

## La protection des infrastructures contre les séismes par diffractions des ondes sismiques.

Actuellement les entreprises innoveront 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 :**

- EL GHAMAMI Ilyes

### 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>ondes</i>	<i>waves</i>
<i>diffraction</i>	<i>diffraction</i>
<i>protection</i>	<i>protection</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**

Les principales problématiques retenues sont :

Est-ce que la diffraction des ondes permettra une amélioration de la protection des infrastructures contre les séismes ?

Comment diffracter les ondes sismiques afin de protéger les infrastructures ?

## **Objectifs du TIPE**

L'objectif de ce TIPE est de diffracté des ondes expérimentalement.

Pour cela je vais utiliser un aquarium avec un dispositif générant des vagues dans lequel j'introduirais plusieurs piliers de façon à ce que la diffraction des ondes soit maximale. Je pourrais étudier si cela atténuerait l'intensité des vagues.

Ensuite je reproduirai cette expérience dans un autre aquarium rempli de maïzena afin de se rapprocher le plus possible de la réalité tout en gardant un certain aspect visuel tout au long de l'expérience.

Enfin je pourrai conclure si cette méthode peut être mise en pratique ou non selon les résultats obtenus.

## Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] RAPPORT DE L'UNISDR, DU CRED ET DE L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN : Economic Losses, Poverty & DISASTERS, 1998-2017 : *61119\_credeconomiclosses.pdf (preventionweb.net)*
- [2] PETRA RATTUE : Earthquakes Have Devastating Health Effects : *Article de Medical News Today*
- [3] MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES : M'informer sur les séismes : *<https://www.georisques.gouv.fr/minformer-sur-les-seismes>*
- [4] PIERRE -ANDRÉ BOURQUE : Origine des tremblements de terres ? : *<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 433-Eros : *<https://theses.hal.science/tel-00441253/document>*
- [6] IPGP : 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] RÉSEAU « SISMOS À L'ÉCOLE » : Les différents types d'ondes sismiques : *[https://www.sciencesalecole.org/wp-content/uploads/2021/09/Types\\_ondes\\_sismiques.pdf](https://www.sciencesalecole.org/wp-content/uploads/2021/09/Types_ondes_sismiques.pdf)*
- [8] UNIVERSITÉ DE BORDEAUX : Le phénomène de diffraction : *<https://ressources.unisciel.fr/DAEU/physique/ondes/co/Diffraction.html>*

## DOT

- [1] début septembre: nous avons trouvé et réfléchi à des expériences afin de protéger des infrastructures contre les séismes.
- [2] début octobre: nous voulions effectuer une expérience suivant le principe d'amortisseur à boules.
- [3] fin novembre: nous avons changé notre objectif et nous nous sommes concentrés sur la diffraction des ondes sismiques.
- [4] début janvier: nous avons trouvé nos premières pistes et nous avons fait nos premiers essais sur la cuve à ondes.
- [5] en mars nous avons fait notre expérience principale avec l'aquarium à vagues.

**[6]** *fin mars j'ai fait un code python suivant les données de nos expériences afin de les modéliser numériquement.*