réponse n'est pas affectée de manière significative par les contributions de modes de vibration de rang plus élevé que le mode fondamental dans chaque direction principale.
- Ces exigences sont considérées comme satisfaites dans les bâtiments qui remplissent les deux conditions suivantes :
 - Il présente dans les deux directions des périodes de vibration T_1 inférieures aux valeurs suivantes : $T_1 \leq 4 \cdot T_c$ et $T_1 \leq 2,0$ sec.
 - Il respecte le critère de régularité en élévation.
- L'effort tranchant sismique à la base, F_b , doit être déterminé, pour chaque direction principale dans laquelle le bâtiment est analysé, au moyen de l'expression suivante :

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

- Dans cette expression :
 - $S_d(T_1)$: est l'ordonnée du spectre de calcul pour la période T_1 ;
 - T_1 : est la période fondamentale de vibration du bâtiment pour le mouvement de translation dans la direction considérée ;
 - m : est la masse totale du bâtiment, au-dessus des fondations ou du sommet d'un soubassement rigide ;
 - λ : est le coefficient de correction, dont la valeur est égale à : $\lambda=0,85$ si $T_1 \leq 2 \times T_C$ et si le bâtiment a plus de deux étages, autrement $\lambda=1,0$.
- Les effets de l'action sismique doivent être déterminés en appliquant, dans les deux modèles plans, des forces horizontales F_i à tous les étages :

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j}$$

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

2.2.2) Analyse modale utilisant les spectres de réponse

- Ce type d'analyse doit être appliqué aux bâtiments qui ne satisfont pas aux conditions données pour l'application de la méthode d'analyse par forces latérales.
- Les réponses de tous les modes de vibration contribuant de manière significative à la réponse globale doivent être prises en compte.
- Les prescriptions de l'alinéa (2) peuvent être considérées comme satisfaites si une des conditions suivantes peut être démontrée :
 - la somme des masses modales effectives pour les modes considérés atteint au moins 90 % de la masse totale de la structure ;
 - tous les modes dont la masse modale effective est supérieure à 5 % de la masse totale sont pris en compte.
- Les réponses de deux modes de vibration i et j (y compris les modes de torsion et de translation) peuvent être prises comme indépendantes l'une de l'autre si leurs périodes T_i et T_j satisfont à la condition suivante (avec $T_j \leq T_i$) :

$$T_j \leq 0,9 \cdot T_i$$

2) PRINCIPES ET METHODES D'ANALYSE DES BATIMENTS NEUFS

2.2.3) Méthodes non linéaires

- Le modèle mathématique utilisé pour l'analyse élastique doit être étendu pour prendre en compte la résistance des éléments structuraux et leur comportement post-élastique.
- Au minimum, il convient d'utiliser des lois force-déformation bilinéaires pour chaque élément. Dans les bâtiments en béton armé et en maçonnerie, il convient que la rigidité élastique d'une relation force-déformation bilinéaire corresponde à celle des sections fissurées.
- Dans les éléments ductiles, supposés présenter des incursions dans le domaine post-élastique pendant la réponse, il y a lieu que la rigidité élastique d'une relation bilinéaire soit la rigidité sécante au point de plastification. Des lois force-déformation tri-linéaires, qui prennent en compte les rigidités pré- et post-fissuration, sont admises.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

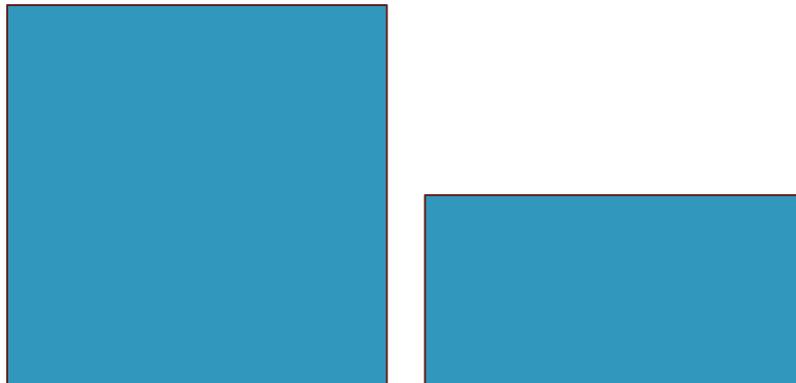
Conformément à l'Arrêté du 22 octobre 2010 modifié :

- Il n'y a pas d'exigence de mise à niveau sismique des bâtiments existants.
- Si des travaux conséquents sont envisagés, un dimensionnement est nécessaire avec une minoration de l'action sismique à 60% de celle du neuf.
- Les maîtres d'ouvrage volontaires sont incités à réduire la vulnérabilité de leurs bâtiments en choisissant le niveau de confortement qu'ils souhaitent atteindre.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

Les règles PS sont applicables :

- **À l'extension seule, réalisée par juxtaposition à une construction existante, avec une désolidarisation par un joint de fractionnement** (la largeur du joint étant égale à la somme des déplacements horizontaux dus au séisme, en tête de l'extension et de l'existant ; dans le cas du déplacement horizontal non connu de l'existant, la largeur du joint doit être de minimum 4 cm).



3) RÉGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- **Au bâtiment complet, existant + extension, si l'addition par juxtaposition est réalisée sans joint de fractionnement** (le comportement de l'ensemble doit être étudié, afin de s'assurer que le nouveau bâtiment (existant + extension) est conforme à la réglementation parasismique en vigueur).



3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- A l'ensemble du bâtiment modifié : les règles parasismiques applicables dépendent de la zone sismique, de la catégorie du bâtiment, ainsi que du niveau de modification envisagé sur la structure :

	Catégorie	Travaux prévus	Règles de construction et accélération
Zone 2	III et IV	En cas de remplacement ou d'ajout d'éléments non structuraux	EC8-1 (pour ces éléments)
	IV	> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé	EC8-1 $a_{gr}=0.42 \text{ m/s}^2$
Zone 3	II, III et IV	En cas de remplacement ou d'ajout d'éléments non structuraux	EC8-1 (pour ces éléments)
	II, III et IV	> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé et les conditions de l'application des PS-MI respectées	PS-MI Zone 2
	II, III et IV	> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé	EC8-1 $a_{gr}=0.66 \text{ m/s}^2$

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

	Catégorie	Travaux prévus	Règles de construction et accélération
Zone 4	II, III et IV	En cas de remplacement ou d'ajout d'éléments non structuraux	EC8-1 (pour ces éléments)
	II	> 30 % de SHON créée et les conditions de l'application des PS-MI respectées	PS-MI Zone 3
		> 30 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau	EC8-1 $a_{gr} = 0.96 \text{ m/s}^2$
	III et IV	> 20 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau > 20 % des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	EC8-1 $a_{gr} = 0.96 \text{ m/s}^2$
Zone 5	II, III et IV	En cas de remplacement ou d'ajout d'éléments non structuraux	EC8-1 (pour ces éléments)
	II	> 30 % de SHON créée et les conditions de l'application des CP-MI respectées	CP-MI
		> 20 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau > 20 % des contreventements supprimés	EC8-1 $a_{gr} = 1.8 \text{ m/s}^2$
	III et IV	> 20 % de SHON créée > 30 % de plancher supprimé à un niveau > 20 % des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	EC8-1 $a_{gr} = 1.8 \text{ m/s}^2$

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- » L'article 3 de l'Arrêté du 22 octobre 2010 modifié précise :
 - La catégorie d'importance à considérer pour l'application des dispositions constructives est celle qui résulte du classement du bâtiment après travaux ou changement de destination.
 - **Les travaux**, de quelque nature qu'ils soient, réalisés sur des bâtiments existants **ne doivent pas aggraver la vulnérabilité** de ceux-ci au séisme.
- L'Association Française de génie Parasismique (**AFPS**) a élaboré en 2014 pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie un « Cahier Technique » (le **CT n°35 de l'AFPS**) : « **Évaluation de l'incidence de travaux sur la vulnérabilité au séisme d'un bâtiment existant - Grille d'analyse** ». Le but était de répondre aux questions suivantes :
 - Comment interpréter la clause de non-aggravation de la vulnérabilité ?
 - Quels sont les critères ?
 - Des calculs sont-ils indispensables ?

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- Lorsque des travaux sont envisagés dans un bâtiment existant, trois cas sont prévus par l'Arrêté du 22/10/2010 modifié :
 - a) les travaux dépassent les seuils fixés par l'arrêté ;
 - b) les travaux ne dépassent pas ces seuils ;
 - c) les travaux ne portent que sur les éléments non-structuraux du bâtiment.
- Les cas a) et c) ont été traités dans les Tableaux ci-dessus.
- Lorsque les travaux ne dépassent pas les seuils définis par l'arrêté, l'application des règles parasismique n'est pas exigée.
- Toutefois l'arrêté impose que les travaux réalisés sur des bâtiments existants n'aggrave pas la vulnérabilité de ceux-ci aux séismes.
- Cette clause doit être interprétée de la manière suivante :

Les travaux envisagés doivent être conçus de telle manière que les éventuels effets négatifs pour la tenue au séisme du bâtiment soient compensés.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- Le Cahier Technique n° 35 aide à déterminer :
 - Les travaux qui par nature sont des interventions à l'impact limité sur la vulnérabilité globale du bâtiment : ce sont des travaux considérés comme non-aggravants.
 - Les travaux qui ne sont pas **à priori** à impact limité mais qui, après étude succincte grâce à une grille d'analyse fournie dans le Cahier Technique, se révèlent être non-aggravants sur le comportement global de la structure.
 - Pour les autres travaux aggravants potentiellement la vulnérabilité du bâtiment, des compensations doivent être recherchées. Le Cahier Technique donne des exemples de compensations souhaitables. Si l'aggravation ne peut être compensée, il est nécessaire de modifier le projet de travaux, si on veut éviter de vérifier l'ensemble du bâtiment.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- Le comportement du bâtiment sera modifié si les travaux prévus ont une incidence significative sur les paramètres influençant l'intensité des **actions** sismiques ou de la capacité de **résistance** aux efforts :
 - modification des masses ou de leur répartition (action) ;
 - modification des raideurs (action, résistance) ;
 - modification des planchers (résistance).
- Il n'est pas possible de présumer du caractère favorable ou défavorable d'une modification de structure ou de masse, sans évaluer l'impact de cette modification sur l'équilibre d'ensemble du bâtiment (en plan et en élévation).
- **Travaux considérés comme non aggravants** : Ce sont des travaux qui correspondent à des interventions localisées, portant sur des parties ou des éléments précis de la structure. Ils n'ont d'influence que sur une portion limitée du bâtiment.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- Les travaux considérés comme non-aggravants (avec les conditions et les limitations spécifiques à chaque cas traité) dans le Cahier Technique n° 35 sont :
 - **Entretien/réparation/remplacement** : réparation, renforcement ou substitution d'éléments structuraux individuels endommagés (poutres, linteaux, portions de plancher, poteaux, murs), remplacement de toiture ou de plancher s'il n'y a pas changement significatif de leur rigidité dans le plan ni des charges statiques verticales appliquées, restauration ou renforcement des connexions entre éléments structuraux ;
 - **Interventions dans les murs en maçonnerie ou en béton** : déplacement d'une porte ou d'une fenêtre sur le même mur, comblement de niches, de portes, de fenêtres, de cheminées, création ou agrandissement d'une ouverture à l'intérieur du bâtiment ;
 - **Interventions dans les planchers** : rebouchage d'ouvertures existantes dans les planchers, création d'ouvertures isolées ou multiples dans le plancher ;
 - **Création de balcons et autres éléments en porte-à-faux** ;
 - **Création d'une véranda** ;
 - **Allègement réparti du bâtiment.**

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

- Lorsque les travaux envisagés ne peuvent se rattacher à une des catégories de travaux non aggravants listées ci-dessus, il est nécessaire d'évaluer l'impact de ces travaux sur la vulnérabilité sismique du bâtiment.
- Le principe des vérifications consiste à s'assurer que l'influence des travaux conduit à des écarts limités sur les paramètres censés représenter le comportement du bâtiment sous séisme :
 - l'écart avant et après travaux doit rester limité à 10% pour les grandeurs représentatives du comportement global du bâtiment : période fondamentale de vibration, efforts à la base du bâtiment (poids propre, effort tranchant, moment fléchissant) et déplacements à chaque niveau ;
 - l'écart avant et après travaux doit rester limité à 25% pour les grandeurs représentatives du comportement local du bâtiment : déplacements inter-étages.
- Ces critères sont présumés satisfaits si les travaux, exprimés en termes de différence de masses ou de raideurs par rapport à la configuration initiale, restent en dessous des valeurs forfaitaires proposées dans le Cahier Technique n° 35.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

a) Modification des masses :

- Les courbes définissant les limites acceptables pour une augmentation de la masse peuvent se ramener à la courbe-type définie par les conditions suivantes :

- **dernier niveau** : augmentation de la masse du niveau limitée à 10% ;

- **avant-dernier niveau** : augmentation de la masse du niveau limitée à 25% ;

- **autres niveaux** : augmentation de la masse du niveau limitée à 30%.

b) Ajout d'un étage en surélévation : Il y a aggravation dès que la masse de l'étage créé dépasse 10% de la masse de l'étage qui le supporte.

3) REGLEMENTATION CONCERNANT LES TRAVAUX SUR LES BATIMENTS EXISTANTS

c) Modification des raideurs :

- Comme pour les masses, une courbe-type définie par les conditions suivantes, a été proposée :
 - **premier niveau** : diminution de la raideur du niveau limitée à 5% ;
 - **deuxième niveau** : diminution de la raideur du niveau limitée à 25% ;
 - **autres niveaux** : diminution de la raideur du niveau limitée à 33%.
- Si 2 paramètres sont modifiés simultanément (par exemple modification de la masse et de la raideur d'un même étage, ou modification de la masse sur 2 niveaux), les valeurs admissibles lues sur le graphique doivent être divisées par 2.
- Si 3 paramètres sont modifiés, les valeurs doivent être divisées par 3.
- La diminution de masse sur un niveau ne peut pas être utilisée dans la méthode simplifiée comme compensation de l'augmentation de la masse d'un autre niveau.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

4.1) Attestations jointes aux demandes d'autorisations d'urbanisme dans le cadre du respect des règles de construction. Le rôle des services instructeurs

4.1.1) Le contexte

- Les règles de construction découlent principalement du code de la construction et de l'habitation (CCH) ainsi que de ses textes d'application. Elles précisent l'ensemble des dispositions techniques que doivent respecter les bâtiments neufs en particulier dans les domaines de la thermique, de la ventilation, de la protection contre les séismes, de l'accessibilité, de l'acoustique, de la sécurité incendie.
- Tout demandeur de permis de construire s'engage à respecter le CCH : dans son dossier de demande il atteste qu'il a "pris connaissance des règles générales de construction prévues par le chapitre premier du titre premier du livre premier du code de la construction et de l'habitation et de l'obligation de respecter ces règles".

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

- Le CCH donne à l'État et aux communes la possibilité de vérifier et visiter les constructions et de constater les infractions aux règles de construction (articles L151-1 et L 152- 1) et il prévoit également des sanctions pénales en cas de non respect (art L 152-2 et suivants).
- Depuis 2007, une obligation a été progressivement mise en place de joindre aux demandes de permis de construire et aux déclarations attestant l'achèvement et la conformité des travaux (DAACT), des documents qui attestent du respect des règles de construction pour certains types de bâtiments. Des attestations doivent ainsi être produites, suivant les cas, sur la thermique, **la sismique**, l'acoustique ou l'accessibilité.
- Ces obligations concernant le domaine parasismique ont été introduites par **l'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.**

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

4.1.2) Dossiers dans lesquels la présence des attestations est requise

■ Au stade de la demande de permis de construire : Les alinéas e) et j) de l'article R 431-16 du Code de l'Urbanisme précisent que le dossier joint à la demande de permis de construire comprend selon les cas : - dans les cas prévus par les 4° et 5° de l'article R 111-38 du CCH, 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**.

■ Au stade de la déclaration attestant l'achèvement et la conformité des travaux (DAACT) :

- A l'issue de travaux soumis à permis de construire, les articles R 462-3, R 462-4, R 462-4-1 et R 462-4-3 du code de l'urbanisme prévoient que la déclaration attestant l'achèvement et la conformité des travaux (DAACT) doit être accompagnée dans les cas définis par les articles 4° et 5° du R 111-38 du code de la construction et de l'habitation (CCH), d'un document établi par un **contrôleur technique**, attestant que le maître d'ouvrage a tenu compte de ses avis sur **le respect des règles de construction parasismiques** prévues par le code de l'environnement.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

4.1.3) La forme des attestations et leur signataire :

- **Les attestations relatives à la sismique** peuvent être établies sur papier libre.
- Elles sont dressées par un **bureau de contrôle agréé** :
 - **Au stade du PC** : il atteste qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques dans le projet. **Il s'agit principalement de s'assurer que l'aléa sismique est pris en compte dans la conception** : le schéma de report de charges doit être compatible avec la conception et les modes constructifs choisis.
 - **Au stade de la DAACT** : il atteste que le maître d'ouvrage a tenu compte de ses avis sur la réglementation parasismique lors de la réalisation de la construction.
- **La mission PS de contrôle technique est obligatoire** pour :
 - les immeubles dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 m, en zones de sismicité 4 et 5 ;
 - les bâtiments appartenant aux catégories d'importance III ou IV en zones de sismicité 2 à 5.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

Exemple d'attestation au stade PC



ANNEXE
À L'ARTICLE A. 431-10 DU CODE DE L'URBANISME

**Attestation du contrôleur technique établissant qu'il a fait connaître
au maître d'ouvrage de la construction son avis sur la prise en
compte au stade de la conception des règles parasismiques**

(à joindre à la demande de permis de construire
en application du d de l'article R. 431-16 du code de l'urbanisme)

Je soussigné -----, agissant au nom de la société QUALICONSULT, contrôleur technique au sens de l'article L. 111-23 du code de la construction et de l'habitation, titulaire de l'agrément délivré par décision ministérielle du 10 juillet 2019.

Atteste que le maître d'ouvrage -----, de l'opération de construction située à ----- :

OPERATION

a confié à la société de contrôle QUALICONSULT, une mission parasismique, par convention de contrôle technique n°-----

Le contrôleur technique atteste qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis relatif à la prise en compte des règles parasismiques, par le document référencé « RICT-PC-1 » en date du -----, sur la base des documents du projet établis en phase de dépôt du permis de construire, et dont la liste est annexée à la présente attestation.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

4.1.4) Le rôle du service instructeur :

- Le service instructeur :
 - vérifie la présence de l'attestation lorsqu'elle est requise ;
 - vérifie que sa forme est correcte et qu'elle est établie et signée par le prestataire habilité.

4.1.5) Conduite à tenir par le service instructeur en cas d'absence d'attestation, lorsqu'elle n'a pas la forme requise ou n'est pas signée par le bon prestataire :

- **Au stade de la demande de PC** : le dossier doit être déclaré incomplet dans le premier mois d'instruction et la demande d'urbanisme ne doit pas être instruite et l'autorisation ne doit pas être délivrée.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

- **à la DAACT** : il appartient au service instructeur de réclamer l'attestation au pétitionnaire, compte tenu qu'il s'agit d'une pièce obligatoire devant être jointe à la DAACT. Cette demande de complément doit se faire sans délai dès la réception de la DAACT incomplète en mairie, par lettre recommandée avec AR.
- Elle interrompt le délai prévu à l'article R 462-6 du code de l'urbanisme, dont dispose le maire pour constater la conformité : ce délai ne commencera à courir qu'à réception de l'attestation. Il convient de laisser au bénéficiaire un délai raisonnable pour y répondre (deux semaines par exemple) en lui indiquant que l'absence d'attestation fait obstacle à l'octroi de la conformité et constitue une infraction pénale.
- Par ailleurs, pour les ERP, en vertu de l'article L 111-8-3 du CCH, l'absence d'attestation ne permet pas au maire de délivrer l'autorisation d'ouverture de l'établissement.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

4.1.6) La vérification du contenu des attestations :

- Le service instructeur n'a pas l'obligation de vérifier le contenu des attestations. Ainsi, dans le cas de la remise d'une attestation mentionnant des non-conformités, si cette attestation est néanmoins présentée suivant la forme réglementaire et si elle est signée par le prestataire autorisé, le service instructeur est tenu suivant le cas :
 - de procéder à l'instruction de la demande de permis de construire ;
 - d'accepter la DAACT, en effet depuis la modification de l'article R 462-8 du code de l'urbanisme, le contrôle de conformité au stade de la DAACT ne porte plus que sur les règles d'urbanisme ;
 - il n'est plus possible de contester la DAACT lorsqu'une attestation comporte des non conformités au CCH, aussi nombreuses soient-elles. La seule contestation possible ne peut se faire qu'au titre des procédures prévues par le code de la construction et de l'habitation en matière de contrôle des règles de construction.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

- L'article L 151-1 du code de la construction et de l'habitation précise que, dans les trois ans qui suivent l'achèvement des travaux, le préfet, le maire ainsi que les fonctionnaires et les agents commissionnés par l'autorité administrative et assermentés au titre du contrôle des règles de construction peuvent visiter la construction, procéder aux vérifications qu'ils jugent utiles et se faire communiquer tous documents techniques se rapportant à leur réalisation.
- Si un service instructeur, bien qu'il n'ait pas pour mission d'en vérifier le contenu, a connaissance de non-conformités ou d'incohérences notables dans des attestations, il lui est demandé de se rapprocher du bureau Construction de la DDT. Ce dernier effectuera un contrôle approfondi de l'attestation, prendra les contacts utiles avec le pétitionnaire et engagera si nécessaire une procédure de contrôle sur dossier ou sur site.
- S'il apparaît que la réglementation n'est pas respectée, un signalement pourra être fait au procureur de la république, qui pourra engager des poursuites et sanctions pénales (art L 152-1 à 152-12 du CCH).

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

4.2) Les Plans de Prévention des Risques Sismiques (PPRS)

- Instaurés par la loi du 2 février 1995 (article L.562-1 du Code de l'Environnement), les Plans de Prévention des Risques **PPR** relèvent de la responsabilité de l'État.
- Les Plans de Prévention des Risques (**PPR**) sont des documents réalisés par l'État en concertation avec les collectivités locales sur des territoires exposés à des aléas d'importance significative afin de réduire les risques et d'en limiter les conséquences sur les personnes et les biens.
- Ces plans peuvent concerner les risques naturels, technologiques ou miniers. Dans le cas d'un **Plan de Prévention du Risque Sismique (PPRS)**, on parle de **PPRN-sismique**.
- Les **PPR** annexés aux documents d'urbanisme valent servitudes d'utilité publique. S'imposant à tous (particuliers, entreprises, collectivités, État), ils définissent les règles d'urbanisme, de construction et de gestion qui s'appliqueront au bâti existant et futur. Ils permettent également de définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à prendre par les particuliers et les collectivités territoriales.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

- Ces plans visent aussi bien les projets nouveaux que les enjeux existants. Ils prescrivent ainsi des mesures de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens.
- De plus, les **PPRN-sismique**, en vertu de la loi du 30 juillet 2003 et du décret du 23 décembre 2004, peuvent fixer des règles de construction parasismique plus adaptées que celles définies en application du décret n°14-461 du 14 mai 1991.
- **Le document final du PPR est composé :**
 - d'un rapport de présentation qui contient l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que l'étude de leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs. Ce rapport indique aussi les principes d'élaboration du PPR et l'exposé des motifs du règlement ;
 - d'une carte réglementaire à une échelle comprise entre le 1/10 000 et le 1/5 000 en général, qui délimite les zones réglementées par le PPR ;
 - d'un règlement qui précise les règles s'appliquant à chaque zone.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

- Un projet de **Plan de Prévention du Risque Sismique (PPRS)** pour la ville de **Lourdes**, a été préparé et va certainement paraître rapidement.
- Pourquoi un **PPRS à Lourdes** :

- **Une zone historique d'activité sismique** :

La région des Pyrénées autour de Lourdes est soumise à une activité sismique régulière et des secousses régulièrement ressenties. La base de données nationale des séismes historiques recense 12 séismes ayant été ressentis à Lourdes avec une intensité supérieure ou égale à VI MSK.

Sur la commune de Lourdes, on note que :

- le séisme le plus destructeur est celui de Juncalas du 24 /05/1750 avec une **intensité de VIII** ;
- le plus récent, avec des dommages légers, est celui du 17/11/2006 avec un épicentre à Gazost (8 kms de Lourdes) et une **intensité de VI**.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

■ Un parc immobilier ancien :

Selon le recensement INSEE de 2013, 9 388 logements ont été inventoriés sur la commune dont 65% de logements collectifs (appartements) et 35% en logements individuels (maison).

Concernant les résidences principales, plus de 60% du parc immobilier a été majoritairement construit avant 1970, soit avant l'application de toute norme de construction parasismique.

■ Un contexte physique :

Lourdes se situe au pied du massif des Pyrénées, à une altitude moyenne de 400 m environ, mais avec de fortes variations topographiques, de 350 m au point le plus bas à 948 m au sommet du Pic de Jer. La ville est traversée par le Gave de Pau et bordée au Nord par un lac d'origine glaciaire. La ville s'est bâtie autour d'un piton rocheux sur lequel a été construit le château et dans une cuvette glaciaire. Le sud de la cuvette est dominé par les massifs calcaires karstiques, à dolines et cavités, du pic du Jer et du Béout, séparés par la vallée du gave.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

■ Contexte tectonique et géologique de la ville :

La chaîne des Pyrénées résulte de la collision entre la plaque ibérique au sud et celle européenne au nord qui génère un système de failles actives sismogènes.

La région de Lourdes se trouve dans la zone nord-pyrénéenne localisée entre les failles majeures suivantes : le chevauchement nord-pyrénéen au nord et la faille nord-pyrénéenne au sud. La ville s'est établie dans une cuvette glaciaire traversée par le gave de Pau. Les formations géologiques en présence associent des roches dures formant les reliefs (comme le Pic du Jer ou le Béout au sud) et des roches meubles en remplissage de vallée (centre-ville) ou en recouvrement superficiel.

■ Aléas répertoriés sur la ville :

- L'étude du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (**BRGM**) a permis de déterminer différents effets et phénomènes retenus comme ayant un impact :

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

- **Les effets de site lithologiques :**

Les caractéristiques mécaniques de certaines formations géologiques superficielles (densité, rigidité, cohésion, etc.) et leur géométrie (empilements, contacts, etc.), sont susceptibles de modifier le signal sismique.

Par exemple, les remplissages alluvionnaires meubles piègent les ondes sismiques, ce qui amplifie le mouvement du sol à la surface et aggrave les dommages potentiels au bâti lors d'un séisme.

- **Les effets de site topographiques :**

Les reliefs peuvent entraîner des amplifications notoires d'un signal sismique (concentration des ondes sur les sommets, ruptures de pente, crêtes, bordures de plateau) entraînant une augmentation locale de l'amplitude de certaines fréquences, et par conséquent de l'intensité du séisme.

4) OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES DES MAITRES D'OUVRAGE ET DES MAITRES D'ŒUVRE

• La liquéfaction des sols :

Le phénomène de liquéfaction induit une perte momentanée de portance de certains types de sols (horizons sableux ou limoneux, saturés) : la secousse sismique provoque une augmentation de la pression de l'eau dans le sol, ce qui diminue sa résistance au cisaillement et donc sa portance.

Ces terrains peuvent ainsi subir des déformations permanentes (tassements, poinçonnements, glissements latéraux) d'amplitude variable. On peut aussi observer des phénomènes de remontée de nappes causant des inondations localisées, de remontée des gaines techniques des réseaux urbains, rendues flottantes sous la poussée d'Archimède...

La réglementation impose de s'interroger sur la liquéfaction des sols situés jusqu'à 20 mètres de profondeur ; elle se produit sur des sols non cohérents lâches et saturés, tels que par exemple, des alluvions récentes ou des remblais hydrauliques non compactés.

5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Depuis 35 ans l'Association Française de Génie Parasismique (AFPS) a réalisé des missions post-sismiques (37 à ce jour).
- Les missions post-sismiques sont organisées régulièrement par l'AFPS à l'occasion des grands évènements sismiques mondiaux (en moyenne une mission par an). Elles consistent à envoyer des spécialistes sur le terrain (pendant une durée d'une semaine environ), dans les zones directement affectées par les séismes, pour analyser l'évènement dans un intervalle de temps court après sa survenue, selon différentes thématiques telles que la tectonique locale, la pathologie des structures ou des infrastructures, la gestion de la crise, l'architecture, etc.
- L'intérêt de ces missions est de confronter la pratique aux enseignements du terrain, de former les jeunes membres de l'association et contribuer ainsi au transfert de compétences intergénérationnel, et de nourrir la réflexion de l'association dans sa contribution à la prévention du risque sismique pour la France. Ce type de mission est celui privilégié par l'AFPS du fait de son potentiel à former les experts sur le terrain et à tisser des liens avec la communauté internationale.

5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Une de ces missions post-sismiques s'est déroulée entre le 15 et le 21 octobre 2016, après le séisme des Apennins du 24 août 2016 (Italie centrale).
- La crise sismique qui a secoué le centre de l'Italie à partir du 24 août 2016 avec 2 autres séismes, le 26 et surtout le 30 octobre 2016 représente un événement majeur. Ces séismes ont eu un impact important sur une communauté rurale à cheval sur 4 régions (Ombrie, Marches, Latium et Abruzzes), ainsi qu'au niveau national italien.
- Le nombre de victimes ramené à la population (environ 200 victimes à Amatrice soit environ 10% de la population), les images de dommages très importants (intensité X-XI sur l'échelle MCS à Amatrice et Arquata del Tronto) et la proximité de plusieurs villes, dont la capitale Rome ont eu un impact médiatique important.
- La mission AFPS qui comportait 12 personnes s'est déroulée quelques jours avant les séismes du 26 et 30 octobre et présente donc principalement les effets du séisme du 24 août 2016. Le travail a été effectué en étroite collaboration avec l'université de La Sapienza, de Pescara et la Protection civile italienne.

5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Les observations sur les structures de bâtiments, les infrastructures routières et les barrages ont été riches d'enseignement. Le rapport de mission présente de façon pédagogique un grand nombre de pathologies sur les structures en maçonnerie et en béton armé.
- Les observations sur les structures anciennes sont particulièrement nombreuses et le lien avec les pathologies décrites dans les manuels est très parlant. Comme c'est souvent le cas lors des missions post-sismiques, les observations faites en Italie soulignent la nécessité et l'importance du respect des normes parasismiques.
- Les bâtiments d'habitations, accueillant du public ou abritant des entreprises, qui sont conçus correctement vis-à-vis des charges sismiques représentent des points d'appui pour la gestion de crise et la recomposition des territoires.
- Nous vous proposons quelques photos prises lors de cette mission, afin d'illustrer l'impact de ce séisme sur un habitat très proches de celui de Lourdes et des autres communes du département des Hautes-Pyrénées.

5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

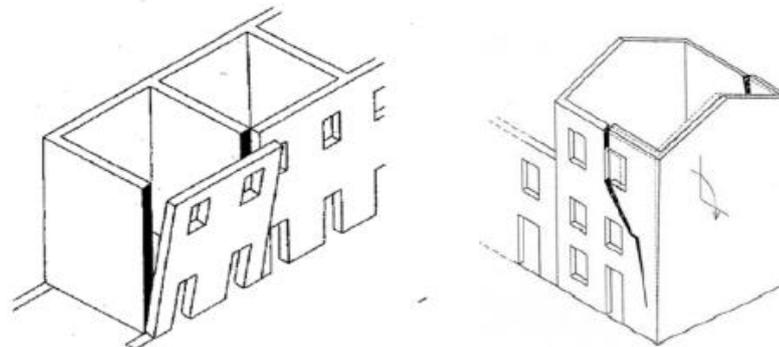
5.1) Bâtiment ancien

• Sollicitations perpendiculaires au plan des façades : Exemples de dommages

Les dommages sont causés principalement par la flexion hors plan des murs et mettent en évidence les défauts suivants :

- absence de diaphragmes horizontaux ;
- absence de liaisons des murs aux diaphragmes horizontaux ;
- murs de portée importante entre les éléments transversaux tant horizontaux que verticaux ;
- faiblesse des liaisons de la façade d'une maison à un mur mitoyen construit antérieurement.

Différents modes de ruines hors plan seront successivement présentés. Le premier concerne le déversement général de murs hors plan :



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Basculement de la façade : mauvaise liaison des murs aux diaphragmes



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- L'effondrement de la façade de cette habitation du centre historique d'Amatrice



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Une des façades de cette maison s'est complètement renversée



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Mode de ruine de type renversement de pignon



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Effondrement de l'angle d'une maison R+1



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- **Comportement complexe avec de la torsion** : irrégularité en plan qui a contribué à la ruine partielle de la structure (plancher et façade).



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Sollicitations des murs de contreventement dans leur plan :

Le mouvement des éléments de contreventement parallèlement à leur plan provoque la fissuration de ces éléments. On peut souvent observer des fissures inclinées à 45° partant des angles des ouvertures, portes ou fenêtres et/ou des fissurations horizontales dans les joints.



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Dislocation d'un parement de façade au droit d'un mur de refend (Accumoli)



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Toiture lourde effondrée sur sa structure porteuse en maçonnerie (Pescara del Tronto)



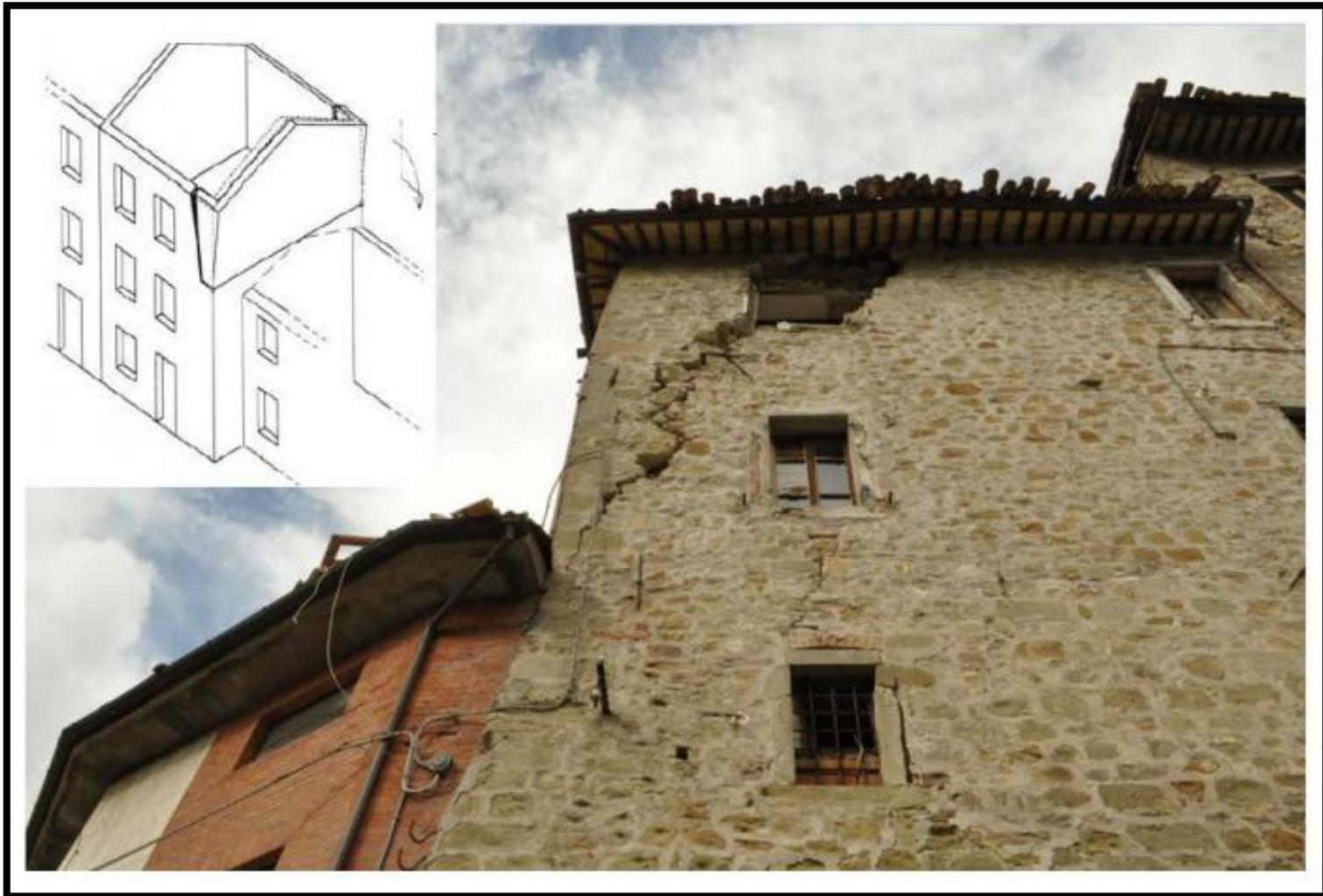
5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Entrechoquement entre deux bâtiments mitoyens (Amatrice)



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Interaction entre deux bâtiments (Arquata del Tronto)



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

5.2) Habitations individuelles et immeubles - Bâtiments en béton armé

La particularité des bâtiments à structure porteuse en béton armé présents dans la zone affectée par le séisme du 24 août 2016 est la mise en place d'une ossature type portiques ou cadres, avec un remplissage par des murs maçonnés et souvent avec une couverture lourde, également en béton armé.



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Dommmages dus à la discontinuité des armatures dans les nœuds poteaux-poutres



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Dommmages dus à l'insuffisance de cadres dans les nœuds poteaux – poutres



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Utilisation d'armatures lisses en acier « doux »



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Endommagement de remplissages en maçonnerie à Amatrice



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Endommagement de remplissages en maçonnerie à Amatrice et Amandola



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

5.3) Patrimoine historique et religieux

- Détachement des murs de façade



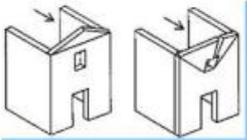
5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Mécanismes de rupture au sommet de la façade



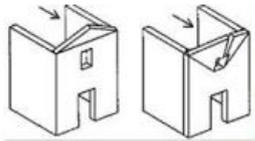
5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Mécanismes de rupture au sommet de la façade



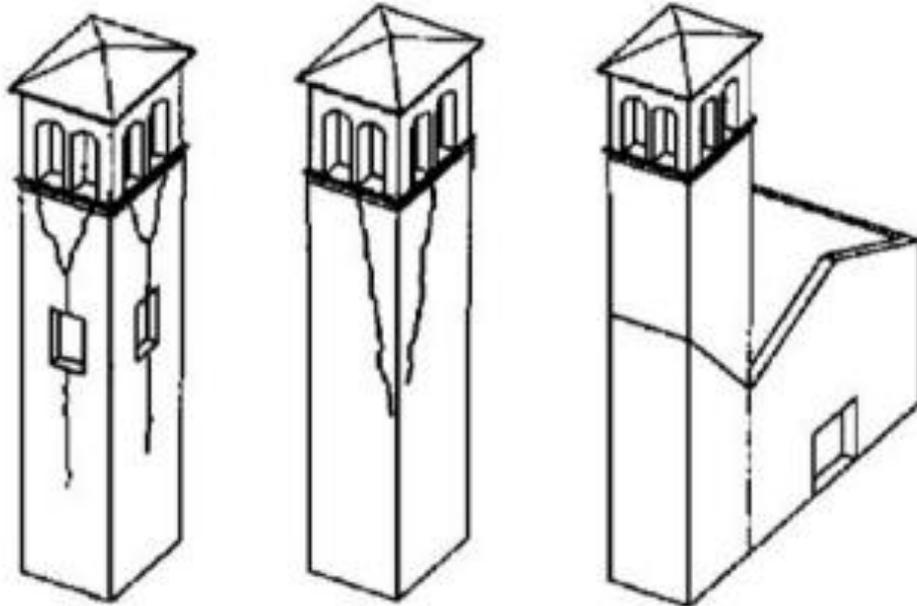
5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Déversement du pignon



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

• Fissuration des tours des campaniles



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Fissuration des tours des campaniles



5) EXEMPLES-PHOTOS DES EFFETS DES SEISMES SUR LES BATIMENTS

- Renforcement par des tirants (Amatrice, Norcia, Accumoli) – très bon comportement au séisme



MERCI DE VOTRE ATTENTION

