

La protection des infrastructures contre les séismes par diffraction des ondes sismiques.

Actuellement les entreprises innovent afin de réaliser des infrastructures de plus en plus grandes. Or cette folie des grandeurs peut provoquer des risques importants notamment un risque d'écroulement lors d'un séisme de forte amplitude. Nous cherchons donc à améliorer la protection des bâtiments et la sécurité des habitants.

Les séismes provoquent d'autant plus de dégâts qu'il y a d'infrastructures dans la zone touchée. Or les villes sont des zones qui concentrent de nombreuses infrastructures. Cette forte concentration est donc un facteur important de la potentielle gravité d'un séisme.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- BEN FKIH Rayan

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Physique Théorique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Séisme</i>	<i>Earthquake</i>
<i>Protection</i>	<i>Protection</i>
<i>Diffraction</i>	<i>Diffraction</i>

Bibliographie commentée

Les séismes sont la cause de plus de 740 000 morts entre 1998 et 2017 dans le monde et la reconstruction des infrastructures détruites, par exemple pour le Japon, après le grand séisme de l'Est du Japon, a coûté près de 228 milliards de dollars [1]. Les séismes ont des effets dévastateurs sur les survivants, dont 6% à 72% souffrent de post-dépression. Plusieurs millions de personnes sont exposées aux conséquences des séismes car plusieurs des plus grandes villes du monde sont construites sur des zones sismiques comme Los Angeles, New York ou Tokyo[2].

Les activités sismiques sont l'une des manifestations de la tectonique des plaques et sont concentrées le long de failles à proximité des frontières entre ces plaques. Lorsqu'il y a des mouvements entre deux plaques, les roches se déforment et il en résulte des contraintes sur ces dernières. Ainsi, il apparaît une accumulation d'énergie dans ses roches et lorsque l'énergie

accumulée permet de surmonter l'effet du frottement, il y a une libération brusque de l'énergie accumulée et il en résulte une rupture le long d'une faille et donc il y a apparition d'un séisme. [3]/[4]

Un séisme génère plusieurs types d'ondes correspondant à divers types de déplacement de la matière. Les ondes de volume se propagent en profondeur dans la Terre et les ondes de surface se propagent à la surface de la Terre, moins rapides que les ondes de volume mais de plus forte amplitude. Pour les ondes de volumes, il en existe deux types principaux : les ondes S (pour shear, cisaillement en anglais), et les ondes P (pour pression), selon le déplacement de la matière qu'elles produisent. Les ondes P, les plus rapides, sont des ondes qui se déplacent parallèlement à leur direction de propagation, comme un ressort : ce sont des ondes de compression. Elles génèrent des mouvements de compression et de dilatation successifs dans la direction de propagation de l'onde. Les ondes S se déplacent perpendiculairement à leur direction de propagation : ce sont des ondes cisailantes. Ce sont elles qui sont responsables des dommages matériels et humains lors d'un séisme. On observe également des ondes de surface, moins rapides que les ondes de volume mais de plus forte amplitude : ce sont les ondes de Rayleigh ou de Love, selon la direction du mouvement du sol provoqué [5]/[6]/[7].

Quand une onde mécanique ou électromagnétique rencontre un obstacle, sa direction de propagation peut varier, c'est le phénomène de diffraction [8].

Ainsi, il peut sembler intéressant d'appliquer ce principe à des ondes sismiques et l'utiliser pour améliorer la résistance de certaines infrastructures à risques face aux séismes. Ainsi, on peut par exemple, insérer en profondeur, autour des infrastructures que l'on souhaite protéger vis-à-vis des séismes, des cylindres résistant aux ondes sismiques et pouvant modifier leur direction de propagation afin d'améliorer la résistance de ces infrastructures par rapport aux séismes.

Problématique retenue

Est-ce que la diffraction des ondes permettra une amélioration de la protection des infrastructures contre les séismes ? Et comment diffracter les ondes sismiques afin de protéger les infrastructures ?

Objectifs du TIPE

L'objectif du TIPE est de trouver un moyen de diffracter des ondes sur un modèle simplifié afin de l'appliquer sur un modèle réel plus complexe par la suite.

L'étude se fera dans un aquarium avec un dispositif générant des vagues dans lequel j'introduirai plusieurs piliers de différents matériaux de façon à ce que la diffraction des ondes soit maximale.

On reproduit cette expérience dans un autre aquarium rempli de maïzena afin de se rapprocher le plus possible de la réalité.

Enfin je pourrai analyser les résultats et conclure si cette méthode peut être utilisée.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] L'UNISDR, LE CRED ET L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN : Economic Losses, Poverty & DISASTERS, 1998-2017 : *61119_credeconomiclosses.pdf* (*preventionweb.net*)
- [2] PETRA RATTUE : Earthquakes Have Devastating Health Effects : <https://www.medicalnewstoday.com/articles/237093#1>
- [3] LOUIS GÉLI : Quelle est l'origine des séismes ? : <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geologie-dix-questions-seismes-1666/page/2/>
- [4] PIERRE-ANDRÉ BOURQUE : Origine des tremblements de terre? : <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/seismes.html>
- [5] CÉLINE BLITZ : Modélisation de la propagation des ondes sismiques et des ejecta dans les astéroïdes: application à l'érosion des cratères de l'astéroïde : <https://theses.hal.science/tel-00441253>
- [6] INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS : Un séisme génère plusieurs types d'ondes sismiques, qui ont chacune des caractéristiques différentes : <https://www.seis-insight.eu/fr/public/sismologie-planetaire/les-ondes-sismiques>
- [7] SISMOS À L'ÉCOLE : Les différents types d'ondes sismiques : https://www.sciencesalecole.org/wp-content/uploads/2021/09/Types_ondes_sismiques.pdf
- [8] SOPHIE JEQUIER ET BERTRAND DAUPHOLE : Le phénomène de diffraction : <https://ressources.unisciel.fr/DAEU/physique/ondes/co/Diffraction.html>

DOT

- [1] *En septembre, nous avons réfléchi à des moyens pour protéger les infrastructures des séismes.*
- [2] *En octobre, nous avons essayé de faire une expérience suivant le principe d'amortisseur à boule.*
- [3] *En novembre, nous avons changé d'objectif et nous nous sommes concentrés sur la diffraction des ondes sismiques.*
- [4] *En janvier, pour mettre en oeuvre la diffraction des ondes sismiques, nous avons fais l'expérience de la cuve à onde sur laquelle on mets un obstacle pour mettre en évidence qu'il y a une zone non atteinte par les vagues derrière l'obstacle.*
- [5] *En février, j'ai fais une expérience avec de la maïzena dans un aquarium dans laquelle on mets un obstacle pour mettre en évidence qu'il y a une zone non atteinte par les vagues derrière l'obstacle.*
- [6] *En mars, nous avons fais une expérience avec un aquarium à vague dans lequel on mets des obstacles de plusieurs configuration et je montre qu'il y a une réduction des amplitudes des vagues dans une certaine configuration des vagues.*