

Effets de site et entrée en résonance de bâtiments

● ● ● 1/2

Les fiches « enseignant » et « élève » citées ci-dessous permettent d'illustrer cette fiche « documentation » à travers des expériences ou des études de documents (vidéo ou papier) :

→ Fiches enseignant

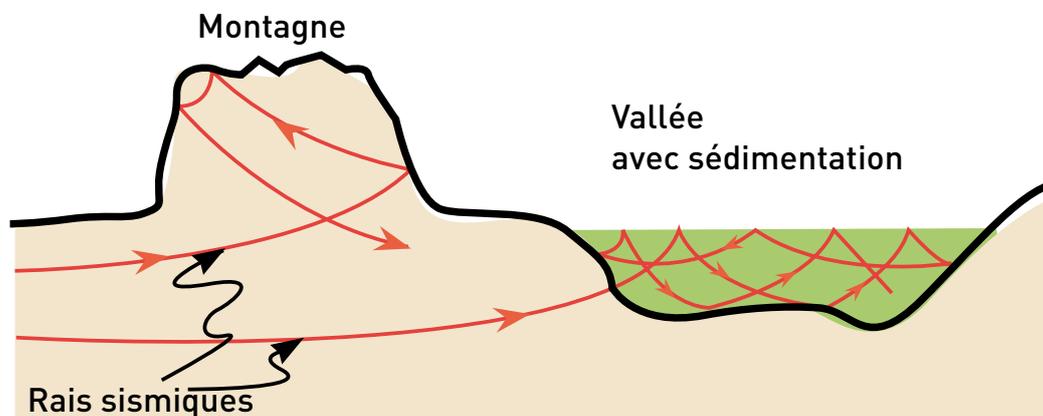
- ✓ n° 15 : mise en place et correction de la fiche « élève » n° 12 : effets de site
- ✓ n° 16 : effets de site et entrée en résonance de bâtiments

→ Fiche élève

- ✓ n° 12 : effets de site

→ Vidéos : Le comportement du bâti face aux séismes

→ On appelle effets de site les effets d'amplification des ondes sismiques qui se produisent principalement dans deux cas : au sommet des collines et des montagnes, et lorsqu'une vallée a été l'objet d'une importante sédimentation peu consolidée (par exemple vallée remplie par des alluvions récentes, des marais ou des tourbières). Dans les deux cas, les ondes sismiques se trouvent piégées dans la structure (dans la montagne, elles se réfléchissent d'un flanc à un autre ; dans la vallée, une fois qu'elles ont pénétré dans la zone d'alluvions meubles, elles ne peuvent s'en échapper et se réfléchissent sur les flancs et sur le fond de la vallée). Les études théoriques montrent que l'amplitude des ondes peut être amplifiée d'un facteur 10 ou 20 par de tels effets. Par ailleurs, dans le cas de la vallée, l'effet disparaît dès que l'on quitte la zone d'alluvions et que l'on gagne le flanc rocheux de la vallée.



Effets de site et entrée en résonance de bâtiments SUIVE 2/2



→ Contrairement à ce que l'on pourrait donc croire, il vaut mieux, dans une zone sismique, construire sur le rocher qu'en plein milieu d'une plaine alluviale si l'on veut éviter les effets de site. Mais il ne faut bien sûr pas monter trop haut sur le flanc de la vallée, car on se rapprocherait alors de l'autre cas de figure (sommet de montagne) qui donne lui aussi des amplifications du mouvement du sol. Sur le flanc de la vallée, si l'on minimise les effets de site, on s'expose aussi davantage à des éboulements ou des glissements de terrain... Rien n'est parfait dans la nature.

→ Les immeubles — plus particulièrement les tours et les gratte-ciel — présentent aussi, en cas de séisme, la particularité d'entrer en résonance : lorsqu'on fait vibrer une structure à une certaine fréquence dépendant de ses caractéristiques géométriques (longueur, largeur, hauteur) ou mécaniques (masse, rigidité), la structure peut réagir en amplifiant considérablement les vibrations. C'est ce qui se passe lorsqu'on a une voiture dont la direction vibre (en général parce que les roues sont mal équilibrées) : ce phénomène survient à une certaine vitesse du véhicule où il est maximal, désagréable, voire dangereux. A une vitesse plus basse ou plus élevée, le phénomène s'atténue ou disparaît complètement. (Ce qui ne justifie pas les excès de vitesse...) Tout le monde connaît aussi probablement l'histoire (non véridique mais plausible) de ce pont métallique qu'un bataillon marchant au pas cadencé aurait emprunté : la cadence des pas étant la même que la fréquence de résonance du pont, les vibrations auraient été amplifiées et le pont se serait effondré.

→ Pour un immeuble soumis à un séisme, il en va de même : les ondes sismiques sont complexes ; elles peuvent être considérées comme la superposition d'ondes de différentes fréquences ; si ces fréquences correspondent à la fréquence de résonance de l'immeuble, celui-ci va être sollicité de façon importante, va se déformer et éventuellement va subir des dégâts. La période de résonance des immeubles — l'inverse de la fréquence de résonance — est principalement fonction de la hauteur de l'immeuble : plus l'immeuble est élevé, plus sa période de résonance est grande. L'ordre de grandeur des périodes de résonance pour les immeubles est de quelques secondes. Or, même à des centaines de kilomètres de distance d'un fort séisme, les ondes sismiques présentent une énergie importante dans le domaine de période allant de 0.5 secondes à 5 secondes, donc englobant les périodes de résonance des immeubles.