

Evaluation de la vulnérabilité sismique du bâti de la ville de Bâle

Auteur : Camille-Marie Hochar

Encadrement : Prof. Pierino Lestuzzi¹

¹ Earthquake Engineering and Structural Dynamics (ESSD) EPFL

Contexte et objectifs

Bien qu'au niveau européen le risque sismique est considéré modéré, il est impératif pouvoir l'évaluer en fonction de la zone étudiée. Dans le cadre de ce projet, le cas de la ville de Bâle est étudié.

Méthodologie

Les bâtiments sont classifiés selon une typologie relative à leur matériau de construction et à leur nombre d'étage.

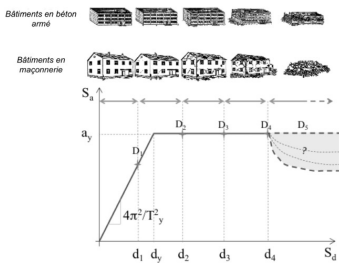
Deux types de modèles sont employés :

- Les modèles macrosismiques, se basant sur une intensité macrosismique I, un indice de ductilité Q et un indice de vulnérabilité V relatifs à la typologie. A l'aide d'une loi binomiale, il est ensuite possible pour un dommage moyen de déterminer une probabilité d'occurrence d'un degré de dommages k.

$$\mu_d = 2.5 \left[1 + \tanh \left(\frac{I + 6.25V - 13.1}{Q} \right) \right]$$

$$p_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} \left(\frac{\mu_d}{5} \right)^k \left(1 - \frac{\mu_d}{5} \right)^{5-k}$$

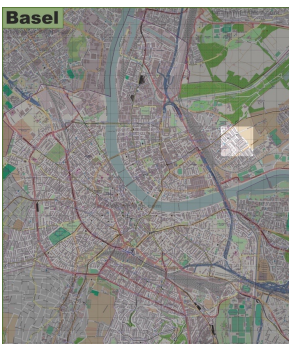
- Les modèles mécaniques, se basant sur un spectre de réponse et une courbe de force déplacement. A l'aide de valeurs génériques, il est possible de déterminer un point de performance pour ensuite en déduire une probabilité d'occurrence d'un degré de dommages grâce à une loi centrée réduite. Des bornes peuvent également être déterminées pour délimiter les différents degrés.



Deux spectres de réponse sont employés, le spectre de la SIA 261 et le spectre de microzonage de la ville de Bâle.

Collecte de données

Le quartier se situe à l'Est de la ville. Un échantillon représentatif de 30 bâtiments est étudié. Cet échantillon permet de vérifier la fiabilité de la base de données avant d'être employé pour comparer les résultats des méthodes déjà expliquées.



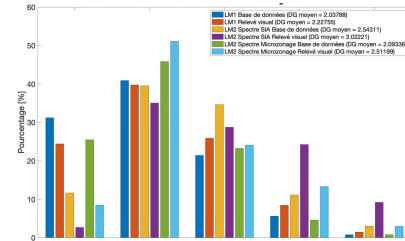
Résultats de la collecte de données

- Complétude de la base de données : environ 8% des informations sont manquantes ou erronées.
- Effet de seuil : sur 7 bâtiments de l'échantillon, il manque 1 étage sur ce qui est stipulé sur la base de données par rapport à la réalité. Sur 5 bâtiments, cela induit le passage d'un bâtiment d'une catégorisation faible hauteur à moyenne hauteur (effet de seuil).
- Fiabilité de la base de données au niveau typologique : tous les bâtiments semblent bien attribués. Les plans obtenus aux archives de la ville de Bâle confirment l'attribution des 6 bâtiments consultés.

Application de la méthodologie à la base de données

Des histogrammes comparant les différentes méthodes sont obtenus pour les 30 bâtiments de l'échantillon. A titre d'exemple :

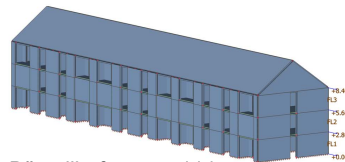
Répartition des dommages D_k pour le bâtiment Binzenstrasse 48.



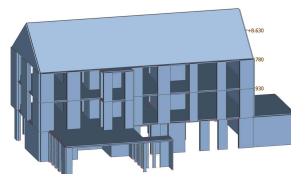
- On remarque une légère augmentation des degrés de la typologie M3 par rapport aux M5 et M6.
- La méthode LM1 est plus optimiste que la méthode LM2 tout comme le spectre de microzonage comparé au spectre de la SIA.
- L'effet de seuil induit des écarts entre les moyennes de degrés de dommages obtenues avec les informations de la base de données ou du relevé visuel. Les différents écarts observés confirment les marges de sécurité des méthodes.

Etude de bâtiments individuels

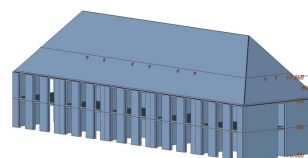
Trois bâtiments de typologie M6 (moyenne hauteur) sont étudiés.



Bäumlihofstrasse 114

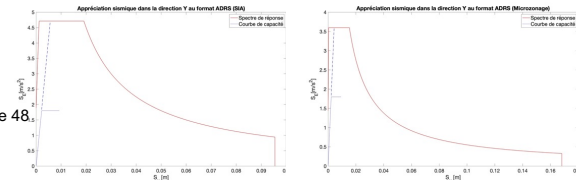
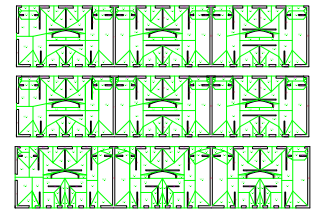


Bäumlihostrasse 149



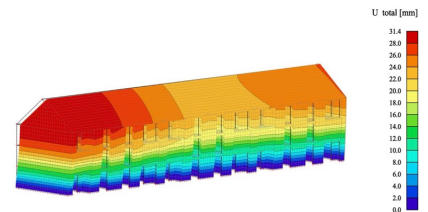
Riehenstrasse 278

- Méthode en déplacement : Une descente de charge avec une combinaison accidentelle est réalisée. Les capacités en déplacement des bâtiments dans chaque direction sont calculées et transformées au format ADRS. A titre d'exemple, la descente de charge du bâtiment Bäumlihofstrasse 114 et les résultats dans le sens Y pour les deux spectres :



La torsion est bien plus importante dans le sens transversal que longitudinal. Les facteurs de conformité vérifient que le spectre de microzonage est plus optimiste que celui de la SIA et montrent qu'aucun renforcement n'est nécessaire. Les degrés obtenus correspondent aux degrés de la méthode mécanique.

- Modélisation 3D : Deux séismes sont étudiés, dans le sens longitudinal et le sens transversal. Une excentricité de 5% permet de prendre en compte la torsion. A titre d'exemple, les déplacements pour un séisme dans le sens transversal avec la prise en compte de la torsion :



Cette dernière induit une augmentation jusqu'à 20% des déplacements et n'est donc pas négligeable. La présence de joints de dilatation peuvent permettre de réduire cet effet.

Conclusion et travaux futurs

Les informations de la base de données sont relativement fiables à l'exception du nombre d'étages qui peut induire un effet de seuil. La méthode LM2 est plus pessimiste que la méthode LM1 tout comme le spectre de la norme SIA par rapport au spectre de microzonage. La méthode en déplacement ainsi que la modélisation 3D donnent des résultats similaires dans le sens longitudinal mais pas dans le sens transversal. De plus, la torsion ne devrait pas être négligée dans le sens transversal.

- Elargissement de l'échantillon accompagné de visites aux archives de la ville.
- Modélisation des bâtiments en maçonnerie sur 3muri pour une prise en compte du comportement non linéaire.
- Analyse des autres typologies.