

VULNERABILITÉ SISMIQUE DU BÂTI EXISTANT

Le bâti existant, c'est-à-dire construit avant la mise en place des règles de construction parasismique, est en général vulnérable. On constate aussi que des structures a priori identiques s'endommagent différemment. Analyser leur vulnérabilité consiste ainsi à essayer de prédire le comportement de ces constructions sous l'action des séismes, en intégrant toutes les incertitudes, et à représenter les conséquences auxquelles s'attendre pour un scénario de séisme.

LES SCÉNARIOS SISMIQUES COMME OUTILS DE PRÉVENTION

Pour tenter de réduire le risque, certaines agglomérations comme celle de Nice en France ont fait l'objet d'une **analyse du risque sismique** représentée sous forme de scénarios. Cette analyse a pour objectif la diffusion d'informations auprès du public, la simulation des pertes et des dysfonctionnements, et la mise en place d'un plan d'action pour la gestion du risque sismique dans la vallée. Ces simulations s'appuient essentiellement sur la définition de **l'aléa sismique** et de la **vulnérabilité des constructions**, puisque la plupart des variables simulées (victimes, pertes économiques...) sont directement corrélées aux dommages.

On peut se demander quel est l'intérêt de ce genre d'exercices coûteux, mais une étude américaine considère que l'investissement de 40 millions de dollars à l'échelle mondiale pour ce genre d'exercices, dans les années 90, doit avoir réduit de 280 millions de dollars les pertes économiques. D'autres exemples concernant les catastrophes naturelles rapportent un ratio [coût des opérations de prévention sur bénéfices en termes de réduction des pertes] favorable, de l'ordre de 1/3.

Ces actions permettent de transférer de façon compréhensible une partie de la connaissance des scientifiques aux politiques et aux populations, en particulier au niveau local comme le recommande le cadre de Sendai de 2015 porté par l'UNESCO pour la réduction des catastrophes naturelles.

LE BÂTI ANCIEN: UNE DIFFICULTÉ A GÉRER

Déterminer les bâtiments et les structures les plus vulnérables vis-à-vis du séisme au niveau d'une région, d'une ville ou d'un grand nombre de bâtiments est une tâche particulièrement ambitieuse et difficile pour plusieurs raisons :

- Travailler au niveau d'une ville ou d'une région signifie devoir étudier un nombre de bâtiments ainsi qu'une variété de types de structures (maçonnerie, béton armé, portiques, murs porteurs...) très importants avec des moyens financiers bien évidemment limités.

- Il est aussi souvent difficile d'avoir accès à toutes les informations nécessaires à ce type de diagnostic (plans de ferrailage mais aussi plus simplement schémas du système porteur, caractéristiques des matériaux utilisés, code de dimensionnement utilisé, fondations...).

- De plus, appréhender correctement le comportement sismique d'une structure existante est bien plus difficile que de la dimensionner. En effet, on sait évaluer le comportement d'une structure qui respecte toutes les dispositions constructives et les règles de l'art : c'est la procédure de dimensionnement. Mais qu'en est-il d'une structure pour laquelle les dispositions constructives n'ont pas (ou partiellement) été respectées et qui ne peut être associée à un modèle « réglementaire » de comportement ? C'est la phase de diagnostic sismique ou d'analyse de vulnérabilité.



Séisme d'Izmit (Turquie 1999). De nombreux exemples ont montré sur des groupes de structures a priori identiques, des différences de dommages considérables.

Aléa sismique - Il est défini par la probabilité qu'un séisme d'une certaine magnitude puisse affecter une région durant une période donnée. Son côté aléatoire, c'est-à-dire non prévisible, impose d'estimer le niveau de connaissance du problème, se traduisant par la représentation des incertitudes.

Vulnérabilité sismique - Elle caractérise la capacité des bâtiments et des structures à supporter les secousses sismiques (vulnérabilité physique), et la capacité des populations à se comporter de façon cohérente et raisonnée face à un événement majeur (vulnérabilité sociale). Dans ces deux cas, il est important de traduire notre méconnaissance des comportements afin d'en tenir compte dans notre estimation globale.

Risque sismique - Le risque sismique est la probabilité de survenue d'un séisme (aléa), sa gravité dans le cas où il survient (dommage et pertes) et l'estimation du niveau de connaissance du problème (approche probabiliste).

PRINCIPE DES MÉTHODES GLOBALES OU EMPIRIQUES

Les méthodes empiriques (qui se basent sur l'observation et l'expérience) d'évaluation de la vulnérabilité suivent à peu près toutes la même démarche :

- Définition d'une typologie afin de classer les bâtiments ;
- Collecte des informations structurales caractérisant les bâtiments ;
- Application d'une fonction d'endommagement ;
- Représentation des dommages.

D'autre part, elles s'organisent en différents niveaux d'analyse, depuis des évaluations très sommaires jusqu'à des évaluations plus détaillées.

QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATION EN FRANCE

La méthode RiskUE – Sur la base d'observations in situ des caractéristiques structurales, elle propose deux niveaux d'analyse qui sont le niveau I uniquement empirique (observations) et le niveau II reposant sur des approches mécaniques. Même si cette méthode analyse les bâtiments un par un, les résultats sont généralement représentés statistiquement (par classe de construction ou par secteur).

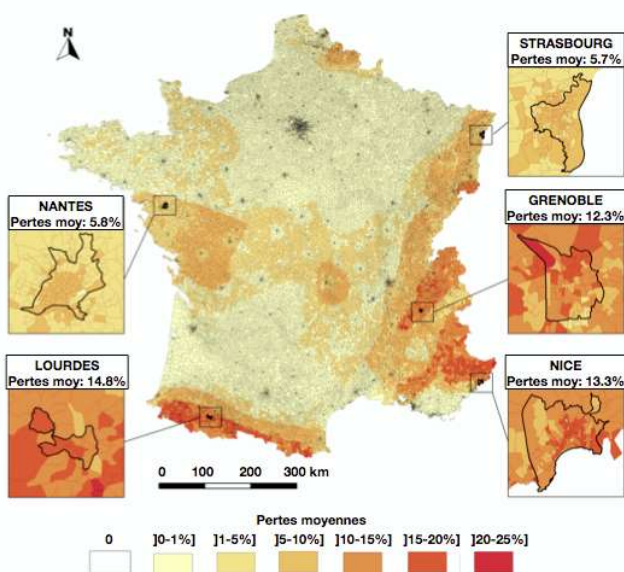
La méthode VULNERALP – Elle permet de qualifier, selon trois niveaux, la vulnérabilité des bâtiments et d'une ville face aux séismes. Cette méthode reposait sur l'utilisation de questionnaires (auto-administrés) et sur l'inspection visuelle extérieure des structures (type de construction, sa géométrie, l'âge de la construction...). Les résultats ont permis de créer un inventaire et une hiérarchisation sismique des structures tout en mettant en avant la manière dont le risque sismique était perçu par la population. Les connaissances acquises par cette méthode sont ensuite transmises aux gestionnaires.

La méthode URBASIS – Cette méthode consiste à définir sur un jeu de données dans lequel on retrouve à la fois les attributs généraux (comme le nombre d'étages ou la forme du toit), mais aussi la classe de vulnérabilité selon l'échelle d'intensité dite EMS98 et les relations qui relient ces informations par des méthodes d'apprentissage. Une fois la vulnérabilité obtenue, des simulations de variables décisionnelles sont possibles afin de connaître les conséquences d'un séisme ou d'un aléa, comme par exemple les coûts économiques. Cette méthode a l'avantage de s'appuyer sur des données disponibles, à généraliser à l'ensemble d'un territoire.

L'ANALYSE DE VULNÉRABILITE

Les objectifs des analyses de vulnérabilité sont essentiellement de trois natures :

- Estimer les dommages prévisibles aux personnes et aux biens juste après le séisme pour se représenter les dommages sismiques à l'échelle d'une ville ou pour décider des moyens de secours à mettre en place.
- Identifier les bâtiments les plus vulnérables aux séismes de façon à planifier et organiser une politique de renforcement du bâti existant et améliorer la résilience de la ville.
- Un troisième objectif, indirect, consiste également à profiter de travaux de transformation générale d'un bâtiment (par exemple, accessibilité, aménagement thermique, réhabilitation...) pour établir une analyse de vulnérabilité et intégrer le sismique dans le projet de transformation.



Dommage en pourcentage de la valeur du bien pour un aléa de période de retour 475 ans, obtenu par la méthode URBASIS - Riedel and Guéguen, *Natural hazards*, 2018

LES BÂTIMENTS ANCIENS NE SONT PAS TOUS VULNÉRABLES. C'est le constat des observations faites après les grands tremblements de terre. Cependant, tandis que les réglementations techniques s'améliorent à chaque mise à jour, la lenteur du renouvellement urbain place le bâti existant au cœur de la vulnérabilité physique au séisme. Savoir l'évaluer et la représenter sont deux des étapes essentielles à l'analyse du risque sismique.