

# Une décennie de séismes : quels enseignements pour la prévention ?

Pierre-Yves Bard - Chercheur à l'Institut des Sciences de la Terre / Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

**Neuf années  
se sont écoulées  
depuis le dernier numéro  
de Risque Infos  
spécialement consacré  
à la problématique  
sismique (n°13, juin 2002).**

Cette quasi-décennie s'est avérée particulièrement meurtrière au niveau mondial, les coûts humains des catastrophes sismiques représentent les 2/3 des 1 250 000 victimes de toutes les catastrophes dites naturelles, dont 575 000 (46 %) pour les destructions proprement sismiques et 250 000 (22 %) pour les tsunamis induits.

Plusieurs types d'événements peuvent être distingués : des séismes "géants" par leur taille, des séismes extrêmement meurtriers car survenant dans des zones très peuplées, quelques séismes de taille modérée particulièrement instructifs pour notre contexte français, et enfin ceux ayant impacté des activités industrielles à haut risque. Chacun de ces événements a mis en lumière des points ou questions spécifiques, dont quelques-uns sont brièvement listés ci-dessous, sans prétention d'exhaustivité :

**Les coûts  
humains  
des catastrophes  
sismiques  
représentent  
les 2/3 des  
victimes de toutes  
les catastrophes  
dites naturelles**



© Miyamoto International

Ecole Elémentaire municipale à Arahama (Sendai) ayant survécu aux vibrations et au tsunami (malgré une submersion des deux premiers étages) : le bâtiment avait été renforcé avant le séisme et n'a subi aucun dommage structural.

- Des séismes "géants" : après plusieurs décennies exemptes de chocs majeurs (depuis les années 60), trois événements ont approché voire dépassé la magnitude 9 : Sumatra 2004, Chili 2010 et Japon 2011. Tous trois se sont produits dans des zones de subduction, avec génération de tsunami majeur aux conséquences particulièrement dramatiques dans les zones à forte densité de population.
- Le choc de la catastrophe de 2004 a conduit à la création de systèmes d'alerte régionaux sur l'exemple de celui du Pacifique ; celui concernant l'Atlantique Nord et la Méditerranée Occidentale a été confié au CEA ("CRATONEM")
- Cette séquence de séismes amène aussi les sismologues à se reposer la question

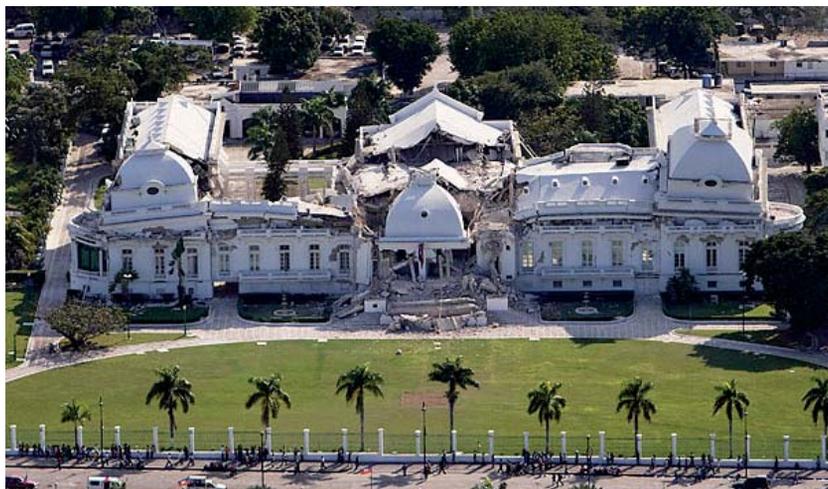
des magnitudes maximales possibles sur les failles connues : peut-on s'attendre à des événements de magnitude 9 sur toutes les zones de subduction dépassant les 500 km d'extension (donc notamment sur les Antilles), même en l'absence de tout indice historique ? Plus généralement, pour d'autres contextes que la subduction, le concept de segmentation de faille est-il pertinent pour justifier d'une taille maximale inférieure à la longueur totale de faille (exemple en Rhône-Alpes : doit-on considérer comme non impossible l'occurrence d'un séisme de magnitude 7 sur la faille dite "de Belledonne", active sur plus de 70 km de long ?)

- Des séismes meurtriers : d'autres événements de taille moindre (magnitude entre 6 et 8) ont eu des effets particulièrement destructeurs du fait de leur localisation à proximité immédiate de zones très densément urbanisées et à faible niveau de protection parasismique : Bam (Iran, 2003) ; Muzaffarabad (Pakistan, 2005) ; Wenchuan (Chine, 2008) ; Port-au-Prince (Haïti, 2010), et à un degré un peu moindre

Yogyakarta (Indonésie, 2006). L'enseignement principal à en retirer, comparativement à des séismes de taille comparable voire supérieure survenus au Japon, ou au Chili, est l'efficacité de la conception et de la construction parasismique, et donc l'impérieuse nécessité d'appliquer la réglementation : à chacun, du propriétaire à l'entreprise de construction en passant par l'architecte et le bureau de contrôle, d'en être pleinement conscient !

■ Des séismes "analogues" attirant l'attention sur ce qu'on pourrait attendre / craindre en France métropolitaine en cas de séismes "mal placés" : L'Aquila (Italie, 2009), Christchurch (Nouvelle-Zélande, 2011) sont des séismes de magnitude légèrement supérieure à 6, survenus sur des failles méconnues ou mal identifiées dont la localisation directement sous ces villes a provoqué un nombre significatif de victimes (quelques centaines) et des dommages très importants, avec des conséquences économiques sur la vie locale au moins à court et moyen terme (30 milliards d'Euros en dommages directs à Christchurch). Malgré la magnitude modérée, les mouvements enregistrés dans ces deux cas s'avèrent très nettement supérieurs aux niveaux pris en compte dans la réglementation : il est donc important de s'assurer d'un minimum de marges et de redondances par une conception saine.

■ Deux séismes majeurs, tous deux au Japon, ont mis en évidence les conséquences d'interactions entre les risques "naturels" et les risques "technologiques". On connaissait déjà des exemples d'endommagement sismique d'installations pétrolières (Hokkaido, Turquie notamment), mais les séismes de Niigata (2007) et Sendai (2011) ont gravement à très gravement affecté des installations nucléaires. Celui de 2007, conduisant à des sollicitations entre deux et trois fois supérieures au niveau de dimensionnement, avait mis en évidence les marges de résistance de la centrale de Kashiwa-Kashiwasaki, et n'avait eu "que" des conséquences économiques lourdes (plusieurs années de perte d'exploitation) pour l'exploitant. Celui de 2011, dont on ne mesure pas encore toute l'ampleur ni les conséquences à cette heure, a mis en lumière la nécessité de se "préparer" au pire, c'est-à-dire au scénario au-delà du dimensionnement, et de se donner les moyens, humains et économiques, d'assurer une défense en profondeur robuste et redondante.



Palais présidentiel de Port-au-Prince (Haïti)  
© Logan Abassi / UN / MINUSTAH / AFP / Getty

■ Enfin, la forte densification de l'instrumentation (avec une mention spécifique au Japon, pionnier en la matière), a permis de recueillir un très grand nombre d'enregistrements permettant d'affiner les méthodes d'estimation. On peut cependant noter un fort déséquilibre entre enregistrements au sol, très nombreux, et enregistrements en ouvrage, étonnamment peu nombreux.

En France, cette décennie a été relativement calme dans la région Rhône-Alpes (un seul séisme bien ressenti dans toute la région, celui de Vallorcines en septembre 2005), mais elle a aussi été marquée par plusieurs événements de magnitude supérieure à 5 en métropole (notamment Rambervilliers dans les Vosges en 2003 et Roulans près de Besançon en 2004), et deux événements importants aux Antilles : le séisme des Saintes (2004, Mw=6.4) et celui de Martinique (2007, Mw=7.4). Heureusement, dans ces deux derniers cas, la localisation soit en mer (Saintes), soit à grande profondeur (110 km, Martinique), ont conduit à des dommages seulement mineurs, et un nombre très faible de victimes (1 en Guadeloupe). Ces événements n'en constituent pas moins des "avertissements sans frais" rappelant que notre territoire peut être sujet à des événements aux conséquences graves s'ils sont "mal placés" : nous n'aurions aucune excuse de ne pas retenir, et mettre en pratique, les enseignements des séismes destructeurs survenus ailleurs dans le monde.

La menace sismique (l'aléa) existera toujours, et, si, malgré des incertitudes persistantes voire pour certaines irréductibles, on peut de mieux en mieux la comprendre, la localiser, la quantifier, - à défaut encore

de savoir la prédire exactement dans le temps<sup>1</sup> -, il est impossible de la réduire. Si les coûts humains et économiques augmentent, c'est simplement à cause de l'évolution démographique et de l'accroissement de la vulnérabilité de nos sociétés, dont l'urbanisation, la complexité ou la sophistication restent trop souvent incontrôlées. Or l'enseignement le plus positif de tout le retour d'expérience des séismes passés, concerne la capacité effective à réduire les risques sismiques en agissant directement sur la vulnérabilité au travers de l'application de la réglementation, malgré toutes ses imperfections. On ne peut donc que souhaiter que l'effort majeur de sensibilisation entrepris en France au cours des cinq dernières années avec le "plan séisme 2005-2010" permette une application effective de la nouvelle réglementation (nouveau zonage, nouvelles règles) officialisée fin 2010 et applicable à compter du 1er mai 2011. On ne peut que recommander également la poursuite des réflexions qui s'engagent à propos du renforcement du bâti existant : les outils existants comme les PPRS, joints à l'élaboration d'une doctrine pragmatique pour une politique raisonnée, économiquement acceptable, suivant l'exemple de nos voisins suisses, peuvent permettre une réduction significative des risques humains et économiques. Il suffit que la société dans son ensemble, des citoyens à leurs élus, le veuille vraiment. Et que l'on n'oublie jamais non plus une autre leçon forte de tous les séismes passés : l'incitation à l'humilité.

■ ■ ■

<sup>1</sup> Des travaux récents consacrés au séisme d'Izmit en Turquie de 1999 (Bouchon et al., 2011) permettent de commencer à espérer, dans certaines conditions, de détecter la préparation d'un séisme quelques dizaines de minutes avant sa manifestation brutale.