

LES TREMBLEMENTS DE TERRE : UN RISQUE LATENT MAIS BIEN RÉEL

Laurent Arsenault

Volume 68, numéro 4, 2001

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1105345ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1105345ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0004-6027 (imprimé)

2817-3465 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer ce document

Arsenault, L. (2001). LES TREMBLEMENTS DE TERRE : UN RISQUE LATENT MAIS BIEN RÉEL. *Assurances*, 68(4), 551–561. <https://doi.org/10.7202/1105345ar>

Résumé de l'article

Le péril sismique et son traitement, tant au niveau individuel qu'au niveau social, représentent un cas classique de problème de gestion de risques où l'importance réelle du risque est systématiquement sous-estimée par ceux qui y seraient pourtant les plus vulnérables.

L'auteur traite, dans cet article, des modélisations et mesures du risque de tremblement de terre, de la prévention et des connaissances techniques disponibles, des moyens de renforts techniques particuliers, des dommages aux éléments non structureaux (équipements et contenus des immeubles) et de la sensibilisation, par l'industrie de l'assurance, par la recherche de moyens qui génèrent une motivation positive à combattre ce grand risque.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE : UN RISQUE LATENT MAIS BIEN RÉEL*

par Laurent Arsenault

RÉSUMÉ

Le péril sismique et son traitement, tant au niveau individuel qu'au niveau social, représentent un cas classique de problème de gestion de risques où l'importance réelle du risque est systématiquement sous-estimée par ceux qui y seraient pourtant les plus vulnérables.

L'auteur traite, dans cet article, des modélisations et mesures du risque de tremblement de terre, de la prévention et des connaissances techniques disponibles, des moyens de renforts techniques particuliers, des dommages aux éléments non structuraux (équipements et contenus des immeubles) et de la sensibilisation, par l'industrie de l'assurance, par la recherche de moyens qui génèrent une motivation positive à combattre ce grand risque.

ABSTRACT

The earthquake risk and its individual and social process are a typical illustration of risk management problem where the actual importance is systematically under-estimated by the most vulnerable potential victims.

In this article, the author presents methods of modeling and measuring elements associated with the risk of earthquakes, knowledge of the latest techniques for preventing and controlling damages, specific techniques of structural reinforcement, non structural damages, (equipment and contents of buildings), and efforts by insurance industry to seek ways of promoting public readiness in the event of an earthquake.

L'auteur :

Laurent Arsenault est ingénieur senior chez Experts-conseils CEP inc.

* Notes de présentation pour la conférence du Bureau d'assurance du Canada conjointe avec l'Institut pour la Réduction des Pertes Catastrophiques présentée le 10 mai 2000.

■ INTRODUCTION

Le péril sismique et son traitement, tant au niveau individuel qu'au niveau social, représentent un cas classique de problème de gestion de risques où l'importance réelle du risque est systématiquement sous-estimée par ceux qui y seraient pourtant les plus vulnérables.

Nous avons connu un grand nombre de grandes catastrophes amplement publicisées à l'échelle de la planète et, plus près de nous, en Amérique du Nord depuis quinze ans ou moins. En plus des tremblements de terre notoires qu'ont été ceux du Saguenay en 1988, de Loma Prieta en 1989, de North Ridge en Californie en 1994, de Kôbé au Japon en 1995 et plus récemment ceux de Taïwan et de Turquie, on peut ajouter les grandes inondations du Saguenay en 1995 et celle qui a frappé le centre nord des États-Unis et le Manitoba en 1997. Bien sûr, il y a aussi le grand verglas de janvier 1998.

Certaines de ces grandes catastrophes ont touché des régions qui ressemblent à la nôtre. Ainsi, au Québec, nous avons connu un séisme significatif et un événement climatique d'envergure, ce dans les derniers douze ans. La conscience collective qu'apporte la couverture médiatique intense procurée à ces événements par les médias fait en sorte qu'on a peine à imaginer qu'il puisse malgré tout subsister des résistances farouches au seul concept de la mise en œuvre de mesures préventives. La très grande valeur intrinsèque de la prévention par l'application de mesures physiques concrètes est amplement démontrée si on se donne la peine d'en observer des exemples. C'est pourtant bien le cas et tous les ingénieurs qui ont eu à débattre de cette question avec leurs clients s'accorderont pour confirmer à quel point l'importance, voire encore le caractère urgent du besoin d'implanter les mesures appropriées pour réduire sinon éliminer les risques, s'estompe rapidement suite à un grand sinistre. L'impact économique significatif à court ou même à moyen terme que ces mesures représentent reprend inévitablement le dessus dans le processus décisionnel. Il n'existe pas de perception de valeur réelle de retour sur un tel investissement.

■ CONSCIENCE, CONNAISSANCE, MODÉLISATION ET MESURES DU RISQUE

L'importance du risque sismique se mesure comme tous les risques par le produit de l'intensité du risque par sa fréquence. Par

intensité, on entend gravité, c'est-à-dire conséquence monétaire de l'événement. Par fréquence, on réfère bien sûr aux probabilités que survienne ce type d'événement, aux diverses intensités possibles avec leurs facteurs de dommages associés.

Dans le cas des séismes, et plus particulièrement pour l'Est du Canada, le Bureau d'assurance du Canada a fait une étude, il y a cinq ans, de l'impact qu'auraient des séismes de diverses envergures sur les portefeuilles de sept principaux assureurs québécois. Les montants auxquels ils en sont arrivés sont gigantesques. L'analyse du rapport de cette étude révèle que les montants les plus élevés sont associés à un séisme d'une intensité exceptionnelle, soit plus de 7 à l'échelle de Richter.

Il y a lieu de considérer qu'il est possible, tel que l'a démontré le séisme de 1988 au Saguenay, que des séismes significatifs, mais d'envergures moindres, frappent nos communautés, auquel cas, l'impact financier serait certes moindre mais malgré tout imposant et dommageable sur le plan économique. Les auditeurs intéressés peuvent obtenir plus de détails concernant les études réalisées par le BAC, au niveau notamment d'un problème réel de perception concernant la couverture réelle de ce risque pour les propriétaires, laquelle est loin d'être celle que ceux-ci croient. Ainsi, plusieurs personnes se croient assurées pour le péril sismique, mais ne le sont pas.

Depuis 1998, d'autres modélisations du risque ont dû être faites parce que l'industrie de l'assurance avait jusqu'au 31 décembre 1998 pour rencontrer l'exigence posée par le Surintendant des Institutions financières de procéder à une évaluation rationnelle de ses réserves.

On peut donc se poser plusieurs questions concernant le niveau réel de vulnérabilité et de préparation de nos communautés pour faire face aux conséquences d'un séisme s'il devait en survenir un. Le verglas de janvier 1998 nous a procuré plusieurs enseignements. Dans une certaine mesure, il nous a offert un aperçu de la qualité structurale de nos immeubles (leurs toits plus précisément) tels que construits. Il s'agissait d'une sollicitation structurale forte, sans être extrême, qui a fait ressortir les éléments de notre population d'immeubles les plus faibles. On peut en tirer un aperçu de ce qui pourrait être observé dans l'éventualité d'un séisme. Nos communautés, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle nationale, n'étaient pas prêtes à répondre aux besoins en infrastructures temporaires dans l'éventualité d'un tel événement. Des

efforts pour corriger cette situation sont en cours et ils seront sûrement bénéfiques dans la gestion du risque sismique.

Il demeure un travail à faire pour ausculter de façon primaire notre patrimoine construit et identifier ses carences manifestes et intervenir par des mesures de renfort appropriées pour doter ces immeubles d'un niveau de résistance suffisant pour contrôler les pertes économiques, voire, à la limite, humaines.

■ INFORMATIONS ET CONNAISSANCES TECHNIQUES DISPONIBLES

Le monde académique et la recherche scientifique sont prêts depuis plusieurs années à relever le défi d'améliorer la qualité parasismique de nos constructions. Une recherche sur Internet a vite fait de montrer qu'il existe de très nombreuses sources d'information de références technologiques sur les effets des séismes sur tous les types de construction d'usages courants dans nos communautés et la manière de réaliser les renforts appropriés pour prévenir ces dommages.

Des exemples de succès à la prévention de tels dommages, pour des immeubles ayant été renforcés au préalable, ont été identifiés lors des principaux séismes mentionnés précédemment, soit en l'occurrence Loma Prieta, North Ridge et Kobé. Ces séismes, de même que celui du Saguenay, nous ont tous permis d'identifier des vulnérabilités types de nos constructions qui nous menacent à tous les jours si un séisme devait nous frapper.

■ VULNÉRABILITÉS ET MOYENS DE RENFORTS TECHNIQUES PARTICULIERS

a) Maçonnerie non armée / non attachée

Il est maintenant acquis, et la communauté scientifique l'a amplement couvert, que tout élément de maçonnerie non armée dans les immeubles représente un niveau de risque énorme qui mérite une attention immédiate. On ne pense pas ici seulement aux grands bâtiments historiques et à leurs élégantes façades de pierres

de taille, mais plutôt aux immeubles plus courants que sont les immeubles à logements multiples avec leurs parois de briques extérieures et les résidences individuelles avec leurs parements extérieurs, également en briques.

Ces parois sont assez régulièrement, notamment parmi les plus vieilles en zone urbaine, ancrées d'une manière précaire et tout à fait incertaine en termes de fiabilité technique. Des cas d'effondrements de murs de briques causés par l'insuffisance de leurs ancrages à la charpente sous-jacente sont fréquents. Les sollicitations qui ont provoqué ces effondrements sont infimes en comparaison de celles auxquelles ces parements seraient soumis dans l'éventualité d'un séisme même de moyenne envergure. Les risques de blessure corporelle et de mort sont très réels.

Le moyen le plus simple de renforcer ces éléments est d'installer des ancrages nouveaux de capacité connue au travers des parois douteuses. Ces ancrages sont fixés aux éléments solides de la charpente derrière la maçonnerie.

Les cheminées requièrent une intervention plus élaborée, mais de même nature. Là où il serait possible de le faire, on pourrait envisager changer la partie en projection au-dessus du toit par un bâti de bois recouvert de panneaux. Ce type d'arrangement structural s'est très bien comporté dans les séismes de Loma Prieta et de North Ridge.

Il convient également de mentionner que nombre d'immeubles comportent des parapets de briques en projection du toit dans le haut des murs extérieurs, lesquels plus souvent qu'autrement ont été exposés à une détérioration par l'action du gel et du dégel. Il s'agit là encore une fois d'éléments susceptibles d'être renversés au sol vers l'extérieur où ils peuvent blesser des gens qui s'y trouveraient ou encore vers l'intérieur de la construction où ils endommageraient le toit et, à la limite, dans certains cas, pourraient le défoncer.

b) Charpentes de bois

En ce qui concerne les immeubles résidentiels individuels ou collectifs à ossatures de bois, les expériences acquises des séismes de Californie ont démontré la vulnérabilité de certaines configurations structurales particulières (murs nains, murs étroits, premier étage mou).

En revanche, la légèreté de ces charpentes et l'opportunité de les renforcer à relativement peu de frais représentent un aspect

positif. Il est en effet relativement aisé d'installer des panneaux de contre-plaqué ou OSB bien assujettis à la charpente et des connexions visant à assurer l'intégrité des divers éléments entre eux. De façon générale, il faut implanter des murs de résistance sismique adéquate et réaliser des connexions compétentes entre ces murs et les plans horizontaux que sont les planchers et le toit. On forme ainsi une boîte à plusieurs compartiments qu'il faut ensuite attacher aux fondations avec des ancrages forés dans le béton sur le dessus des murs périmétriques.

En profitant par exemple de l'occasion présentée par une rénovation, ne serait-ce que la peinture par exemple, il est possible de bonifier considérablement à très peu de frais supplémentaires la résistance sismique d'une maison ordinaire. Les coûts impliqués sont très inférieurs à ceux qui seraient encourus pour réparer les dommages causés par un séisme.

■ ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX

En ce qui concerne les dommages aux équipements et aux contenus des immeubles, il s'agit là manifestement d'un parent pauvre dans la planification et la conception d'ensemble de nos immeubles et de leurs équipements et une source de dépense post-sinistre très considérable que nous ne discuterons pas ici et qui pourrait faire l'objet d'un autre article.

BÂTIMENTS COMMERCIAUX

a) Philosophie de design, ductilité

Après avoir été largement ignoré par l'ingénierie de charpente, le design parasismique s'est développé et a connu un essor particulièrement fulgurant depuis une trentaine d'années. Les immeubles commerciaux, quelle que soit leur importance, qui ont été conçus et construits avant 1970 peuvent malgré tout avoir des caractéristiques suffisantes pour bien se tenir dans le cas d'un séisme, mais dans plusieurs cas, il ne s'agirait là que d'un cas fortuit.

L'expérience a montré que, de façon générale, les immeubles construits après 1970, dont les charpentes ont été conçues par des

ingénieurs et où ceux-ci ont suivi les recommandations des codes de construction applicables, se sont comportés d'une façon acceptable en regard des objectifs visés dans la conception parasismique. Il y a toutefois lieu de souligner que l'esprit dans lequel ces mesures ont été élaborées (en quelque sorte la philosophie de design retenue) en était un où l'on visait d'abord et avant tout à protéger la vie humaine, c'est-à-dire à pouvoir sortir de l'immeuble vivant un individu, s'il se faisait frapper par un séisme majeur extrêmement rare. Diverses mesures constructives très élaborées ont été développées, avec de très nombreux programmes d'essais de validation pour les soutenir, afin de conférer aux immeubles des propriétés d'absorption d'énergie leur permettant ainsi de rester debout plutôt que de s'effondrer dans le cas d'un grave séisme. Il s'agit en l'occurrence de ce qu'on appelle la ductilité.

Les mouvements du sol imposent des déformations importantes à la structure dont ni l'intensité ni la direction ne peuvent être prédites avec précision. Pour palier aux limites de la prévision, donc de l'évaluation des sollicitations sur les immeubles causées par les séismes, les immeubles conçus selon ces règles sont pourvus de capacités d'absorption de l'énergie sismique transférée par le sol pour leur permettre de maintenir leur intégrité d'ensemble et ainsi pouvoir éviter leur effondrement complet.

Les concepteurs peuvent fixer d'avance le degré de ductilité de la charpente d'un immeuble et réduire en conséquence les efforts sismiques auxquels le bâtiment doit pouvoir résister. En choisissant un système plus ductile, on fait toutefois également le choix d'une flexibilité plus grande. Les déplacements latéraux anticipés sous l'effet d'un séisme seront ainsi très importants.

L'expérience de séismes récents où des immeubles ductiles ont été touchés a montré qu'il y avait un envers de médaille non négligeable à cette philosophie de design. Ainsi, il y a eu tant de dommages aux contenus et éléments non structuraux de ces immeubles que ceux-ci, malgré le fait qu'ils soient restés debout, n'en étaient pas moins des pertes économiques totales. Une réflexion s'est alors amorcée pour revoir le bien-fondé de certaines des mesures de design parasismiques et chercher à favoriser des choix peut-être plus coûteux à l'origine pour donner aux bâtiments davantage de rigidité, de manière à pouvoir réduire les pertes économiques en cas de séisme.

Il y a donc un équilibre à atteindre entre un niveau de rigidité acceptable pour le contrôle des dommages pouvant survenir pour

un séisme d'envergure moyenne et une rigidité contrôlée pour prévenir la génération d'efforts excessifs dans la structure.

■ RENFORTS SISMIQUES – APPROCHE CONCEPTUELLE

Les raisonnements applicables à la conception de bâtiments neufs peuvent être appliqués de la même manière à l'analyse d'un bâtiment existant. Il s'agit d'un exercice dont le coût paraît invariablement prohibitif, à première vue, à des propriétaires septiques quant aux risques sismiques, mais à l'analyse finale, pour des bâtiments même relativement petits, il s'agit d'un investissement bien justifié.

En effet, pour une enveloppe budgétaire de l'ordre de 5 000 \$, un ingénieur en charpente qualifié, dans la mesure où l'information concernant la structure de l'immeuble lui est disponible, peut en faire un examen sommaire et déterminer s'il a ou non une compétence sismique suffisante. Il peut également, à l'intérieur de cette enveloppe, recommander des approches correctives appropriées qui pourraient par la suite être mises en œuvre.

Dans le cas de bâtiments résidentiels, tant individuels qu'à plusieurs logements sur quelques étages, une des difficultés chroniques que l'on retrouve à l'étude de ces immeubles, tant pour la résistance parasismique que pour quelque autre évaluation que ce soit, réside dans l'absence d'information sous forme de plans ou autre concernant les détails constructifs. Il est dommage qu'il existe un laxisme réel à ce niveau. L'absence de tels documents génère nécessairement des coûts additionnels de recherche d'information de base dans l'éventualité d'un sinistre et de l'évaluation des effets de ce sinistre sur un immeuble. Pour connaître les éléments nécessaires à l'évaluation de la compétence parasismique d'un immeuble, il faut alors procéder par ouvertures d'exploration en quantités suffisantes. On peut à la rigueur, pour éviter ceci, ignorer la capacité existante et concevoir un système distinct de résistance et de rigidité suffisantes, mais les coûts sont alors plus élevés.

L'industrie de l'assurance gagnerait, dans le but d'économiser des coûts au niveau des enquêtes post-sinistres, à favoriser sinon imposer une meilleure discipline à ce niveau, quitte à inclure un élément incitatif au niveau des primes pour générer l'information requise.

■ AUTRES MOYENS

Nous avons établi la disponibilité des moyens techniques, de même que leur pertinence et leur compétence démontrée à réduire sinon éliminer les pertes majeures d'origine sismique. Nous constatons par ailleurs qu'il subsiste encore et toujours un sentiment d'apathie, d'incrédulité et une inertie réelle au niveau de la mise en œuvre de telles mesures chez les propriétaires d'immeubles, privés ou publics.

L'industrie de l'assurance canadienne a pourtant mis en œuvre un programme de conscientisation de grande envergure (dont nul autre que le commissaire de l'assurance de la Californie faisait l'éloge il y a deux ans) et les efforts ne sont pas ménagés pour changer les attitudes. On en vient à se demander comment il faudra s'y prendre pour que soient définitivement mises en œuvre ces mesures, de manière à éviter les fâcheuses et énormes conséquences anticipées.

Diverses mesures à caractère contraignant ont été essayées ailleurs, notamment en Californie et plus particulièrement à l'égard de bâtiments comportant des éléments de maçonnerie non armée. Invariablement (comme si la nature humaine cherchait toujours à reprendre le dessus), nombre de bâtiments n'ont pas été renforcés pour toutes sortes de raisons, la principale étant, là-bas comme ici, la résistance des propriétaires à croire aux risques sismiques d'une part et également à investir les sommes, ceux-ci préférant de toute évidence des investissements à plus fort retour.

■ HYPOTHÈQUES PARASISMIQUES

Je suis d'opinion qu'il faut trouver des moyens qui génèrent une motivation positive et un intérêt certain et, dans la mesure du possible immédiat, à réaliser de tels travaux. Étant l'une des composantes les plus visées par ce péril dans notre société, l'industrie de l'assurance devrait chercher de nouvelles approches de gestion plus globales et proactives du risque au niveau individuel (i.e. à la limite, au cas par cas).

En l'occurrence, je crois qu'il serait possible pour un assureur non seulement d'offrir une assurance parasismique, ce qui est fondamentalement un moyen passif de gérer le risque, mais en plus d'offrir de financer le coût des mesures de renfort et les études qui

les accompagnent. Je pense ainsi à un genre d'hypothèque parasismique où les coûts impliqués seraient ainsi défrayés en premier lieu par l'assureur pour être remboursés (avec intérêts) par l'assuré, dans le cadre d'un contrat à moyen ou long terme. En contrepartie de l'exécution de ces travaux, l'assureur offrirait une couverture d'assurance sur une certaine période de temps (10 ans, 15 ans) pour les dommages générés par un séisme.

Ce genre de produit, plus complet qu'une seule couverture à caractère passif, a le bénéfice d'agir de manière proactive sur le risque et d'exploiter de façon utile et profitable les connaissances technologiques qui sont abondantes et immédiatement disponibles dans le domaine. Les assureurs qui choisiraient de développer un tel produit bénéficieraient également de l'avantage concurrentiel que pourrait leur procurer le caractère innovateur et avant-gardiste d'un tel produit.

À titre indicatif, pour le renfort d'une résidence, un budget de 10 000 \$ à 20 000 \$ dans les conditions actuelles du marché représente un ordre de grandeur probable du coût des travaux impliqués dans le cas d'une résidence unifamiliale typique. Les travaux pourraient s'inscrire au niveau des propriétaires dans le cadre de programmes de rénovation ou encore à l'occasion d'une reprise de la peinture à l'intérieur d'un immeuble.

En ce qui concerne les bâtiments de plus grande envergure, lorsqu'il s'agit de bâtiments résidentiels, on peut à toutes fins utiles raisonner en termes de multiples du budget applicable à une résidence individuelle pour chaque unité impliquée. Le tout est bien sûr en fonction de la configuration de la charpente, de ses propriétés existantes et de toute particularité architecturale nécessitant une attention précise.

Chaque cas doit être analysé à son mérite propre, mais il est clair que les investissements impliqués sont mineurs en comparaison des coûts de réparation des dommages auxquels ces immeubles sont exposés. L'intérêt est donc manifeste, il ne manque que l'opportunité de réaliser un certain gain à sa mise en œuvre pour qu'il devienne une réalité.

■ INCITATIFS FISCAUX

Dans la foulée des efforts déployés par le BAC auprès des diverses instances gouvernementales, il y aurait lieu de promouvoir

l'instauration d'un incitatif fiscal pour favoriser l'investissement par le secteur privé à ce niveau. Les dépenses encourues à la réalisation de tels travaux pourraient ainsi être déduites des revenus imposables (en tout, en partie ou encore avec un multiple en augmentation), selon la priorité que voudraient donner nos gouvernements à cet exercice. Dans la même veine, les revenus des assureurs ou autres bailleurs de fonds qui financeraient ces travaux pourraient être exemptés d'impôts ou imposés à un taux moindre.

■ FONDS DE RÉSERVE COLLECTIF

On pourrait également constituer collectivement un fonds de réserve spécialement dédié au financement de la reconstruction et des réparations post-séisme.

Dans le but d'y diriger l'épargne, les gouvernements devraient considérer là aussi l'usage d'un incitatif fiscal. On se rappellera qu'au début des années 1980, alors que les gouvernements de l'époque avaient voulu favoriser une plus grande capitalisation chez les entreprises québécoises, le Régime d'Épargne-Actions a vu le jour. Les sommes investies sous le couvert de ce programme étaient non seulement déduites du revenu imposable, mais elles pouvaient aussi générer des retours sur investissements considérables.

En constituant ainsi un tel fonds collectif, la société québécoise se doterait d'une source de financement nécessaire pour se remettre sur pieds après un séisme destructeur. On ne peut s'empêcher de penser, non sans ironie, que ceux qui se refusent à croire qu'un séisme pourrait arriver chez nous devraient logiquement ne pas hésiter à placer leur argent dans un tel fonds, puisque les risques de perception dans le capital qui suivraient un séisme, pour eux, n'existent pas.